

**L'Environnement en Europe:
Deuxième évaluation**

Un rapport sur l'évolution de l'environnement paneuropéen
faisant suite à "L'environnement de l'Europe: l'évaluation de Dobris" (1995), demandé par les
ministres de l'Environnement de toute l'Europe afin de préparer la quatrième conférence des
ministres à Aarhus, au Danemark, en juin 1998.

Office des publications officielles des communautés européennes
Elsevier Science Ltd

L'environnement en Europe
NOTIFICATION LÉGALE

Ni la Commission européenne, l'Agence européenne pour l'environnement, ni aucune autre personne ou société agissant en leur nom ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans la présente publication. Son contenu ne reflète pas nécessairement les positions officielles de la Communauté européenne, de ses institutions ou des organisations internationales et des différents pays impliqués dans la préparation de ce rapport. La terminologie utilisée et la présentation des éléments de cette publication n'impliquent l'expression d'aucune espèce d'opinion de la Communauté européenne ou de l'Agence européenne pour l'environnement quant à la situation juridique de quelque pays, territoire, ville ou zone, ni au sujet de leurs autorités.

TOUS DROITS RÉSERVÉS

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit (électronique ou mécanique, dont la photocopie, l'enregistrement, ou système de recherche documentaire) sans le consentement écrit du détenteur du copyright et de l'éditeur.

(c) Agence européenne pour l'environnement, 1998

Office des publications officielles des communautés européennes,
2, rue Mercier,
L-2985 Luxembourg
ISBN xxxxx
Numéro de catalogue xxxxx

Elsevier Science Ltd.
The Boulevard,
Langford Lane,
Kidlington,
Oxford OX5 1GB, Royaume-Uni
ISBN xxxxx

Un recueil statistique complétant
ce rapport a été
élaboré par Eurostat
ISBN xxxxx

Couverture et mise en page:
Folkmann Design &
Promotion

Agence européenne pour l'environnement
Kongens Nytorv 6
DK-1050 Copenhagen K
Danemark
Tél. (+45) 33 36 71 00
Télécopie (+45) 33 36 71 99
Mél: eea@eea.eu.int

Page d'accueil: <http://www.eea.eu.int>

Table des matières

Avant-propos	7
Introduction	9
Remerciements	12
Conclusions générales	16
1. Développements économiques	24
1.1. Introduction	24
1.2. Développement macro-économique	24
1.3. Production	26
1.4. Consommation	31
2. Changement climatique	37
2.1. Introduction	38
2.2. Indications et incidences du changement climatique	39
2.3. Contributions au réchauffement de la planète et concentrations des gaz à effet de serre	42
2.4. Évolution des émissions de gaz à effet de serre	46
2.5. Forces motrices : énergie	49
2.6. Politiques et objectifs	52
2.7. Progrès et perspectives	54
3. Appauvrissement de l'ozone stratosphérique	60
3.1. Introduction	60
3.2. Effets	60
3.3. État de la couche d'ozone	62
3.4. Concentrations atmosphériques	65
3.5. Production et émissions	66
3.6. Autres sources d'appauvrissement de l'ozone	68
3.7. Le protocole de Montréal et les mesures de suivi	68

4. Acidification	72
4.1. Introduction	73
4.2. Effets	74
4.3. Évolution des concentrations mesurées dans l'atmosphère	76
4.4. Dépôts de substances acidifiantes	77
4.5. Émissions	81
4.6. Forces motrices: le transport	82
4.7. Réponses	90
5. Ozone troposphérique	94
5.1. Introduction	94
5.2. Effets sur la santé et l'environnement	96
5.3. Évolution des concentrations d'ozone/objectifs de qualité de l'air	97
5.4. Émissions de précurseurs d'ozone	103
5.5. Politiques et progrès	104
6. Produits chimiques	109
6.1. Introduction	109
6.2. Évolution de la production	111
6.3. Métaux lourds	111
6.4. Polluants organiques rémanents	115
6.5. Incidences des produits chimiques sur la santé	120
6.6. Réponses et opportunités	124
7. Déchets	130
7.1. Introduction	130
7.2. Évolution de la production de déchets	131
7.3. Gestion des déchets: changement d'approches	134
7.4. Réponses et opportunités	140
8. Biodiversité	144
8.1. Introduction	145
8.2. Évolution de la biodiversité en Europe	145
8.3. Forces motrices de l'évolution de la biodiversité: agriculture, sylviculture, transports, infrastructure	164
8.4. Réactions aux changements de la biodiversité	169

9. Eaux intérieures	179
9.1. Introduction	180
9.2. Ressources en eau	180
9.3. Prélèvement et utilisation d'eau	184
9.4. Qualité de la nappe souterraine	187
9.5. Qualité des cours d'eau	191
9.6. Qualité de l'eau des lacs naturels et artificiels	196
9.7. Évolution des émissions	197
9.8. Politiques et mesures de protection et de gestion des ressources en eau de l'Europe	202
10. Milieu marin et littoral	209
10.1. Introduction	209
10.2. Eutrophisation	210
10.3. Contamination	215
10.4. Pêche et pisciculture	221
10.5. Changements dans les zones côtières et leur gestion	225
11. Dégradation du sol	231
11.1. Introduction	231
11.2. Sites contaminés	232
11.3. Erosion hydrique et éolienne du sol	238
11.4. Désertification	239
11.5. Salinisation	241
11.6. Autres formes de dégradation du sol	242
11.7. Politique, législation et accords relatifs au sol	243
11.8. Perspectives d'action	245
12. Environnement urbain	247
12.1. Introduction	248
12.2. Qualité de l'environnement	249
12.3. Flux urbains et incidences	255
12.4. Schémas urbains	259
12.5. Réponses et opportunités	263

13. Risques naturels et technologiques	268
13.1. Introduction	268
13.2. Effets et évolution	269
13.3. Perspectives d'une meilleure prévention des accidents et d'une réduction des catastrophes naturelles	274
14. Intégration des politiques et des mesures de protection de l'environnement dans les secteurs économiques	279
14.1. Introduction	279
14.2. Incidences sectorielles	279
14.3. Progrès vers l'intégration	283
Acronymes et abréviations	286
Index	289

Avant-propos

Ce rapport présente les résultats de la deuxième évaluation de l'état de l'environnement au niveau paneuropéen réalisée par l'Agence européenne pour l'environnement. Publié en 1995, notre premier rapport, *l'Évaluation de Dobris* mettait en évidence douze problèmes environnementaux européens fondamentaux. Il montrait de manière frappante le caractère commun à tous les pays européens de nombreux problèmes environnementaux, tels que les épisodes de smog d'été, l'accroissement de l'acidité, la dégradation du sol, la contamination de sites et les quantités importantes de déchets.

Pour ce deuxième rapport, notre mandat défini lors de la conférence ministérielle de Sofia consistait à rendre compte de l'état d'avancement concernant les principaux points identifiés dans la première évaluation. Ce nouveau rapport montre très clairement que les mesures politiques qui ont été prises n'ont pas encore produit une amélioration sensible de l'état de l'environnement dans son ensemble. Un nombre trop important de politiques environnementales a engendré des mesures de "fin de chaîne" qui se sont traduites par quelques améliorations dans certains domaines, mais insuffisantes pour faire face à la croissance du développement des infrastructures, de la production et de la consommation. N'oublions pas que les incidences sur l'environnement sont essentiellement issues de l'activité économique, et que l'amélioration de la qualité de l'environnement et les progrès vers un développement durable doivent provenir principalement de changements dans l'activité économique et les politiques socio-économiques.

Les progrès les plus évidents en matière de réduction de pression sur l'environnement ont été réalisés dans les domaines où un cadre international d'action efficace a été établi (par exemple, la convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone, la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance de la CEE et leurs protocoles). L'absence de cadre paneuropéen, par exemple, pour la dégradation du sol, les déchets (autres que les déchets dangereux) et les produits chimiques, a retardé tout progrès, même pour l'évaluation de ces problèmes.

Le rapport confirme l'observation, déjà formulée dans *l'Évaluation de Dobris*, que la dégradation des habitats naturels en Europe occidentale et, dans une moindre mesure, en Europe méridionale a été très sévère et qu'un rétablissement serait très coûteux, voire impossible. En revanche, le coût en principe moins élevé d'une protection adéquate des grandes régions naturelles presque intactes encore présentes dans la moitié orientale de l'Europe devrait être considéré comme une opportunité et un défi pour l'ensemble de l'Europe, afin de préserver la valeur et la fonction naturelles de ces régions en tant qu'éléments importants du capital naturel de l'Europe.

Le présent rapport confirme également que l'amélioration de la qualité de l'environnement en Europe centrale et orientale et dans les nouveaux États indépendants devrait être davantage liée au type d'évolution socio-économique nécessaire de ces pays qu'aux politiques et programmes environnementaux, ou, dans le cas des pays candidats à l'adhésion, à la vitesse et à la capacité d'adaptation à la législation environnementale communautaire.

À cet égard, il est décourageant que bon nombre des évaluations effectuées pour les pays candidats à l'adhésion supposent que l'amélioration environnementale reposera sur des politiques "de fin de chaîne", plutôt que sur l'adoption d'une approche plus proactive. Bien que je ne souhaite pas mettre en doute les estimations publiées qui suggèrent que les coûts de conformité à la législation environnementale communautaire puissent contribuer à raison de 30 à 40 % des coûts totaux du processus d'adhésion, je demande pourquoi une approche plus cohérente d'étude et de mise au point de structures de développement socio-économique plus durables est si rarement adoptée. Pourquoi part-on du principe que les pays d'Europe centrale doivent suivre le modèle occidental, voire commettre les mêmes erreurs ?

Le défi environnemental constitue une opportunité positive d'approche proactive visant à réorienter les politiques économiques pour répondre aux besoins de l'Union européenne élargie. Bien que j'aie ici fait référence aux progrès environnementaux des pays candidats à l'adhésion, le principe est identique pour *tous* les pays européens. Ainsi qu'il a été déclaré à la conférence de Sofia en 1995 : "*vis-à-vis du développement durable, nous sommes tous des pays en transition*". Le programme-environnement pour l'Europe, Rio et Rio+5, le processus Action 21 et les exigences posées dans le protocole de Kyoto de la convention sur le climat soulignent tous les responsabilités de l'Europe à l'échelle mondiale, et exigeront tous des changements majeurs dans les structures de production et de consommation de l'ensemble de l'Europe.

8 L'environnement en Europe

Je suis convaincu que la transition nécessaire est possible, pour autant que nous nous accordions tous sur les procédés et mécanismes. Nous devons, dans un premier temps, rendre le développement plus durable, par exemple, par l'accroissement du rendement énergétique et environnemental, par la gestion axée sur la demande et par la planification de travaux d'infrastructure moins perturbateurs. Nous devons ensuite le rendre de plus en plus durable, par la fusion des politiques économiques et environnementales et la dématérialisation de l'économie, afin de parvenir à une haute qualité de vie pour tous les Européens avec une utilisation moindre des ressources.

L'Agence européenne pour l'environnement a été fondée pour fournir les informations nécessaires au soutien de cette transition paneuropéenne, ce que nous accomplissons déjà. Puisque notre nouveau mandat met l'accent sur le développement durable, nous devons à présent ajuster notre travail, le contrôle et la collecte des données étant non seulement axés sur la description de l'environnement et de ses problèmes, mais également sur l'évolution des structures de production et de consommation en matière de changements connexes de l'environnement, et d'efficacité des actions prises ou à prendre. Chacune de ces démarches devrait inclure des perspectives afin de contribuer au développement politique stratégique.

S'agissant d'un mandat limité, le présent rapport ne fournit pas d'informations détaillées sur, par exemple, la pollution sonore, les organismes génétiquement modifiés, le rayonnement et plusieurs autres sujets ne s'inscrivant pas dans ce cadre. Ceci ne signifie toutefois pas qu'ils sont insignifiants. Une attention considérable devrait être accordée à l'établissement de rapports réguliers sur les progrès réalisés, dans ces domaines également, comme partie de futurs rapports détaillés sur l'environnement ou via des évaluations à orientation particulière. Il n'existe pas d'aperçu européen complet et accessible, en particulier pour la question des risques technologiques engendrant le rejet de radionucléides et de produits chimiques. Un rapport détaillé sur les progrès en matière de mise en œuvre et d'efficacité du programme-environnement pour l'Europe ou des diverses conventions internationales sortait également du cadre de cette publication. Tout rapport sur ces domaines et sur les aspects pertinents des politiques économiques sectorielles doit être élaboré dans le cadre d'un système de rapport complet et cohérent en cours de développement par l'Agence européenne pour l'environnement. Bien que, pour l'instant, l'Agence s'oriente essentiellement sur l'Union européenne, nous nous efforçons de créer un système de rapport unique pour l'ensemble de l'Europe.

La réaction à ce rapport mènera, nous l'espérons, à un vaste débat politique sur les programmes et objectifs traitant des principaux points abordés dans ce document. L'identification de points de repère et l'établissement de rapports sur les progrès réalisés pour atteindre les objectifs définis constituent un défi inévitable. Ce rapport représente un pas dans cette direction. Les étapes suivantes devraient permettre de consolider les réalisations actuelles et contribuer à assurer le soutien et le financement nécessaires pour poursuivre le développement d'un système de contrôle et de rapport régulier, multi-objectifs et complet soutenant la politique environnementale européenne. Je suis fermement convaincu que la mise

en œuvre d'une stratégie de rapport s'inscrivant dans cette politique permettra à l'Agence d'apporter une contribution essentielle à l'approche davantage proactive de la protection de l'environnement, tellement nécessaire.

Domingo Jiménez-Beltrán
Directeur exécutif
Agence européenne pour l'environnement

Introduction

Préparé par l'Agence européenne pour l'environnement en vue de la conférence ministérielle de juin 1998 à Aarhus, le présent rapport traite de l'environnement en Europe – lieu de résidence de pratiquement 800 millions de personnes. Elles vivent sur un continent très diversifié avec des conurbations à forte densité de population à l'ouest et des zones peu habitées dans le nord et à l'est, des plaines et des montagnes, des régions d'agriculture intensive et des espaces naturels presque intacts. Le continent forme également une unité, dans la mesure où l'ensemble de ses habitants ont en commun plusieurs problèmes environnementaux.

En 1991, les ministres de l'Environnement de tous les pays européens, réunis au château de *Dobris* en République tchèque, ont lancé un nouveau projet – Environnement pour l'Europe - visant à inspirer, à définir et à coordonner des politiques de protection environnementale dans l'ensemble de l'Europe. Les ministres ont souscrit à un programme d'action écologique pour l'Europe centrale et orientale lors de leur deuxième réunion à Lucerne en 1993, et officiellement adopté le programme-environnement pour l'Europe (EPE), ainsi qu'une stratégie paneuropéenne de diversité biologique et du paysage lors de leur réunion à Sofia en 1995. Les principaux thèmes de la conférence d'Aarhus sont le futur programme-environnement pour l'Europe et la convention pour l'accès aux informations et la participation du public.

L'Agence européenne pour l'environnement a présenté le premier rapport paneuropéen sur l'état de l'environnement, *L'environnement de l'Europe: l'évaluation de Dobris*, lors de la réunion de Sofia. Rédigé comme étude préliminaire du développement de l'EPE, ce rapport identifiait et étudiait douze problèmes environnementaux touchant particulièrement l'Europe. Les ministres à Sofia ont demandé à l'Agence d'établir un rapport de suivi sur les progrès réalisés depuis la réunion de *Dobris* pour leur conférence d'Aarhus.

Réponse de l'Agence à cette demande, ce rapport se concentre de nouveau sur ces douze problèmes environnementaux. Après un chapitre introductif sur le développement socio-économique depuis l'évaluation de *Dobris*, douze chapitres abordent chaque problème tour à tour. Ils passent en revue les développements intervenus depuis le début du projet Environnement pour l'Europe en 1991¹, soulignent l'évolution de l'état de l'environnement en termes de concentrations de polluants dans l'atmosphère, l'eau et le sol et leurs *incidences*, débattent des principales sources des polluants et des activités humaines les engendrant (les *forces motrices*) et des quantités émises (les *pressions*) et décrivent les politiques qui sont ou ont été développées pour résoudre le problème (les *réponses*). Ils examinent également l'état d'application de ces politiques et, dans certains cas, leur adéquation au contexte des objectifs de l'EPE.

¹ En pratique, 1990 est souvent considérée comme l'année de référence.

Figure L.1**Cadre Forces motrices-pressions-état-incidence-réponses (FPEIR)**

Forces motrices Réponses Pressions Incidence État

Les forces motrices, telles que la croissance démographique et économique, l'urbanisation et l'intensification agricole, se traduisent par des émissions de polluants et d'autres pressions qui affectent l'état de l'environnement qui, à leur tour, peuvent avoir une incidence sur la santé, sur d'autres formes de vie et sur l'environnement physique proprement dit. Les réponses peuvent concerner les forces motrices proprement dites et tenter de réduire leurs effets, ou améliorer l'état de l'environnement.

Le dernier chapitre résume la situation globale concernant l'intégration de considérations environnementales dans les politiques et actions des principaux secteurs économiques européens. La figure I.1 illustre le cadre général (FPEIR) d'analyse.

L'encadré I.1 fournit une vue d'ensemble des sujets traités par les différents chapitres, ainsi que des forces motrices et incidences de chaque problème environnemental mis en évidence dans ces chapitres.

Le présent rapport repose dans une large mesure sur des données collectées par des organisations internationales, dont les NU, l'OCDE, l'OMS, la Commission européenne et Eurostat. En outre, l'Agence européenne pour l'environnement a procédé à une nouvelle collecte de données par le biais de ses centres thématiques européens et recouru aux contacts directs avec des instituts partenaires, aux questionnaires et aux rapports nationaux. Un manque d'harmonisation des données, des problèmes de communication, des limitations en termes de ressources et de temps, ainsi que la privatisation de la collecte des données en Europe orientale se sont traduits par une couverture inférieure des pays de cette partie de l'Europe à celle de l'Europe centrale et occidentale. Pour plusieurs thèmes (tels que les déchets, les produits chimiques, la dégradation du sol), les données pour l'ensemble de l'Europe restent peu disponibles.

Encadré I.1: Contenu des chapitres, forces motrices et incidences principales				
	Forces motrices mises en évidence dans le chapitre	Incidences sur:		
		santé	nature	environnement aménagé
Chapitre 1: Développements économiques	Industrie Ménages Tourisme			
Chapitre 2: Changement climatique	Energie		Réactions de l'écosystème	Rendement des cultures Protection des côtes
Chapitre 3: Appauvrissement de l'ozone stratosphérique		Cancer de la peau	Ecosystèmes aquatiques	
Chapitre 4: Acidification	Transport		Forêts	*
Chapitre 5: Ozone troposphérique		Affections respiratoires	*	Perte de rendement des cultures

Chapitre 6: Produits chimiques	Divers	Divers	*
Chapitre 7: Déchets	*	*	
Chapitre 8: Biodiversité	Agriculture	Thème du chapitre	
Chapitre 9: Eaux intérieures	*	*	
Chapitre 10: Milieu marin et littoral	*	Poisson	
Chapitre 11: Dégradation du sol	Divers	*	*
Chapitre 12: Environnement urbain	Essentiellement affections respiratoires	*	*
Chapitre 13: Risques naturels et technologiques	Victimes d'accidents	*	*
Chapitre 14: Secteurs sociétaux	Vers l'intégration		

Remarque: Par rapport à l'évaluation de Dobris, la dégradation des forêts a été incluse dans le chapitre consacré à la nature, tandis que la dégradation du sol s'est vue attribuer un chapitre séparé en raison de l'attention particulière que lui accorde l'EPE.

*: = Il existe des incidences, mais aucune attention spécifique ne leur est accordée dans le présent rapport, faute de données nouvelles ou de progrès depuis l'évaluation de Dobris.

L'harmonisation, le contrôle et l'établissement de rapports sur l'environnement en Europe doivent encore être améliorés pour offrir une base plus solide à l'échange d'informations. L'Agence européenne pour l'environnement a fait un pas dans cette direction dans ses États membres (l'UE, plus la Norvège, l'Islande et le Liechtenstein), et cette initiative est étendue aux pays d'Europe centrale et orientale bénéficiant d'un soutien du programme PHARE.

Ce rapport et son prédécesseur, l'évaluation de *Dobris*, représentent des pas importants vers l'établissement d'un système de rapports réguliers sur l'état de l'environnement en Europe, incluant des évaluations FPEIR complètes et une composante prospective, généralement reconnue comme une exigence essentielle de toute planification environnementale stratégique. L'étape suivante de ce processus consistera en un rapport – qui devrait être prêt au début 1999 – se concentrant essentiellement sur une perspective de l'état de l'environnement dans l'Union européenne mais couvrant également les pays candidats à l'adhésion à l'UE. L'Agence européenne pour l'environnement prévoit également une série régulière de rapports sur des indicateurs qui devraient permettre au public de suivre la mise en œuvre de politiques environnementales spécifiques ; le premier étant prévu pour la fin 1999.

Le présent rapport a été financé par l'Agence européenne pour l'environnement et les programmes PHARE et TACIS de la Commission européenne. Le soutien financier du programme TACIS n'étant disponible que depuis la fin 1997, l'assistance accordée aux nouveaux États indépendants a été limitée, et ces pays ont contribué à ce rapport avec leurs propres moyens, à l'instar de la Croatie, de la Yougoslavie, de la Turquie, de Chypre et de Malte. La Suisse a apporté sa contribution à ce rapport en adjoignant les services d'un consultant pour la collecte des données. Nous apprécions vivement ces ressources supplémentaires, ainsi que l'assistance et le soutien enthousiastes de nombreuses personnes et institutions (voir Remerciements).

Encadré I.2: Groupements de pays utilisés dans le présent rapport

À l'instar de l'évaluation de *Dobris*, le présent rapport couvre l'Europe, de l'Irlande à l'ouest à l'Oural à l'est. Dans les textes et schémas, les groupements de pays suivants sont utilisés:

Europe occidentale

(UE + AELE + Suisse)

Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal, Espagne, Suède, Royaume-Uni + Islande, Liechtenstein, Norvège + Suisse.

Europe centrale et orientale (ECO)

(Tous les pays d'Europe centrale, les États baltes, la Turquie, Chypre et Malte).

Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, République tchèque, Croatie, Estonie, ex-République yougoslave de Macédoine, Lettonie, Lituanie, Hongrie, Pologne, Roumanie, ex-Yougoslavie, République slovaque, Slovénie + Turquie, Chypre et Malte. Pour plus de facilité, le terme "**Europe orientale**" est parfois utilisé dans le texte pour désigner tant les pays d'Europe centrale et orientale que les nouveaux États indépendants.

Les nouveaux États indépendants européens (NEI)

(à l'exclusion des États baltes)

Arménie, Azerbaïdjan, Biélorussie, Géorgie, Moldavie, Fédération de Russie, Ukraine

OCDE-Europe

Autriche, Belgique, République tchèque, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Islande, Irlande, Italie, Liechtenstein, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Espagne, Suède, Suisse, Royaume-Uni.

Le **chapitre 9** utilise un groupement spécifique de pays. Voir chapitre 9, encadré 9.1.

Remerciements

Ce rapport a été rédigé en collaboration avec de nombreuses personnes. Nous souhaitons rendre ici hommage à leur travail. La responsabilité de l'évaluation incombe toutefois à l'Agence européenne pour l'environnement. Les éditeurs s'excusent pour toute omission involontaire de personnes ayant contribué à ce rapport.

Points de contact nationaux et autres collaborateurs nationaux

<i>Albanie:</i>	Ketevan Tsereteli;
Ariana Koca;	<i>Grèce:</i>
<i>Arménie:</i>	Mata Aravantinou;
Simon R Papyan, Julietta Gabrielyan;	<i>Hongrie:</i>
<i>Autriche:</i>	Györgyi Vékey;
Johannes Mayer;	<i>Islande:</i>
<i>Azerbaïdjan:</i>	Hugi Ólafsson;
A Gasanov, Fikret Djafarov;	<i>Irlande:</i>
<i>Biélorussie:</i>	Larry Stapleton;
Alla Metelitsa;	<i>Italie:</i>
<i>Belgique:</i>	Paolo Soprano, Rita Calicchia, Maria
Jan Voet, Anne Teller, Alain Derouane,	Concetta Giunta, Manlio Maggi,
Daniel Rasse;	Claudio Maricchiolo, Angela Spagnoletti,
<i>Bosnie-Herzégovine:</i>	Marco Valentini;
Ahdin Orahovac;	<i>Lettonie:</i>
<i>Bulgarie:</i>	Ieva Rucevska;
Nikola Matev;	<i>Liechtenstein:</i>
<i>Chypre:</i>	Petra Bockmühl;
Nicos Georgiades;	<i>Lituanie:</i>
<i>Croatie:</i>	Gintaras Jodinskas;
Ante Kutle;	<i>Luxembourg:</i>
<i>République tchèque:</i>	JeanPaul Feltgen;
Jaroslav Benes;	<i>Malte:</i>
<i>Danemark:</i>	Joseph Callus, Lawrence Micallef;
Torben Moth Iversen;	<i>Moldavie:</i>
<i>Estonie:</i>	Petru Cocirta, Arcadie Capcelea, Victor
Leo Saare;	Plângâu, Constantin
<i>République fédérative de Yougoslavie:</i>	Bulimaga;
Jadaranko Simic;	<i>Pays-Bas :</i>
<i>Finlande:</i>	Adriaan Minderhoud;
Tapani Säynätkari;	<i>Norvège:</i>
<i>Ex-République yougoslave de Macédoine:</i>	Berit Kvæven;
Strahinja Trpevski;	<i>Pologne:</i>
<i>France:</i>	Anna Bobińska;
Cécile Rechatin, Françoise Nirascou;	<i>Portugal:</i>
<i>Allemagne:</i>	Maria Leonor Gomes;
Karl Tietmann;	<i>Roumanie:</i>
<i>Géorgie:</i>	Radu Cadariu;

Fédération de Russie:
Sergey N Kuraev;
République slovaque:
Tatiana Plesnikova;
Slovénie:
Anita Velkavrh;
Espagne:
Juan Martínez Sánchez, Francisco
Cadarso, Maricruz Anegón;
Suède:

Ebbe Kvist, Stig Norström;
Suisse:
Peter Grolimund, Patrick Ruch †;
Turquie:
Kumru Adanali, Güzin Abis;
Royaume-Uni:
Paul Swallow;
Ukraine:
Anatol Shmurak

Collaborateurs par chapitre

Chapitre 1 Développements économiques

Coordination

Keimpe Wieringa, Martin Büchele (EEA)

Rédacteur

Sibout Nooteboom (DHV Environment & Infrastructure, NL)

Réviseurs pairs

Nick Robins (IIED, UK); Patrick Point (Université de Bordeaux, FR); Rob Maas (RIVM, NL)

Chapitre 2 Changement climatique

Coordination

André Jol (EEA)

Rédacteur

Simon Eggleston (ETC-AE/AEA National Environment Technology Centre, UK)

Réviseurs pairs

Pier Vellinga (Vrije Universiteit Amsterdam, NL); Mike Hulme (University of East Anglia, UK); Rolf Sartorius (Federal Environmental Agency, D); Knut Alfsen (Centre for International Climate & Environmental Research, University of Oslo, NO)

Chapitre 3 Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

Coordination

Gabriel Kielland (EEA)

Rédacteurs

Guus Velders (ETC-AQ/RIVM, NL); Geir Braathen (ETC-AQ/NILU, NO); Michael Petrakis (ETC-AQ/NOA, EL); M Kassomenos (ETC-AQ/NOA, EL)

Réviseurs pairs

Paul Crutzen (Max-Planck-Institut für Chemie, D)

Chapitre 4 Acidification

Coordination

Gabriel Kielland (EEA)

Rédacteurs

Erik Berge (ETC-AQ/DNMI, NO);

Arne Semb (ETC-AQ/NILU, NO); Espen Lydersen (NIVA, NO); Simon Eggleston (ETC-AE/AEA National Environment Technology Centre, UK)

Réviseurs pairs

Per-Inge Grennfeldt (IVL, Swedish Environmental Research Institute)

Chapitre 5 Ozone troposphérique

Coordination

Gabriel Kielland (EEA)

Rédacteurs

Jeannette Beck (ETC-AQ/RIVM, NL); Michal Krzyzanowski (WHO-ECEH, NL); Frank de Leeuw (ETC-AQ/RIVM, NL); Maria Tombrou (ETC-AQ/Université Aristote de Thessalonique, EL); Dimitra Founda (ETC-AQ/NOA, EL); Michael Petrakis (ETC-AQ/NOA, EL); David Simpson (ETC-AQ/DNMI, NO)

Réviseurs pairs

Peter Bultjes (TNO, NL); Andreas Volz-Thomas (Forschungszentrum Jülich GmbH, D)

Chapitre 6 Produits chimiques

Coordination

Ingvar Andersson (EEA)

Rédacteurs

David Gee (EEA); Han Blok (BKH Consulting Engineers, NL)

Réviseurs pairs

Finn Bro-Rasmussen (DTU, DK); Bo Jansson (Université de Stockholm, S); Philippe Bourdeau (Université Libre de Bruxelles, B)

Chapitre 7 Déchets

Coordination

Anton Azkona (EEA)

Rédacteurs

Christine Hunter (Golder Associates, UK); Sion Edwards (Golder Associates, UK)
Collaborateur Julian Morris (IEA, UK)

Réviseurs pairs

Cees van Beusekom (Statistics Netherlands); Leif Mortensen (EPA, DK); Jan-Dieter Schmitt-Tegge (Federal Environmental Agency, D)

Chapitre 8 Nature

Coordination/Rédacteur

Ulla Pinborg (EEA)

Collaborateurs

Graham Tucker (Ecoscope Applied Ecologists, UK); Karen Mitchell (IEEP, UK); Luis Diego (INIMA, E); Risto Päivinen (EFI, FIN)

Réviseurs pairs

Antonio Machado (E); Eileen Buttle (UK); Gilbert Long (IARE, FR); Edit Kovacs-Lang (Hungarian Academy of Sciences, HU); Peder Agger (Roskilde University, DK)

Chapitre 9 Eaux

Coordination

Niels Thyssen (EEA)

Rédacteurs

Jens Bøgestrand (ETC-IW/NERI, DK); Steve Nixon (ETC-IW/WRc plc, UK); Philippe Crouzet (ETC-IW/IOW, FR); Gwyn Rees (ETC-IW/IH, UK); Johannes Grath (ETC-IW/AWW, A)

Réviseurs pairs

Michel Meybeck (Université Pierre et Marie Curie, FR); Poul Harremoës (Danish Technical University, DK); Igor Liska (Water Research Institute, République slovaque)

Chapitre 10 Milieu marin et littoral

Coordination

Evangelos Papathanassiou (EEA)

Rédacteurs

Tor Bokn (ETC-MC/NIVA, NO); Hein-Rune Skjoldal (IMR, NO); Jens Skei (ETC-MC/NIVA, NO); Norman Green (ETC-MC/NIVA, NO); Torgeir Bakke (ETC-MC/NIVA, NO); Gunnar Severinsen (ETC-MC/NIVA, NO)

Réviseurs pairs

Ben van Wetering (OSPARCOM, UK); Eeva-Liisa Poutanen (HELCOM, FI); Gabriel Gabrielidis (MAP, EL); Janet Pawlak (ICES, DK); Michel Scoullou (Université d'Athènes, EL)

Chapitre 11 Dégradation du sol

Coordination

Anna-Rita Gentile (EEA)

Rédacteurs

Sue Armstrong Brown (ETC-S/SSLRC, UK); Irene Edelgaard (ETC-S/GEUS, DK); Peter Loveland (ETC-S/SSLRC, UK); Gundula Prokop (ETC-S/UBA, A); José Luis Rubio (ETC-S/CIDE, E); Martin Schamann (ETC-S/UBA, A)

Réviseurs pairs

Angelo Aru (Université de Cagliari, I); Winfried Blum (University of Agriculture and Natural Resources, A); Godert van Lynden (ISRIC, NL); Michael Hamell (CEC, DG XI/D/1); Nicholas Yassoglou (NAGREF, EL)

Chapitre 12 Environnement urbain

Coordination

Ronan Uhel, Sanni Manninen (EEA)

Rédacteurs

Marina Alberti (Ambiente Italia); Frank de Leeuw (ETC-AQ/RIVM, NL); Nicolas Moussiopoulos (ETC-AQ/Université Aristote de Thessalonique, EL); Sophia Papalexidou (ETC-AQ/Université Aristote de Thessalonique, EL); Evelina Turlou (ETC-AQ/Université Aristote de Thessalonique, EL); Rob Sluyter (ETC-AQ/RIVM, NL);

Steinar Larssen (ETC-AQ/NILU, NO)

Réviseurs pairs

Voula Mega (Fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail, IRL); Liz Mills (CEC, DG XI/D/3); Christoph Erdmenger (ICLEI, GE)

Chapitre 13 Risques naturels et technologiques

Coordination

David Stanners, (EEA)

Rédacteur

Christian Kirchsteiger (CEC/JRC)

Réviseurs pairs

Alessandro Barisich (CEC, DG XI/C/4);

Serge Orłowski (B)

Chapitre 14 "Secteurs économiques" et contributions à d'autres chapitres

Coordination

Ronan Uhel (EEA)

Rédacteurs

David Gee (EEA); David Wilkinson (IEEP, UK)

Réviseurs pairs

Nick Robins (IIED, UK); Patrick Point (Université de Bordeaux, FR); Rob Maas (RIVM, NL)

Collecte et traitement des données, cartes et schémas

EEA:

Sofia Vaz, Sanni Manninen, Frederik Frydenlund, Patrick Ruch †

EEA/Phare:

Adriana Gheorghe

ETC/Conservation de la nature:

Juan Manuel de Benito, Sophie Condé

ETC/Milieu marin et littoral:

Tor Bokn, Hein-Rune Skjodal, Giulio Izzo, Frank van der Valk, Riccardo Ceccarelli, Antonella Signorini

ETC/Émissions atmosphériques:

Dietmar Koch, Tim Murrells

ETC/Eaux intérieures:

Jens Bøgestrand, Philippe Crouzet, Steve Nixon, Gwyn Rees, Claudia Koreimann

ETC/Occupation des terres:

Rolf Bergström

ETC/Sol:

José Luis Rubio, Andreas Scheidleder, Peter Loveland

ETC/Qualité de l'air:

Roel van Aalst, Sofia Papalexidou, Evelina Tourlou, Rob Sluyter, Inga Fløysand, Jozef Pacyna, Jerzy Bartnicki

European Forest Institute (Finlande):

Risto Päivinen

**National Environmental
Research Institute (Danemark):**

Peter Kristensen

PNUE/GRID Varsovie:

Marek Baranowski, Maria Andrzejewska

15 Remerciements

CEE, Suisse:

Dimitra Ralli

OCDE:

Myriam Linster

Eurostat:

John Allen, Leo Vasquez, Theo van Cruchten

ICES:

Jan René Larsen, Harry Dooley, Janet Pawlak

OMS:

Alexander Kuchuk, Kees Huysmans

Planistat, France:

Arnaud Comolet, Tatiana Kadyshevskaya

Coordination et édition

Peter Bosch; Peter Saunders; Ronan Uhel;
David Stanners; David Gee; Ebbe Hindahl;
Jock Martin; Paddy Smith; Lois Williamson;
Julia Tierney

*Conclusions générales***PROBLÈMES**

Le tableau 1 présente une récapitulation d'ensemble des progrès réalisés ces cinq dernières années (environ) pour chacun des douze problèmes environnementaux clés au niveau européen qui avaient été identifiés dans l'évaluation de *Dobris* et examinés dans le présent document.

Il distingue les progrès dans la mise en œuvre des politiques de ceux concernant l'amélioration de la qualité de l'environnement, les seconds accusant parfois un retard par rapport aux premiers. Il est inévitable que la base d'informations de cette évaluation soit plus fiable pour certaines régions que pour d'autres. Elle est particulièrement faible pour les produits chimiques, la biodiversité et l'environnement urbain. Ainsi, par exemple, le signe "+/-" pour les progrès liés aux politiques relatives à l'ozone troposphérique se base sur un fondement et une compréhension plus solides que pour les produits chimiques, où le changement de perception des problèmes sous-jacents et d'importantes pénuries de données ont entravé les tentatives d'évaluation.

TABLEAU 1		
Problèmes environnementaux clés	PROGRÈS politiques	PROGRÈS état de l'environnement
Changement climatique	+/-	-
Appauvrissement de l'ozone stratosphérique	+	-
Acidification	+	+/-
Ozone troposphérique	+/-	-
Produits chimiques	+/-	+/-
Déchets	-	-
Biodiversité	+/-	-
Eaux intérieures	+/-	+/-
Milieu marin et littoral	+/-	-
Dégradation du sol	-	-
Environnement urbain	+/-	+/-
Risques naturels et technologiques	+	+

Légende:

Évolution positive concernant la mise en œuvre de politiques ou l'état de l'environnement.

quelques mises en œuvre de politiques, toutefois insuffisants pour faire face à l'ensemble du problème (y compris couverture géographique insuffisante). Peu ou pas de changement de l'état de l'environnement. Peut également indiquer une évolution incertaine ou contrastée dans les diverses régions.

peu de mesures politiques ou évolution défavorable de l'état de l'environnement. Peut également indiquer une persistance de pressions élevées ou un état médiocre de l'environnement.

Problèmes atmosphériques

Depuis plusieurs années, les tendances marquées à la coordination, dans toute l'Europe et au-delà, des politiques et mesures visant à réduire les émissions nocives et à améliorer la qualité de l'atmosphère se sont traduites par une diminution significative, dans la plupart des pays européens, des émissions de plusieurs substances présentant des risques pour l'environnement et la santé. Il s'agit notamment du dioxyde de soufre, du plomb et des substances appauvrissant la couche d'ozone. Les émissions d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) ont également diminué, mais dans une moindre mesure.

Tableau 2 Progrès concernant la satisfaction des objectifs

	Situation en:			Objectif	Indice cible (année)	Progrès
	1990=100	1985	1990			
<u>Changement climatique</u>						
<i>Émissions de CO₂</i>						
				Objectif de la CCCC: stabilisation des émissions de CO ₂ à leur niveau de 1990 pour l'an 2000 (avant Kyoto). Voir texte pour les objectifs de Kyoto.		
<i>Europe occidentale</i>	97	100	97		100 (2000)	Atteint, voir texte
<i>ECO</i>	..	100	80		100 (2000)	Atteint
<i>NEI</i>	..	100	81		100 (2000)	Atteint
<u>Appauvrissement de l'ozone stratosphérique</u>						
<i>Production de CFC</i>						
				CFC 11, 12, 113, 114, 115 en termes de potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone. Objectif: suppression progressive des CFC à partir du 01/01/95, à l'exclusion de l'utilisation et de la production essentielles pour les pays en voie de développement, afin de satisfaire leurs besoins fondamentaux. Valeur en 1996: 12.		
<i>UE</i>	160	100	11		0 (1995)	Atteint
<u>Acidification</u>						
<i>Émissions de SO₂</i>						
				Deuxième objectif du protocole de la CLRTAP sur le soufre.		
<i>Europe occidentale</i>	119	100	71		60 (2000)	Près d'être atteint
<i>ECO</i>	118	100	66		70 (2000)	Atteint
<i>NEI</i>	131	100	62		90 (2000)	Atteint

Émissions de NOx				Premier objectif du protocole de la CLRTAP sur les NOx: stabilisation aux niveaux de 1987, l'objectif de l'UE correspondant à une réduction de 30 % par rapport aux niveaux de 1990.	
<i>Europe occidentale</i>	93	100	91	70 (2000)	Réussite improbable
<i>ECO</i>	104	100	72	105 (1994)	Atteint
<i>NEI</i>	..	100	67	99 (1994)	Atteint
Émissions de COV				Objectif du protocole de la CLRTAP sur les COV, à l'exclusion des émissions naturelles.	
<i>Europe occidentale</i>	97	100	89	70 (2000)	Réussite improbable
<i>ECO</i>	-	100	81	70 (1999)	Réussite improbable
<i>NEI</i>	-	100	70	70 (1999)	Atteint

Remarque: Données NEI pour 4 pays uniquement (Biélorussie, Moldavie, Fédération de Russie et Ukraine). CLRTAP= Convention de la Commission économique pour l'Europe (CEE) des Nations unies sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Bien que cette évaluation porte sur l'ensemble de la région, les objectifs ne sont valables que pour les pays signataires des conventions.

En Europe occidentale, ces changements ont été principalement dus à la mise en œuvre de politiques de réduction des émissions, à des changements de structure de la production industrielle et au choix de combustibles plus propres. En Europe centrale et orientale, les conséquences des mesures antipollution ont été éclipsées par les réductions massives en termes d'utilisation d'énergie et de production industrielle consécutives aux changements économiques structurels, entraînant des diminutions considérables des intrants et des émissions.

Le tableau 2 illustre les progrès concernant les objectifs de réduction des émissions atmosphériques. Les conventions et protocoles n'ont défini d'objectifs quantitatifs au niveau paneuropéen que pour les polluants repris dans ce tableau.

En dépit du progrès apparent illustré dans le tableau 2, les émissions de plusieurs polluants doivent encore être réduites afin de pouvoir atteindre les objectifs déjà acceptés - ainsi que ceux qui sont envisagés pour l'avenir. La plupart des réductions d'émissions obtenues jusqu'à présent ont pour origine des changements économiques et des mesures orientées vers d'importantes sources dans l'*industrie* et les secteurs de l'*énergie*. À l'exception du plomb provenant de l'essence, le succès lié à la réduction des émissions issues de sources diffuses comme le *transport* et l'*agriculture* a été moindre; en effet, par nature, celles-ci sont plus

difficiles à contrôler, car elles exigent une meilleure intégration entre les politiques environnementales et les autres.

Changement climatique

Alors que certaines réductions des émissions de gaz à effet de serre ont été enregistrées (les émissions de dioxyde de carbone ont diminué de 12 % dans l'ensemble de l'Europe et de 3 % en Europe occidentale entre 1990 et 1995), bon nombre de ces réductions ont été le fait de changements économiques, comme la fermeture de la plupart des industries lourdes en Europe orientale et le passage du charbon au gaz pour la production d'électricité dans certains pays d'Europe occidentale.

Le secteur de l'approvisionnement *énergétique* est la principale source des émissions de dioxyde de carbone (environ 35 % en 1995), avec des émissions approximativement identiques pour *l'industrie, le transport* et les *ménages* + les *secteurs commerciaux* (environ 20 % chacun), et une contribution croissante du secteur des transports. Pour l'UE, le dernier scénario "toutes choses égales par ailleurs" établi par la Commission des Communautés européennes prévoit une augmentation de 8 % des émissions de dioxyde de carbone entre 1990 et 2010. Ce résultat contraste de manière flagrante avec l'objectif actuel – qui consiste pour l'Union européenne en une réduction de 8 % (pour un "panier" de six gaz, dont le dioxyde de carbone), comme convenu à Kyoto en décembre 1997. Pour atteindre l'objectif de Kyoto, il sera manifestement nécessaire de prendre des mesures à tous les niveaux, affectant tous les secteurs économiques.

Appauvrissement de la couche d'ozone

La mise en œuvre du protocole de Montréal et ses extensions ultérieures ont réduit de 80 à 90 % la production et les émissions mondiales de substances appauvrissant la couche d'ozone. Des réductions similaires ont été réalisées en Europe.

Plusieurs décennies seront toutefois nécessaires pour rétablir les niveaux d'ozone dans la stratosphère, en raison de la persistance de substances appauvrissant la couche d'ozone dans la haute atmosphère. Ceci montre clairement combien il est important de continuer à réduire les émissions des substances restantes appauvrissant la couche d'ozone (HCFC, bromure de méthyle) et de garantir l'application correcte des mesures existantes, afin d'avancer la date de restauration de la couche d'ozone.

Acidification

Certains progrès ont été réalisés depuis l'évaluation de *Dobris* en ce qui concerne le contrôle du problème de l'acidification, principalement à la suite de la poursuite de la réduction des émissions de dioxyde de soufre (50 % entre 1980 et 1995 dans l'ensemble de l'Europe). Les émissions d'oxydes d'azote et d'ammoniac ont chuté de 15 %. Toutefois, pour environ 10 % des zones terrestres d'Europe, le niveau de dépôts acides est toujours trop élevé. Quant aux émissions de NO_x par les transports, la politique environnementale a été dépassée par la croissance du secteur – l'augmentation du nombre et de l'utilisation des voitures contrebalançant les avantages des progrès techniques tels que l'usage croissant de moteurs plus propres et de pots catalytiques par les véhicules de tourisme. Il en résulte que le secteur

des *transports* est devenu la principale source des émissions d'oxydes d'azote. L'important potentiel de croissance du transport privé dans l'ECO et les NEI devrait aggraver ce problème.

Ozone troposphérique et smog d'été

En dépit de l'augmentation des niveaux de trafic dans toute l'Europe, une réduction importante (14 %) des émissions de précurseurs d'ozone a été enregistrée dans l'ensemble de l'Europe entre 1990 et 1995 grâce à la synergie de mesures de contrôle dans divers secteurs et de restructuration économique en Europe orientale. Toutefois, le smog d'été, provoqué par de fortes concentrations d'ozone troposphérique, est toujours fréquent dans de nombreux pays européens, et constitue une menace pour la santé et la végétation.

D'autres réductions importantes des émissions de NO_x et de COVNM dans l'ensemble de l'hémisphère nord seront nécessaires pour parvenir à une réduction significative des concentrations d'ozone troposphérique. La seconde étape du protocole de 1988 sur les NO_x au titre de la Convention de la CEE sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP) sera basée sur une approche multi-polluants et multi-effets concernant la pollution photochimique, l'acidification et l'eutrophisation.

Ce protocole devrait être prêt à l'adoption en 1999 et aura probablement pour objet une réduction plus stricte des émissions. Les émissions du secteur des *transports* en croissance rapide, qui constitue la principale source des émissions de NO_x dans l'ensemble de l'Europe et des émissions de COVNM en Europe occidentale, s'avéreront particulièrement difficiles à contrôler.

En Europe orientale, l'*industrie* demeure la principale source d'émissions de COVNM, mais cette situation devrait évoluer avec la croissance prévue des transports.

Produits chimiques

L'étendue du danger que représentent les produits chimiques pour l'environnement et la santé reste incertaine en raison du nombre très élevé de produits chimiques d'usage courant et du manque de connaissances sur le mode de dissémination et d'accumulation dans l'environnement et leur incidence humaine et écologique.

En raison de la difficulté liée à l'évaluation de la toxicité des nombreux produits chimiques potentiellement dangereux utilisés ou émis (et de leurs mélanges), certaines stratégies de contrôle actuelles ont désormais pour objet de réduire la "charge" de produits chimiques dans l'environnement (et donc les expositions à ces produits) par la suppression ou la réduction de leur utilisation et de leurs émissions. Une attention de plus en plus importante est accordée à de nouveaux instruments, tels que les programmes de réduction volontaire et les inventaires des rejets toxiques et registres d'émissions polluantes.

Déchets

Selon les estimations, la production totale de déchets a augmenté de pratiquement 10 % entre 1990 et 1995. Une partie de cette croissance apparente pourrait toutefois résulter d'une amélioration de l'information sur les déchets.

Dans la plupart des pays, la gestion des déchets continue d'être dictée par le choix le moins onéreux possible: la mise en décharge. La minimisation et la prévention de la production de déchets sont de plus en plus souvent reconnues comme des solutions plus souhaitables, mais aucun progrès global ne peut encore être observé dans cette direction. Le recyclage tend à être plus efficace dans les pays disposant d'une solide infrastructure de gestion des déchets.

Les priorités dans l'ECO et les NEI comprennent une gestion plus efficace des déchets urbains par l'amélioration du tri des déchets et de la gestion de la mise en décharge, l'introduction d'initiatives de recyclage au niveau local et la réalisation d'une atténuation des conséquences et d'un confinement à faibles coûts dans des décharges prioritaires.

Biodiversité

La pression globale des activités humaines (*agriculture intensive, sylviculture, urbanisation et développement des infrastructures*, ainsi que la pollution) sur la biodiversité a généralement augmenté depuis l'évaluation de *Dobris*.

Ces pressions émanent d'une gestion uniforme et à plus en plus grande échelle de l'agriculture et de la sylviculture, de la fragmentation du paysage (entraînant l'isolement des habitats naturels et des espèces), la charge de produits chimiques, l'extraction d'eau, les perturbations et l'introduction d'espèces étrangères. De nombreuses initiatives nationales et internationales de protection de la nature ont été lancées, mais leur mise en œuvre a été lente. Au niveau local, certaines mesures ciblées de protection de la nature se sont soldées par des effets positifs, mais les progrès en vue d'une agriculture durable ont été faibles.

Certaines régions de l'ECO et des NEI bénéficient de grandes zones de forêts relativement intactes et autres habitats naturels.

20 L'Environnement en Europe

Ceux-ci pourraient néanmoins être menacés par les pressions résultant du changement et du développement économiques, à moins que des mesures adéquates pour leur protection soient intégrées dans le programme-environnement pour l'Europe et dans les politiques nationales de développement économique et les mécanismes financiers connexes, ainsi que dans les accords d'adhésion des pays rejoignant l'UE.

Eaux intérieures et marines

Le programme-environnement pour l'Europe accorde une attention particulière à la gestion durable des ressources naturelles, notamment les eaux intérieures, côtières et marines. Toutefois, ces dernières sont toujours menacées.

Bien que les taux de prélèvement d'eau aient été stables ou aient même diminué dans plusieurs pays d'Europe orientale et occidentale ces dix dernières années, des pénuries potentielles d'eau persistent, en particulier à proximité des zones urbaines. Les fuites des systèmes de distribution dans certains pays et l'utilisation inefficace de l'eau dans l'ensemble des pays demeurent problématiques.

La qualité des nappes souterraines – et, par conséquent, la santé – est menacée par les concentrations élevées de nitrates dues aux pratiques *agricoles*. Les concentrations de pesticides dans les nappes souterraines dépassent fréquemment les concentrations maximales admissibles dans l'UE et de nombreux pays font état de pollution souterraine par les métaux lourds, les hydrocarbures et les hydrocarbures chlorés. L'amélioration de la qualité des nappes souterraines prendra de nombreuses années, en raison du temps nécessaire aux polluants pour s'introduire dans les nappes souterraines.

Depuis 1990, aucune amélioration globale de la qualité des cours d'eau en Europe n'a été constatée. En dépit d'une réduction de 40 à 60 % des émissions de phosphore ces cinq dernières années - résultant de mesures dans *l'industrie* et le *traitement des eaux résiduaires* et de l'utilisation croissante de détergents sans phosphates par les *ménages* – le problème de l'eutrophisation des cours d'eau, lacs, réservoirs et eaux côtières et marines persiste, comme mentionné dans l'évaluation de *Dobris*, avec des niveaux de nutriments excessifs dans de nombreuses régions.

De nombreuses mers européennes continuent à faire l'objet d'une surpêche et plusieurs espèces voient leur population diminuer considérablement, ce qui souligne de nouveau l'appel urgent du programme-environnement pour l'Europe à la promotion d'une *pêche* durable.

Dégradation du sol

L'érosion et la salinisation du sol demeurent de sérieux problèmes dans de nombreuses régions, en particulier à proximité de la Méditerranée. Peu de progrès ont été réalisés en ce qui concerne la préservation du sol, un autre domaine bénéficiant d'une attention particulière dans le programme-environnement pour l'Europe. De nombreux sites contaminés doivent faire l'objet de mesures de réhabilitation. Actuellement, 300 000 sites potentiellement contaminés ont été identifiés, principalement en Europe occidentale, en particulier dans les régions où *l'industrie* lourde a longtemps fait partie du paysage.

En Europe orientale, où de nombreux sites militaires montrent une forte contamination des sols, de meilleures informations sont nécessaires pour évaluer l'étendue du problème.

Environnement urbain

La population urbaine en Europe n'a cessé d'augmenter et les villes européennes continuent à montrer des signes de stress environnemental – mauvaise qualité de l'air, bruit excessif, embouteillages, réduction des zones vertes et dégradation des bâtiments et monuments historiques.

Bien que quelques améliorations aient été constatées depuis l'évaluation de *Dobris* (par exemple, en ce qui concerne la qualité de l'air urbain), de nombreuses pressions, provenant notamment des *transports*, entraînent inexorablement une détérioration de la qualité de la vie et de la santé. La prise de conscience croissante de ces problèmes, notamment dans le cadre local de l'Action 21, constitue un développement positif. En effet, plus de 290 villes européennes ont signé la Charte d'Aalborg pour la viabilité du développement urbain.

La mise en œuvre des politiques et instruments de l'Action 21, qui promettent une nette amélioration d'une action locale concertée, devient rapidement le développement le plus crucial des villes.

Risques naturels et technologiques

Outre les pressions constamment imposées par les activités humaines quotidiennes, l'environnement européen est parfois affecté par les conséquences de sérieux accidents technologiques et de risques naturels. Les données relatives à de tels accidents ne sont actuellement disponibles que dans certaines régions communautaires; les données pour l'ECO et les NEI étant encore moins nombreuses. Sur la base des événements rapportés, le nombre d'accidents industriels par unité d'activité dans l'UE semble diminuer.

Les dégâts résultant d'inondations et d'autres catastrophes d'origine climatologique augmentent en Europe, probablement à la suite d'interventions humaines comme la modification du paysage (notamment la bétonisation due à l'urbanisation et le développement d'infrastructures), et de l'apparition plus fréquente d'événements climatiques extrêmes.

SECTEURS

L'évaluation ci-dessus démontre que la réduction de certaines pressions sur l'environnement ne s'est pas toujours traduite par une amélioration de l'état ou de la qualité de l'environnement européen. Dans certains cas, cette situation est due à des retards naturels (dans des processus tels que l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique ou l'accumulation de concentrations de phosphore dans les lacs). Dans de nombreux cas, les mesures prises ont toutefois été trop limitées, étant donné l'étendue et la complexité du problème (par exemple, smog d'été ou présence de pesticides dans la nappe souterraine).

La lutte contre la pollution à la source et la protection de certaines composantes de l'environnement ont toujours constitué un champ d'intervention majeur des politiques environnementales européennes. Plus récemment, l'intégration de considérations environnementales dans d'autres domaines politiques et la promotion d'un développement durable sont devenues l'enjeu majeur.

Les transports, l'énergie, l'industrie et l'agriculture sont les "forces motrices" sectorielles clés ayant une incidence sur l'environnement européen. Mais le développement de politiques environnementales et leur efficacité varient sensiblement d'un secteur à l'autre. Les secteurs de l'industrie et de l'énergie sont relativement bien couverts par les politiques, mais certains domaines nécessitent toujours une attention (par exemple, rendement énergétique, énergie renouvelable). Couverte dans une moindre mesure, l'agriculture fait l'objet d'une évaluation. Quant à la situation dans le secteur des transports, elle reste insatisfaisante.

Changement climatique, acidification, smog d'été, biodiversité, problèmes urbains, produits chimiques, accidents

Transport: Le transport routier de marchandises dans l'ensemble de l'Europe a augmenté de 54 % depuis 1980 (mesuré en tonnes-km); le transport de passagers en voiture a crû de 46 % depuis 1985 (km-passager, UE uniquement), et le nombre de passagers transportés par avion a progressé de 67 % depuis 1985.

Dans le secteur des transports plus que tout autre, les politiques environnementales ne parviennent pas à suivre le rythme de la croissance. Les problèmes d'embouteillages, de pollution atmosphérique et de nuisances sonores s'intensifient. Jusqu'il y a peu, la croissance du transport avait été globalement considérée comme un élément fondamental de la croissance économique et du développement: les gouvernements se sont appliqués à développer l'infrastructure nécessaire. Dans le même temps, en termes de protection environnementale, on se limitait à garantir l'amélioration progressive des normes d'émission des véhicules et de la qualité du carburant et à soumettre le choix des voies de circulation à des analyses d'incidence sur l'environnement immédiat.

Le présent rapport démontre que certains progrès concernant ces objectifs limités ont été réalisés dans la majeure partie de l'Europe. Néanmoins, la croissance continue du trafic et des infrastructures de transport a entraîné une intensification globale des problèmes environnementaux liés au transport et des préoccupations du public à ce propos. Cela se traduit désormais par une remise en question plus fondamentale du lien entre développement économique et croissance du trafic.

Récemment, des efforts ont été consentis à la réduction de la croissance de la demande de transports, à la promotion de l'utilisation des transports publics et à l'encouragement de nouvelles organisations des infrastructures et de la production réduisant le besoin de transport. Cette évolution vers une structure de transport plus durable ne sera pas aisée en raison du poids considérable des habitudes politiques qui favorisent le développement d'infrastructures et du déclin des transports publics au profit des transports privés dans toute l'Europe.

Changement climatique, acidification, smog d'été, milieu marin et littoral, problèmes urbains

L'utilisation de l'**énergie**, qui constitue la principale force motrice du changement climatique et de plusieurs problèmes de pollution atmosphérique, est restée à un niveau régulièrement élevé en Europe occidentale depuis l'évaluation de *Dobris*.

Dans l'ECO et les NEI, la consommation d'énergie a diminué de 23 % depuis 1990 à la suite de la restructuration économique, mais devrait de nouveau augmenter avec la reprise économique. Un meilleur rendement de la production et de l'utilisation de l'énergie constitue une exigence clé d'une politique énergétique plus durable.

La relative faiblesse des prix de l'énergie n'a pas été suffisante pour stimuler l'amélioration du rendement énergétique en Europe occidentale. Actuellement, cette amélioration est d'environ 1 % par an, mais le PIB continue à croître de 2 à 3 % par an.

Le rendement énergétique en Europe occidentale peut encore être considérablement amélioré, en particulier dans le secteur des transports et des ménages, mais, généralement, le prix des combustibles fossiles reste bas et des mesures politiques plus strictes sont donc nécessaires pour parvenir à une amélioration de ce genre.

En Europe orientale, la convergence économique avec l'Occident pourrait inverser la tendance actuelle de réduction de la consommation d'énergie et entraîner une reprise de la croissance des émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants atmosphériques, en particulier dans les secteurs de l'industrie, des ménages et des transports. Ainsi, de nouvelles mesures visant à promouvoir le rendement énergétique dans la production et la consommation d'énergie devraient également s'avérer nécessaires.

Changement climatique, ozone stratosphérique, acidification, smog d'été, produits chimiques, déchets, eaux, milieu marin et littoral, problèmes urbains, accidents

Industrie: La contribution relative de l'industrie aux problèmes de changement climatique, d'acidification, d'ozone troposphérique et de pollution de l'eau a diminué depuis l'évaluation de *Dobris*.

En Europe occidentale, les objectifs environnementaux s'intègrent dans la prise de décision industrielle, ce qui se traduit par une réduction des émissions industrielles totales dans l'air et dans l'eau. Cette intégration n'est toutefois pas courante en Europe orientale, ce qui souligne le besoin de ces pays en structures administratives bien conçues et disposant de ressources suffisantes pour la mise en œuvre et l'application de la législation environnementale et pour une plus grande utilisation des systèmes de gestion environnementale par les entreprises. Le renouvellement d'une partie importante du système de production peut entraîner un "bond" technologique.

Dans l'ensemble de l'Europe, l'incidence environnementale des petites et moyennes entreprises est considérable, de même que leur potentiel d'amélioration.

En général, ces entreprises ne sont pas encore soumises à des mesures environnementales efficaces.

Changement climatique, ozone stratosphérique, acidification, produits chimiques, biodiversité, déchets, eaux, milieu marin et littoral, sol

Agriculture: Dans le passé, les politiques agricoles européennes étaient généralement axées sur la maximisation de la production alimentaire et le maintien des revenus agricoles. Plus récemment, les politiques ont commencé à insister davantage sur les exigences environnementales et le besoin d'une agriculture plus durable. Le présent rapport démontre toutefois qu'un long chemin reste à parcourir.

En Europe occidentale, les rendements ont continué d'augmenter ces cinq dernières années en raison des progrès des pratiques agricoles. L'utilisation de substances comme les engrais inorganiques et les pesticides (mesurée en poids de substances actives) s'est stabilisée (bien que, comme mentionné précédemment, cela n'entraîne pas une amélioration immédiate de la qualité de la nappe souterraine), mais l'utilisation de l'eau a continué à progresser.

Parallèlement à l'augmentation de l'élevage de bétail, de la production de fumier et de l'émission de composés azotés réduits, l'eutrophisation est devenue un problème majeur au nord-ouest de l'Europe et gagne en importance au sud de celle-ci. Les habitats naturels et la biodiversité sont soumis à la pression de l'intensification agricole et de l'expansion de nouvelles exploitations, et ce, dans plusieurs régions.

Les différents pays ont commencé à encourager une agriculture plus écologique, mais les considérations environnementales n'occupent toujours qu'une petite partie de la politique agricole commune de l'Union européenne (PAC). La mise en œuvre du GATT et de la réforme de la PAC est susceptible d'engendrer la poursuite de la rationalisation et de la spécialisation de la production agricole et l'abandon des terrains plus marginaux. La relation entre l'abandon et son incidence sur la biodiversité n'est toutefois pas simple.

En Europe orientale, la réforme structurelle, la modernisation et la diversification du secteur agricole restent une priorité. Les complexités et les incertitudes de la situation rendent toutefois difficile une évaluation globale de l'incidence de ces développements.

Dans l'ensemble, l'obtention de niveaux durables de pressions environnementales et d'utilisation des ressources devrait nécessiter d'importants progrès technologiques et une évolution radicale vers des activités à plus faible intensité de ressources et moins préjudiciables à l'environnement.

Tandis qu'un certain progrès au niveau national a été enregistré en matière de mise en œuvre de politiques intégrant des exigences environnementales dans la prise de décision (comme les plans d'action environnementaux ou les exigences d'évaluations environnementales stratégiques), un long chemin reste à parcourir pour leur mise en œuvre à l'échelle paneuropéenne. Il existe toutefois un potentiel considérable d'améliorations suffisamment importantes pour surmonter les incidences environnementales de la croissance de la production et de la consommation, et ce, en particulier dans l'ECO et les NEI. Dans ces pays, la restructuration économique et le renouvellement technologique permettent d'éviter le recours à certaines des technologies les plus génératrices de gaspillages en Europe occidentale.

1. Développements économiques

Aspects principaux

En Europe occidentale, la croissance économique se poursuit à un rythme modéré. La libéralisation des échanges bénéficie à l'économie européenne et la consommation privée totale augmente en raison de l'évolution démographique (croissance de la population, hausse du nombre de ménages) et de l'accroissement des revenus. Les revenus supplémentaires sont principalement consacrés au tourisme, aux transports et aux biens de luxe. Le marché unique stimule la croissance économique, la concentration de l'activité industrielle, l'urbanisation et les échanges internationaux. Ces éléments entraînent à leur tour une croissance des transports plus rapide que celle de l'économie proprement dite.

La plupart des pays en transition se remettent manifestement des chocs du début des années 1990, les secteurs des services et de l'industrie légère enregistrant la reprise la plus rapide. Des changements spectaculaires sont susceptibles de se produire, en raison de la poursuite de la libéralisation de l'agriculture, éventuellement dans l'industrie lourde. La croissance industrielle devrait se poursuivre.

1.1. Introduction

L'Europe évolue rapidement. Les échanges entre pays augmentent dans le cadre de la libéralisation croissante et de l'extension du Marché unique. La production agricole est en cours de réorganisation. Contrairement à la fin des années 1970, le coût de l'énergie n'est pas suffisamment élevé pour réellement encourager l'économie d'énergie et la tendance à long terme est toujours à la baisse, en raison de la chute du prix du pétrole brut en valeur réelle et de l'accroissement de l'efficacité de la production d'énergie encouragée par la privatisation. De nouvelles formes de transport à grande vitesse permettent aux voyageurs et au fret de circuler dans toute l'Europe. La technologie de l'information se développe à une vitesse sans cesse croissante. Nous voici à l'ère du "village mondial".

Ces forces sont parmi les principales à exercer une pression sur l'environnement européen. Certains changements, comme le passage de l'avion au train à grande vitesse pour des distances intermédiaires, peuvent être bénéfiques; d'autres, comme l'utilisation croissante de la voiture, sont plus susceptibles d'être préjudiciables. Les politiques environnementales européennes sont-elles suffisantes pour dissocier la croissance économique de la pression environnementale? Les pays en transition vers l'économie de marché tirent-ils parti des occasions d'améliorer l'environnement? Le Programme d'action écologique (EAP) pour l'Europe centrale et orientale (Banque mondiale, 1994) comporte plusieurs attentes économiques et environnementales (voir encadré 1.1), sont-elles réalisées?

Ce chapitre introductif présente les tendances de certains de ces facteurs, principalement économiques, et passe en revue les changements survenus depuis l'évaluation de *Dobris*. Il

décrit l'évolution générale de la production et de la consommation en tant que forces motrices du changement de l'environnement, en se concentrant sur le secteur manufacturier, principal responsable de nombreux types d'émissions et de déchets, et sur le tourisme, secteur présentant un risque croissant pour l'environnement. Les développements de certains autres secteurs sont abordés de façon plus détaillée dans les chapitres suivants, en particulier dans les domaines de l'énergie (chapitre 2, section 2.5), des transports (chapitre 4, section 4.6), de l'industrie chimique (chapitre 6, section 6.2) et de l'agriculture (chapitre 8, section 8.3).

1.2. Développement macro-économique

Europe occidentale

L'économie communautaire se remet de la récession du début des années 1990. La croissance économique est actuellement modérée (le PIB réel a augmenté de 2,5 % en 1995 (OCDE, 1996)). La réalisation du Marché unique a joué un rôle essentiel dans la croissance. Selon les estimations, sans le programme du Marché unique, la production communautaire totale aurait été inférieure de 1 % (Buchan, 1996). La préparation de l'Union monétaire européenne est un facteur majeur actuel stimulant les développements des économies communautaires. Dans leurs efforts de réduction de la dette publique et des déficits budgétaires pour atteindre les niveaux requis, les pays sont contraints de réduire leurs dépenses davantage qu'ils ne l'auraient fait en temps normal. Cela peut s'avérer difficile comme nous avons pu le constater, par exemple, en Allemagne.

Encadré 1.1: Programme d'action écologique (EAP) pour l'Europe centrale et orientale

L'EAP (Banque mondiale, 1994), dont l'objectif consiste à aider les gouvernements des pays de l'ECO à faire face à leurs problèmes environnementaux, a été adopté par la conférence ministérielle de Lucerne en avril 1993. À l'époque, l'EAP a conclu que les principaux développements seraient les suivants:

"La diminution des activités dans les pays de l'ECO a entraîné une réduction sensible des émissions. Les réformes du marché devraient permettre à ces améliorations environnementales de perdurer en encourageant le passage à des activités et technologies à moindre intensité de ressources et plus propres. "

"Les entreprises devant justifier le coût d'option réel du capital, les investissements importants intégrant les produits de l'industrie lourde seront abandonnés au profit d'un processus continu de remplacement des biens d'équipement existants et d'incorporation de nouvelles technologies. Par conséquent, le niveau moyen de pollution généré par unité de production diminuera. "

"Dans l'ensemble, la transformation économique est susceptible d'affecter les économies de l'ECO de deux façons. D'abord, les changements structurels réduiront la pression sur l'environnement et seront encouragés par la suppression des subventions à la consommation d'énergie et la tarification appropriée de l'énergie et par la privatisation. Ensuite, lorsque la croissance reprendra, elle créera de nouvelles pressions environnementales. Les principales influences structurelles sur les perspectives environnementales à court et moyen termes sont les suivantes:

- *la production de l'industrie lourde (par rapport au revenu national) diminuera de façon permanente;*
- *la croissance de la production industrielle accusera un sérieux retard par rapport à la croissance économique générale; les activités génératrices de pollution atmosphérique feront place à celles polluant les eaux;*
- *la croissance des transports privés et du conditionnement présentera de nouveaux problèmes pour les villes en termes de gestion des déchets urbains et de la pollution causée par la circulation;*
- *des changements simples d'organisation de la production permettront aux entreprises de réduire le gaspillage de ressources, de main-d'œuvre et de capital; des audits de grandes usines dans les pays de l'ECO ont identifié un nombre considérable d'opportunités (souvent très) rentables de réduire les pertes de ressources ou de récupérer des matériaux précieux des flux de déchets;*
- *le remplacement d'anciens équipements et usines par de nouvelles technologies à capitaux donnera lieu à une "solution idéale" environnementale. Une technologie plus propre sera utilisée, au moins pour des raisons économiques, dans des secteurs tels que le textile, le papier, les produits chimiques et la métallurgie."*

Le fait que l'inflation soit à son niveau le plus bas depuis les années 1960 constitue un facteur économique positif. Les taux d'intérêt sont faibles et les marchés des devises relativement stables. Le chômage demeure toutefois élevé. Dans la période 1990-95, le taux de chômage en Europe occidentale est passé de 7,8 à 10,2 % (CEE, 1996). Les déficits publics sont également considérables. L'association d'une faible demande de main-d'œuvre et de la restructuration des systèmes de sécurité sociale, nécessaire à l'équilibrage des budgets publics, a entraîné une augmentation faible, voire nulle, des revenus disponibles. La stabilisation de la consommation consécutive (voir figure 1.6) pourrait s'avérer bénéfique en termes de pression environnementale.

Pays de l'ECO et NEI

Les anciens pays à économie centralisée d'Europe orientale commencent à se remettre de la débâcle économique qui a sévi vers 1990. La plupart des pays enregistrent une croissance économique, pouvant atteindre 5 % par an en moyenne, avec toutefois des variations importantes d'un pays à l'autre. Cette croissance est le fait d'une libéralisation des échanges et des prix, d'une privatisation, d'une démonopolisation et de la réforme des systèmes fiscaux, juridiques et financiers (Banque mondiale, 1996a, BERD, 1996 et 1997). Les échanges internationaux sont considérés comme un moteur de croissance économique important. Les pays de l'ECO, qui ont accru leurs échanges avec l'Ouest, ont davantage profité de ce potentiel de croissance que les nouveaux États indépendants (NEI), dont la plupart des échanges s'effectuent entre eux (USAID et al., à paraître).

Un objectif majeur de la politique économique consiste à ramener l'inflation à des niveaux comparables à ceux de l'UE. Les importations jouant un rôle important dans la reconstruction de l'économie et la création d'une position concurrentielle, de nombreux pays doivent faire face à des déficits commerciaux. L'investissement national reste faible, mais croissant. Les dépenses étant consacrées à la reconstruction et la restructuration de l'économie, les dépenses privées de consommation sont restées peu élevées. Pour éviter de grands problèmes sociaux, de nombreuses marchandises, en particulier les produits primaires, notamment tous les types de combustibles, sont toujours fortement subventionnées ou très faiblement taxées.

Certains secteurs agricoles et industriels, notamment de nombreuses industries lourdes, sont toujours fortement subventionnés, et ce, afin de protéger l'économie nationale. La privatisation des entreprises publiques est loin d'être terminée et les structures institutionnelles portent toujours les traces des anciens régimes. Dans plusieurs pays, les forces du marché ne fonctionnent que de façon limitée, ce qui continue d'entraver, dans une certaine mesure, la croissance économique soutenue et équilibrée. Dans le processus délicat de la transition, l'emploi constitue l'un des principaux facteurs à risque. Les taux de chômage varient, en partie en raison de l'évolution différente du processus de transition d'un pays à l'autre. Dans la plupart des pays en transition, le taux de chômage diminue depuis 1993 et se situe désormais aux alentours de 10 %, bien qu'il soit nettement inférieur dans certains pays

(par ex., 3,9 % en République tchèque en mars 1997).

L'encadré 1.2 schématise l'évolution récente du PBI en Europe. Ce dernier ne constitue toutefois pas un indicateur social. L'encadré 1.3 résume ses principales lacunes en tant que mesure sociale.

1.3. Production

1.3.1. Principaux secteurs économiques

Europe occidentale

Les économies ont généralement été dominées dans un premier temps par l'agriculture, puis par l'industrie et enfin, de plus en plus souvent, par les activités de services. Tous les pays d'Europe occidentale enregistrent actuellement une croissance relativement rapide dans le secteur des services (figure 1.2). À première vue, la croissance du PBI dominée par les services devrait entraîner une pression environnementale inférieure à celle exercée par une croissance comparable dominée par l'activité industrielle. La réduction nette de la pression environnementale susceptible d'être engendrée par un passage aux services pourrait toutefois être inférieure à ce que suggèrent les indicateurs économiques. Les services comprennent les transports, le tourisme et d'autres activités susceptibles de produire une pression environnementale considérable, et une économie fondée sur les services pourrait impliquer une augmentation des importations de produits agricoles et industriels d'autres régions du monde, et donc y accroître la pression environnementale.

Encadré 1.2: Développement du PIB en Europe

Europe occidentale. Le produit intérieur brut (PIB) en Europe occidentale a augmenté d'environ 2 % par an en moyenne entre 1990 et 1995. Les prévisions de l'évaluation de Dobris concernant un ralentissement de la croissance ne se sont pas réalisées: après une baisse temporaire de la croissance du PIB en 1992 et 1993 (-0,5 % dans l'UE en 1993), la croissance a repris, pour atteindre 2,9 % en 1994 et environ 2 % en 1995. Pendant la période 1990-95, toutes les économies d'Europe occidentale ont enregistré une croissance (de plus de 30 % en Irlande). La seule exception était la Finlande, qui a connu une baisse de 2,7 %. Selon les prévisions, la croissance dans l'UE devrait enregistrer une croissance annuelle de 2,7 % pendant la période 1997-98 (OCDE, 1996).

ECO/NEI. La croissance économique est relativement élevée en Pologne, en Hongrie, en République tchèque, en République slovaque et en Slovénie. La croissance a repris plus récemment en Albanie, en Arménie, en Croatie, en Estonie, en Géorgie, en Lettonie et en Lituanie. Certains pays enregistrent encore une baisse de la production: la Bulgarie, la Fédération de Russie et l'Ukraine.

Figure 1.1. PIB par habitant, 1986-94

Remarques: Le PIB est illustré pour des groupes de pays enregistrant un PIB par habitant différent en 1994: 1) PIB le plus élevé par habitant (Europe occidentale); PIB le plus élevé par habitant dans les pays de l'ECO (Croatie, République tchèque, Hongrie, Pologne, République slovaque, Slovénie, Turquie. En raison d'une chute du PIB par habitant en Turquie en 1994, le graphique n'illustre pas le taux de croissance relativement élevé des autres pays de ce groupe); 3) PIB moyen par habitant dans les pays de l'ECO et les NEI (Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Estonie, ex-République yougoslave de Macédoine, Lettonie, Lituanie, Roumanie, Fédération de Russie, ex-Yougoslavie); 4) PIB le plus faible par habitant dans l'ECO et les NEI (Albanie, Arménie, Azerbaïdjan, Biélorussie, Géorgie, Ukraine)

Sources: NU, OCDE, BERD.

Milliers de USD par habitant

Europe occidentale

Europe orientale – PIB/habitant élevé

Europe orientale – PIB/habitant moyen

Europe orientale – PIB/habitant faible

Encadré 1.3 : Le PIB n'est pas un indicateur social

Alors que le PIB est fréquemment utilisé comme indicateur de développement économique, il mesure essentiellement la production de biens et services. Un rapport au Club de Rome (Dieren, 1995) a évoqué les principales lacunes du PIB en tant que mesure sociale:

- la production non monétaire, telle que le travail bénévole ou ménager non rémunéré, n'est pas représentée;
- l'évolution du capital humain, social et organisationnel n'est pas représentée;
- le PIB ne tient pas compte de la rareté accrue des ressources naturelles, qui peut constituer une grave menace pour la productivité économique durable;
- les conséquences de la qualité de l'environnement sur la santé et le bien-être ne se voient accorder que peu d'attention;
- les dépenses publiques consacrées à la protection de l'environnement sont considérées comme une augmentation du PIB plutôt que comme un coût social lié à la préservation de la qualité de l'environnement.

Ces dernières années, plusieurs initiatives nationales et internationales ont tenté de mettre au point un autre indicateur tenant compte de ces lacunes. Deux approches générales peuvent être distinguées. La première vise à développer un autre macroindicateur (PIB "vert", revenus nationaux durables, indice du bien-être économique durable). Toutefois, les méthodologies utilisées à cette fin sont toujours loin d'être acceptées et applicables au niveau européen. La seconde approche vise à développer un cadre cohérent dans lequel le PIB est complété par plusieurs indicateurs fournissant des informations sur des sujets ignorés ou pris en compte de façon inadéquate lors du calcul du PIB.

L'accroissement de la concurrence mondiale n'a pas entraîné la disparition complète de grands secteurs industriels traditionnels de l'UE, mais ses effets se ressentent dans des secteurs spécifiques, comme l'habillement et la construction navale (ERECO, 1994a). Il est évident qu'un transfert de la production vers des pays non européens entraîne également un déplacement des pressions environnementales correspondantes.

Dans l'agriculture, l'Europe reste généralement autosuffisante ou, dans des secteurs tels que les produits laitiers et carnés, demeure un exportateur net (Alexandratos, 1995). Il n'existe aucune indication de hausse ou de baisse de la production agricole globale en Europe occidentale, avec ses pressions environnementales correspondantes.

ECO et NEI

L'économie de nombreux pays en transition est toujours dominée par l'agriculture et l'industrie. À l'heure actuelle, comme en Europe occidentale, le secteur des services, en particulier les transports et le tourisme, enregistre la croissance la plus rapide (voir figure 1.2). Par exemple, en Pologne, la part du secteur des services est passée de 35 à 53 % du PIB de 1990 à 1996, alors que l'agriculture a chuté de 13 à 8 % (Anon., 1997). Les secteurs

industriels enregistrent une reprise partielle. Un facteur important du processus de transition est l'augmentation des échanges avec l'Ouest, qui est en cours et qui s'accroîtra, en particulier, pour les pays candidats à l'adhésion à l'UE. L'encadré 1.4 résume les principales conséquences de la libéralisation des échanges sur l'environnement.

La production agricole a diminué sensiblement dans la plupart des pays pendant la transition et la reprise vient juste de commencer (Nichols, 1997). La Pologne et la Roumanie sont confrontées à des problèmes particuliers en raison de l'échelle réduite de la plupart des entreprises agricoles. La majorité des pays en transition ont récemment augmenté les tarifs douaniers pour protéger leur importante main-d'œuvre agricole. Ces barrières devront être supprimées pour satisfaire aux exigences de la politique agricole commune de l'UE (PAC), ce qui pourrait présenter des conséquences considérables pour les régions rurales de ces pays.

Figure 1.2 Structure du PIB, 1985-95

Europe occidentale

- services
- industrie
- agriculture

ECO + NEI

- services
- industrie
- agriculture

Source: CEE

Encadré 1.4: Conséquences de la libéralisation des échanges sur l'environnement

Les conséquences de la libéralisation des échanges sur l'environnement en Europe ont fait l'objet de deux études récentes (Oosterhuis et Kuik, 1997 et OCDE, 1997a). Les principales conclusions en sont les suivantes:

- les différences de normes environnementales entre les pays n'affectent pas de façon significative les stratégies d'expansion des entreprises, mais les craintes d'affaiblissement de la compétitivité si les normes environnementales ne sont pas assouplies tendent à rendre les politiques environnementales moins agressives;
- la mondialisation réduira la capacité des gouvernements à influencer unilatéralement le comportement environnemental dans leur pays (par exemple, par le biais d'écotaxes). La pression en faveur d'accords multilatéraux augmentera néanmoins, les entreprises internationales pouvant plus aisément mettre en œuvre des mesures environnementales si elles disposent des incitations (internationales) appropriées;
- les importations de substances et produits polluants d'Europe orientale vers l'Europe occidentale ne constitueront probablement pas un problème majeur, pas plus que la pression environnementale des installations de production. Dans les deux cas, la conformité aux normes communautaires sera requise (après une période de transition);
- l'agriculture en Europe orientale deviendra probablement plus préjudiciable à l'environnement et des valeurs esthétiques du paysage seront perdues, comme cela a été le cas en Europe occidentale;
- une hausse des transports est inévitable et entraînera probablement la construction d'une nouvelle infrastructure;
- l'exportation illégale de déchets dangereux peut poser problème;
- la libéralisation devrait stimuler la croissance économique, avec des conséquences environnementales conflictuelles. Des politiques environnementales appropriées pourraient entraîner un effet positif de cette croissance sur l'environnement. Par ailleurs, la consommation et la production totales de produits préjudiciables à l'environnement pourraient augmenter, en dépit de politiques plus strictes visant à réduire l'intensité de l'utilisation des ressources.

L'ouverture de l'économie de marché devrait entraîner des changements spectaculaires du paysage de l'Europe orientale. À l'exception du nord-est de la Pologne et de la Slovénie, le paysage rural était dominé par de grands sovkhozes et coopératives. En dépit de différences régionales, les propriétés étaient vastes par rapport à celles des régions comportant des terres privées, couvrant généralement entre 1 000 et 3 000 ha. Après la transition, tous les pays ont entamé des programmes de privatisation, entraînant un accroissement de la taille des fermes à 30 - 50 ha (voir figure 8.7).

Ces changements affecteront probablement l'équilibre matériel des fermes. Bien que l'utilisation de moyens tels que les engrais et pesticides soit actuellement limitée par des facteurs financiers, des systèmes agricoles plus intensifs devraient se répandre.

Figure 1.3 Production du secteur manufacturier, 1980-95

Indice (1980=0)

- Europe (OCDE)
- États baltes
- Europe orientale

Remarque: basée sur l'indice 1980 = 100

Source: OCDE, Banque mondiale

Par ailleurs, il semble que certains agriculteurs tirent parti des occasions de développer des systèmes d'agriculture organique pour répondre à la demande croissante de certains pays d'Europe occidentale. L'adhésion des pays à l'UE continuera de stimuler ce processus.

1.3.2 Secteur manufacturier

Europe occidentale

La tendance générale de la production du secteur manufacturier en Europe est toujours à la hausse, mais la croissance se concentre dans les domaines présentant un passé d'activité industrielle, une synergie entre secteurs et des distances favorables avec les ressources et marchés (Politiques régionales communautaires, 1994; ERECO, 1994a). La concentration de la croissance dans des régions déjà industrialisées est encore encouragée par les économies d'échelle résultant du Marché unique en plein développement et de l'amélioration de l'efficacité des transports. Ces régions sont liées à des conglomérats urbains plutôt qu'à des pays. Les villes industrielles communautaires les plus susceptibles de connaître une poursuite de leur croissance économique sont Lyon, Milan, Munich, Stuttgart, Bordeaux, Barcelone, Strasbourg et Berlin. Dans de nombreux cas, le développement est toutefois entravé par des problèmes liés à la pollution et aux embouteillages (ERECO, 1994b).

ECO et NEI

Dans la plupart des pays en transition, la reprise est principalement constatée dans les secteurs manufacturiers légers. L'importance d'anciennes industries lourdes polluantes et à forte intensité énergétique diminue.

De nombreuses usines de ce type sont toujours opérationnelles, mais peuvent s'avérer non concurrentielles lors de l'accroissement de la libéralisation des marchés. Même lorsque les usines demeurent compétitives, elles se basent principalement sur des technologies obsolètes, tant au niveau technique qu'environnemental. La reprise industrielle nécessitera une modernisation ou une amélioration opérationnelle des usines existantes ou la construction de nouvelles usines. Les investissements étrangers entraînent généralement une attention suffisante aux problèmes environnementaux pour empêcher les risques de responsabilité (Klavens et Zamparutti, 1995).

La figure 1.3 présente les tendances globales de la production manufacturière, pour les pays européens de l'OCDE, les 12 pays d'Europe orientale à l'exclusion des États baltes et les États baltes seuls. Les tendances de certains secteurs présentant une importance environnementale particulière, étudiées par l'ERECO (1994a) et la Commission européenne (1997), sont les suivantes:

- La croissance de la production de papier et de pâte à papier s'est ralentie en 1993 mais est désormais rapide. La production se concentre dans les usines plus grandes d'Europe occidentale, les émissions par tonne produite diminuant en raison de l'efficacité accrue de la réduction des émissions. La contribution du papier recyclé a augmenté au début des années 1990, en particulier au Danemark, en Grèce et aux Pays-Bas.
- L'industrie chimique communautaire connaît une croissance rapide (voir figure 6.1). L'Europe occidentale et l'Europe orientale se livrent une âpre concurrence pour la fabrication de produits chimiques de base, tels que les engrais, l'Europe orientale gagnant du terrain depuis l'évaluation de *Dobris*. Les émissions et l'utilisation énergétique par unité de production ont été réduites.
- Dans le secteur de l'aluminium, il existe une rude concurrence entre l'Europe occidentale et orientale, en particulier la Russie. La production diminue dans l'UE mais augmente dans l'ECO et les NEI. En l'an 2000, 40 % de la production d'Europe occidentale devrait utiliser des déchets d'aluminium comme matière première au lieu du bauxite, cette proportion devant s'élever à environ 60 % à long terme (Gielen et van Dril, 1997).
- La production communautaire de fer et d'acier a chuté entre 1990 et 1993, augmenté en 1994 et devrait croître d'environ 2 % par an jusqu'en 1998. L'augmentation de la qualité des produits devrait généralement conférer aux entreprises modernes d'Europe centrale et occidentale un avantage décisif par rapport aux anciennes usines de l'ex-Union soviétique.
- La production d'acier électrique en Europe centrale et occidentale voit sa part dans l'ensemble de la production d'acier augmenter rapidement (Gielen et van Dril, 1997) et un remplacement progressif des aciéries existantes par des centrales électriques est prévu. Cette tendance est due au prix des matières premières (déchet), inférieur à celui du minerai de fer, mais les investissements dans ce processus se poursuivent. Les raisons en sont les suivantes: les unités de production sont plus petites et plus souples, la disponibilité des déchets

augmente, le marché de l'acier produit électriquement s'est considérablement accru à la suite de l'amélioration de la qualité des produits, qui est désormais presque égale à celle des hauts fourneaux, et, ce qui est le plus important dans le contexte de ce rapport, les conséquences environnementales (en particulier les émissions de CO₂) sont inférieures à celles des hauts fourneaux.

1.3.3 Éco-industrie

La prise de conscience croissante du besoin de restauration et de protection de l'environnement a entraîné le développement de ce qui constitue en fait un nouveau secteur industriel, à savoir "l'éco-industrie". Elle englobe le développement et la commercialisation d'équipements pour la lutte contre la pollution atmosphérique, le traitement des eaux résiduaires, la gestion des déchets, l'assainissement des sols contaminés et la lutte contre le bruit et les vibrations, ainsi que la recherche et le développement, la surveillance de l'environnement et les services de conseils environnementaux.

Dans l'UE, les éco-industries ont représenté quelque 41,7 milliards USD de valeur ajoutée brute en 1994 (environ 0,5 % du PIB), répartis de façon relativement égale entre les États membres (Ecotec *et al.*, 1997). Nous ne disposons de données que pour l'année 1994 et les pays de l'UE. La croissance réelle des éco-industries devrait surpasser celle du reste de l'économie ces cinq prochaines années. L'une des causes en est le marché émergent de l'Europe orientale et le développement continu de la politique environnementale communautaire, qui devra finalement être mise en œuvre dans les pays candidats.

Une étude récente a conclu que certains pays en transition, en particulier ceux s'étant sérieusement attaqués à leurs problèmes environnementaux (comme la Pologne et la République tchèque), avaient enregistré une croissance rapide des activités environnementales, alors que d'autres pays de l'ECO et les NEI disposaient toujours d'une capacité limitée à fournir les biens et services environnementaux requis (USAID *et al.*, à paraître). Une étude de l'OCDE à paraître estime qu'en 1995, le marché des biens et services environnementaux représentait environ 5 milliards USD dans l'ECO (comprenant les États baltes et la Russie, à l'exclusion des autres NEI).

Figure 1.4 Arrivée de touristes internationaux en Europe, 1980-96

Millions de touristes

Source: Organisation mondiale du tourisme

1.3.4. Tourisme

Les conséquences environnementales du tourisme, un secteur en croissance rapide dans toute l'Europe, donnent lieu à une inquiétude croissante. Les données spécifiques à l'Europe sont limitées, mais l'Organisation mondiale du tourisme (OMT) enregistre plus de 600 millions de voyages d'affaires et d'agrément transfrontaliers (comptant une nuitée minimum) par an dans le monde. En outre, on estime à au minimum 2 milliards par an les voyages au sein des frontières nationales des pays. Environ la moitié de ce total concerne l'Europe, généralement la Méditerranée et les Alpes.

Figure 1.5 Arrivée de touristes internationaux par pays, 1996

Autres
France
Espagne
Italie
Royaume-Uni
Hongrie
Pologne
Autriche
République tchèque
Allemagne
Fédération de Russie
Suisse
Portugal
Grèce
Turquie

Source: Organisation mondiale du tourisme

L'augmentation du nombre d'arrivées de touristes internationaux en Europe se poursuit, avec une croissance annuelle moyenne de presque 3 % au cours de la période 1992-96, contre une prévision de 3 à 5 % dans l'évaluation de *Dobris* (figure 1.4). Il n'existe pas de données sur le tourisme national comparables au niveau international. Le tourisme international enregistre la croissance la plus élevée dans les pays de l'est de la Méditerranée, d'Europe centrale, de la région de la mer Noire et dans certaines villes européennes (figure 1.5). Le nombre enregistré de nuitées de tourisme récepteur a progressé de plus de 10 % entre 1990 et 1994 à Chypre, en France, en Grèce, en Irlande, en Italie, en Norvège, en République slovaque, en Slovénie et en Espagne. Il a diminué de plus de 10 % en Bulgarie, en Croatie, en Allemagne, en Hongrie et en Roumanie (OMT, 1996).

La croissance, particulièrement en Europe centrale et méridionale, est influencée par l'accroissement des revenus des touristes et la réduction des prix des services touristiques, en partie en raison de la concurrence des pays en voie de développement (Eurostat/CCE, DG

XXIII, 1995). Davantage de visiteurs viennent d'autres continents, bien qu'ils ne représentent toujours qu'environ 12 % de l'ensemble des arrivées internationales. L'intégration européenne, l'évolution du contexte socio-économique et l'amélioration des transports et de l'infrastructure touristique contribuent également à la croissance du tourisme international. La part des transports aériens continue d'augmenter (voir section 4.7) et l'encombrement du trafic aérien devient un obstacle majeur (OMT, 1994).

La pression exercée par le tourisme sur l'environnement n'augmente pas nécessairement proportionnellement avec le nombre de touristes internationaux. Plusieurs tendances connexes peuvent être observées (OMT, 1994; Lanquar, 1995; OMT, 1996):

- les politiques environnementales communautaires et nationales visent à réduire l'incidence environnementale du tourisme, par exemple, en évitant l'utilisation de zones sensibles au point de vue écologique, et le secteur du tourisme est de plus en plus soucieux de l'environnement. Une évolution similaire est observée en Europe orientale;
- le nombre de touristes internationaux ne constitue pas un bon indicateur du tourisme et des loisirs nationaux, dont la progression peut connaître un rythme différent;
- les activités de plein air et orientées vers la nature deviennent plus populaires et concernent de plus vastes régions.

1.4. Consommation

La consommation constitue une force motrice majeure exerçant une pression sur l'environnement: directement, lorsque les produits sont utilisés et indirectement, lorsqu'ils sont fabriqués, transportés ou éliminés. Les pressions dépendent de la taille de la population et des habitudes de consommation de biens et services. La majeure partie de la consommation en Europe concerne des produits européens, de sorte que le développement de la consommation finale indique approximativement l'évolution de la pression sur l'environnement européen. Les autres incidences de la production et des transports sur l'environnement hors de l'Europe, liées aux biens importés, n'ont pas été prises en compte dans ce rapport.

1.4.1. Consommation de biens et services

Entre 1990 et 1994, la consommation totale des ménages (en prix constants) a augmenté en moyenne d'environ 1,1 % par an dans l'UE. En raison de la croissance de la population (de 1,6 % par an en moyenne), la consommation par habitant a diminué de 0,5 % en moyenne par an (figure 1.6). Dans l'ECO et les NEI, la consommation a recommencé à croître, et une partie de la population a vu son pouvoir d'achat augmenter. En 1995, les dépenses de consommation en Pologne et en Russie ont progressé de 6 % par rapport à 1994; en revanche, elles n'ont augmenté que de 0,2 % en Allemagne (The Economist, 1997).

Les pressions sur l'environnement sont largement influencées par la façon dont les personnes choisissent de dépenser leurs revenus. Premièrement, le type de produit acheté est important: transports aériens, viande, biens de consommation à forte intensité de ressources ou transports ferroviaires, légumes, opéra. Ensuite, différents produits du même type peuvent entraîner des pressions environnementales diverses.

Dans l'UE, la consommation privée a connu une croissance moins rapide que celle de la population, ce qui entraîne une réduction de la consommation par habitant. Une fois les besoins fondamentaux de nourriture, de santé, d'habillement et de logement satisfaits, une augmentation des revenus entraîne un accroissement relatif des dépenses en biens durables, voyages et tourisme.

Figure 1.6 Consommation privée par habitant dans l'UE, 1980-94
écus/habitant

Source: Eurostat

Encadré 1.5 : Habitudes de consommation aux Pays-Bas

Une étude aux Pays-Bas (Slob *et al.*, 1996) a révélé que, au cours de la période 1950-95, la demande directe et indirecte en eau et énergie, la consommation de viande et la production de déchets avaient triplé, ce qui correspond à l'augmentation des dépenses totales. L'étude a conclu qu'aux Pays-Bas, où les revenus par habitant étaient déjà élevés, les revenus supplémentaires futurs seraient généralement consacrés aux mêmes dépenses que par le passé (c.-à-d. que les personnes achèteraient les mêmes choses en plus grandes quantités). Les tendances sont notamment les suivantes (Slob *et al.*, 1996; Bureau central du plan néerlandais, 1996):

- à mesure de l'augmentation des revenus, la proportion d'aliments de luxe, comme la viande, croît;
- les habitations deviennent plus grandes et plus luxueuses;
- les habitations sont mieux isolées et les personnes se préoccupent davantage du climat intérieur;
- bien que la possession d'automobiles soit arrivée à saturation, la demande de transports privés (pour raisons professionnelles et loisirs) continue d'augmenter;
- l'utilisation des transports ferroviaires s'est considérablement accrue dans certaines zones urbaines. La demande de transports aériens (principalement liée au tourisme) a connu une croissance spectaculaire;
- la pénétration des appareils électriques continue d'augmenter. Les personnes remplacent leurs appareils pour obtenir des produits de qualité supérieure et non pour des raisons d'usure.

Les habitudes de consommation économique évoluent également en raison de modifications relatives du prix des biens et services. Dans de nombreux pays, le logement et les soins de santé sont devenus plus onéreux, alors que les vêtements et les aliments ont vu leur prix baisser. L'expérience aux Pays-Bas (encadré 1.5) illustre les principaux changements des habitudes de consommation survenus dans de nombreux pays d'Europe occidentale.

D'une manière générale, les habitudes de consommation en Europe orientale devraient suivre la même voie qu'en Europe occidentale. Des technologies plus sophistiquées deviennent disponibles et il est possible d'acquérir des produits plus respectueux de l'environnement. Il existe toutefois quelques obstacles:

- des appareils ménagers obsolètes et grands consommateurs d'énergie sont toujours utilisés;
- dans de nombreuses régions d'Europe orientale, les systèmes de chauffage sont inefficaces. L'amélioration de cette situation nécessiterait probablement la construction ou la reconstruction de millions d'habitations.

L'encadré 1.6 décrit les façons dont les gouvernements pourraient influencer les habitudes de consommation pour réduire la pression environnementale.

1.4.2. Population

De récentes études indiquent un taux de croissance démographique en Europe occidentale supérieur aux prévisions de l'évaluation de *Dobris*. En revanche, en Europe orientale, la croissance est plus lente que prévu.

En 1995, la population européenne comptait 806 millions d'habitants (figure 1.7). Entre 1992 et 1995, le taux de croissance annuel moyen en Europe occidentale était de 0,34 %; dans l'ECO et les NEI, la diminution annuelle moyenne était de 0,11 %. La croissance de la population européenne devrait se poursuivre, voire augmenter considérablement: le "Global Environment Outlook" prévoit en effet une population européenne de 862 millions d'habitants en 2015 (PNUE, 1997).

Encadré 1.6: Influence sur les habitudes de consommation

Le programme-environnement pour l'Europe (EPE) de 1995 a souligné que la réduction de la consommation des ménages nécessitait un soutien gouvernemental pour des mesures d'encouragement telles que l'attribution de labels écologiques et les écotaxes.

L'attribution de labels écologiques constitue un exemple de réussite relativement nouveau; dans certains pays, il a permis aux produits d'entreprises agricoles écologiques d'augmenter considérablement leur part de marché. Il est possible d'accroître le soutien du public pour de telles politiques en utilisant une approche portant sur l'ensemble du cycle de vie, une méthode relativement objective de comparaison des pressions environnementales exercées par différents produits pendant leur cycle de vie.

Il existe déjà en Europe un programme régional et six programmes nationaux d'attribution de labels écologiques. Tous ces programmes, à l'exception de celui de Croatie, ont été développés par des pays communautaires et fonctionnent parallèlement au système communautaire d'attribution de label écologique mis sur pied en 1992. En outre, dans certains pays, des initiatives du secteur privé ont établi des labels écologiques, principalement pour commercialiser des produits particuliers.

Le foisonnement de ces programmes désoriente le consommateur, c'est pourquoi l'Organisation internationale de normalisation (ISO) travaille sur un programme visant à développer des normes destinées à harmoniser les principes et procédures d'attribution de labels écologiques. Une partie de la confusion actuelle serait réduite si le système communautaire d'attribution de label écologique venait remplacer progressivement différents programmes nationaux. Toutefois, après cinq ans de fonctionnement, seules 160 marques dans douze groupes de produits se sont vues attribuer le label écologique communautaire. La sensibilisation des consommateurs au label écologique communautaire est également très faible: en 1996, par exemple, seuls 9 % des adultes du Royaume-Uni en avaient connaissance.

L'utilisation et l'efficacité des écotaxes a augmenté (EEA, 1996), bon nombre de ces taxes ayant toutefois été conçues pour produire des revenus plutôt que pour changer les comportements (OCDE, 1997b). On constate néanmoins une augmentation de l'importance accordée à la réduction des taxes sur la main-d'œuvre et l'augmentation des taxes sur l'énergie et les matériaux ("Réforme fiscale écologique") et au problème connexe des subventions préjudiciables à l'environnement.

Il est improbable que ces instruments seuls suffisent, du moins à court ou moyen terme, à permettre l'obtention de modèles de production et de consommation durables. Le progrès en matière d'attribution de labels écologiques restera probablement lent, dans la mesure où il est rarement possible de démontrer sans ambiguïté qu'un produit engendre moins de problèmes environnementaux qu'un autre, en raison d'un manque de concertation sur les objectifs environnementaux mesurables et comparables. À l'ère de la mondialisation, les mesures susceptibles de fausser les marchés deviennent plus difficiles à mettre en œuvre de façon unilatérale. Il existe à ce jour peu d'exemples de lancement multilatéral d'instruments économiques directs à objectif environnemental.

Le nombre de ménages en Europe est passé de 267 millions en 1992 à 274 millions en 1995. L'évolution tend à des ménages plus réduits: de 3,5 à 2,6 personnes entre 1950 et 1990 pour l'Europe occidentale et de 3,7 à 2,9 personnes pour l'Europe orientale. En revanche, dans les pays en voie de développement, la taille des ménages est restée relativement identique, avec environ 5 personnes (IIASA, 1995). La taille des ménages devrait continuer à diminuer en Europe, en raison du vieillissement de la population, du taux élevé de divorces et du départ des jeunes du domicile parental.

Cette tendance, qui se retrouve dans une certaine mesure dans la plupart des pays, exerce une incidence considérable sur l'environnement et les habitudes de consommation. Les ménages de plus petite taille exercent généralement davantage de pressions environnementales, en raison de l'accroissement du nombre de bâtiments à chauffer et d'appareils à utiliser. L'éclairage et les appareils représentent environ 20 % de la consommation d'énergie des ménages dans l'Europe septentrionale et le chauffage domestique, environ 50 %. Les habitations et biens durables, comme les voitures et réfrigérateurs, sont partagés par moins de personnes et sont donc nécessaires en plus grand nombre, ce qui exerce une pression supplémentaire sur les ressources renouvelables et non renouvelables.

Ce développement souligne le besoin d'utiliser l'unité "ménage" dans les analyses des problèmes environnementaux plutôt que l'approche basée sur l'individu. Par exemple, une étude dans les pays industrialisés a attribué un tiers du taux annuel de croissance énergétique entre 1970 et 1990 à la croissance démographique en utilisant une approche basée sur l'individu, alors que l'approche des "ménages" a attribué environ trois quarts de cette croissance à une augmentation du nombre de ménages. En outre, si les prévisions de CO₂ pour le siècle prochain se basent sur les ménages, elles sont beaucoup plus élevées (2 à 3 fois) et donc plus difficiles à atteindre qu'en utilisant une analyse basée sur l'individu (IIASA, 1995).

Variations régionales

Les taux de croissance démographique en Europe sont inégaux. Dans certains pays de l'ECO et dans les NEI, la population a diminué entre 1990 et 1995 et dans les pays communautaires, depuis le début des années 1960 (CCE, Politiques régionales, 1994):

- Les habitants de nombreuses régions rurales ont émigré vers des zones urbaines, en particulier dans l'Europe méridionale (voir chapitre 12, section 12.4), suite à l'accroissement de la productivité de la main-d'œuvre dans l'agriculture et à la transition vers une économie de services. Plus récemment, le dépeuplement des zones rurales s'est ralenti, sauf dans certaines régions rurales et montagneuses isolées, comme les Länder de l'Allemagne de l'Est, le Portugal et certaines régions d'Espagne.
- De nombreuses personnes ont quitté les centres villes pour les banlieues, en particulier dans les grandes conurbations de France, du Portugal, d'Espagne, de Belgique et de Grèce (voir section 12.4). En Europe septentrionale, ce processus semble se ralentir.

- La densité de population dans les zones côtières a augmenté, en particulier dans des régions de l'Europe méridionale. En Europe septentrionale, la plupart de ces régions présentent depuis longtemps une population dense.
- La densité de population a augmenté dans les couloirs entre les grandes villes. Il s'agit d'un phénomène de longue date en Allemagne, en France et en Italie, mais relativement nouveau en Espagne et au Portugal. Cette tendance devrait se répéter le long de nouveaux couloirs importants à l'échelle européenne.
- Les régions naturellement attrayantes voient leur population augmenter.

Ces processus devraient généralement se poursuivre. Il est toutefois possible de freiner la baisse de la population dans plusieurs zones rurales à l'aide de politiques appropriées, comme celles proposées par les ministres de l'Aménagement de l'espace de l'Union européenne lors de leur réunion de Noordwijk en juin 1997. L'agriculture d'Europe orientale étant réformée, les conséquences pour la population rurale seront probablement aussi dramatiques qu'en Europe occidentale.

Figure 1.7 Population en Europe, 1950-95

Millions d'habitants
 -NEI
 -ECO
 -Europe occidentale

Source: NU

Carte 1.1 Densité de population, 1992

Densité de population
plus de 500
Habitants par km²
Aucune donnée
moins de 5

Source: OMS

Les cartes 1.1 (densité de population) et 1.2 (PIB par km²) dressent un aperçu approximatif de la répartition géographique de l'intensité des pressions sur l'environnement, en se basant sur la supposition selon laquelle la pression totale sur l'environnement est fonction de la population (carte 1.1) et de ses activités économiques (généralisées à la carte 1.2); la nature de ces activités, qui affectent également les pressions, n'est pas abordée dans ce document.

Ces deux cartes identifient clairement le centre de l'Europe, c.-à-d. un groupe approximatif de pays allant du Royaume-Uni à l'Italie, comme la zone présentant une lourde charge pour l'environnement en raison de l'accumulation des activités humaines.

Bibliographie

Alexandratos, N. (éd.) (1995). *Agriculture mondiale: Horizon 2010; étude de la FAO*. FAO, Rome, Italie.

Anon. (1997). The World Bank Streamlines its Strategy for Transition Countries. Entretien avec le vice-président Johannes F. Linn. In *Bulletin Transition*, Vol. 8, N° 1, p. 1-3.

Buchan, D. (1996). *Le Marché unique et l'Europe de demain*. Rapport d'activité de la Commission européenne. Présenté par Mario Monti. Office des publications officielles des Communautés européennes.

Carte 1.2 PIB par km², 1996

Produit intérieur brut

1:30 000 000

PIB en milliers USD par km²

plus de 5 000

moins de 200

aucune donnée disponible

Sources: NU, OCDE, BERD

Central Planning Bureau (1996). *Omgevingsscenario's Lange Termijn verkenning 1995-2020. [Environmental scenario's Long Term Outlook 1995 - 2020.]* La Haye, Pays-Bas.

CCE, Regional Policies (1994). *Europe 2000+. Cooperation for European territorial development.* Commission des Communautés européennes, Luxembourg.

CCE (1997). DG III/Eurostat, *Panorama de l'industrie communautaire 1997.* Commission des Communautés européennes, Luxembourg.

Dieren, W. van. (éd.) (1995). *Taking Nature into Account - Towards a Sustainable National Income. A report to the Club of Rome.* New York, Copernicus.

EBRD (1996). *Transition Report 1996.* London, UK.

EBRD (1997). *Transition Report Update 1997.* London, UK.

Ecotec, BIPE et IFO (1997). *An Estimate of Eco-Industries in the European Union 1994. Summary Report.* Préparé pour la DGXI et Eurostat. Document de travail de la Commission européenne N° 2/1997/B/1.

36 L'Environnement en Europe

EEA (1995). *L'environnement dans l'Union européenne 1995. Examen du cinquième Programme d'action pour l'environnement*. Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, Danemark.

EEA, Agence européenne pour l'environnement (1996). *Les écotaxes. Mise en œuvre et efficacité environnementale*. Environmental Issues series N° 1, EEA, Copenhague, 1996, ISBN 92-9167-000-6.

ERECO (1994a). *Europe in 1998. Economic Analysis and Forecasts*.

ERECO (1994b). *European Regional Prospects*.

Eurostat/CCE DG XXIII (1995). *Tourism in Europe*. Commission des Communautés européennes, Luxembourg.

Gielen, D.J et van Dril, A.W.N. (1997). *The basic metal industry and its energy use prospects for the Dutch energy intensive industry*. ECN, Petten.

IIASA (1995). Population, Number of Households and Global Warming. In *Popnet*, No 27, IIASA, Austria.

Klavens, J. et Zamparutti, A. (1995). *Foreign Direct Investment and Environment in Central and Eastern Europe: a Survey*. World Bank Publications, Washington.

Lanquar, R., et al. (1995). *Tourisme et Environnement en Méditerranée. Enjeux et prospective*. Les fascicules du Plan Blue, Paris, Economica.

Réunion des ministres de l'aménagement de l'espace des États membres de l'Union européenne, Noordwijk, 9 et 10 juin 1997. *European Spatial Development Perspective. First Official Project*. VROM (ministère néerlandais du logement, de l'aménagement de l'espace et de l'environnement), La Haye, Pays-Bas.

Nichols, Ana (1997). Subsidised subsistence. *Business Central Europe* 1997(2): p. 29-30.

OCDE (1996). *Perspectives économiques de l'OCDE*. Paris, France.

OCDE (1997a). *Mondialisation économique et environnement*. Paris, France.

OCDE (1997b). *Évaluer les instruments économiques des politiques de l'environnement*. Paris, France.

OCDE (à paraître). *Building Capacity in the Environmental Goods and Services Industry in Central and Eastern European Countries, An Agenda for Action*, Paris, France.

Oosterhuis, F. et Kuik, O. (1997). *Environmental impacts of trade liberalisation between the EU and the new market economies in Europe*. Etude commandée par l'Agence européenne pour l'environnement. IVM, Amsterdam, Pays-Bas.

Slob, A.F.L. *et al.* (1996). *Trendanalyse Consumptie en Milieu [Trend-Analysis Consumption and Environment]*. An investigation for the Dutch Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment.

The Economist (1997). *Europe in Figures*. Profile Books Ltd.

CEE (1996). *Economic Bulletin for Europe*, Vol. 48 (1996). Secrétariat de la Commission économique pour l'Europe, Genève, Suisse.

PNUE (1997). *Global Environment Outlook*. Oxford University Press.

USAID *et al.* (à paraître). *ENI Region State of the Environment Report*.

Banque mondiale (avril 1994). *Environmental Action Programme for central and Eastern Europe*. Version abrégée du document approuvé par la conférence ministérielle "Environment for Europe". Lucerne, Suisse.

Banque mondiale (1996). *Rapport annuel 1996*. Washington.

OMT (1994). *Prévisions du tourisme mondial à l'horizon 2000 et au-delà*. Vol. 5: L'Europe. Organisation mondiale du tourisme, Madrid, Espagne.

OMT (1996). *Compendium de statistiques du tourisme 1990-1994*. Organisation mondiale du tourisme, Madrid, Espagne.

2. Changement climatique

Aspects principaux

En Europe, la température moyenne annuelle de l'air a augmenté de 0,3 à 0,6 °C depuis 1900. Les modèles climatiques prévoient d'autres augmentations, supérieures aux niveaux de 1990, correspondant à environ 2 °C d'ici à 2100, les plus importantes se situant au nord de l'Europe plutôt qu'au sud. Les conséquences potentielles sont les suivantes: élévation du niveau de la mer, augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes, inondations et sécheresses, ainsi que changement de biote et de productivité des aliments. La gravité de ces conséquences dépendra en partie de la mise en œuvre dans les années et décennies à venir de mesures d'adaptation.

Pour garantir que les augmentations de température futures ne dépassent pas, par décennie, 0,1 °C et que le niveau de la mer ne s'élève pas de plus de 2 cm (limites provisoires supposées pour la durabilité), les pays industrialisés devraient réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, hémioxyde d'azote et divers composants halogénés) d'au moins 30 à 55 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2010.

Ces réductions sont nettement supérieures aux engagements pris par les pays développés à l'occasion de la troisième conférence des parties à la convention-cadre sur les changements climatiques des Nations unies (CCCC), qui s'est tenue à Kyoto en décembre 1997. Ces engagements visaient à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans la plupart des pays européens de 8 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2010. Certains pays de l'ECO se sont engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre de 5 à 8 % d'ici à 2010 par rapport à 1990, tandis que la Fédération de Russie et l'Ukraine ont entrepris de stabiliser leurs émissions aux niveaux de 1990.

Il n'est pas certain que l'UE atteindra l'objectif original de la CCCC, défini en 1992, consistant à stabiliser en l'an 2000 les émissions de dioxyde de carbone (le principal gaz à effet de serre) aux niveaux de 1990, dans la mesure où, selon les prévisions actuelles, les émissions en 2000 seront jusqu'à 5 % supérieures aux niveaux de 1990. En outre, contrairement à l'objectif de Kyoto visant une réduction de 8 % des émissions de gaz à effet de serre en 2010 (pour un "panier" de six gaz, notamment le dioxyde de carbone), le dernier scénario de maintien du statu quo de la Commission des Communautés européennes (avant Kyoto) implique une augmentation de 8 % des émissions de dioxyde de carbone entre 1990 et 2010, la plus importante (39 %) concernant le secteur des transports.

La proposition concernant l'une des mesures clés au niveau communautaire, une taxe énergie/carbone, n'a pas encore été adoptée, mais certains pays d'Europe occidentale (Autriche, Danemark, Finlande, Pays-Bas, Norvège et Suède) ont déjà introduit ce type de taxe. En outre, il existe un potentiel pour d'autres types de mesures visant à réduire les émissions de CO₂, certaines étant actuellement adoptées par divers pays européens et l'UE. Elles incluent des programmes de rendement énergétique, des centrales à

production combinée, le passage du charbon au gaz naturel et/ou au bois, les mesures visant à modifier la répartition entre modes de transport et celles destinées à absorber le carbone (augmentation du puits de carbone) par l'intermédiaire du reboisement.

Dominée par les combustibles fossiles, l'utilisation énergétique est l'influence clé sur les émissions de dioxyde de carbone. En Europe occidentale, les émissions de dioxyde de carbone provenant de combustibles fossiles ont chuté de 3 % entre 1990 et 1995, en raison de la récession économique, de la restructuration de l'industrie en Allemagne et du passage du charbon au gaz naturel pour la production d'électricité. En Europe occidentale, les prix de l'énergie au cours de ces dix dernières années ont été stables et relativement bas par rapport aux prix passés, représentant un faible encouragement à l'amélioration du rendement. L'intensité énergétique (consommation d'énergie finale par unité de PIB) n'a diminué que de 1 % depuis 1980.

Les modèles d'utilisation énergétique ont considérablement changé entre 1980 et 1995. L'utilisation énergétique a progressé de 44 % dans le secteur des transports, a diminué de 8 % dans l'industrie, et l'utilisation d'autres combustibles a augmenté de 7 %, reflétant principalement par là la croissance des transports routiers et l'abandon de l'industrie lourde à forte intensité énergétique. La consommation totale d'énergie a augmenté de 10 % entre 1985 et 1995.

38 L'Environnement en Europe

La contribution de l'énergie nucléaire à la fourniture d'énergie globale est passée de 5 à 15 % en Europe occidentale entre 1980 et 1994, la Suède et la France dépendant de l'énergie nucléaire pour environ 40 % de l'ensemble de leurs besoins énergétiques.

En Europe orientale, les émissions de dioxyde de carbone provenant de combustibles fossiles ont chuté de 19 % entre 1990 et 1995, principalement à la suite d'une restructuration économique. L'utilisation énergétique dans le secteur des transports a diminué de 3 % dans l'ECO au cours de cette période et de 48 % dans les NEI. L'utilisation énergétique industrielle a diminué de 28 % dans l'ECO et de 38 % dans les NEI. Les intensités énergétiques dans l'ECO sont environ trois fois supérieures à celles de l'Europe occidentale et près de cinq fois supérieures dans les NEI, ce qui représente un potentiel considérable d'économies d'énergie. Selon un scénario de base de maintien du statu quo, l'utilisation énergétique devrait être en 2010 de 11 % inférieure à celle de 1990 dans les NEI et supérieure de 4 % dans l'ECO.

La contribution de l'énergie nucléaire à la fourniture d'énergie globale est passée de 2 à 6 % dans les NEI et de 1 à 5 % dans l'ECO entre 1980 et 1994. En Bulgarie, en Lituanie et en Slovénie, l'énergie nucléaire couvre environ un quart de l'ensemble des besoins énergétiques.

Les émissions de méthane dans l'ECO et les NEI ont diminué de 40 % entre 1980 et 1995. Toutefois, il existe toujours un potentiel considérable de réductions supplémentaires dans l'ensemble de l'Europe, en particulier à partir des systèmes de distribution de gaz et d'exploitation de charbon. Les émissions d'hémioxyde d'azote provenant de l'industrie et l'utilisation d'engrais minéraux pourraient également être encore réduites dans l'ensemble de l'Europe.

Les émissions de CFC ont rapidement chuté par rapport à leurs niveaux maximum à mesure de l'élimination progressive de leur production et de leur utilisation. L'utilisation et l'émission de leurs substituts, les HCFC (également des gaz à effet de serre), augmente toutefois, de même que celles des gaz à effet de serre récemment identifiés, comme les SF₆, les HFC et les PFC, qui font partie du "panier" de gaz pour lesquels des objectifs de réduction des émissions ont été convenus à Kyoto.

2.1. Introduction

Le changement climatique est généralement reconnu comme une menace potentielle grave pour l'environnement mondial. Ce problème est abordé à l'occasion de la convention-cadre sur les changements climatiques (CCCC), et a été évoqué dernièrement lors de la troisième conférence des parties qui s'est tenue à Kyoto en décembre 1997. Il a été identifié par l'UE comme l'un des thèmes environnementaux clés à traiter dans le cadre du cinquième programme d'action écologique.

Le climat est sensiblement influencé par les changements de concentration atmosphérique de plusieurs gaz qui absorbent les rayonnements infrarouges provenant de la surface de la terre ("effet de serre"). La vapeur d'eau et le dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère génèrent un effet de serre naturel sans lequel la température de la surface de la terre serait inférieure d'environ 33 °C à sa valeur actuelle (GICC, 1990). Le méthane (CH₄), l'hémioxyde d'azote (N₂O) et les composés halogénés comme les CFC et les hydrocarbures perfluorés (PFC) sont d'autres gaz à effet de serre importants.

Ces cent dernières années, les activités humaines ont engendré une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre et d'autres polluants dans l'atmosphère. Une augmentation importante de la température moyenne mondiale a été observée au cours de la même période. Bien que la proportion de ce réchauffement pouvant être attribuée aux gaz à effet de serre soit incertaine, le rapport entre les activités humaines et l'augmentation de l'effet de serre ou du réchauffement de la planète est prouvé (GICC, 1996a).

L'utilisation de combustibles fossiles constitue le principal facteur contribuant à l'augmentation de l'effet de serre. D'autres activités y contribuent, comme l'agriculture et les changements d'utilisation des sols, notamment le déboisement, certains procédés industriels tels que la production de ciment, la mise en décharge des déchets et la réfrigération, le gonflement de la mousse et l'utilisation de solvants.

Les changements climatiques résultant de l'augmentation de l'effet de serre devraient présenter des conséquences considérables, notamment:

- l'élévation du niveau de la mer et l'inondation possible des régions de faible élévation;
- la fonte des glaciers et des glaces de mer;
- les changements du régime des pluies impliquant des inondations et des sécheresses;

- des modifications dans l'incidence d'événements climatiques extrêmes, en particulier des températures extrêmement élevées.

Ces conséquences du changement climatique affecteraient les écosystèmes, la santé, des secteurs économiques clés comme l'agriculture et les ressources en eau.

La gravité des incidences probables est incertaine, bien que la communauté scientifique internationale ait enregistré ces dernières années des progrès considérables dans la compréhension des relations entre, par exemple, les émissions de gaz à effet de serre, les concentrations atmosphériques, la température et les coûts du changement climatique. Le groupe intergouvernemental sur le changement climatique (GICC) a évalué les conséquences probables de la poursuite de l'augmentation anthropique des concentrations de gaz à effet de serre, en envisageant plusieurs scénarios couvrant la période jusqu'en 2100. Ceux-ci vont des scénarios de maintien du statu quo à ceux supposant une faible croissance et, en particulier, un passage important à l'utilisation de sources d'énergie non fossiles et une augmentation considérable du rendement énergétique.

Les résultats du GICC (GICC, 1996a) varient fortement avec, par exemple, une estimation de l'augmentation de la température moyenne mondiale de 1 °C à 3,5 °C d'ici à l'an 2100. De nombreux aspects du changement climatique sont incertains, en particulier aux niveaux régional et local. La recherche européenne a contribué à la réduction des incertitudes, mais d'autres recherches sont nécessaires, par exemple, pour améliorer les modèles climatiques à l'échelle régionale.

Bien que la proportion du changement climatique pouvant être considéré comme durable soit incertaine, les conclusions générales étayent généralement l'opinion selon laquelle des actions politiques visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à lutter contre le réchauffement de la planète sont essentielles. On admet également qu'il importe d'identifier dans quelle mesure l'adaptation pourrait minimiser les conséquences nocives du changement climatique. L'échelonnement dans le temps des politiques constitue un problème majeur, dans la mesure où un délai important sépare la réduction de l'émission des gaz à effet de serre de la stabilisation des concentrations atmosphériques.

Ce chapitre présente des données et des analyses sur certains des indicateurs clés du changement climatique, sur les émissions et concentrations de gaz à effet de serre et sur l'utilisation énergétique en tant que force motrice clé du changement climatique. Il se conclut par un résumé des divers développements politiques pertinents pour l'Europe.

2.2. Indications et incidences du changement climatique

Température

La température moyenne mondiale de l'air en surface a augmenté de 0,3 à 0,6 °C environ depuis la fin du 19^e siècle (GICC, 1996b). En 1997 (l'année la plus chaude enregistrée à l'échelle mondiale), cette température était supérieure de 0,43 °C à la moyenne de 1961-90. La

figure 2.1 présente les températures moyennes mondiales de l'air en surface depuis 1900 par rapport à la moyenne de 1961-90.

La tendance générale pour l'Europe (figure 2.2) est similaire à la tendance mondiale, les années 1990 constituant la période la plus chaude. Les variations annuelles en Europe sont supérieures à celles du reste du monde, les moyennes des séries chronologiques étant calculées sur une superficie plus réduite.

Alors que, selon la principale estimation du GICC, la température moyenne mondiale serait, en 2100, supérieure de 2 °C à celle de 1990 (la marge d'incertitude étant comprise entre 1 °C et 3,5 °C), les variations régionales pourraient être supérieures. En Europe, les modèles climatiques indiquent que les hausses moyennes de température seront similaires aux augmentations mondiales estimées, avec un réchauffement plus important dans les latitudes nord que sud.

Niveau de la mer

Le réchauffement de la planète entraîne celui des océans, qui se dilatent, et accélère la fonte des glaciers et des glaces de mer. Les changements climatiques peuvent ainsi affecter le niveau de la mer, qui est en cours d'élévation: en effet, il est passé de 10 à 25 cm ces cent dernières années, cette plage reflétant les variations dans les différentes régions du monde. La vitesse d'élévation semble constante. Bien que le moment précis de début de cette évolution soit inconnu, la vitesse d'élévation est nettement supérieure à la moyenne calculée pour les quelques derniers millénaires (GICC, 1996b).

Les estimations du modèle du GICC indiquent que, d'ici à l'an 2100, le niveau de la mer pourrait être supérieur de 50 cm (plage comprise entre 15 et 95 cm) au niveau actuel (GICC, 1996b). Les résultats de la modélisation demeurent très incertains, en particulier en ce qui concerne les contributions et le comportement des calottes polaires (GICC, 1996b).

L'élévation du niveau de la mer pourrait avoir plusieurs conséquences, notamment:

- inondations et déplacement des terres humides et des basses terres;
- augmentation de la salinité des estuaires;
- endommagement des nappes d'eau douce.

Figure 2.1 Température moyenne mondiale 1900-97

Écart annuel par rapport à la température moyenne annuelle de 1961-1990

Moyenne normale

Soumis au filtrage gaussien

Source: OMM

Figure 2.2 Température moyenne européenne, 1900-96

Écart annuel par rapport à la température moyenne annuelle de 1961-1990

Moyenne normale

Soumis au filtrage gaussien

Source: European Climate Support Network (ECSN)

41 Changement climatique

Les régions les plus menacées seraient les deltas de marée, les plaines côtières, les rives sablonneuses, les îles-barrières, les terres humides côtières et les estuaires. Les régions présentant le plus de risques en Europe sont le littoral des Pays-Bas, de l'Allemagne, des États baltes, d'Ukraine, de Russie et certains deltas méditerranéens (GICC, 1997).

En 1990, environ 30 millions de personnes en Europe vivaient sous le niveau millénaire d'onde de tempête; une élévation d'un mètre du niveau moyen de la mer ferait passer ce chiffre à environ 40 millions (GICC, 1997). Une telle augmentation devrait également réduire la zone de marais salants en Europe de 45 % et les autres zones médiolittorales de 35 %. D'autres pressions sur ces régions intensifieraient l'incidence globale, avec des conséquences potentiellement graves pour la biodiversité, en particulier pour les populations aviaires (GICC, 1997).

Les régions côtières peuvent être affectées par le changement climatique autrement que par l'élévation du niveau de la mer. Par exemple, aux Pays-Bas, une augmentation de 10 % de l'intensité des tempêtes dont les pointes d'intensité sont les plus importantes, accompagnée de changements de direction du vent, entraînerait davantage de dégâts qu'une élévation de 60 cm du niveau de la mer (Bijlsma *et al.*, 1996, Peerbolte *et al.*, 1991).

Les réponses possibles à la menace d'élévation du niveau de la mer, pouvant être utilisées conjointement, sont les suivantes:

- retraite contrôlée - abandon des terres et bâtiments et relogement à l'intérieur des terres;
- compromis - adaptation à la menace tout en continuant à utiliser les régions;
- protection - défense des régions vulnérables.

Les frais d'adaptation et de protection contre une élévation d'un mètre du niveau de la mer ont été estimés à 12 300 millions USD pour les Pays-Bas, 1 400 millions USD pour la Pologne et 23 500 millions USD pour l'Allemagne (USD 1990) (Bijlsma *et al.*, 1996).

Des études approfondies ont été consacrées aux conséquences et aux coûts des dégâts et de l'adaptation au Royaume-Uni (UK CCIRG, 1996). Environ 40 % du secteur manufacturier britannique se situe sur la côte ou à proximité. En Angleterre et au Pays de Galles, 31 % de la ligne côtière est développée; 26 millions de personnes vivent dans des agglomérations urbaines côtières, et 8 % des bonnes terres agricoles ("catégories 1-3") sont situées à moins de 5 mètres au-dessus du niveau de la mer et sont donc vulnérables aux inondations côtières (Whittle 1990). 198 000 hectares de ces terres représentent 57 % des meilleures terres agricoles ("catégorie 1") en Angleterre et au pays de Galles. Même si ces terres sont mieux protégées de l'inondation, elles risquent toujours d'être inondées dans des conditions extrêmes, et la nappe phréatique plus élevée rendra le drainage plus difficile et le sol plus salin, ce qui

nuira à la productivité agricole. Des conséquences similaires sont susceptibles de se poser dans d'autres régions.

Si le coût de protection de l'ensemble du Royaume-Uni n'a pas été estimé, le coût de la protection d'une seule région, l'East Anglia, contre une élévation de 80 cm du niveau de la mer (qui entraînerait 2 300 millions USD de dégâts) est estimé à 800 millions USD.

Précipitations

L'intensité et le régime des précipitations en Europe ont changé au cours de ce siècle. Il est toutefois difficile d'établir des tendances claires en raison de l'importante variabilité naturelle. Les précipitations ont généralement augmenté dans la moitié nord de l'Europe et diminué dans la moitié sud. Depuis 1900, les précipitations au nord de la Scandinavie ont progressé d'environ 5 % par siècle, et une croissance d'environ 2 % par siècle est enregistrée dans d'autres régions d'Europe septentrionale (GICC, 1996b). Les régions du sud de l'Italie et de la Grèce enregistrent des diminutions d'environ 5 % par siècle. En Ecosse, une étude des valeurs de 1757 et 1992 a démontré une augmentation considérable des précipitations annuelles, en particulier depuis la fin des années 1970, alors que les pluies estivales diminuaient (Smith, 1995).

Tous les modèles de changement climatique indiquent de futures augmentations des précipitations moyennes mondiales, la croissance européenne étant inférieure à la moyenne mondiale. Alors que les précipitations présentent des conséquences directes considérables pour les plantes, l'humidité du sol peut jouer un rôle plus important dans la surveillance de la croissance et de la survie des plantes. Le réchauffement de la planète affecte l'humidité du sol en augmentant l'évaporation et en modifiant les eaux de ruissellement, et la modélisation de ces processus suggère une diminution possible de l'humidité du sol en Europe.

Hydrologie et ressources en eau

Les glaciers des Alpes se retirent depuis la moitié du 19^e siècle (Haeberli et Hoelzle 1995), ce qui a particulièrement influencé le modèle saisonnier du débit fluvial. Au cours de cette période, l'influence du cycle hydrologique par l'homme s'est toutefois intensifiée, ce qui a occulté l'influence du changement climatique. Pendant ces quelques dernières décennies, les débits fluviaux ont augmenté en Europe septentrionale (McMichael *et al.*, 1996), ce qui correspond à l'accroissement observé des précipitations (Dai *et al.*, 1997).

42 L'Environnement en Europe

Un changement climatique est susceptible d'accroître les pressions liées à l'eau dans des régions d'Europe déjà sensibles en termes hydrologiques: la région méditerranéenne, les Alpes, le nord de la Scandinavie, les zones côtières et l'Europe centrale et orientale (GICC, 1997).

Le réchauffement de la planète pourrait entraîner une perte de 95 % de la masse glacière des Alpes européennes au cours du siècle prochain (Haeberli et Hoelzele, 1995). En outre, chaque augmentation de la température locale de 1 °C ferait remonter de 150 mètres la limite des neiges persistantes. Ces changements affecteraient les eaux de ruissellement et les débits fluviaux en termes de synchronisation et de volume d'eau. Les changements consécutifs du cycle hydrologique sont difficiles à estimer; ils comprennent un accroissement possible de la fréquence et de la gravité des inondations et une baisse éventuelle de la qualité de l'eau en raison de l'invasion d'eau salée dans les nappes côtières et d'un ralentissement des débits fluviaux. La qualité de l'eau sera particulièrement affectée aux endroits où la salinité constitue déjà un problème en raison de la surexploitation des couches aquifères (GICC, 1997).

Ecosystèmes, agriculture et foresterie

Il est difficile de prévoir la réaction générale des écosystèmes aux changements de température, de précipitation et d'humidité du sol, au dioxyde de carbone atmosphérique et à d'autres facteurs susceptibles de changer en fonction du climat, et les conséquences du changement climatique sur la faune et la flore naturelles et l'agriculture et la foresterie en Europe seront complexes. Aucun document clair n'établit de lien entre les changements passés et le changement climatique, et toute estimation sera provisoire et très incertaine.

La principale incidence sur les différentes espèces sauvages devrait concerner le changement de leur répartition géographique (Huntley, 1991). Une hausse de 1 °C de la température moyenne annuelle correspond à un déplacement vers le nord de 200 à 300 km ou à une augmentation en altitude de 150 à 200 m.

Une hausse de 2 °C de la température en Europe sur 50 ans entraînerait un déplacement des zones climatiques vers le nord plus rapide que la capacité de nombreuses espèces végétales à migrer. En outre, dans les régions montagneuses, les plantes seraient contraintes de se déplacer, mais l'espace disponible pourrait ne pas être suffisant. Les possibilités de migration dans de nombreuses régions d'Europe seraient limitées en raison de l'usage intensif des sols.

Le changement climatique pourrait comporter un éventail de conséquences pour l'agriculture et la foresterie, affectant les terrains de parcours, les saisons de croissance et la productivité. L'accroissement de la variabilité climatique pourrait rendre certaines récoltes plus sensibles à des événements tels que les gelées tardives. Certaines études démontrent que le réchauffement de la planète peut entraîner une augmentation de la production agricole dans la plupart des pays d'Europe (Peris *et al.*, 1996). Le nombre de certains parasites et maladies pourrait toutefois s'intensifier (UK CCIRG, 1991).

L'incidence préjudiciable potentielle du changement climatique pourrait être minimisée par l'adaptation, et ce, de diverses manières (GICC, 1997). La faune et la flore naturelles pourraient être rendues moins vulnérables en réduisant d'autres pressions les concernant ou en leur permettant de migrer. L'agriculture pourrait s'adapter si l'on modifiait les dates de semis ou si l'on utilisait des variétés dont la maturation est plus tardive. Des plantes cultivées dans des climats plus chauds pourraient également être utilisées. Pour la foresterie, l'amélioration de la gestion des incendies, des parasites et des maladies et le reboisement constituent des possibilités envisageables.

2.3. Contributions au réchauffement de la planète et concentrations des gaz à effet de serre

La contribution des gaz à effet de serre au réchauffement de la planète et donc leur incidence sur le niveau de la mer, les précipitations et les écosystèmes dépend de leur concentration atmosphérique, de leur temps de séjour dans l'atmosphère et de leur efficacité en termes d'absorption des rayonnements.

Gaz	Principales sources anthropiques	Contribution (%)
CO ₂	Utilisation énergétique, déboisement et changement de l'utilisation des sols, production de ciment	65
CH ₄	Utilisation et production énergétiques, animaux, rizières, déchets, décharges, combustion de la biomasse, eaux usées ménagères	20
Composants halogénés	Industrie, réfrigération, aérosols, gonflement de mousse, solvants	10
N ₂ O	Sols fertilisés, défrichage, production d'acides, combustion de la biomasse, utilisation de combustibles fossiles	5

Source: GICC, 1996b

Par exemple, bien que les CFC ne soient présents dans l'atmosphère qu'en très faibles concentrations, ils jouent un rôle important, étant donné que leur temps de séjour est généralement d'environ 100 ans et que chaque molécule produit un effet de serre plusieurs milliers de fois supérieur à celui du dioxyde de carbone. Pour comparer l'incidence de différents gaz, le potentiel de réchauffement de la planète (PRP) par rapport au CO₂ est fréquemment utilisé, le CO₂ correspondant à une valeur de 1. Les valeurs de PRP dépendent fortement de l'horizon prévisionnel considéré. Par exemple, les valeurs de PRP sur une période d'un siècle sont de 21 pour le CH₄, 310 pour le N₂O et de plusieurs milliers pour divers composants halogénés (GICC, 1996b). Les unités pour les émissions tenant compte des valeurs de PRP sont appelées "équivalents CO₂".

Le tableau 2.1 présente les contributions actuelles (en pourcentage) au réchauffement de la planète des principaux gaz anthropiques à effet de serre et leurs principales sources (décrits de façon plus détaillée à la section 2.4).

Outre les gaz du tableau 2.1, l'ozone troposphérique (O₃) peut accroître le réchauffement de la planète. Le GICC estime qu'à l'heure actuelle, il ajoute 16 % à l'effet de réchauffement total causé par les principaux gaz anthropiques à effet de serre émis à ce jour.

Les aérosols comprenant de petites particules ou gouttelettes, émises directement (aérosols primaires) ou formées dans l'atmosphère à partir de SO₂, NO_x et ammoniac (aérosols secondaires), peuvent avoir un effet refroidissant, tant directement par la dispersion de la lumière solaire qu'indirectement par la modification des propriétés des nuages. L'ampleur de cet effet est incertaine. Le GICC suppose dans sa modélisation que les aérosols ont compensé environ 50 % de l'ensemble du réchauffement causé à ce jour par les principaux gaz à effet de serre. Toutefois, contrairement aux principaux gaz à effet de serre, ces aérosols ont une brève durée de vie dans l'atmosphère, de sorte qu'ils ne peuvent se répartir sur l'ensemble de la planète. Leur effet est donc régional et de courte durée et concerne principalement des régions telles que l'Europe, les États-Unis et la Chine. Les émissions de SO₂ et de NO_x en Europe et donc la production d'aérosols secondaires diminuent néanmoins (voir chapitre 4, section 4.5), de sorte que leur effet de refroidissement pourrait être moins important en Europe que dans d'autres régions, comme la Chine.

La grande différence du temps de séjour dans l'atmosphère des gaz à effet de serre signifie que la durée de leur contribution au réchauffement de la planète peut varier entre 20 et plusieurs milliers d'années. Il existe un délai considérable entre la réduction des émissions et la stabilisation de la concentration atmosphérique. Une fois le changement climatique manifeste, les actions visant à inverser ce processus ne se révéleront pas efficaces avant une longue période.

Figure 2.3 Concentrations de CO₂, 1958-95

Mauna Loa (Hawaii)

Schauinsland (Allemagne)

Source: Thoning *et al.*, 1994, Fricke et Wallasch, 1994

Figure 2.4 Concentrations de CH₄, 1983-96

Mauna Loa (Hawaii)

Mace Head (Irlande)

Source: Dlugokencky *et al.* 1993, Prinn *et al.* 1983, Prinn *et al.* 1997

Figure 2.5 Concentrations de N₂O, 1978-96

Point Matatula, Samoa américaines

Adrigole, Irlande

Mace Head, Irlande

Source: Prinn *et al.* 1983, Prinn *et al.* 1990,
Prinn *et al.* 1997.

Les concentrations atmosphériques de CO₂, CH₄ et N₂O ont considérablement augmenté depuis la période préindustrielle. Les concentrations atmosphériques de composants halogénés, qui ne sont pas présents dans la nature, ont rapidement progressé ces dernières décennies, ces composants ayant été largement utilisés (voir chapitre 3, figure 3.4). Les concentrations de halons, de chlorofluorocarbones (CFC), de 1,1,1-trichloroéthane et de tétrachlorométhane diminuent.

La concentration de dioxyde de carbone a augmenté de 30 % par rapport au niveau préindustriel, passant ainsi de 280 à 358 ppmv en 1995 et croît à un taux d'environ 1,5 ppmv par an. La figure 2.3 présente les concentrations moyennes mensuelles enregistrées à Mauna Loa à Hawaï et sur le mont Schauinsland en Allemagne. Le site de Mauna Loa étant isolé et peu affecté par les sources locales, il constitue une bonne estimation des concentrations moyennes mondiales. Les variations saisonnières sont dues à l'absorption de CO₂ par les plantes pendant la saison de croissance.

La concentration moyenne mondiale de méthane en 1995 correspondait à environ 1720 ppbv, soit approximativement deux fois et demi la concentration préindustrielle (environ 700 ppbv) et progresse actuellement à un rythme d'environ 8 ppbv par an. La figure 2.4 illustre les résultats de mesures à Mauna Loa et dans un site en Irlande. Les concentrations plus élevées en Irlande reflètent l'accroissement des émissions régionales.

En 1995, la concentration atmosphérique moyenne de l'hémioxyde d'azote était estimée à environ 312 ppbv, soit approximativement 15 % de plus que le niveau préindustriel. Le taux de croissance actuel est de près de 0,5 ppbv par an. La figure 2.5 présente les résultats de mesures à Point Matatula, dans les Samoa américaines et en Irlande.

Substances connexes et influences sur d'autres problèmes

Certains gaz à effet de serre et autres substances comportant des effets similaires peuvent présenter des influences environnementales autres que le réchauffement de la planète. Bon nombre de ces effets étant décrits dans d'autres chapitres, ils ne seront pas approfondis dans cette section. Ces problèmes peuvent néanmoins être liés, et des mesures visant à lutter contre l'un d'eux peuvent présenter des conséquences bénéfiques ou préjudiciables. Par exemple:

- la réduction des émissions de CFC visant à diminuer l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique fait également baisser le réchauffement direct de la planète causé par ces gaz (mais pas le refroidissement indirect entraîné par l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique);
- la réduction des émissions de méthane visant à diminuer le réchauffement de la planète fait également baisser les niveaux de fond généraux d'ozone troposphérique;

Figure 2.6 Émissions mondiales de CO₂

Océanie

Amérique du Nord

Moyen-Orient

Extrême-Orient

Asie à économie centralisée

Amérique centrale et du Sud

Afrique

Europe orientale

Europe occidentale

Source: Marland et Boden, 1997

- la réduction des émissions de SO₂, de NO_x et d'ammoniac diminuera l'acidification. Elle sera toutefois également accompagnée d'une diminution de la production d'aérosols de sulfate et de nitrate, qui présentent un effet refroidissant régional;
- la réduction des émissions de fumées de combustibles fossiles (suie), une substance à effet de serre, diminue à la fois le réchauffement de la planète et la pollution atmosphérique urbaine.

2.4 Évolution des émissions de gaz à effet de serre

Dioxyde de carbone

La principale source anthropique de dioxyde de carbone est l'utilisation de combustibles fossiles pour la génération d'électricité, la production directe de chaleur et dans les transports et l'industrie. Le changement d'utilisation des sols et la production de ciment constituent d'autres sources importantes. Les systèmes naturels émettent et absorbent de grandes quantités de CO₂ dans le cadre du cycle du carbone naturel, par la photosynthèse et la respiration. Ces processus sont normalement équilibrés et n'induisent pas d'émission nette. Les activités humaines peuvent perturber ces systèmes et entraîner une émission nette (par exemple, par la destruction d'une forêt) ou une absorption nette ou puits (par exemple, en faisant pousser une nouvelle forêt).

À l'échelle mondiale, les principales sources sont l'utilisation de combustibles fossiles (77 %), des procédés industriels comme la production de ciment (2 %) et le changement d'utilisation des sols (21 %). En Europe, la contribution de ces sources est différente: l'utilisation de combustibles fossiles correspond à 98 % et les procédés industriels à 2 %, alors que les changements d'utilisation des sols peuvent véritablement constituer un puits, absorbant probablement 13 % environ du CO₂ émis en Europe. L'estimation des émissions provenant du changement d'utilisation des sols est nettement moins certaine que celle d'autres sources. La figure 2.6 présente les émissions mondiales (provenant des combustibles fossiles et de la fabrication de ciment uniquement) depuis 1950. Actuellement, l'Europe représente 29 % des émissions de CO₂ industrielles et de combustion anthropique mondiales.

La figure 2.7 présente l'évolution de l'ensemble des émissions de CO₂ en Europe depuis 1980 de façon plus détaillée. La baisse significative des émissions en Europe centrale et orientale et dans les NEI (20 % entre 1990 et 1995) est due à la restructuration économique.

La baisse de 3 % des émissions d'Europe occidentale entre 1990 et 1995 a été principalement due au ralentissement des taux de croissance industrielle et économique, à la restructuration de l'industrie en Allemagne et au passage du charbon au gaz naturel pour la production d'électricité.

Figure 2.7 Émissions de CO₂ en Europe, 1980-94

millions de tonnes

Nouveaux États indépendants

Europe centrale et orientale

Europe occidentale

Source: EEA-ETC/AE, 1997

Figure 2.8 Émissions de CO₂ par habitant en Europe, 1994

Europe occidentale

Europe centrale et orientale

Nouveaux États indépendants

Luxembourg

Danemark

Belgique

Finlande

Pays-Bas

Allemagne

Royaume-Uni

Irlande

Norvège

Islande

Grèce

Autriche

Liechtenstein

Suède

Italie

France

Suisse

Espagne

Portugal

Estonie

Malte

République tchèque

Pologne

Bulgarie

République slovaque

Slovénie

Hongrie

Lituanie

Lettonie

Roumanie

Ex-République yougoslave de Macédoine

Croatie

Turquie

Bosnie-Herzégovine

Albanie

Fédération de Russie

Ukraine

Biélorussie

Azerbaïdjan

Moldavie

Géorgie

Arménie

Kilotonnes par habitant

Source: EEA-ETC/AE, 1997

47 Changement climatique

La figure 2.8 présente les émissions de CO₂ par habitant. Les variations d'un pays à l'autre sont plus ou moins similaires pour chacun des trois groupes de pays (le Luxembourg affiche des émissions élevées par habitant, en raison de sa population réduite, de l'importance de son industrie sidérurgique et du prix relativement bas du combustible).

Les comparaisons tenant compte des différences de richesse constituent un guide important pour l'évolution future probable des émissions. La figure 2.9 présente les émissions de CO₂ par unité de PIB pour 1994. À l'exception de régions de l'ex-Yougoslavie et d'Albanie, les émissions par unité de PIB sont nettement plus élevées en Europe centrale et orientale (3,3 tonnes/\$) et dans les nouveaux États indépendants (2,4 tonnes/\$) qu'en Europe occidentale (0,55 tonne/\$). Cela reflète l'inefficacité de l'utilisation énergétique et la prépondérance de l'industrie lourde à forte intensité énergétique en Europe orientale.

En Europe occidentale, le principal secteur depuis 1990 est celui de l'approvisionnement en énergie, en particulier de la production d'électricité (figure 2.10). Les émissions de l'industrie ont diminué et celles des transports augmenté, entraînant des émissions relativement comparables à l'heure actuelle. Les principales différences entre l'Europe occidentale et l'Europe centrale et orientale sont la contribution inférieure des transports et la contribution supérieure de l'industrie et de l'approvisionnement en énergie en Europe centrale et orientale. Entre 1990 et 1995, les émissions de tous les secteurs ont diminué en Europe centrale et orientale. Les émissions des transports routiers devraient néanmoins enregistrer une croissance similaire à celle de l'Europe occidentale.

Méthane

Les émissions mondiales anthropiques de méthane s'élèvent à 375 millions de tonnes par an, dont environ 27 % résultent de l'utilisation de combustibles fossiles. Les émissions européennes représentent environ 11 % du total. Les principales sources sont les fuites des réseaux de distribution de gaz naturel, l'exploitation du charbon et l'agriculture, en particulier les ruminants et les rizières. Les sources naturelles, comme les terres humides, jouent également un rôle important et peuvent contribuer à environ 20 % des émissions mondiales (GICC, 1996b).

La figure 2.11 illustre l'évolution des émissions en Europe depuis 1980. Ces données sont plus incertaines que pour les émissions de CO₂, les principales sources agricoles étant moins bien quantifiées. Les données pour l'Europe orientale sont moins précises que pour l'Europe occidentale et il est possible que les données antérieures à 1990 ne soient pas compatibles avec les valeurs ultérieures.

Figure 2.9 Émissions de CO₂ par unité de PIB en 1994

Europe occidentale

Europe centrale et orientale

Nouveaux États indépendants

Luxembourg

Danemark

Belgique

Finlande

Pays-Bas

Allemagne

Royaume-Uni

Irlande

Norvège

Islande

Grèce

Autriche

Liechtenstein

Suède

Italie

France

Suisse

Espagne

Portugal

Estonie

Malte

République tchèque

Pologne

Bulgarie

République slovaque

Slovénie

Hongrie

Lituanie

Lettonie

Roumanie

Ex-République yougoslave de Macédoine

Croatie

Turquie

Bosnie-Herzégovine

Albanie

Fédération de Russie

Ukraine

Biélorussie

Azerbaïdjan

Moldavie
Géorgie
Arménie

kg par USD

Remarque: en USD 1994

Source: EEA-ETC/AE, 1997

Figure 2.10 Émissions sectorielles de CO₂

Europe occidentale

ECO

Autres

Ménages

Transports

Industrie

Énergie

Source: EEA-ETC/AE, 1997

La figure 2.12 illustre l'évolution de la contribution en pourcentage des émissions de méthane de divers secteurs entre 1980 et 1995. La proportion des émissions des différents secteurs a connu peu de changements depuis 1980. Les émissions provenant de la production d'énergie émanent principalement des mines de charbon et des fuites des systèmes de distribution de gaz. L'élimination des déchets, ici incluse dans l'industrie, constitue une source importante, les décharges produisant des émissions élevées. L'agriculture joue également un grand rôle, le méthane libéré par les vaches représentant la principale contribution.

Hémioxyde d'azote

Les émissions anthropiques mondiales de N_2O sont comprises entre 3 et 8 millions de tonnes par an. Les nombreuses incertitudes résultent de notre manque de compréhension des processus impliqués et de leur variation à travers le monde. À l'échelle mondiale, les principales émissions proviennent des terres agricoles fertilisées. Quelques émissions industrielles majeures sont produites par des procédés spécifiques, comme la fabrication d'acide adipique (dans le cadre de la production de nylon) et d'acide nitrique (qui peut être important dans certains pays, en particulier en Europe). Les émissions provenant de l'utilisation de combustibles fossiles sont réduites.

La figure 2.13 illustre l'évolution des émissions en Europe depuis 1980. Comme pour le méthane, les données sont plus incertaines que pour les émissions de CO_2 , les principales sources agricoles étant moins bien quantifiées.

En Europe centrale et orientale, les émissions d'hémioxydes d'azote provenant de l'agriculture ont diminué, en raison d'une réduction de l'utilisation d'engrais (figure 2.14). Dans une moindre mesure, les émissions industrielles, provenant principalement de la production d'acide nitrique et de nylon, ont également connu une baisse en raison de la restructuration économique. En Europe occidentale, les émissions industrielles ont légèrement régressé, alors que celles de l'agriculture sont restées stables. Les émissions des transports routiers en Europe occidentale ont progressé. Même si la circulation a augmenté, cette progression est principalement due à l'introduction de convertisseurs catalytiques à triple action, qui réduisent considérablement les émissions d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures mais produisent de faibles émissions d'hémioxyde d'azote.

Gaz halogénés

La chapitre 3 traite de l'évolution des émissions de gaz halogénés, comme les CFC. Si les émissions de CFC diminuent rapidement, dans la mesure où elles sont éliminées progressivement dans le cadre du protocole de Montréal (voir chapitre 3), les émissions de gaz de remplacement, en particulier les HCFC et HFC, tous deux des gaz à effet de serre, augmentent. D'autres gaz à effet de serre potentiellement importants, comme les hydrocarbures perfluorés (par ex., CF_4 et C_2F_6) et l'hexafluorure de soufre (SF_6) ne sont émis qu'en petites quantités et n'ont donc qu'une faible incidence sur le réchauffement de la planète. Les données sur les émissions de ces gaz sont trop limitées pour permettre d'établir des tendances, mais leur long temps de séjour dans l'atmosphère et leur important potentiel de réchauffement de la planète peuvent accroître leur importance si les émissions continuent

d'augmenter. La figure 3.4 présente l'évolution des concentrations atmosphériques de plusieurs de ces gaz.

Figure 2.11 Émissions de CH₄ en Europe, 1980-95

Millions de tonnes

Nouveaux États indépendants

Europe centrale et orientale

Europe occidentale

Source: EEA-ETC/AE, 1997

Figure 2.12 Émissions sectorielles de CH₄

Europe occidentale

ECO

Autres

Ménages

Agriculture

Transports

Industrie

Énergie

Source: EEA-ETC/AE, 1997

Résumé des émissions de gaz à effet de serre en Europe

La figure 2.15 illustre les émissions (en équivalent CO₂) de CO₂, de CH₄ et de N₂O d'Europe occidentale et d'Europe centrale et orientale, en valeurs absolues et par habitant. Si les émissions totales d'Europe centrale et orientale sont inférieures à celles d'Europe occidentale, celles par habitant sont similaires.

Au total, les émissions européennes en 1994 représentaient quelque 30 % (plage d'incertitude comprise entre 24 et 38 %) de la contribution anthropique totale au réchauffement de la planète, sur la base d'un horizon prévisionnel de 100 ans pour le calcul des équivalents CO₂.

2.5. Forces motrices : énergie

L'utilisation énergétique, l'agriculture, l'élimination des déchets et les activités industrielles constituent les principales forces motrices du changement climatique. Le problème crucial est la stabilisation des concentrations de dioxyde de carbone et la solution est la réduction de l'utilisation de combustibles fossiles. Les émissions de méthane pourraient être réduites par des mesures telles que l'augmentation du recyclage des déchets (par opposition à l'élimination dans des décharges) et la réduction des fuites de conduites. Les CFC sont progressivement supprimés, mais on assiste à une augmentation de l'utilisation de substituts respectueux de la couche d'ozone, dont certains produisent un effet de serre (voir chapitre 3, section 3.4). Les progrès concernant l'utilisation de combustibles fossiles jouant un rôle prépondérant dans le problème du changement climatique, ce chapitre se concentre sur l'énergie et le rendement énergétique. Le chapitre 4, section 4.6, présente des informations connexes sur les transports.

2.5.1. Utilisation d'énergie – le facteur dominant

L'utilisation mondiale d'énergie a progressé à une vitesse sans précédent pendant la majeure partie de ce siècle et, en dépit de la contribution croissante des sources d'énergie nucléaires et renouvelables au cours des dernières décennies, les combustibles fossiles satisfont toujours plus de 90 % des besoins en énergie du monde (PNUE, 1994). Depuis 1990, la croissance de la demande mondiale d'énergie s'est ralentie, principalement en raison de réductions de la consommation d'énergie en Europe orientale.

La figure 2.16 illustre la croissance progressive de la consommation d'énergie finale (énergie utilisée par les consommateurs, à l'exclusion des pertes de production et de distribution) en Europe occidentale, une augmentation totale de 10 % étant intervenue entre 1985 et 1995. La consommation d'énergie a chuté de 18 % dans l'ECO et de 26 % dans les NEI entre 1990 et 1995. L'utilisation globale d'énergie en Europe a diminué de 11 % au cours de la même période.

La figure 2.17 illustre l'évolution de la consommation d'énergie finale en Europe par différents secteurs entre 1980 et 1995. Le principal changement en Europe occidentale est intervenu dans le secteur des transports, dont l'utilisation d'énergie a progressé de 44 %. Au cours de la même période, l'utilisation industrielle d'énergie a diminué de 8 % et les autres utilisations de

combustibles ont augmenté de 7 %, ce qui reflète principalement la croissance des transports routiers et l'abandon de l'industrie lourde à forte intensité énergétique.

En Europe centrale et orientale, l'utilisation d'énergie a régressé de 3 % dans les transports, de 28 % dans l'industrie et de 15 % dans les autres secteurs depuis 1990. Dans les NEI, les changements ont été plus marqués, avec des chutes de 48 % dans les transports, de 38 % dans l'industrie et de 30 % dans les autres secteurs. Certains des changements apparents dans les NEI peuvent être attribués à des différences de définitions utilisées, mais la baisse importante de l'utilisation totale d'énergie dans ces pays est réelle et reflète les changements économiques intervenus depuis 1990.

Figure 2.13 Émissions de N₂O en Europe, 1990-94

Millions de tonnes

Europe centrale et orientale

Europe occidentale

Remarque: Europe occidentale à l'exclusion de l'Espagne, ECO: Bulgarie, Croatie, République tchèque, Hongrie, Roumanie et Slovaquie uniquement

Source: EEA-ETC/AE, 1997

Figure 2.14 Émissions sectorielles de N₂O

Europe occidentale

ECO

Autres

Ménages

Agriculture

Transports

Industrie

Énergie

Source: EEA-ETC/AE, 1997

La figure 2.18 présente l'évolution des contributions en pourcentage de différents types de combustibles à l'approvisionnement en énergie primaire pour tous usages, notamment la production d'électricité. Dans l'ensemble, le charbon et le pétrole ont été abandonnés au profit du gaz naturel, de l'énergie nucléaire et des formes d'énergie renouvelables. Le gaz naturel émet moins de CO₂ par unité d'énergie produite que le charbon ou le pétrole, alors que les sources d'énergie nucléaires et renouvelables n'en émettent pas pendant le fonctionnement. Cette évolution a donc entraîné une réduction des émissions de CO₂. Le changement le plus frappant, et l'un des plus pertinents pour le changement climatique, est la réduction de la contribution en pourcentage du pétrole et du charbon à l'approvisionnement en énergie primaire en Europe occidentale entre 1980 et 1995, le charbon chutant de 24 à 22 % et le pétrole de 52 à 44 %. La contribution de l'énergie nucléaire a triplé en Europe occidentale et dans les NEI et a été multipliée par six en Europe centrale et orientale entre 1980 et 1994. En Belgique, Suisse, Lituanie, Bulgarie et Slovénie, l'énergie nucléaire représente plus de 20 % de l'ensemble de la consommation d'énergie (brute) et plus de 40 % en France et en Suède.

2.5.2. Prix de l'énergie

La demande d'énergie, les parts relatives des combustibles et l'investissement dans le rendement énergétique et les économies d'énergie sont fortement influencés par les prix. En effet, il existe une forte corrélation négative entre la consommation d'énergie et le prix de l'énergie dans les pays développés. La figure 2.19 illustre les variations du prix de l'énergie depuis 1978. Le prix du pétrole brut peut être utilisé comme un bon indicateur indirect du prix général de l'énergie, le prix d'autres sources d'énergie, comme le gaz naturel, les produits pétroliers et le charbon dépendant généralement du prix du pétrole. La consommation d'énergie est également influencée par des facteurs tels que le besoin de compétitivité internationale, nécessitant la réduction des coûts de production dans l'industrie.

2.5.3. Rendement énergétique

Lorsque l'énergie est bon marché, les incitations à accroître son rendement sont moins nombreuses, même lorsqu'il est facile de le faire. Il n'existe aucun indicateur simple du rendement énergétique au niveau national ou européen, mais l'intensité énergétique (consommation d'énergie par unité de PIB) est liée au rendement énergétique, bien qu'elle soit également affectée dans une large mesure par des facteurs tels que le remplacement de l'énergie par la main-d'œuvre et la structure de l'économie.

La figure 2.20 illustre l'évolution des intensités énergétiques en Europe depuis 1986. En Europe occidentale, la réduction progressive de l'intensité énergétique, correspondant à 1 % en moyenne par an, résulte de la légère augmentation de la consommation d'énergie (voir figure 2.16) mais également de la croissance légèrement plus rapide du PIB. Pendant cette période, l'efficacité de l'utilisation d'énergie a quelque peu augmenté, et un changement structurel est intervenu, les industries traditionnelles à forte intensité énergétique étant abandonnées au profit des secteurs des services à moindre intensité énergétique. Des preuves plus récentes indiquent toutefois que le taux de réduction de l'intensité énergétique diminue. Bon nombre des mesures de rendement énergétique les plus rentables ont déjà été mises en œuvre (OCDE /AIE, 1996 et 1997), et, dans la plupart des pays, une restructuration économique majeure,

abandonnant les industries à forte intensité énergétique au profit de secteurs des services, s'est désormais produite.

Figure 2.15 Émissions européennes de gaz à effet de serre en équivalent CO₂, 1994

tonnes d'équivalent CO₂

tonnes d'équivalent CO₂ par habitant

Europe occidentale

ECO

Source: EEA-ETC/AE, 1997

Figure 2.16 Consommation d'énergie en Europe, 1980-95

Millions de tonnes d'équivalent pétrole (tep)

Europe occidentale

NEI

ECO

Source: Eurostat, AIE

Les intensités énergétiques en Europe orientale sont plus élevées pour diverses raisons, notamment une production d'énergie relativement inefficace, l'utilisation intensive d'énergie résultant du prix traditionnellement faible de l'énergie, la valeur ajoutée généralement faible de la production économique et une proportion élevée d'industries à forte intensité énergétique. L'intensité énergétique en Europe centrale et orientale diminue, alors qu'elle a augmenté dans les NEI jusqu'à 1992 environ, pour ensuite se stabiliser. La différence entre l'ECO et les NEI est due à la baisse plus importante du PIB dans les NEI depuis 1990. La consommation totale d'énergie par habitant est similaire à celle d'Europe occidentale, mais le PIB est nettement inférieur. L'intensité énergétique dans l'ECO est donc environ quatre fois supérieure et, dans les NEI, six fois supérieure à celle de l'Europe occidentale. Les variations d'un pays à l'autre en Europe centrale et orientale et dans les NEI sont nettement plus importantes que celles d'Europe occidentale. Il existe manifestement un potentiel considérable de réductions supplémentaires de l'intensité énergétique en Europe orientale.

Le rendement énergétique peut être amélioré de nombreuses manières par des progrès techniques, comme des véhicules et appareils ménagers plus économes en combustibles et une meilleure isolation des bâtiments. De telles améliorations n'entraînent pas nécessairement des économies d'énergie globales. Par exemple, l'augmentation de l'efficacité des voitures (en termes de km/litre) pourrait être contrebalancée si les voitures sont davantage utilisées, et pourrait même encourager le recours à la voiture en raison de la baisse du coût par kilomètre.

Bien que l'intensité énergétique ait généralement diminué en Europe occidentale, cette évolution est contrebalancée par l'évolution de certains grands secteurs consommateurs d'énergie, en particulier dans les trois domaines clés suivants (AIE, 1997). Peu de données comparables sont disponibles pour l'Europe centrale et orientale et les NEI.

Voitures particulières

La possession de voitures a augmenté d'environ 40 % en Europe (à l'exclusion de la Fédération de Russie) depuis 1980. Au cours de cette période, peu de changements ont été enregistrés dans la consommation moyenne de combustible, qui est restée à environ 8 à 10 litres d'équivalent essence par 100 km. La distance annuelle parcourue par voiture a toutefois connu une légère hausse globale. Les personnes voyagent davantage, contribuant ainsi à l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre, et abandonnent des moyens de transport plus efficaces (marche, bicyclette, autobus et train) au profit des voitures. Cette évolution se reflète dans l'accroissement des émissions de CO₂ provenant des transports intérieurs dans tous les pays de l'AIE et dans l'utilisation énergétique des voitures en Europe, qui a plus que doublé depuis 1973. Cela pourrait indiquer que, dans l'ensemble, les transports intérieurs sont devenus moins économes en énergie au cours des 20 dernières années.

Figure 2.17 Utilisation sectorielle d'énergie en Europe, 1980-95

Consommation d'énergie par l'industrie

Consommation d'énergie par les transports

Autres consommations d'énergie

millions de tep

Europe occidentale

NEI

ECO

Source: Eurostat, AIE

Ménages

En Europe occidentale, la taille des logements augmente en termes de surface de plancher par habitant. Un nombre croissant de logements disposent du chauffage central, une source essentielle d'utilisation d'énergie par les ménages (figure 2.21). Ce nombre est désormais en passe d'approcher le niveau de saturation. La possession de lave-vaisselle, qui reflète la possession générale d'appareils électriques, a connu une forte croissance, de presque zéro à une moyenne d'un pour quatre ménages.

Plus que d'autres secteurs, les ménages ont été au centre de politiques d'économie d'énergie. Dans la plupart des pays, le ratio utilisation énergétique pour le chauffage des locaux/surface de plancher a diminué au cours de la période, influencé par les prix plus élevés de l'énergie, l'amélioration de l'isolation des bâtiments existants et les règlements plus stricts concernant les nouveaux bâtiments. Bien que le nombre d'appareils électriques utilisés soit à la hausse, ils tendent à être plus économes en énergie.

Dans l'ensemble, l'amélioration technologique et du rendement énergétique obtenue dans les pays d'Europe occidentale semble avoir été contrebalancée par l'augmentation du pourcentage de logements équipés du chauffage central et d'appareils ménagers.

Secteur manufacturier

Le secteur manufacturier était auparavant le principal utilisateur d'énergie en Europe, mais sa part ne cesse de diminuer. La production manufacturière augmente dans la plupart des pays d'Europe occidentale, mais il existe d'importantes variations entre les pays et les secteurs industriels (voir section 1.3.2). La figure 2.22 démontre que l'intensité énergétique dans la plupart des secteurs manufacturiers d'Europe occidentale régresse. L'augmentation de la production et la réduction de l'intensité énergétique se sont traduites par une faible diminution globale de la consommation totale d'énergie.

2.6. Politiques et objectifs

2.6.1. Objectifs des politiques

Les gouvernements du monde entier ont répondu aux inquiétudes concernant le changement climatique lors de la conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (organisée en 1992 à Rio de Janeiro) en adoptant la convention-cadre sur les changements climatiques (CCCC). Plus de 160 pays ou groupes de pays ont désormais ratifié cette convention, notamment la Communauté européenne et ses 15 États membres et la plupart des autres pays européens. Les pays développés (énumérés à l'annexe 1 de la convention) se sont engagés à tenter de ramener d'ici à l'an 2000 leurs émissions de gaz à effet de serre (non contrôlées par le protocole de Montréal) à leurs niveaux de 1990.

Figure 2.18 Approvisionnement en énergie primaire en Europe par combustible, 1980, 1990 et 1995

Charbon
Pétrole brut
Gaz naturel
Nucléaire
Hydraulique
Autre
Europe occidentale
Europe centrale et orientale

Source: Eurostat, AIE

Figure 2.19 OCDE - Indices européens des prix réels de l'énergie pour les utilisateurs finaux

Produits pétroliers
Gaz naturel
Pétrole brut
Charbon

Remarque: Les prix s'entendent taxes incluses et hors ristournes

Source: OCDE

La troisième session de la conférence des parties à la CCCC a été organisée à Kyoto (Japon) en décembre 1997. En mars 1997, le Conseil européen des ministres de l'Environnement a proposé, préalablement à la position de négociation de Kyoto, que les pays développés ramènent d'ici à 2010 leurs émissions de gaz à effet de serre à un niveau de 15 % inférieur à ceux de 1990 (CCE, 1997a et 1997b). L'objectif se base sur la réduction combinée des principaux gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) en tenant compte de leur potentiel de réchauffement de la planète sur 100 ans. Certains États membres pourraient accroître leurs émissions, dans la mesure où cela serait contrebalancé par les réductions d'autres États membres.

À Kyoto, les pays développés (annexe I) ont accepté de réduire leurs émissions de six gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC et SF₆) de 5 % par rapport aux niveaux de 1990 (CCCC, 1997b). La réduction combinée des émissions en équivalent CO₂ de ces six gaz à effet de serre devrait être atteinte au cours de la période de 2008 à 2012. Les parties ont conclu des engagements de réduction différents (tableau 2.2). L'ensemble de l'UE a accepté de réduire ses émissions de 8 %. Les pays d'Europe centrale et orientale se sont engagés à des réductions de 5 à 8 %, alors que la Fédération de Russie et l'Ukraine ont convenu de stabiliser leurs émissions aux niveaux de 1990. Chaque partie est tenue d'enregistrer des progrès démontrables en ce qui concerne le respect de ses engagements d'ici à 2005.

Les futures conférences de la CCCC, en particulier celle de Buenos Aires en novembre 1998, devront évoquer de façon plus détaillée certaines questions importantes:

- la définition et la vérification des données sur les puits et stocks de dioxyde de carbone. Les changements nets de ces puits et stocks pourraient être mis à profit pour respecter les engagements de réduction des émissions lorsqu'elles résultent de "changements d'utilisation des sols induits directement par l'homme et activités forestières, limitées au boisement, au reboisement et au déboisement depuis 1990";
- les directives de vérification, signalement et responsabilité pour les échanges de droits d'émissions et la mise en œuvre commune entre les pays de l'annexe I;
- les définitions et outils organisationnels et financiers pour le "mécanisme de développement propre" proposé devront être établis pour aider les participants non repris à l'annexe I à atteindre un développement durable, ce qui inclut la possibilité pour les pays de l'annexe I d'assumer les réductions prévues par les projets pour les pays non repris dans cette même annexe.

Figure 2.20 Intensité énergétique, 1986-95

tep/USD

NEI

ECO

Europe occidentale

Source: Eurostat, AIE

Figure 2.21 Pourcentage des logements équipés du chauffage central

Suède

Danemark

Finlande

Allemagne

France

Royaume-Uni

Italie

Source: Eurostat, AIE

Figure 2.22 Intensité énergétique dans le secteur manufacturier, 1971-91

métaux ferreux

papier et pâte

métaux non ferreux

minéraux non métalliques

produits chimiques

aliments et boissons

autres

Source: Statistiques nationales concernant l'énergie et l'industrie, telles qu'analysées par le laboratoire Lawrence Berkeley National Laboratory pour le Danemark, la Finlande, la France, l'ex-Allemagne de l'Ouest, l'Italie, la Suède et le Royaume-Uni.

2.6.2. Politiques et mesures

L'encadré 2.1 résume les politiques et mesures européennes, aux niveaux communautaire et national.

Aucune proposition clé au niveau communautaire n'a été adoptée pour une taxe énergie/carbone, mais certains pays ont déjà introduit ce genre de taxes (Danemark, Finlande, Suède, Autriche, Pays-Bas et Norvège). Une étude récente sur l'efficacité des écotaxes (EEA, 1996) a conclu que les taxes sur le carbone envisagées présentaient certains avantages (Suède et Norvège), notamment certaines baisses des émissions en Norvège, mais que ces effets nécessitaient une étude supplémentaire et plus détaillée. En général, le prix de l'énergie est trop bas pour inciter à la réduction de l'utilisation énergétique pour les voitures et le chauffage domestique.

2.7. Progrès et perspectives

2.7.1. Progrès d'ici à l'an 2000

Comme nous l'avons mentionné à la section 2.4, les émissions de CO₂ en Europe occidentale ont diminué d'environ 3 % entre 1990 et 1995, principalement en raison d'un ralentissement temporaire de la croissance économique, de la restructuration de l'industrie en Allemagne et du développement de centrales électriques utilisant le gaz naturel. Des incertitudes subsistent néanmoins quant à la possibilité de respecter l'objectif du cinquième programme d'action écologique, consistant à stabiliser d'ici à l'an 2000 les émissions de CO₂ aux niveaux de 1990, comme l'indiquent des études communautaires (CCE, 1996a et 1996b). Pour atteindre cet objectif, il conviendrait de réaliser pleinement le potentiel des mesures nationales dont font état les États membres. Bon nombre de ces mesures n'auront une incidence qu'après l'an 2000. Si le prix de l'énergie reste bas et que la croissance du PIB est supérieure aux prévisions actuelles, les émissions en l'an 2000 pourraient dépasser de 5 % maximum les niveaux de 1990.

Contrairement à l'Europe occidentale, les émissions de gaz à effet de serre enregistrent des baisses importantes en Europe orientale depuis 1990. La consommation d'énergie ne devrait pas dépasser les niveaux de 1990, même d'ici à 2010 (CEE, 1996). En outre, un passage à des combustibles émettant des quantités inférieures de gaz à effet de serre est probable (IIASA, 1997). Même sans changement de combustible ni réduction de l'intensité énergétique, les émissions en l'an 2000 devraient être inférieures de 22 % à celles de 1990.

2.7.2. Scénarios de maintien du statu quo jusqu'en l'an 2010

Le scénario de maintien du statu quo de la Commission pour la période de 1990 à 2010 (CCE, 1997c) suppose l'absence de nouvelle politique ou mesure visant à réduire les émissions de CO₂, une croissance annuelle de 2 % du PIB et une baisse annuelle de 1,3 % de l'intensité énergétique, ce qui entraînerait une hausse de 8 % des émissions de CO₂ entre 1990 et 2010. La principale augmentation interviendrait dans le secteur des transports (+39 %), suivi du secteur de l'énergie (production combinée électricité-chaleur) (+12 %). Seule l'industrie enregistrerait une réduction des émissions (-15 %). Sur la base des informations nationales

transmises à la CCCC (1997a), les politiques actuelles entraîneraient des émissions "de maintien du statu quo" encore plus élevées en 2010 qu'en 1990 pour la Norvège (+33 %) et l'Islande (+35 %).

Les estimations pour les NEI sélectionnés (Biélorussie, République de Moldavie, Fédération de Russie et Ukraine) indiquent que la consommation d'énergie en 2010 sera inférieure de 11 % à celle de 1990 (CEE, 1996) et le PIB inférieur de 10 %. Selon un autre scénario (IIASA 1997), qui suppose que l'intensité énergétique de ces pays chutera au niveau de l'Europe occidentale, la consommation d'énergie pourrait être en 2010 inférieure de 27 % à celle de 1990. Bien que ce scénario ne soit probablement pas réaliste, il indique les économies potentielles d'énergie et les réductions d'émissions de gaz à effet de serre pouvant être réalisées dans ces pays.

La situation en Europe centrale et orientale est différente. Le PIB pourrait être en 2010 supérieur de 31 % à celui de 1990, la consommation d'énergie n'augmentant que de 4 % (CEE, 1996).

Tableau 2.2 Objectifs du protocole de Kyoto de la CCCC concernant les émissions

Pays	Limitation quantifiée des émissions ou engagement à la réduction (pourcentage par rapport à l'année de référence)
UE (Communauté européenne) et chacun de ses États membres	92
ECO et NEI Bulgarie, République tchèque, Estonie, Lettonie, Lituanie, Roumanie, République slovaque, Slovénie	92
Croatie	95
Hongrie, Pologne	94
Fédération de Russie	100
Ukraine	100
Autres pays européens	
Islande	110
Liechtenstein, Suisse	92
Norvège	101

Le scénario de l'IIASA (convergence avec l'Europe occidentale en termes d'intensité énergétique) indique une augmentation de la consommation d'énergie de 1 % seulement au cours de cette période.

2.7.3. Voies durables d'ici à l'an 2010

Pour parvenir à stabiliser d'ici à 2100 les concentrations atmosphériques de CO₂ au niveau de 1990, les émissions anthropiques annuelles mondiales de gaz à effet de serre devront être réduites immédiatement de 50 à 70 % et davantage par la suite (GICC, 1996b).

L'objectif de l'article 2 de la CCCC concerne les concentrations atmosphériques empêchant des interférences anthropiques dangereuses avec le système climatique tout en permettant un développement économique durable (GICC, 1996a). Des limites provisoires respectant cet objectif ont été proposées: une hausse de température de 0,1 °C par décennie (Krause *et al.*, 1989); une élévation de 2 cm du niveau de la mer par décennie (Rijsberman et Swart, 1990) et un accroissement maximum de la température moyenne mondiale de 1 °C par rapport aux niveaux de 1990 (Vellinga et Swart, 1991). Des augmentations supérieures à ces limites pourraient constituer des risques majeurs et potentiellement irréversibles pour les écosystèmes, la production vivrière et les zones côtières sensibles (section 2.2).

Le respect de ces limites nécessitera un accord sur les points suivants:

Encadré 2.1: Politiques et mesures

Dioxyde de carbone

État d'action de l'UE:

Décision du Conseil (93/389) relative à un mécanisme de surveillance des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre dans la Communauté.

Rendement énergétique (UE):

- Programme SAVE pour la stimulation du rendement énergétique;
- Directives sur le rendement énergétique (chaudières à eau chaude, étiquetage des appareils ménagers et réfrigérateurs);
- Communication relative à une stratégie visant à limiter le CO₂ des voitures (objectif de consommation de combustible de 5 l/100 km pour les voitures à essence et de 4,5 l/100 km pour les voitures diesel);
- nouvelles technologies propres et économes en énergie: programmes JOULE-THERMIE (R et D et démonstration);
- promotion de l'énergie renouvelable (ALTENER).

Mesures nationales dans les pays communautaires et extracommunautaires (exemples):

- accords volontaires/négociés avec l'industrie et le secteur de l'approvisionnement en énergie;
- taxe énergie/carbone;
- production combinée électricité-chaleur (PCCE) (industrielle, résidentielle);
- passage du charbon au gaz naturel et/ou au bois (industrie, secteur de l'approvisionnement en énergie);
- mesures sur la mobilité et le comportement au volant (par ex., tarification routière);
- (re)boisement.

Méthane

État d'action de l'UE:

- communication relative à une stratégie de réduction des émissions de méthane (mesures potentielles: amélioration de la gestion du fumier, proposition de directive concernant la mise en décharge des déchets nécessitant une réduction des émissions de méthane provenant des déchets biodégradables, réduction des fuites provenant de l'extraction et de la distribution de gaz naturel);
- réforme de la PAC entraînant une réduction du nombre de têtes de bétail et des émissions de méthane.

Mesures nationales dans les pays communautaires et extracommunautaires (exemples):

- réduction de la mise en décharge des déchets par la prévention, le recyclage et la promotion de l'incinération;
- réduction du méthane provenant de l'exploitation du charbon (en appliquant les meilleures technologies disponibles).

Hémioxyde d'azote

État d'action de l'UE:

La réforme de la PAC entraînera une diminution de la production de fumier et de l'utilisation d'engrais minéraux et de fumier et par la même des émissions d'hémioxyde d'azote.

Mesures nationales dans les pays communautaires et extracommunautaires (exemples):

- mesures techniques pour certains processus de production industrielle.

56 L'Environnement en Europe

- La répartition des émissions totales de CO₂, CH₄ et N₂O anthropiques entre les pays industrialisés (pays de l'annexe 1 de la CCCC), à l'origine d'émissions de 5,8 Gt C (en équivalent CO₂) au cours de l'année de référence 1990 (55 % de l'ensemble des émissions) et les pays en voie de développement (pays non repris à l'annexe 1), responsables de 4,4 Gt C (45 %). Dans le cadre du Mandat de Berlin de la CCCC, les pays non repris à l'annexe 1 ne sont pas encore tenus de réduire leurs émissions.
- La synchronisation des actions visant à réduire le changement climatique.

Outre les réductions globales des émissions et leur synchronisation, des stratégies devront être développées pour chaque gaz à effet de serre. Les CFC devraient déjà être progressivement éliminés d'ici à l'an 2010 dans le cadre du protocole de Montréal, mais certains de leurs substituts pourraient nécessiter une attention accrue (voir chapitre 3). Bien que le CO₂ soit le principal gaz à effet de serre, des réductions modérées des émissions de méthane ou d'hémioxyde d'azote peuvent avoir des conséquences relativement importantes, dans la mesure où elles présentent un important potentiel de réchauffement de la planète. La réduction des émissions de ces gaz pourrait être techniquement et économiquement plus aisée que celle des émissions de CO₂ et présenterait également d'autres avantages, dans la mesure où elles contribuent également à la formation d'ozone troposphérique (smog d'été).

Couloirs d'émissions

Le GICC a développé plusieurs scénarios d'émissions basés sur des hypothèses concernant la croissance démographique, l'utilisation des sols, les progrès technologiques, la disponibilité d'énergie et les associations de combustibles, mais sans politiques spécifiques concernant la réduction des émissions. Selon les scénarios du GICC, les émissions mondiales anthropiques en équivalent CO₂ en 2010 varient de 11,5 à 15,3 Gt C (6,2 - 8,3 Gt C pour les pays industrialisés et 5,3 - 7,0 Gt C pour les pays non industrialisés). La valeur supérieure se base sur une croissance démographique et économique relativement élevée et une forte dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. La valeur inférieure suppose une faible croissance démographique, un développement économique et technologique favorable, une interruption du déboisement, une utilisation accrue de l'énergie renouvelable et un respect total du protocole de Montréal (Leggett *et al.*, 1992).

Il est possible de définir les plages d'émissions mondiales autorisées à l'aide du concept de "couloirs d'émissions" (Alcamo et Kreileman, 1996). La largeur de ces couloirs dépend du niveau sélectionné d'objectifs de protection climatique à long terme et spécifie la plage d'émissions autorisée. Le tableau 2.3 présente les couloirs d'émissions jusqu'en 2010 pour l'objectif communautaire qui consiste en une augmentation de température maximale de 1,5 °C entre 1990 et 2100, en supposant un taux de réduction des émissions annuelles maximum de 2 %. Des valeurs sont proposées pour des augmentations de 0,1 °C et 0,15 °C par décennie. Dans le premier cas (plus strict), la limite supérieure du couloir d'émissions en 2010 est de 9,5 Gt C (équivalent CO₂).

En supposant que les pays non repris à l'annexe 1 continuent d'accroître leurs émissions conformément au scénario du GICC décrit ci-dessus (c.-à-d. entre 5,3 et 7,0 Gt C en 2010), les émissions des pays industrialisés (annexe 1) devraient chuter en 2010 à un niveau compris entre 2,5 et 4,2 Gt C, par rapport au niveau de 5,8 Gt C en 1990, soit une réduction de 30 à 55 % d'environ. Cette réduction entraînerait une diminution des émissions moyennes de CO₂ par habitant en Europe occidentale, qui passerait ainsi de 8,8 tonnes en 1990 à un niveau compris entre 5,8 et 3,7 tonnes en 2010 (en permettant toujours une certaine croissance démographique). En se plaçant dans un contexte mondial, les émissions actuelles moyennes mondiales de CO₂ par habitant provenant de combustibles fossiles correspondent à 4 tonnes (1,8 tonne dans les pays non industrialisés).

Le cas moins strict, mais non durable, d'une hausse de température de 1,5 °C par décennie a été ajouté pour démontrer que les contraintes de durabilité pour les trois principaux indicateurs de protection climatique (hausse de température maximale de 0,1 °C par décennie, élévation maximale du niveau de la mer de 2 cm par décennie et augmentation de la température moyenne mondiale maximale de 1 °C par rapport aux niveaux de 1990) ont un effet considérable sur les réductions d'émissions requises des pays de l'annexe 1 et comportent donc des implications politiques importantes. En se basant sur le même scénario du GICC que pour une hausse de température plus stricte de 0,1 °C par décennie, une réduction très limitée, voire une légère augmentation des émissions dans les pays de l'annexe 1 serait autorisée.

Tableau 2.3 Émissions maximales autorisées en équivalent CO₂ pour les pays de l'annexe 1 en 2010		
Taux d'augmentation de la température sélectionné 1990-2100^a	Couloir d'émissions mondial en 2010	Émissions maximales autorisées dans les pays de l'annexe 1 en 2010^b
(°C/décennie)	(Gt C équiv. CO ₂)	(indice 1990 = 100)
0,1	7,6 – 9,5	45 % - 70 %
0,15	7,6 – 12,3	90 % - 120 %

Remarques :

Comprend (inévitablement) le dépassement de la hausse de température entre 1990 et 2010. Une augmentation de température de 0,1 °C par décennie pourrait être considérée comme présentant des risques d'incidence limités.

Une hausse de 0,15 °C par décennie est nettement supérieure à ce niveau.

Les plages représentent les émissions de base des pays non repris à l'annexe 1, de 5,3 à 7,0 Gt C équivalent CO₂ en 2010, et ne comprennent que la limite supérieure du couloir d'émissions (colonne 2).

Source: RIVM

Cela démontre que la définition de contraintes durables dans les trois principaux indicateurs de protection climatique a une incidence considérable sur les réductions des émissions requises des pays de l'annexe 1 et comporte donc des implications politiques importantes.

Synchronisation des actions

La synchronisation des actions visant à réduire le risque de changement climatique dans les pays industrialisés fait actuellement l'objet d'un débat. Certains soutiennent que le retardement des actions permet de disposer de davantage de temps pour établir une base scientifique plus solide et que les coûts des mesures de réduction des émissions pourraient être diminués en prenant le temps nécessaire pour développer une technologie améliorée (et probablement moins coûteuse). Le décalage sociétal inhérent à la sensibilisation du public et au développement et la mise en œuvre d'actions politiques, ainsi que le chiffre d'affaires annuel relativement faible des biens d'équipement favorise également les retards. Par ailleurs, le long temps de séjour dans l'atmosphère des gaz à effet de serre signifie que l'introduction différée de politiques de réduction nécessiterait certainement la prise d'actions nettement plus importantes ultérieurement. Le risque d'incidence irréversible sur les écosystèmes et la société sera également supérieur si aucune action n'est entreprise et si les concentrations de gaz à effet de serre continuent d'augmenter.

Les conséquences de tels retards peuvent être évaluées à l'aide des couloirs d'émissions. Si les niveaux d'émissions prévus en 2010 sont compris dans le couloir, il existe au moins une voie d'émissions acceptable jusqu'en 2100 respectant les objectifs de protection climatique sélectionnés. Un retard dans les actions entraînerait l'approche de niveaux d'émissions plus élevés en 2010, alors que l'adoption du principe de prudence permettrait d'obtenir des niveaux inférieurs. Les conséquences peuvent être évaluées en examinant les voies d'émissions au-delà de 2010. Des niveaux d'émissions inférieurs en 2010 donneraient aux générations futures plus d'opportunités de sélectionner des voies d'émissions futures acceptables. Des niveaux supérieurs en 2010 obligerait en revanche les générations futures (notamment celles des pays non repris à l'annexe 1) à suivre une voie descendante très étroite pour respecter les objectifs de protection climatique sélectionnés.

Bibliographie

Alcamo, J. et Kreileman, E. (1996). Emission scenarios and global climate protection. In *Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions*, Vol. 6, p. 305-334.

Bijlsma, L., Ehler, C.N., Klein, R.J.T., Kulshrestha, S.M., McLean, R.F., Mimura, N., Nicholls, R.J., Nurse, L.A., Perez Nietro, H., Stakhiv, E.Z., Turner, R.K., Warrick, R.A. (1996). *Coastal Zones and Small Islands. Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis - Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC*. Cambridge, Cambridge University Press.

CCE (1996a). Rapport de la Commission en application de la décision 93/389/CEE du Conseil. *Deuxième évaluation des programmes nationaux relatifs au mécanisme de*

surveillance des émissions de CO₂ et des autres gaz à effet de serre dans la Communauté - Progrès accomplis par rapport à l'objectif communautaire de stabilisation des émissions de CO₂. COM (96) 91 final.

CCE (1996b). *Communication de la Commission dans le cadre de la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.* COM (96) 217 final.

CCE (1997a). *Communication sur une stratégie communautaire sur le changement climatique.* Conclusions du Conseil, 3 mars 1997.

CCE (1997b). *Communication sur une stratégie communautaire sur le changement climatique.* Conclusions du Conseil, 19-20 juin 1997.

CCE (1997c). *Communication sur la dimension énergétique du changement climatique.* COM (97) 196.

Dai, A., Fung, I.Y. et Del Genie, A.D. (1997). Surface Observed Global Land Precipitation Variation during 1900-88. In *Journal of Climate*, Vol. 10, p. 2943-2962.

Dlugokencky, E.J., Lang, P.M., Masarie, K.A. et Steele, L.P. Atmospheric Methane Mixing Ratios - The NOAA/CMDL Global Co-operative Air Sampling Network (1983-1993). In *Trends 93: A Compendium of Data on Global Change*. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., États-Unis.

Dlugokencky, E.J., Masarie, K.A., Lang, P.M., Tans, P.P., Steele, L.P., Nibs, E.G. (1994). A dramatic decrease in the growth rate of atmospheric methane in the Northern Hemisphere during 1992. In *J Geophys. Res.*, Vol. 99, p. 17021-17043.

EEA (1996). *Les écotaxes: Mise en œuvre et efficacité environnementale*, Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, 1996. ISBN 92-9167-000-6.

Eurostat (1997). *Carbon dioxide emissions from fossil fuels 1985-1995*. Eurostat, Luxembourg.

Fricke, W. et Wallasch, M. (1994). Atmospheric CO₂ records from sites in the UBA air sampling network. In *Trends 93: A Compendium of Data on Global Change*. Ed.: T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski, and F.W. Stoss. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., États-Unis.

Haeberli, W. et Hoelzle, M. (1995). Application of inventory data for estimating characteristics of and regional climate change effects on mountain glaciers _ a pilot study of the European Alps. In *Ann. Glaciol.* Vol. 21, p. 206-212.

Huntley, B. (1991). How plants respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities. In *Annals of Botany* Vol. 67 (supplément 1), p. 15-22.

AIE (1997). *Indicators of Energy Use and Efficiency - Understanding the link between energy and human activity*. ISBN 92-64-14919-8.

AIE (1997). *CO₂ emissions from fossil fuel combustion 1972-1995*. OCDE/AIE, Paris, France.

IIASA (1997). *Integrated assessment of the environmental effects of application of the current EU air emission standards to CEECs*. Rapport (provisoire) à l'EEA.

GICC (1990). *Working Group II, 1990, Climate Change, The IPCC Impacts Assessment*. Canberra, Australian Governments Publishing Service.

GICC (1996a). *Second Assessment Climate Change 1995, a Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (including summary for policy makers)*. OMM, PNUE, 1995.

GICC (1996b). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ed.: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho B:A: Callander, N. Harris, A. Kattenberg et K. Maskell. Cambridge, Cambridge University Press.

GICC (1997). *The Regional Impacts of Climate Change, An Assessment of Vulnerability*, R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss. Cambridge, Cambridge University Press.

Krause, F., Bach, W. et Koomey, J. (1989). *Energy Policy in the Greenhouse, Volume 1: From Warming Fate to Warming Limit*. Benchmarks for a Global Climate Convention. International Project for Sustainable Energy Paths. El Cerrito, California.

Leggett, J., Pepper, W.J. et Swart, R.J. (1992). *Emissions Scenarios for the IPCC: an Update*. Ed.: J.T. Houghton, B.A. Callander et S.K. Varney. In *Climate Change 1992*. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, p. 71-95.

Marland, G., et Boden, T.A. (1997). Global, Regional, and National CO₂ Emissions. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., États-Unis.

McMichael, A.J., Haines, A., Sloof, R. et Kovats, S. (éd.) (1996). *Climate Change and Human Health*. Evaluation préparée par un groupe de travail au nom de l'Organisation mondiale de la santé, de l'Organisation météorologique mondiale et du programme des Nations unies pour l'environnement. OMS, Genève, Suisse.

OCDE/AIE (1996). *World Energy Outlook*. OCDE/AIE, Paris, France.

OCDE/AIE (1997). *Energy and climate change*. OCDE/AIE, Paris, France.

Peerbolte, E.B., de Ronde, J.G., de Vrees, L.P.M., Baarse, G. (1991). *Impact of sea level rise on society: A Case Study for the Netherlands*. Delft Hydraulics and Rijkswaterstaat, Delft et La Haye, Pays-Bas, 404 pages.

Peris, D.R., Crawford, F.W., Grashoff, C., Jeffries, R.A., Porter, J.R., Marshall, B. (1996). *A simulation study of crop growth and development under climate change*. Agricultural and Forest Meteorology 79(4) p. 271-287.

Prinn R., Simmonds, P., Rasmussen, R., Rosen, R., Alyea, F., Cardelino, C., Crawford, A., Cunnold, D., Fraser, P. et Lovelock, J. (1983). The Atmospheric Lifetime Experiment, I: Introduction, instrumentation and overview. In *J. Geophys. Res.*, Vol. 88, p. 8353-8368.

Prinn R., Cunnold, D., Rasmussen, R., Simmonds, P., Alyea, F., Crawford, A., Fraser, P. et Rosen, R. (1990). Atmospheric emissions and trends of nitrous oxide deduced from 10 years of ALE/GAGE data. In: *J. Geophys. Res.*, Vol. 95, p.18369-18385.

Prinn, R., Cunnold, D., Fraser, P., Weiss, R., Simmonds, P., Alyea, F., Steele, L. P. et Hartley, D. (1997). The ALE/GAGE/AGAGE Network (Update April 1997) In *Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.*

Rijsberman, F.R. et Swart, R.J. (éd.) (1990). *Targets and Indicators of Climatic Change.* Stockholm Environmental Institute, Stockholm, Suède, 166 pages.

Smith K. (1995). Precipitation over Scotland 1757-1992: Some aspects of temporal variability. In *Int. J. Climatology*, Vol. 15, p. 543-556.

Thoning, K.W., Tans, P.P. et Waterman, L.S. (1994). Atmospheric CO₂ records from sites in the NOAA/CMDL continuous monitoring network. Ed.: T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski, and F.W. Stoss. In *Trends 93: A Compendium of Data on Global Change.* ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., États-Unis.

UK CCIRG (1991). United Kingdom Climate Change Impacts Review Group, *The Potential Effects of Climate Change in the United Kingdom.* HMSO Londres, Royaume-Uni.

UK CCIRG (1996). United Kingdom Climate Change Impacts Review Group, *Review of the Potential Effects of Climate Change in the United Kingdom.* HMSO Londres, Royaume-Uni.

CEE (1996). *Energy Balances for Countries in Transition 1993, 1994-2010 and Energy Prospects in CIS-Countries.*

PNUE (1994). *Environmental Data Report 1993-4.* Programme des Nations unies pour l'environnement, Blackwell, Royaume-Uni.

CCCC (1997a). *National Communications from Parties included in Annex I to the Convention.* FCCC/SBI/1997/19 et FCCC/SBI/1997/19/Addendum 1.

CCCC. (1997b). *Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.* FCCC/CP/1997/L.7/Add.1, décembre 1997.

Vellinga, P. et Swart, R.J. (1991). The greenhouse marathon: A proposal for a global strategy. In *Climatic Change*, Vol. 18, p. 7-12.

Whittle, I.R. (1990). *Lands at risk from sea level rise in the UK.* Ed.: J.C. Doornkamp. *The Greenhouse Effect and rising sea levels in the United Kingdom.* M1 Press, Long Eaton Notts., Royaume-Uni, p. 85-93.

3. Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

Aspects principaux

Les mesures politiques internationales prises pour protéger la couche d'ozone ont réduit la production annuelle mondiale de substances appauvrissant l'ozone de 80 à 90 % de sa valeur maximum. Les émissions annuelles ont également diminué rapidement. La durée des processus atmosphériques est toutefois telle qu'aucun effet des mesures internationales ne peut encore être constaté en ce qui concerne les concentrations d'ozone dans la stratosphère ou la quantité d'ultraviolets B (UVB) atteignant la surface.

Le potentiel d'appauvrissement de l'ozone de tous les dérivés chlorés et bromés (CFC, halons, etc.) dans la stratosphère devrait atteindre son niveau maximal entre 2000 et 2010. Au-dessus de l'Europe, la quantité d'ozone dans l'atmosphère a diminué de 5 % entre 1975 et 1995, permettant à davantage de rayons UVB d'entrer dans la basse atmosphère et d'atteindre la surface de la terre.

D'importantes réductions localisées de la concentration d'ozone stratosphérique ont récemment été observées au-dessus des régions arctiques au printemps. Par exemple, la quantité totale d'ozone au-dessus du pôle Nord était de 40 % inférieure à la normale en mars 1997. Ces réductions sont similaires à celles observées au-dessus de l'Antarctique, quoique moins graves, et soulignent le besoin d'une attention politique continue concernant l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique.

La reconstitution de la couche d'ozone, qui s'étendra sur plusieurs décennies, pourrait être accélérée par une élimination progressive plus rapide des HCFC et du bromométhane, par la garantie de la destruction sûre des CFC et halons dans des stocks et autres réservoirs et par la prévention de la contrebande de substances appauvrissant l'ozone.

3.1. Introduction

La quantité d'ozone (O₃) dans la stratosphère ne cesse de diminuer dans la plupart des régions du monde, à l'exception des tropiques, à un rythme constant depuis l'évaluation de *Dobris* (McPeters *et al.*, 1996a). Les réductions les plus impressionnantes sont observées au-dessus de l'Antarctique et de l'Arctique. Il ne fait désormais plus aucun doute que ce problème est dû à l'augmentation des niveaux des composés chlorés et bromés dans la stratosphère. Ces composés proviennent principalement d'émissions de chlorofluorocarbones (CFC), utilisés comme liquide de refroidissement dans les réfrigérateurs et les conditionneurs d'air, comme agents propulseurs, agents d'expansion et produits de nettoyage, et de bromofluorocarbures (halons), utilisés dans les extincteurs.

La diminution d'ozone dans la stratosphère n'est pas souhaitable, dans la mesure où l'amincissement de la couche d'ozone laisse davantage de rayons ultraviolets B (UVB) pénétrer dans la basse atmosphère et atteindre la surface de la terre. Les mesures par satellite indiquent que les niveaux moyens d'UVB calculés par zone entre 40 et 50 ° de latitude nord

ont augmenté de 10 % par décennie de 1979 à 1992 (Herman *et al.*, 1996), contre 13 % entre 40 et 50 ° dans l'hémisphère sud.

La carte 3.1 montre l'évolution du rayonnement UVB au-dessus de l'Europe dans des conditions de ciel clair entre 1980 et 1991. Les plus fortes augmentations relatives sont observées au-dessus de l'Europe centrale et septentrionale, des hausses plus faibles étant enregistrées en Europe méridionale.

L'encadré 3.1 explique plus en détail le rôle de l'ozone stratosphérique, consistant à filtrer le rayonnement UV du soleil, et les mécanismes par lesquels les activités humaines affectent ce rôle.

3.2. Effets

Le rayonnement UVB peut déclencher plusieurs processus chimiques et biologiques susceptibles de porter atteinte aux organismes vivants. Chez l'être humain, l'augmentation du rayonnement UVB peut provoquer cancer de la peau, cataractes, érythème solaire, ophtalmie des neiges, vieillissement cutané et affaiblissement du système immunitaire. Le cancer de la peau avec mélanome bénin est l'une des formes les plus courantes de cancer chez l'être humain, et une relation a été établie entre ce cancer et le rayonnement UVB (Moan *et al.*, 1989).

IMAGE PAGE 60

Observation de la stratosphère à l'ALOMAR (Arctic Lidar Observatory for Middle Atmosphere Research), Andøya, 69°N, Norvège. **Source:** Kolbjørn Adolfsen, Andøya Rocket Range.

61 Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

La relation entre l'incidence de ces effets et les niveaux de rayonnement n'est toutefois pas simple, dans la mesure où chaque population réagit différemment aux rayons UV.

Il s'est avéré que le rayonnement UVB affecte les écosystèmes aquatiques en limitant la production de phytoplancton et en entravant les premiers stades de croissance des poissons, crevettes, crabes, amphibiens et autres animaux (PNUE, 1995). Le phytoplancton constitue la base de la chaîne alimentaire des océans; plus de 30 % de la consommation humaine mondiale de protéines animales proviennent de la mer, ce pourcentage étant encore plus élevé dans les pays en voie de développement. Une étude (Smith *et al.*, 1992) a démontré que la baisse de 6 à 12 % de la production de phytoplancton, qui est intervenue dans les eaux de l'Antarctique, était directement liée à une augmentation des UVB consécutive au trou d'ozone dans cette région. Le phytoplancton formant un large puits de CO₂ atmosphérique, il peut également influencer les concentrations de CO₂ atmosphérique et l'intensification future de l'effet de serre.

Le rayonnement UVB peut également avoir une incidence sur la croissance des plantes terrestres, même aux niveaux actuels. La réaction aux UVB diffère largement suivant les espèces. Les plantes sont dotées de plusieurs mécanismes leur permettant de remédier aux effets du rayonnement UV et peuvent, dans une certaine mesure, s'adapter à un accroissement des niveaux de rayonnement.

En outre, le rayonnement UV influe sur les processus chimiques de la basse atmosphère.

Carte 3.1 Calcul de l'augmentation des UV efficaces en Europe en 1991 par rapport à 1980

Augmentation des UV

1:30 000 000

Dose annuelle d'UV en 1991 par rapport à 1980

Remarque: Calculs effectués sur la base de la quantité totale d'ozone mesurée, sans tenir compte de la nébulosité. Le calcul se fonde sur des données pondérées relatives au cancer de la peau dû à une exposition aux UV.

Méthode: Bordewijk et van der Woerd, 1996.

Source: Slaper *et al.*, 1997.

Il contribue aux concentrations d'ozone troposphérique dans les régions polluées (chapitre 5) et influence la durée de vie atmosphérique et la concentration de nombreux composés, notamment de plusieurs gaz à effet de serre. Par ailleurs, les CFC et certains de leurs substituts sont eux-mêmes des gaz à effet de serre (chapitre 2).

3.3. État de la couche d'ozone

La quantité d'ozone dans la stratosphère diminue depuis environ 1979. La figure 3.1 représente l'évolution de la quantité totale d'ozone dans quatre régions différentes du monde depuis 1960. Le tableau 3.1 montre que des diminutions de la quantité totale d'ozone sont intervenues à toutes les latitudes, mais de manière plus accentuée aux pôles.

La perte cumulée de la quantité totale moyenne d'ozone par an à l'échelle mondiale est de 5 % depuis 1979. Aux latitudes moyennes (dans les deux hémisphères), la perte cumulée est d'environ 7 %. Sous les tropiques, elle est faible et statistiquement négligeable. Depuis 1979, la perte cumulée en hiver et au printemps aux latitudes moyennes et nordiques est d'environ 11 % (SORG, 1996).

Régions polaires

Des augmentations importantes d'UVB ont été observées en Antarctique au printemps, pendant les mois où la couche d'ozone est fortement appauvrie. Le plus sérieux trou d'ozone jamais enregistré est apparu en 1993, mais d'autres trous ultérieurs ont atteint une profondeur et une étendue géographique comparables.

Tableau 3.1 Évolution mondiale de la quantité totale d'ozone, de novembre 1978 à octobre 1994

Région
Tendance en % par décennie
2σ

Remarques: La colonne 2σ indique l'erreur aléatoire avec 95 % de fiabilité et inclut une incertitude due aux instruments 2σ de 1,22 %/décennie. Calculs basés sur la version 7 de la base de données du TOMS (McPeters *et al.*, 1996b). Instrument satellite, le TOMS est spectromètre pour la cartographie de la quantité totale d'ozone. Les données de tendance enregistrées par le TOMS sont corroborées par des mesures effectuées avec d'autres instruments.

Source: McPeters *et al.*, 1996a.

Encadré 3.1 : La couche d'ozone et les processus qui la menacent

La couche d'ozone stratosphérique est composée d'un fin voile de gaz ozone s'étendant sur environ 10 à 40 km au-dessus du sol. La concentration d'ozone atteint son paroxysme à environ 20 km au-dessus du sol, et la stratosphère contient environ 90 % de l'ozone de l'atmosphère, les 10 % restants se trouvant dans la troposphère.

L'ozone est produit dans la haute stratosphère par un rayonnement de courtes longueurs d'onde (<190 nm) du soleil. Sous l'effet de ce rayonnement énergétique, les molécules d'oxygène (O_2) se dissocient en oxygène atomique (O). Ce dernier, très réactif, se combine aisément avec les molécules d'oxygène pour former l'ozone (O_3). Le rayonnement ultraviolet, d'une longueur d'onde légèrement supérieure (<280 nm), peut à nouveau transformer les molécules d'ozone en oxygène atomique et moléculaire, de sorte qu'il existe un équilibre dynamique entre la production et la perte d'ozone.

La majeure partie de l'ozone stratosphérique est produite au-dessus des tropiques, où le soleil est le plus intense. Une circulation à grande échelle transporte l'ozone vers les pôles. Ce transport est le plus efficace à la fin de l'hiver et du printemps. L'ozone total (la quantité d'ozone dans une colonne allant du sol à la partie supérieure de l'atmosphère) est, de ce fait, maximal au printemps et minimal à la fin de l'automne. La quantité totale d'ozone est généralement mesurée en unités Dobson (DU). Une épaisseur de couche d'ozone de 300 DU signifie que la couche d'ozone présenterait une épaisseur de 3 mm si elle était composée d'ozone pur à une pression de 1 atm.

L'appauvrissement anthropique de l'ozone est provoqué par le chlore et le brome, mais tous les composés bromés et chlorés ne sont pas préjudiciables à la couche d'ozone. De nombreux composés réagissent avec d'autres gaz de la troposphère ou se dissolvent sous forme de gouttelettes de pluie et n'atteignent pas la stratosphère. Plus la durée de vie atmosphérique d'un composé est longue, plus la quantité susceptible d'entrer dans la stratosphère est importante. Les dérivés chlorés et bromés responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone sont les CFC, le tétrachlorométhane, le méthylchloroforme, les HCFC et les halons, tous d'origine entièrement anthropique. La couche d'ozone peut également être appauvrie par le chlorométhane et le bromométhane. Les océans sont la seule source importante connue de chlorométhane. Le bromométhane provient en partie de sources anthropiques (fumigation des sols en agriculture, combustion de biomasse, additifs pour essence) et est en grande partie émis naturellement par les océans.

L'utilisation des CFC et des halons, en particulier, s'est traduite par une augmentation de la concentration de chlore et de brome dans la stratosphère. Ces composés chimiquement très stables ne sont pas décomposés dans la troposphère. Ils le sont lentement dans la stratosphère, sous l'effet du rayonnement de courtes longueurs d'onde du soleil, et libèrent du chlore et du brome qui participent ensuite aux réactions chimiques destructrices de l'ozone (encadré 3.2). L'équilibre naturel entre production et perte d'ozone penche donc en faveur d'un amoindrissement de la concentration d'ozone.

63 Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

Les mesures de la courbe d'ozone pendant un trou d'ozone classique montrent qu'en septembre et octobre, la quasi totalité de l'ozone entre 15 et 20 km d'altitude est détruite au-dessus de plusieurs stations de l'Antarctique, et que la quantité totale d'ozone est réduite à environ un tiers de la valeur observée avant l'apparition des premiers trous d'ozone. Ces quelques dernières années, la saison du trou d'ozone antarctique a eu tendance à commencer plus tôt et à durer plus longtemps.

La perte d'ozone stratosphérique dans la région arctique a été pour la première fois observée au cours de l'hiver 1991-92 (Braathen *et al.*, 1994; von der Gathen *et al.*, 1995). En 1993, environ un tiers de l'ozone de la basse stratosphère au-dessus du Groenland a disparu (Larsen *et al.*, 1994). De nombreuses observations et exercices de modélisation ont désormais permis d'établir qu'une perte d'ozone importante et étendue survient chaque hiver en Arctique depuis 1991-92, toujours en association avec des périodes d'activation de chlore (Isaksen *et al.*, 1997).

L'encadré 3.2 présente les processus responsables de l'appauvrissement de l'ozone dans les régions polaires. L'encadré 3.3 traite d'autres facteurs susceptibles de contribuer à l'appauvrissement de l'ozone dans les régions polaires et à des latitudes inférieures.

Bien que la diminution d'ozone observée dans l'Arctique ne soit pas aussi grave qu'en Antarctique, il existe certaines similitudes entre la situation au sud et au nord. En premier lieu, les températures dans le tourbillon arctique (voir encadré 3.2) ont sensiblement baissé au cours des derniers hivers, et les trois hivers les plus récents (de 1994-95 à 1996-97) ont affiché des températures basses sans précédent (p. ex: Labitzke et van Loon, 1995; NOAA, 1996; SORG, 1996). Il s'en est suivi une perte considérable d'ozone au cours des deux derniers hivers (1995-96 et 96-97) (Müller *et al.*, 1997, Rex *et al.*, 1997).

Même de légères baisses de température dans le tourbillon arctique auront, à long terme, un effet sensible sur la couche d'ozone. Les températures étant déjà proches du seuil de formation d'un nuage stratosphérique polaire, une légère diminution de la température pourrait suffire à augmenter considérablement la présence de ces nuages.

Ensuite, le tourbillon arctique tend à se prolonger au printemps. Des tourbillons persistants ont déjà été observés dans le passé; il semble par ailleurs que ce tourbillon s'intensifie depuis 1979 (Zurek *et al.*, 1996), mais l'association refroidissement et allongement de la durée du tourbillon semble représenter une nouvelle évolution. La figure 3.3 représente un indice combinant la force et l'étendue géographique du tourbillon est représenté pour les neuf derniers hivers s'étendant de début novembre à mi-mai. Elle montre que les quelques derniers hivers ont connu des tourbillons de longue durée, le plus long ayant été enregistré en 1997.

Figure 3.1: Quantité totale d'ozone: écarts par rapport au niveau d'avant 1980

Europe

Amérique du Nord

Extrême-Orient

Australie et Nouvelle-Zélande

Remarque: Les écarts mensuels sont lissés par une moyenne mobile sur 12 mois. Adapté de Bojkov *et al.*, 1995.

Source: Vitali Fioletov

Figure 3.2 Moyennes mensuelles de la quantité totale d'ozone pour le mois de mars, de 1980 à 1997

Unités Dobson

Source: Données obtenues auprès du Centre des vols spatiaux Goddard de la NASA. Les chiffres pour 1980-1993 sont issus de la version 7 du TOMS. La carte pour 1997 provient de données en temps quasi réel du TOMS sur l'ADEOS I. Calcul des moyennes et tracé: NILU.

Encadré 3.2: Mécanismes d'appauvrissement de l'ozone dans les régions polaires

L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique aux latitudes polaires est le fait de plusieurs réactions chimiques, en commençant par la transformation de composés halogénés stables (principalement l'acide chlorhydrique et le nitrate de chlore, issus des CFC) en formes chimiquement plus actives.

Les composés stables réagissent très lentement en phase gazeuse, mais des réactions rapides peuvent se produire à la surface des particules des nuages stratosphériques polaires (PSC). Ces derniers peuvent se former dans la basse stratosphère (15 à 25 km) à des températures inférieures à $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ – qui sont fréquentes à l'intérieur ou à la périphérie du tourbillon polaire – une masse d'air isolée qui apparaît en hiver sous l'influence d'une forte circulation cyclonique créée par la différence de température entre l'air froid polaire et l'air plus chaud des latitudes moyennes.

Les composés chlorés dégagés par les réactions rapides des PSC sont aisément décomposés par la lumière du soleil, en libérant des atomes de chlore. Ceux-ci réagissent rapidement pour former du monoxyde de chlore, qui détruit l'ozone par deux cycles catalytiques différents. L'un d'eux serait à l'origine de 70 % de la perte d'ozone en Antarctique. L'autre, impliquant du brome réactif, serait responsable d'une grande partie de la perte d'ozone dans la stratosphère plus chaude de l'Arctique (SORG, 1996).

Encadré 3.3: Autres facteurs potentiels responsables de l'appauvrissement de l'ozone

La quantité de vapeur d'eau présente dans la stratosphère est un paramètre important de l'appauvrissement de l'ozone, dans la mesure où plus la quantité d'eau est importante, plus la formation de nuages stratosphériques polaires est fréquente.

La basse stratosphère est relativement sèche, et une importante source d'eau stratosphérique est l'oxydation de méthane, dont la concentration augmente, lentement mais régulièrement, en conséquence des activités humaines. Les avions traversant la basse stratosphère contribuent également au bilan hydrologique. Les mesures réalisées à Boulder (40°N) (Oltmans et Hofmann, 1995) montrent une augmentation de la quantité d'eau plus rapide que ne peut expliquer celle du méthane, et peuvent révéler d'autres

changements à long terme dans la stratosphère. Il s'agit toutefois là du seul site où des mesures à long terme fiables ont été effectuées, et la répartition mondiale de vapeur d'eau stratosphérique demeure inconnue.

La présence d'aérosols dans la stratosphère peut entraîner une perte d'ozone tant dans les régions arctiques qu'aux latitudes moyennes. L'éruption du mont Pinatubo en juin 1991 a provoqué une hausse importante de la teneur en aérosols de la stratosphère. La concentration en aérosols a atteint son paroxysme en 1992 et a désormais retrouvé des valeurs proches de celles observées entre les éruptions volcaniques. Les grandes quantités d'aérosols volcaniques libérées par les éruptions du El Chichón en 1982 et du Pinatubo en 1991 coïncident dans le temps avec les minima d'ozone profond illustrés à la figure 3.1.

Figure 3.3 Indice de la force tourbillonnaire pour les hivers 1988-89 à 1996-97

Novembre
Décembre
Janvier
Février
Mars
Avril
Mai

Remarque: L'indice de la force tourbillonnaire repose sur un paramètre météorologique, le tourbillon potentiel (PV), qui indique le degré d'isolation de la masse d'air polaire par rapport à l'air des latitudes moyennes. L'indice tourbillonnaire s'obtient en multipliant le PV de chaque maille par sa surface. L'opération est répétée pour toutes les mailles dans lesquelles le PV est supérieur à une certaine valeur, et le produit obtenu pour toutes ces mailles est additionné.

Source: CEPMMT et NILU.

Latitudes moyennes

Aux latitudes moyennes de l'hémisphère nord, la quantité totale d'ozone annuelle moyenne diminue de presque 5 % par décennie depuis 1979, avec une baisse printanière de 7 % par décennie au cours de la même période. Des études ont montré que l'air du tourbillon arctique – appauvri en ozone et riche en chlore – (voir encadré 3.2) se déplace vers les latitudes moyennes et s'y mélange, contribuant ainsi à la baisse observée (Norton et Chipperfield, 1995; Pyle *et al.* 1995). Ce processus peut être associé aux très basses températures enregistrées au cours des derniers hivers arctiques. Il se peut qu'elles soient dues à la variabilité naturelle, mais si elles s'inscrivent dans une tendance, éventuellement induite par la variation des niveaux de gaz à effet de serre, l'appauvrissement de l'ozone aux latitudes moyennes pourrait bien se poursuivre, même si les concentrations de chlore et de brome dans la stratosphère commencent à diminuer.

3.4. Concentrations atmosphériques

La hausse des concentrations *troposphériques* des principales substances appauvrissant l'ozone (CFC et halons) a ralenti, voire cessé, en conséquence du protocole de Montréal et de ses amendements ultérieurs (Montzka *et al.*, 1996): la concentration de CFC-11 s'est stabilisée vers 1991, celle de CFC-12 n'augmente désormais que lentement. Les concentrations en hydrochlorofluorocarbones (HCFC) sont faibles, mais en hausse, dans la mesure où ces substances remplacent les CFC (voir section 3.4) (figure 3.4). Les concentrations en méthylchloroforme et en tétrachlorométhane ont sensiblement baissé: le premier a diminué en 1996 de 28 % au-dessous de son niveau maximum de 1992, et le deuxième de 4 %. Les concentrations en halons sont en revanche toujours croissantes, une petite fraction des grandes quantités toujours présentes dans les équipements existants étant libérée chaque année.

Le potentiel total d'appauvrissement de la couche d'ozone par les composés chlorés et bromés anthropiques dans la troposphère a atteint son paroxysme en 1994, pour ensuite baisser légèrement à la suite de diminutions des concentrations de méthylchloroforme et de tétrachlorométhane.

Figure 3.4 Concentrations troposphériques de chlorofluorocarbones et de halons
ppbv
Chlore/brome

Remarque: Concentrations moyennes observées sur plusieurs sites de mesure situés dans les deux hémisphères. La courbe supérieure montre la concentration totale de chlore/brome efficace potentiel.

Source: Réseau ALE/GAGE/AGAGE; Prinn *et al.*, 1995; Cunnold *et al.*, 1997. Les données sur le HCFC-22 ont été fournies par le réseau NOAA CMDL. Calculs de Cl/Br efficace potentiel: RIVM.

Figure 3.5 Substances appauvrissant l'ozone dans la stratosphère, 1900-2100

Remarque: La courbe représente le rapport de mélange prévu (taux de fréquence) du chlore efficace équivalent. Elle est basée sur le scénario du protocole de l'évaluation d'ozone 1998 de l'OMM/PNUE, dans laquelle on prend comme hypothèse les émissions maximales autorisées définies dans les protocoles.

Source: Données provisoires de l'évaluation d'ozone 1998 de l'OMM (Guus Velders, RIVM).

En raison du temps nécessaire à ces substances pour s'élever dans l'atmosphère, l'appauvrissement de l'ozone dans la *stratosphère* devrait atteindre son paroxysme d'ici à la fin du siècle pour ensuite se stabiliser, et diminuer progressivement. À supposer que les accords internationaux actuels soient pleinement respectés, la reconstitution complète de la couche d'ozone (à la situation antérieure à 1980) ne devrait pas intervenir avant le milieu du siècle prochain (figure 3.5), et les trous d'ozone au-dessus de l'Antarctique au printemps devraient se reproduire jusqu'alors.

3.5. Production et émissions

CFC

Le tableau 3.2 montre la production mondiale annuelle de CFC et de composés similaires pour la période 1980-94. Il ne contient que des données fournies par les principaux fabricants des pays industrialisés. La production de CFC des pays non industrialisés, principalement la Chine et l'Inde – qui ne sont pas repris dans le tableau 3.2–, n'a pas diminué dans la même proportion, ce qui se traduit par une augmentation de la contribution relative de ces pays.

Tableau 3.2 Production annuelle mondiale de CFC, de HCFC et d'un HFC,

Année

1000 tonnes

Source: AFEAS, 1997

En 1995, la production mondiale de CFC ne représentait que 10 à 20 % de sa valeur maximale. La figure 3.6 montre la baisse de la production communautaire. L'UE et d'autres pays développés continuent à produire des CFC destinés à un usage essentiel, principalement en médecine. En vertu du protocole de Montréal, les pays en voie de développement sont autorisés à utiliser des CFC jusqu'en 2010 et les parties impliquées ont convenu que 10 % de la production des pays développés pourraient être employés pour répondre aux besoins domestiques fondamentaux des pays en voie de développement.

Les figures 3.7 et 3.8 illustrent les émissions mondiales annuelles des principaux CFC (et HCFC). Les émissions de CFC-11 et de CFC-12 ont commencé à diminuer en 1974, à la suite de la réduction de leur utilisation en tant qu'agents propulseurs dans les aérosols. Au début des années 1970, des publications avaient en effet donné lieu à des inquiétudes en laissant entendre que les CFC étaient susceptibles d'appauvrir la couche d'ozone. Les émissions ont de nouveau augmenté au début des années 1980, principalement du fait d'utilisations non aérosol telles que le gonflement de la mousse, la réfrigération et la climatisation, pour diminuer après 1987 en réponse au protocole de Montréal.

Composés de substitution

La limitation de la production de CFC a déclenché l'utilisation des HCFC et des hydrofluorocarbures (HFC) en tant que composés de substitution. Les HCFC contiennent du chlore et peuvent affecter la couche d'ozone, mais à un degré moindre que les CFC qu'ils remplacent. Les HFC ne détruisent pas l'ozone (mais sont des gaz à effet de serre faisant partie du "panier" de gaz à effet de serre identifié par le protocole de Kyoto de la CCCC, voir section 2.6.1). La production de HCFC est régie par le protocole de Montréal, et leur élimination progressive totale dans les pays développés est prévue pour 2030 (2015 pour l'UE). Les pays en voie de développement devront geler leur consommation de HCFC en 2016 au niveau de 2015 et éliminer progressivement les HCFC d'ici à 2040. Le tableau 3.2 et les figures 3.7 et 3.8 montrent que la production et les émissions mondiales de HCFC-22 augmentent régulièrement, alors que celles d'autres HCFC et du HFC-134a ont progressé rapidement ces dernières années.

Bromométhane

Le bromométhane est un autre gaz susceptible d'appauvrir l'ozone stratosphérique. Les émissions et les puits mondiaux de bromométhane ne sont pas bien compris. Les émissions anthropiques proviennent de l'usage agricole (essentiellement la fumigation des sols, soit 31 % des émissions totales), la combustion de la biomasse (22 %) et les additifs d'essence (7 %), avec des contributions moindres provenant de sources telles que la fumigation de bâtiments et de conteneurs (3 %) et l'industrie (2 %). Les océans (35 %) sont la principale source naturelle, mais ils agissent également comme un grand puits, ce qui rend leur rôle global dans le bilan mondial de bromométhane difficile à évaluer (SORG, 1996). D'autres puits impliquent l'oxydation atmosphérique et l'assimilation.

Figure 3.6 Production communautaire de quelques substances clés appauvrissant l'ozone, 1986-1996

Halon 1211

1,1,1 trichloroéthane

Source: Commission européenne, Direction générale XI

Figure 3.7 Émissions mondiales des principales substances appauvrissant l'ozone, 1930-1995

Source: AFEAS, 1997

La concentration de bromométhane dans l'atmosphère n'a pas présenté de changement significatif au cours des dernières décennies. Le bromométhane d'origine anthropique et naturelle contribue à environ 14 % de la concentration efficace totale de chlore/brome dans la stratosphère. La constance de la concentration de bromométhane implique l'équilibre des sources et des puits, mais les sources et les puits connus ne sont pas équivalents. Les puits connus sont en effet plus nombreux que les sources, ce qui pourrait signifier qu'il existe une importante source inconnue, naturelle ou anthropique.

La seule utilisation majeure de bromométhane susceptible d'être affectée par des mesures antipollution est la fumigation des sols en agriculture. Etant donné le déséquilibre du bilan de bromométhane, des mesures antipollution de ce genre pourraient affecter de 16 à 28 % des émissions totales (SORG, 1996).

3.6. Autres sources d'appauvrissement de l'ozone

Plusieurs sources naturelles et anthropiques constituent une menace potentielle de la couche d'ozone (SORG, 1996):

- Les émissions d'oxydes d'azote, de vapeur d'eau, de dioxyde de soufre et de suie des gaz d'échappement provenant des avions devraient avoir une incidence sur la couche d'ozone. Les oxydes d'azote dégagés par les avions ont peut-être déjà induit une augmentation de plusieurs pour-cent des concentrations d'ozone dans la haute troposphère, avec des valeurs maximales dans le couloir aérien de l'Atlantique nord. Des modèles mathématiques indiquent qu'une nouvelle flotte d'avions supersoniques traversant la basse stratosphère pourrait toutefois entraîner une diminution de l'ozone stratosphérique. L'augmentation des concentrations en vapeur d'eau et en acide nitrique, résultant des émissions des avions, va accroître la probabilité de formation de nuages stratosphériques polaires et donc intensifier l'appauvrissement de l'ozone. (Peter *et al.*, 1991).
- Les températures de la stratosphère pourraient diminuer de plusieurs degrés, du fait du changement climatique mondial. Ce phénomène peut entraîner la formation de davantage de nuages stratosphériques polaires, ce qui se traduirait par une intensification de l'appauvrissement de l'ozone dans les régions polaires, voire sous les hautes latitudes.
- La hausse des concentrations de gaz à effet de serre pourrait induire un changement des structures de circulation stratosphérique, ce qui pourrait engendrer un amincissement de la couche d'ozone dans les régions polaires.
- D'importantes éruptions volcaniques peuvent engendrer un amincissement temporaire de la couche d'ozone dû aux particules d'aérosol formées par l'émission de dioxyde de soufre.

3.7. Le protocole de Montréal et les mesures de suivi

La communauté internationale a été invitée à prendre des mesures pour empêcher la poursuite de l'appauvrissement à grande échelle de la couche d'ozone stratosphérique après la spectaculaire découverte du trou d'ozone antarctique en 1985.

Figure 3.8 Émissions mondiales de HCFC-142b, de HCFC-141b et de HFC-134a, 1980-1994

ktonnes

HCFC

HFC

Source: AFEAS, 1997

Figure 3.9 Incidence excédentaire du cancer de la peau pour la population d'Europe nord-occidentale

cas par million d'habitants par an

scénario absence de mesure

Protocole de Montréal

Amendements de Copenhague

Source: Slaper *et al.*, 1996.

69 Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

La Convention pour la protection de la couche d'ozone a été signée à Vienne plus tard la même année. En septembre 1987, 47 pays ont adhéré au protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, en vertu duquel la consommation mondiale des CFC et des halons spécifiés devrait être gelée et la consommation totale de CFC réduite de 50 % d'ici à l'an 2000, par rapport à l'année de référence 1986.

À ce jour, 162 parties ont ratifié le protocole de Montréal. Il a été renforcé à Londres en 1990 et à Copenhague en 1992, et sa portée a été étendue pour inclure d'autres substances appauvrissant l'ozone. D'autres objectifs ont été convenus en 1995 à Vienne et en 1997 à Montréal. Le tableau 3.3 présente le calendrier d'élimination progressive des différentes classes de substances appauvrissant l'ozone.

En août 1997, 72 parties avaient ratifié les amendements de Copenhague et 165 la Convention de Vienne. L'application du protocole de Montréal et de ses amendements s'est traduite par une diminution sensible de la production et de l'émission de substances appauvrissant l'ozone et, récemment, par un ralentissement de la progression, voire dans certains cas, par une baisse des concentrations de ces substances dans la troposphère. Il existe des retards entre la production et l'émission, en fonction des applications pour lesquelles ces substances sont utilisées et de la durée de vie des équipements les utilisant, ainsi qu'entre l'émission et la pénétration dans la stratosphère. Comme il fallait s'y attendre, aucun avantage des réductions n'a encore été constaté dans la couche d'ozone proprement dite ou dans les niveaux de rayonnement UVB.

La figure 3.9 montre quelles auraient été les estimations de l'incidence excédentaire du cancer de la peau pour la population si aucune mesure internationale n'avait été prise pour réduire les émissions de substances appauvrissant l'ozone. L'incidence totale du cancer de la peau aurait quadruplé d'ici à l'an 2100 en l'absence de telles mesures, et doublé si seul le protocole de Montréal initial avait été mis en œuvre. À condition que les mesures actuellement en vigueur soient totalement mises en œuvre, la concentration d'ozone stratosphérique devrait atteindre son niveau minimum vers l'an 2000. L'incidence excédentaire du cancer de la peau ne devrait toutefois pas commencer à s'atténuer avant environ 2060, en raison des délais impliqués.

La situation pourrait encore être améliorée par l'accélération de l'élimination progressive des HCFC et du bromométhane, en particulier dans les pays en voie de développement, et par la garantie d'une destruction sûre des CFC et des halons dans des stocks et autres réservoirs (par ex. vieux réfrigérateurs et extincteurs).

Tableau 3.3 Dates d'élimination progressive des substances appauvrissant l'ozone pour les pays développés

Substance	Année	Protocole de Montréal
Halons	1994	élimination progressive complète de la production
CFC, CCl ₄ , CH ₃ CCl ₃	1996	élimination progressive complète (élimination progressive des CFC et du CCl ₄ dans l'UE d'ici à 1995)
HBFC	1996	élimination progressive complète
HCFC	1996	gel de la consommation calculée à 2,8% de la consommation de CFC en 1989 plus la consommation totale de HCFC en 1989 (calculée à 2,6 % de la consommation de CFC dans l'UE)
	2020	élimination progressive avec un reliquat de 0,5 % pour assurer le fonctionnement des équipements existants d'ici à 2030 (2015 pour l'UE)
CH ₃ Br	1995	gel de la production et de la consommation aux niveaux de 1991
	1999	réduction de 25 % par rapport à 1995 (en 1998 pour l'UE)
	2001	réduction de 50 %
	2005	élimination progressive, avec possibilité d'exemption pour les utilisations agricoles essentielles

Remarque: Le calendrier d'élimination progressive du bromométhane a été actualisé pour y inclure les derniers accords de Montréal en 1997.

Source: SORG, 1996

Il sera également crucial de prendre des mesures efficaces pour limiter les violations des accords internationaux (par ex. par la contrebande), de continuer à contrôler les substances appauvrissant l'ozone dans la troposphère afin de s'assurer du respect des protocoles et de surveiller la couche d'ozone et les niveaux de rayonnement UV pour avoir confirmation que les mesures prises atteignent l'effet désiré.

Bibliographie

AFEAS (1997). *Production, sales and atmospheric release of fluorocarbons through 1995*. AFEAS (Alternative Fluorocarbon Environmental Acceptability Study). Washington D.C., USA.

Bojkov, R.D., Bishop, L. and Fioletov, V.E. (1995). Total ozone trends from quality controlled ground-based data (1964-1994). In *J. Geophys Res.*, Vol. 100, p. 25867-25876.

Bordewijk, J.A. and van der Woerd, H.J. (1996). Ultraviolet dose maps of Europe, a remote sensing/GIS application for public health and environmental studies. In *BCRS Report No 96-30*. Delft, the Netherlands.

Braathen G., Rummukainen, M., Kyrö, E., Schmidt, U., Dahlback, A., Jørgensen, R., Fabian, T.S., Rudakov, V.V., Gil, M., and Borchers, R. (1994). Temporal development of ozone within the arctic vortex during the winter of 1991/92. In *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 21, p. 1407-1410.

Cunnold, D.M., Weiss, R.F., Prinn, R.G., Hartley, D., Simmonds, P.G., Fraser, P.J., Miller, B., Alyea, F.N., Porter, L. (1997). GAGE/AGAGE measurements indicating reductions in global emissions of CCl₃F and CCl₂F₂ in 1992-1994. In *J. Geophys. Res.* Vol. 102, p. 1259-1269.

Herman, J.R., Bhartia, P.K., Ziemke, J., Ahmed, Z., Larko, D. (1996). UVB increases (1979-1992) from decreases in total ozone. In *Geophys. Res. Lett.* Vol. 23, p. 2117-2120.

Isaksen, I., von der Gathen, P., Braathen, G., Chipperfield, M., Goutail, F., Harris, N.R.P., Müller, R. and Rex, M. (1997). Ozone loss, Chapter 5 in *European research in the stratosphere*. The contribution of EASOE and SESAME to our current understanding of the ozone layer. CEC, Luxembourg. ISBN 92-827-9719-8.

Labitzke, K. and H. van Loon (1995). A note on the distribution of trends below 10hPa: The extratropical northern hemisphere. In *J. Met. Soc. Japan*, Vol. 73, p. 883-889.

Larsen, N., Knudsen, B., Mikkelsen, I.S., Jørgensen, T.S. and Eriksen, P. (1994). Ozone depletion in the Arctic stratosphere in early 1993. In *Geophys Res. Lett.*, Vol. 21, p. 1611-1614.

McPeters, R.D., Hollandsworth, S.M., Flynn, L.E. and Hermann, J.R. (1996a). Long-term ozone trends derived from the 16-year combined Nimbus 7/Meteor 3 TOMS version 7 record. In *Geophys Res. Lett.*, Vol. 23, p. 3699-3702.

McPeters, R.D., Bhartia, P.K., Krueger, A.J., Herman, J.R., Schlesinger, B.M., Wellemeyer, C.G., Seftor, C.J., Jaross, G., Taylor, S.L., Swissler, T., Torres, O., Labow, G., Byerly, W. and Cebula, R.P. (1996b). Nimbus-7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) Data Products User's Guide. In *NASA Reference Publication* Washington D.C.

Moan, J., Dahlback, A., Henriksen, T. and Magnus, K. (1989). Biological Amplification Factor for Sunlight-Induced Non-Melanoma Skin Cancer at High Latitudes. In *Cancer Res.*, Vol. 49, p. 5207-5212.

Montzka, S.A, Butler, J.H., Myers, R.C., Thompson, T.M., Swanson, T.H., Clarke, A.D., Lock, L.T., Elkins, J.W. (1996). Decline in tropospheric abundance of halocarbons: Implications for stratospheric ozone. In *Science*, Vol. 272, p. 1318-1322.

Müller R., Crutzen, P.J., Groß, J-U., Brühl, C., Russel III, J.M., Gernandt, H., McKenna, D.S. and Tuck, A. (1997). Severe chemical ozone loss in the Arctic during the winter of 1995-96. In *Nature*, Vol. 389, p. 709-711.

NOAA (1996). *Northern Hemisphere Winter Summary 1995/96: Selected indicators of stratospheric climate*. NOAA Climate Prediction Centre, Washington D.C. Également disponible sur le World Wide Web à l'adresse: <http://cops.wwb.noaa.gov/products/stratosphere/winter-bulletins/nh-95-96/>

Norton, W.A. and Chipperfield, M.P. (1995). Quantification of the transport of chemically activated air from the northern hemisphere polar vortex. In *Geophys. Res.*, Vol. 100, p. 25817-25840.

Oltmans, S.J. and Hofmann, D. (1995). Increase in lower stratospheric water vapour at a mid-latitude northern hemisphere site from 1981-1994. In *Nature*, Vol. 374, p. 146-149.

71 Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

Peter, T., Brühl, C. and Crutzen, P.J. (1991). Increase in the PSC-formation probability caused by high-flying aircraft. In *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 18, p. 1465-1468, 1991.

Prinn, R.G., Weiss, R.F., Miller, B.R., Huang, J., Alyea, F.N., Cunnold, D.M., Fraser, P.J., Hartley, D.E. and Simmonds, P.G. (1995). Atmospheric trends and lifetime of CH₃CCl₃ and global OH concentrations. In *Science*, Vol. 269, p. 187-192.

Pyle, J.A., Chipperfield, M.P., Kilbane-Dawe, I., Lee, A.M., Stimpfle, R.M., Kohn, D., Renger, W., Walters, J.W. (1995). Early modelling results from the SESAME and ASHOC campaigns. In *Faraday Discuss., Royal Soc. of Chem.*, Vol. 100, p. 371-387.

Rex, M., Harris, N.R.P., von der Gathen, P., Lehmann, R., Braathen, G.O., Reimer, E., Beck, A., Chipperfield, M.P., Alfier, R., Allaart, M., O'Connor, F., Dier, H., Dorokhov, V., Fast, H., Gil, M., Kyrö, E., Litynska, Z., Mikkelsen, I.S., Molyneux, Nakane, H., Notholt, J., Rummukainen, M., Viatte, P., Wenger, J. (1997). Prolonged stratospheric ozone loss in the 1995-96 Arctic winter. In *Nature*, Vol. 389, p. 835-838.

Slaper, H., Velders, G.J.M., Daniel, J.S., de Groot, F.R., van der Leun, J.C. (1996). Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Protocol achievements. In *Nature*, Vol. 384, p. 256-258.

Slaper, H., Velders, G.J.M., Matthijsen, J. (1997). *Ozone depletion and skin cancer incidence: a source-risk approach*, p. 73-76, Book of Papers. Eds: B.J.M. Ale, M.P.M. Janssen and M.J.M. Pruppers. RISK97, International Conference "Mapping Environmental Risks and Risk Comparison". Smith, R.C, Prezelin, B.B., Baker, K.S., Bidigare, R.R., Boucher, N.P., Coley, T., Karentz, D., MacIntyre, S., Matlick, H.A., Menzies, D., Ondrusek, M., Wan, Z., Waters, K.J. (1992). Ozone depletion: Ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters. In *Science*, Vol. 255, p. 952-959.

SORG (1996). *Stratospheric ozone 1996*. United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group. Sixth report. DoE Reference number 96DPL0021. HMSO, London. Ce rapport est également disponible sur le World Wide Web à l'adresse: <http://www.ozone-sec.ch.cam.ac.uk/eorcu/>

UNEP (1995). Environmental effects of ozone depletion, 1994 assessment. In *Ambio*, Vol. 3, p. 138-196.

von der Gathen, P., Rex, M., Harris, N.R.P., Lucic, D., Knudsen, B.M., Braathen, G.O., De Backer, H., Fabian, R., Fast, H., Gil, M., Kyrö, E., St. Mikkelsen, I., Rummukainen, M., Stähelin, J., Varotsos, C. (1995). Observational evidence for chemical ozone depletion over the Arctic in winter 1991-92. In *Nature*, Vol. 315, p. 131-134.

Zurek, R.W., Manney, G.L., Miller, A.J., Gelman, M.E. and Nagatani, R.M. (1996). Interannual variability of the north polar vortex in the lower stratosphere during the UARS mission. In *Geophys Res. Lett.*, Vol. 23, p. 289-292.

4. Acidification

Aspects principaux

Une certaine réduction des effets des dépôts acides provenant des émissions de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote et d'ammoniac dans l'eau douce a été enregistrée depuis l'évaluation de *Dobris*, la faune des invertébrés de nombreux sites affichant une évolution favorable partielle. La vitalité de nombreuses forêts diminue toujours mais, bien que ces dégâts ne soient pas nécessairement liés à l'acidification, les effets à long terme des dépôts acides sur les sols peuvent y contribuer. Dans les zones sensibles, l'acidification engendre une mobilité accrue de l'aluminium et des métaux lourds, entraînant une pollution de la nappe souterraine.

Les dépôts de substances acidifiantes diminuent depuis 1985 environ. Les charges critiques (niveaux de dépôt au-dessus desquels des effets nocifs à long terme peuvent être escomptés) sont toutefois toujours dépassées dans environ 10 % des zones terrestres d'Europe, principalement en Europe centrale et septentrionale.

En Europe, les émissions de dioxyde de soufre ont diminué de moitié entre 1980 et 1995. Les émissions totales d'azote (oxydes d'azote plus ammoniac), restées approximativement constantes entre 1980 et 1990, ont diminué de 15 % environ entre 1990 et 1995, les principales chutes étant intervenues dans l'ECO et les NEI.

Le secteur des transports est devenu la principale source d'émissions d'oxydes d'azote, contribuant à 60 % du total en 1995. Entre 1980 et 1994, le transport routier de marchandises a progressé de 54 %; entre 1985 et 1995, le transport routier de passagers a augmenté de 46 % et le transport aérien de passagers de 67 %.

En Europe occidentale, l'introduction des pots catalytiques s'est traduite par une réduction des émissions générées par le secteur des transports. Les effets de ces mesures sont toutefois assez lents en raison du faible taux de renouvellement du parc de véhicules. D'autres réductions devraient nécessiter des mesures fiscales portant sur les carburants et les véhicules.

Dans l'ECO et les NEI, il existe non seulement un important potentiel de croissance dans le transport privé, mais également un potentiel majeur d'amélioration du rendement énergétique dans l'ensemble du secteur des transports.

Les mesures politiques visant à lutter contre l'acidification n'ont connu qu'un succès partiel:

- L'objectif du protocole de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLTRAP) portant sur les oxydes d'azote, qui visait à stabiliser d'ici à

1994 les émissions au niveau de 1987, a été atteint pour l'ensemble de l'Europe, mais pas par les 21 parties contractantes. Certaines parties, ainsi que des pays non parties, sont toutefois parvenues à des réductions considérables.

- **Le cinquième programme d'action écologique de la Commission européenne (5PAE) visait une réduction de 30 % des émissions d'oxydes d'azote entre 1990 et 2000. Seule une réduction de 8 % avait été atteinte en 1995, et il semble improbable que l'objectif pour l'an 2000 soit satisfait.**

Un protocole multi-polluants et multi-effets devrait être prêt en 1999. Il aura pour objet de définir de nouveaux plafonds nationaux d'émission, sur une base de rentabilité, pour les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

- **L'objectif du premier protocole de la CLRTAP pour le soufre, visant à réduire en 1993 les émissions de 30 % par rapport à 1980, a été atteint par les 21 parties au protocole, ainsi que par cinq pays non parties. Plusieurs pays européens (par exemple, le Portugal et la Grèce) n'ont toutefois pas réduit leurs émissions de soufre dans la même proportion au cours de cette période. La satisfaction d'ici à l'an 2000 de l'objectif provisoire du deuxième protocole pour le soufre est plus incertaine, et de nouvelles mesures seront nécessaires pour atteindre cet objectif à long terme, qui consiste à ne pas dépasser les charges critiques.**

• **L'objectif du 5PAE concernant le dioxyde de soufre, soit une réduction pour l'an 2000 de 35 % des émissions par rapport au niveau de 1985, a été atteint par l'ensemble de l'UE en 1995 (réduction globale de 40 %) et par la plupart des États membres.**

D'autres mesures visant à atteindre l'objectif à long terme du deuxième protocole relatif au soufre de la CLRTAP sont en cours de développement dans l'UE, à la suite du 5PAE, notamment la réduction de la teneur en soufre des produits pétroliers, la réduction des émissions provenant des grandes installations de combustion et la définition de limites d'émission pour les véhicules routiers. Un objectif provisoire de la stratégie d'acidification de l'UE fait désormais l'objet de discussions: il s'agit d'une réduction de 55 % des émissions d'oxydes d'azote entre 1990 et 2010. Il conviendra d'accorder une attention particulière aux émissions du secteur des transports pour atteindre cet objectif.

4.1. Introduction

Trouvant essentiellement leur origine dans les émissions anthropiques de trois polluants gazeux – le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x) et l'ammoniac (NH₃)–, les dépôts acides sont néfastes pour les systèmes d'eau douce sensibles aux acides, les forêts, les sols et écosystèmes naturels dans les grandes régions d'Europe. Les effets se manifestent de nombreuses façons, dont la défoliation et un affaiblissement de la vitalité des arbres, une diminution des stocks de poissons et de la diversité d'autres animaux aquatiques dans les lacs, rivières et ruisseaux sensibles aux acides, ainsi que des modifications de la chimie du sol. D'importantes parties de l'héritage européen sont également affectées, comme les édifices et monuments en marbre et en pierre à chaux et les vitraux. Les dépôts de composés azotés sont également à l'origine des effets d'eutrophisation des écosystèmes terrestres et marins. L'incidence de l'acidification sur les lacs a diminué depuis l'évaluation de *Dobris*, essentiellement du fait d'une diminution des émissions de soufre. L'acidification des sols se poursuivra toutefois aussi longtemps que les charges critiques seront dépassées, ce qui se vérifie encore dans d'importantes régions d'Europe.

La majorité des émissions de SO₂ et de NO_x trouvent leur origine dans la combustion de fuel lourd et de charbon, en particulier dans les centrales électriques, le chauffage des bâtiments dans les secteurs résidentiels, commerciaux et des services, dans l'industrie, et dans les véhicules diesel ou à essence, y compris les bateaux et les avions.

Encadré 4.1: Transport et dépôt de composés acides

Le SO₂, les NO_x et le NH₃ émis dans l'atmosphère retombent à la surface directement, sous forme de dépôts secs sur la végétation ou d'autres éléments en surface, ou sous forme de retombées humides mélangées à la pluie, la neige, la grêle, le brouillard et la rosée, ou indirectement, sous forme sèche ou humide après une transformation chimique. Le SO₂ et les NO_x peuvent être oxydés en acides sulfurique et nitrique, dans l'atmosphère ou après dépôt. Le NH₃ peut réagir avec les acides sulfurique et nitrique pour former des particules de sulfate d'ammonium et de nitrate d'ammonium.

La durée de vie des gaz acidifiants et de leurs particules dans l'atmosphère dépend des conditions météorologiques et chimiques. En moyenne, les composés sulfurés sont essentiellement déposés dans les deux à quatre jours suivant leur émission. Les oxydes d'azote tendent à rester plus longtemps dans l'atmosphère, mais leur transformation en acide nitrique est relativement rapide, et ce dernier est vite éliminé de l'atmosphère. L'ammoniac est également rapidement déposé, mais pas lorsqu'il est combiné avec de l'acide sulfurique ou nitrique pour former du nitrate et du sulfate d'ammonium. Ces interactions présentent un intérêt particulier pour le transport à longue distance des composés sulfurés et azotés, qui peut alors intervenir sur plusieurs milliers de kilomètres.

Les principaux dépôts de soufre interviennent dans les régions enregistrant les émissions les plus importantes et sont, dans une large mesure, dus aux dépôts secs de dioxyde de soufre. Des taux élevés de dépôts de soufre sont également observés dans les régions affichant des précipitations importantes, par exemple, dans les régions côtières et montagneuses. Les dépôts d'azote oxydé (trouvant leur origine dans les émissions de NO_x) présentent des schémas similaires, bien que des quantités relativement plus faibles (comparées au soufre) soient déposées à proximité de la source d'émission. L'azote oxydé est transporté sur de plus longues distances et contribue au problème de l'ozone troposphérique (chapitre 5), dans la mesure où les NO_x sont des précurseurs majeurs de la formation de l'ozone.

Le schéma de dépôt de composés azotés réduits (ceux trouvant leur origine dans les émissions d'ammoniac) est dominé, dans une plus large mesure que le soufre, par des taux de dépôt élevés à proximité des sources. L'ammoniac est donc transporté sur des distances moins longues que celles des oxydes de soufre et d'azote. En France, par exemple, 33 % des dépôts de soufre et 62 % du total des dépôts d'azote proviennent de sources nationales, 30 % du soufre et 15 % du total de l'azote émanent de pays voisins (Allemagne, Espagne et Royaume-Uni), et 37 et 23 % respectivement de sources plus lointaines.

La principale source d'information et de données sur les dépôts, concentrations, transports à longue distance et flux transfrontières de polluants atmosphériques acidifiants est le programme européen concerté de surveillance et d'évaluation (EMEP), établi dans le cadre de la Convention de Genève CEE 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (LTRAP). La zone couverte par l'EMEP est reprise à la carte 4.1.

Les émissions de NH_3 trouvent principalement leur origine dans la production et l'épandage de fumier.

Après leur émission dans l'atmosphère, les gaz acidifiants se dispersent et peuvent rester dans l'atmosphère plusieurs jours et être transportés sur de longues distances par les vents, entraînant des effets loin du point d'émission. L'encadré 4.1 résume les processus par lesquels les émissions acides retombent à la surface pour se traduire par l'acidification du sol et de l'eau et l'encadré 4.2 définit le concept de charge critique.

L'acidification est un problème transfrontière demandant une combinaison d'initiatives nationales et internationales, par exemple, des mesures visant à encourager un passage à des carburants plus propres et une réduction des émissions, particulièrement pour les véhicules et les centrales au charbon et au mazout.

4.2. Effets

Forêts et sols

Des dégâts importants affectant les arbres, sous forme de défoliation et de décoloration, ont été signalés, en particulier en Europe centrale, dans des études réalisées régulièrement depuis 1986 (Becher *et al.*, 1996, Lorenz *et al.*, 1997). Ces dégâts ne sont toutefois pas nécessairement liés à l'acidification. D'autres agressions environnementales, telles que la sécheresse, la force d'entraînement du vent et les dégâts dus au gel, de même que le vieillissement normal d'un peuplement forestier, engendreront également une défoliation et une diminution de vitalité. En Scandinavie, le feuillage des épicéas diminue avec l'altitude, en raison des conditions environnementales rigoureuses et des longs hivers. Les effets de la sécheresse sont manifestes dans certaines régions, par exemple, en Espagne qui a connu de sévères sécheresses entre 1990 et 1993. D'autres agressions de pollution, comme l'exposition à l'ozone et à des concentrations épisodiques élevées de dioxyde de soufre, peuvent également être impliquées. Il est donc impossible d'établir un rapport de cause à effet entre un apport de dépôts acides supérieur à la charge critique (encadré 4.2) et une réduction observée du feuillage, même dans les régions où la capacité neutralisante du sol devrait exercer une influence importante sur la croissance et le vieillissement des peuplements forestiers. En dépit des réductions d'émissions, les résultats de la surveillance révèlent une intensification générale de la défoliation arboricole qui peut en partie être due au vieillissement des peuplements forestiers surveillés. L'acidification du sol est toutefois un processus lent qui se poursuivra dans les régions où les charges critiques sont dépassées, avec d'éventuels effets à long terme.

Encadré 4.2: Charges critiques

La charge critique est définie comme "le dépôt le plus important de composés acidifiants qui n'entraînera pas de changements chimiques induisant des effets nocifs à long terme sur la structure et la fonction de l'écosystème". (Gregor *et al.*, 1996). Les charges critiques ont été regroupées pour l'Europe sur une grille de 50 x 50 km² (Posch *et al.*, 1997), qui peut être comparée avec des taux de dépôt mesurés ou modélisés. Le critère de calcul de ces charges critiques n'est pas universellement accepté, et des expériences montrent que des essences forestières communes peuvent ne pas être particulièrement sensibles à certains changements chimiques du sol. Il existe toutefois un vaste consensus sur le fait que les apports acides dépassant les charges critiques engendrent l'épuisement des éléments nutritifs disponibles pour les végétaux, qui peut affecter la croissance et la vitalité des arbres. Le dépassement des charges critiques est la seule mesure européenne de cet épuisement.

Utilisé dans le contexte des effets sur les forêts et les sols, le concept des charges critiques est également applicable aux eaux douces, les niveaux de charge critique étant basés sur les dommages subis par certains organismes et populations (poissons et invertébrés) sensibles aux changements chimiques de l'eau résultant des dépôts acides.

Les charges critiques sont calculées pour le soufre, l'azote acidifiant et l'azote eutrophisant. Les effets eutrophisants de l'azote sont associés à une augmentation de la lixiviation de l'azote dans les nappes souterraines, ruisseaux et lacs et à des changements de l'écosystème forestier. Au niveau des pays européens, les informations sur la charge critique sont rassemblées sur la base de données présentées au CCE (Co-ordinating Centre for Effects), qui les rassemble et les fusionne sous forme de cartes et de bases de données. Les valeurs les plus récentes sont reprises dans Posch *et al.*, 1997. Dans ses travaux sur les stratégies de réduction des émissions, la CEE utilise les charges critiques conditionnelles de percentile 5 pour les mailles de la grille EMEP de 150 x 150 km. Le *percentile 5* signifie que les 5 % de la surface d'une maille de grille couvrant les écosystèmes les plus sensibles demeureront non protégés. L'acidification étant due aux dépôts de soufre et d'azote, la quantité de dépôts de soufre qu'un écosystème peut tolérer dépendra également du niveau de dépôts d'azote, et inversement. En connaissant le niveau de dépôts d'azote (basé, par exemple, sur des calculs de modèle), il est possible de déduire les charges critiques *conditionnelles* pour le soufre, qui peuvent varier d'année en année si les dépôts d'azote changent. De même, les charges critiques conditionnelles pour l'azote peuvent être déduites lorsque les dépôts de soufre sont connus. Les charges critiques conditionnelles seront inférieures (ou, théoriquement, égales) aux charges critiques estimées à partir des dépôts de soufre uniquement. Un dépassement est enregistré à chaque observation ou calcul de dépôts supérieurs à une charge critique. La section 4.2.2 présente les dépassements estimés.

Baser les réductions d'émissions sur des dépassements moyens à grande échelle dans des mailles de grille de 150 x 150 km comporte toutefois une limitation importante, en ce sens que, localement, au sein d'une grande surface de grille, les dépôts peuvent varier considérablement, de sorte que les dépassements réels dans les écosystèmes locaux peuvent être sensiblement différents de ceux fondés sur des estimations des dépôts moyens.

Eau douce

Plusieurs milliers de lacs en Europe, essentiellement dans les régions septentrionales, ont été sérieusement affectés par les dépôts acides. Les effets sur les organismes aquatiques peuvent être directs, en raison de la toxicité, ou indirects, à la suite de la perte de nourriture végétale ou de proies sensibles aux acides, ou de changements chimiques complexes de l'eau dus à une augmentation de l'acidité. Dans de nombreux cas, des populations entières de poissons ont disparu. (Hesthagen *et al.*, 1995).

Une comparaison de données pour les années 1980 et 1990 indique que les réductions des dépôts de soufre engendrent actuellement une amélioration chimique de l'eau et un rétablissement partiel de la faune d'invertébrés dans de nombreux sites (Lükewille *et al.*, 1997). Au niveau régional, les concentrations de sulfate diminuent dans presque tous les sites et, dans pratiquement tous les cas, les baisses observées au cours des années 1990 sont plus importantes que celles des années 1980 (figure 4.1). Le Royaume-Uni constitue une exception, dans la mesure où une diminution des concentrations de sulfate n'est pas encore pleinement attestée, en dépit de réductions des dépôts de soufre.

Les changements des concentrations de soufre impliquent une modification des concentrations des autres constituants de l'eau. Dans les pays nordiques (Finlande, Suède, Norvège), l'alcalinité a diminué dans les années 1980 (croissance de l'acidification), mais augmenté dans les années 1990 (rétablissement). Sur de nombreux sites européens (Italie, Allemagne, Pays-Bas, Danemark), l'alcalinité a progressé dans les années 1980, et le rythme de croissance s'est accéléré dans les années 1990. Une fois encore, une augmentation de l'alcalinité des eaux douces au Royaume-Uni n'est pas encore pleinement attestée pour la même période.

La figure 4.2 montre les pourcentages des lacs présentant un dépassement de la charge critique pour le soufre dans différents pays. La valeur importante pour la Norvège est due à l'association de dépôts élevés de soufre et de charges critiques très basses, en particulier dans le sud. Le chiffre du pays de Galles est également considérable, malgré des charges critiques relativement significatives, en raison de l'importance des niveaux de dépôts. Dans la région de Kola en Russie, les dépôts sont essentiellement dus aux hauts fourneaux locaux. Les chiffres pour la Finlande et la Suède impliquent un dépassement de la charge critique dans environ 3 000 lacs finlandais et 6 000 lacs suédois.

Autres effets

L'effet nocif des composés acidifiants sur les matériaux est presque entièrement dû au dioxyde de soufre gazeux dans des régions où les concentrations de dioxyde de soufre sont élevées. Les avantages en termes de réduction des coûts d'entretien et de remplacement des bâtiments et constructions compensent, dans une large mesure, ceux de la réduction des émissions de dioxyde de soufre en Europe (Kucera et Fitz, 1995). Les préoccupations vont également croissant quant aux effets néfastes des matières particulaires (PM) sur la santé, particulièrement dans les régions urbaines (voir chapitre 12, sections 12.2.2 et 12.3.2) où les

émissions de soufre et d'azote acidifiants constituent une source majeure de petites particules d'un diamètre inférieur à 2,5 micromètres (PM_{2,5}).

Figure 4.1 Changements du sulfate et de l'alcalinité des eaux de surface, années 1980 et 1990

Évolution annuelle du sulfate des eaux de surface pendant les années 1980 et 1990 dans différentes régions d'Europe

Sulfate
Europe centrale
Pays nordiques

Remarque: Les valeurs négatives indiquent une diminution du sulfate ou de l'alcalinité, alors que les valeurs positives désignent une augmentation. La longueur du bâton signale l'ampleur du changement.

Source: Lükewille *et al.* (1997).

Figure 4.2 Pourcentage de lacs dans les différents pays enregistrant un dépassement de la charge critique pour le soufre (S), automne 1995

Norvège
Pays de Galles
Kola (Russie)
Finlande
Suède
Danemark
Carélie (Russie)
Écosse

Pourcentage de la population totale des lacs

Remarque: Les chiffres concernant le Danemark et la Carélie sont incertains, en raison du faible nombre de lacs étudiés.

Source: Henriksen *et al.* (1998)

Figure 4.3 Concentrations dans l'atmosphère de particules de sulfate dans les sites ruraux

Ispra, Italie
Jarczew, Pologne
Suwalki, Pologne
Keldsnor, Danemark
Tange, Danemark
Birkenes, Norvège
High Muffles, Royaume-Uni
Eskdalemuir, Royaume-Uni

Remarque: Différences des échelles verticales

Source: EMEP/CCC

Les particules de nitrate de sulfate et d'ammonium en suspension dans l'air peuvent affecter la visibilité et agir comme noyaux de condensation pour la formation de brouillard et de nuages. Les particules de sulfate en suspension dans l'air peuvent partiellement compenser le réchauffement de la planète dû aux gaz à effet de serre à l'échelle régionale (voir chapitre 2, section 2.3).

4.3. Évolution des concentrations mesurées dans l'atmosphère

Les diminutions signalées des effets des dépôts acides en Europe résultent de réductions des émissions de dioxyde de soufre au cours des 15 dernières années, des baisses correspondantes des concentrations de dioxyde de soufre et d'aérosols de sulfate dans l'atmosphère et de l'acidité des précipitations. Ces progrès sont les plus prononcés dans les sites d'Europe occidentale et septentrionale où les sources d'émission ont été soumises à des mesures de réduction.

Les concentrations de dioxyde de soufre étant souvent fortement influencées par des émissions relativement proches des sites de mesure, leur évolution est difficile à interpréter. Les particules d'acide sulfurique et d'aérosols de sulfate présentent des temps de séjour atmosphérique plus longs que le dioxyde de soufre et sont donc plus représentatives de l'évolution à long terme. L'examen des résultats enregistrés dans les sites de mesure de l'EMEP pour 1980-93 (figure 4.3) indique des réductions sensibles des concentrations de sulfate en suspension dans l'air dans les sites d'Europe septentrionale. Une réduction des concentrations de sulfate en suspension dans l'air est également observée à Ispra dans le nord de l'Italie. Les baisses constatées coïncident dans une large mesure avec la réduction des émissions amorcée au milieu des années 1970 en Europe occidentale et à la fin des années 1980 en Europe orientale.

4.4. Dépôts de substances acidifiantes

4.4.1. Évolution

Les émissions de soufre en Europe ont augmenté régulièrement à partir de 1880 (hausse uniquement interrompue par la Seconde Guerre mondiale) pour atteindre un maximum de 60 millions de tonnes par an en 1980, et ont ensuite fortement diminué (figure 4.4) (Mylona, 1996).

Les dépôts présentent le même schéma général, comme le montre la figure 4.5, pour un site dans le sud de la Norvège et un autre dans le sud de la Pologne. Le site polonais est représentatif du "Triangle noir", où les frontières de l'Allemagne, de la République tchèque et de la Pologne se rencontrent. Les dépôts ont commencé à chuter nettement plus tôt en Norvège qu'en Pologne, puisque les émissions en Europe nord-occidentale ont amorcé leur baisse presque 10 à 15 ans plus tôt que dans les pays de l'ECO et les NEI, en particulier dans l'ex-République démocratique allemande, en République tchèque et en Pologne.

La figure 4.6 illustre l'évolution des dépôts de soufre, de l'azote oxydé et de l'azote réduit pour différentes régions entre 1985 et 1995. Les régions sont soumises à différentes conditions météorologiques et leur proximité par rapport aux grandes régions d'émission varie considérablement (voir cartes 4.4 et 4.5). Les schémas de dépôts coïncident généralement avec les changements des émissions. La diminution des émissions de NO_x en Europe occidentale pendant cette période a été faible, les bénéfices issus de l'amélioration de la technologie et les baisses des émissions provenant de l'industrie et des ménages étant contrebalancés par l'utilisation croissante des véhicules à moteur (voir section 4.6).

Dans l'ensemble de l'Europe, les dépôts d'azote gagnent en importance, en valeur relative, en comparaison de ceux de soufre.

Les conséquences des émissions de dioxyde de soufre peuvent, en principe, être partiellement neutralisées par les dépôts de matériaux alcalins, tels que les cendres volantes et certaines poussières industrielles. Les émissions de matériaux de ce genre diminuent depuis plusieurs décennies à la suite de mesures antipollution (Hedin *et al.*, 1994), et les quantités émises sont à l'heure actuelle probablement trop faibles pour exercer un quelconque effet neutralisant significatif (Semb *et al.*, 1995). Les apports de poussières désertiques alcalines peuvent, toutefois, être importants en Europe méridionale et du sud-est.

4.4.2. Dépassements des charges critiques

La figure 4.7 montre les changements intervenus entre 1985 et 1995 dans la proportion de la surface totale de l'écosystème européen qui enregistre des dépassements. Le schéma coïncide généralement avec les réductions d'émissions survenues. Les grandes différences annuelles peuvent être attribuées à la variation des conditions météorologiques. La tendance à la baisse du soufre est liée à la réduction des émissions de SO₂ (figure 4.8). Ceci affecte en outre la surface totale de dépassement de l'azote acidifiant, dans la mesure où sa charge critique conditionnelle est plus importante en présence de dépôts de soufre moindres. Les émissions

totales d'azote ($\text{NO}_x + \text{NH}_3$) ont toutefois peu changé pendant cette période. Cette situation est reflétée par la surface de dépassement quasiment intacte de l'azote eutrophisant qui est indépendant des dépôts de soufre.

La carte 4.1 illustre le schéma spatial des dépassements de la charge critique conditionnelle du soufre. Des maxima sont observés à proximité des principales sources d'émission en Europe centrale, dans l'est du Royaume-Uni et à quelques autres endroits.

Figure 4.4 Émissions de soufre en Europe, 1880-1995
millions de tonnes

Sources: Mylona (1996) et EMEP/MSC-W (à partir de 1980)

Figure 4.5 Dépôts de soufre dans le sud de la Norvège et de la Pologne, 1880-1995

Sources: Mylona (1996) et EMEP/MSC-W (à partir de 1985)

Carte 4.1 Dépassement des charges critiques conditionnelles de percentile 5 pour le soufre, 1995

Dépassement des charges critiques pour le soufre

1:30 000 000

plus de 2000

1000-2000

Charges en éq/ha dans la grille EMEP150

surfaces sans dépassements

200-400

40-200

moins de 40

Sources: EMEP/MSC-W et CCE

Carte 4.2 Dépassement des charges critiques conditionnelles de percentile 5 pour l'azote acidifiant, 1995

Dépassement des charges critiques pour l'azote acidifiant

1:30 000 000

Charges en éq/ha dans la grille EMEP 150

plus de 1000

400-1000

surfaces sans dépassements

200-400

40-200

moins de 40

Sources: EMEP/MSC-W et CCE

Carte 4.3 Dépassement des charges critiques conditionnelles de percentile 5 pour l'azote eutrophisant, 1995

Dépassement des charges critiques pour l'azote eutrophisant

1:30 000 000

Charges en éq/ha dans la grille EMEP 150

plus de 1000

400-1000

surfaces sans dépassements

200-400

40-200

moins de 40

Sources: EMEP/MSC-W et CCE

Dans certaines régions de Scandinavie, où les émissions sont assez modérées, le nombre de dépassements est plutôt élevé, en raison du faible pouvoir tampon du sol (une mesure de sa capacité à neutraliser l'acidité). Dans la région méditerranéenne, le pouvoir tampon du sol est nettement plus important, de sorte que les charges critiques sont supérieures et les dépassements beaucoup moins nombreux. La carte 4.2 montre les dépassements de la charge critique conditionnelle de l'azote acidifiant et la carte 4.3 les dépassements des charges critiques de l'azote eutrophisant.

4.5. Émissions

4.5.1. Évolution 1980-95

Les données de cette section incluent l'ensemble des émissions au sein de la région EMEP telles que présentées dans la base de données de l'EMEP sur les émissions (Olendrzynski, 1997). Les figures 8, 9 et 10 montrent l'évolution des émissions de SO₂, NO_x et NH₃ entre 1980 et 1995. Le schéma général indique une diminution importante et régulière des émissions de SO₂ au cours de cette période et une baisse générale mais moins rapide des émissions d'azote uniquement depuis 1990 environ. Les émissions totales de SO₂ ont régressé de près de 50 % entre 1980 et 1995 (figure 4.8). Cette baisse a été la plus prononcée dans les NEI et l'UE, avec des pourcentages de 58 et 57 respectivement, contre environ 40 % pour l'ECO. Ce groupe de pays connaît cette régression essentiellement depuis 1990. Les NO_x ont enregistré des diminutions moindres, mais une baisse de 15 % de l'ensemble des émissions a été observée entre 1990 et 1995 (8 % dans l'UE, 29 % dans l'ECO et 31 % dans les NEI) (figure 4.9). Les données sur les émissions de NH₃ avant 1990 sont incomplètes et incertaines, mais des estimations officielles plus fiables pour l'ensemble de l'Europe sont disponibles depuis 1990. De 1990 à 1995, les émissions de NH₃ en Europe ont diminué de 15 % (9 % dans l'UE, 32 % dans l'ECO et 17 % dans les NEI) (figure 4.10).

4.5.2. Émissions sectorielles

La figure 4.11 montre que les émissions de soufre sont dominées par le secteur de l'énergie, les NO_x par celui du transport et le NH₃ par l'agriculture. Les données sur l'évolution temporelle des différentes émissions sectorielles sont assez incomplètes mais semblent indiquer une réduction de la part des émissions de SO₂ provenant du secteur de l'industrie, une augmentation de celles émanant du secteur de l'énergie et un passage du secteur de l'industrie à celui du transport pour les NO_x. L'agriculture demeure le principal émetteur de NH₃.

4.5.3. Répartition spatiale des émissions

Les cartes 4.4 et 4.5 illustrent la répartition spatiale des émissions de dioxyde de soufre (en tonnes de soufre par an) et de celles d'oxydes d'azote et d'ammoniac (en tonnes d'azote par an) en Europe en 1995, en se fondant sur la base de données des émissions de la grille EMEP 50 x 50 km (Olendrzynski, 1997).

Figure 4.6 Dépôts annuels, 1985-1995

Soufre

Sud de la Pologne
Région du Benelux
Nord de l'Italie
Sud de la Norvège

Azote oxydé

Région du Benelux
Sud de la Pologne
Nord de l'Italie
Sud de la Norvège

Azote réduit

Région du Benelux
Nord de l'Italie
Sud de la Norvège

Source: EMEP/MSC-W

Les émissions de soufre proviennent essentiellement d'Europe centrale, de différentes régions du Royaume-Uni, de l'Espagne, de l'Italie, des Balkans, de l'Ukraine et de la Russie. Les 10 principaux émetteurs de soufre pendant la période 1985-1995 (en milliers de tonnes de S par an) étaient l'Allemagne (2 612), la Russie (2 248), le Royaume-Uni (1 741), la Pologne (1 704), l'Ukraine (1 348), l'Espagne (1 022), la Bulgarie (943), la République tchèque (894), l'Italie (827) et la France (623).

Chacun des 10 principaux émetteurs de soufre est également le premier responsable des dépôts de soufre nationaux en raison du taux de dépôt sec élevé de SO₂ à proximité de la source d'émission. Plus de la moitié du soufre déposé au sein des frontières de plusieurs pays avoisinants (Autriche, Belgique, Danemark, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Suisse, Suède, Biélorussie, Lettonie et Lituanie) émane de ces 10 principaux émetteurs. Ce schéma est également reflété dans les dépassements des charges critiques (carte 4.1).

Le schéma des émissions d'azote est plus régulier que celui des émissions de soufre. Il est particulièrement prononcé aux Pays-Bas, en l'Allemagne occidentale et au sud du Royaume-Uni. Ainsi que mentionné à la section 4.4.1, les émissions d'azote deviennent une source de plus en plus importante d'acidification. Dans de vastes régions de France, d'Espagne, d'Italie, de Scandinavie, des pays de l'ECO et des NEI, les émissions d'azote sont désormais supérieures à celles de soufre. Les 10 principaux émetteurs d'azote total (NO_x et NH₃, en milliers de tonnes de N par an) étaient la Russie (1 610), l'Allemagne (1 486), le Royaume-Uni (1 067), la France (1 064), l'Italie (938), l'Ukraine (880), la Pologne (793), l'Espagne (615), la Roumanie (388) et les Pays-Bas (355).

En Bulgarie, au Danemark, en France, en Allemagne, en Irlande, en Italie, aux Pays-Bas, au Portugal, en Roumanie, en Espagne, en Turquie, au Royaume-Uni et en Ukraine, les émissions nationales contribuent à plus de la moitié des dépôts d'azote nationaux. Les autres pays reçoivent plus de 50 % de sources situées à l'étranger.

Par rapport au soufre, le dépôt total d'azote est quelque peu plus localisé, mais le caractère transfrontière du transport d'azote demeure évident (voir encadré 4.1). Les cartes 4.1 et 4.2, qui représentent les dépassements des charges critiques reflètent des différences au niveau des distances de transport.

4.6. Forces motrices: le transport

Le progrès réalisé dans la résolution du problème de l'acidification résulte essentiellement de la réduction continue des émissions de dioxyde de soufre. L'attention se concentre désormais davantage sur le secteur des transports, dans lequel la politique environnementale n'a pas suivi le rythme de la croissance de l'utilisation des transports: le secteur des transports est la principale source des émissions d'oxydes d'azote et constitue également une source importante d'autres polluants atmosphériques, dont le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, les particules et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM). Certains

composés organiques sont toxiques, le benzène et le butadiène 1,3 suscitant actuellement une inquiétude particulière. Le transport routier émet également des hydrocarbures aromatiques polycycliques et, en cas d'utilisation d'essence au plomb, du plomb.

Parmi les facteurs responsables de l'augmentation des émissions de divers polluants émis par le secteur européen des transports, citons notamment:

- la croissance continue de l'utilisation du transport routier, en particulier les camions et les voitures, et le délaissement du transport ferroviaire;
- l'augmentation de l'utilisation du trafic aérien, le mode de transport connaissant la croissance la plus rapide en Europe;
- l'important potentiel de croissance du transport privé en Europe orientale, à l'instar des schémas de croissance observés en Europe occidentale.

Figure 4.7 Proportion de l'Europe connaissant des dépassements des charges critiques, 1985-95

pourcentage des zones terrestres totales de la région EMEP
soufre acidifiant
azote acidifiant
azote eutrophisant

Remarque: Estimations de la proportion de la surface totale de l'Europe connaissant des dépassements de la charge critique conditionnelle (percentile 5) du soufre et de l'azote, et de la charge critique (constante) de l'azote eutrophisant. Calculs réalisés à partir des mailles de grille EMEP de 150 x 150 km, sur la base d'estimations du nombre des écosystèmes affectés par le dépassement par maille de grille (Posch, 1997).

Sources: EMEP/MSC-W et CCE

Carte 4.4 Émissions de soufre en 1995 à une résolution de 50 km (tonnes de S par an)

plus de 50 000

10 000 - 50 000

1 000 - 5 000

Émissions de soufre

1: 30 000 000

Émissions en tonnes dans la grille EMEP50

500 - 1 000

100 – 500

1-100

Remarques: Inclut les émissions dues à la navigation dans la mer du Nord et l'océan Atlantique nord-est (Lloyd's, 1995). Peu de données sont disponibles pour les émissions dues à la navigation dans la mer Baltique, et presque aucune pour les mers Méditerranée et Noire. Les émissions dans ces mers sont largement sous-estimées.

Source: EMEP

Carte 4.5 Émissions d'oxydes d'azote et d'ammoniac en 1995 à une résolution de 50 km (tonnes de N par an)

plus de 50 000

10 000 – 50 000

5 000 - 10 000

1 000 - 5 000

Émission d'oxydes d'azote et d'ammoniac

1 : 30 000 000

Émission en tonnes dans la grille EMEP50

500-1 000

100 – 500

1 – 100

Remarques: Inclut les émissions dues à la navigation dans la mer du Nord et l'océan Atlantique nord-est (Lloyd's, 1995). Peu de données sont disponibles pour les émissions dues à la navigation dans la mer Baltique, et presque aucune pour les mers Méditerranée et Noire. Les émissions dans ces mers sont largement sous-estimées.

Source: EMEP

4.6.1. Utilisation des transports

Transport de marchandises

La figure 4.12 montre les changements intervenus dans le secteur européen des transports de marchandises entre 1985 et 1995. La croissance continue du transport total de marchandises en Europe occidentale est dominée par celle du transport routier. Le transport ferroviaire a diminué de 20 %, en partie à la suite de la restructuration économique en Allemagne de l'Est ; 17 % seulement du transport de marchandises s'effectuent actuellement par chemin de fer.

Si le transport ferroviaire de marchandises est, proportionnellement, plus important dans l'ECO et les NEI qu'en Europe occidentale, son utilisation a diminué rapidement, de nouveau principalement du fait de la restructuration économique. La croissance du transport routier de marchandises semble depuis 1993 se rapprocher des schémas d'Europe occidentale.

La carte 4.6 représente la proportion de marchandises transportées par route dans les différents pays.

Transport de passagers

Le transport de passagers en Europe ne cesse d'augmenter. Dans l'UE, le trafic aérien a progressé de 82 % et le transport routier de 46 % au cours des 10 années précédant 1994, tandis que l'utilisation de l'autobus a augmenté de 15 % et celle du chemin de fer de 3 % seulement. De nouveau, on observe des différences flagrantes entre les schémas d'Europe orientale et occidentale (figure 4.13).

La possession de voitures est la plus élevée dans des pays tels que l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche et l'Italie, reflétant par là les niveaux supérieurs de richesse de ces pays. Ceci indique toutefois le potentiel d'augmentation du nombre de voitures dans les autres pays européens.

Un passage général du transport public au transport privé est actuellement observé dans l'ECO. Ce changement engendre davantage de pollution, d'embouteillages et de stationnements sauvages dans les villes, qui n'étaient pas conçues pour accueillir un grand nombre de voitures particulières. Ce passage entraîne également une réduction ou une rationalisation importante des réseaux de transport public. En Pologne, par exemple, 24 000 km de lignes de chemin de fer étaient déclarées fonctionnelles en 1993, au terme du programme prévu de construction de routes, seuls 14 000 km devaient rester opérationnels (Hall, 1993).

Parallèlement à l'augmentation de l'utilisation du transport routier, le réseau routier européen s'est étendu tandis que le réseau ferroviaire a stagné, voire diminué. Des autoroutes ont été construites sur le continent, avec de sensibles augmentations de la longueur totale (plus de 200 % dans l'UE seule depuis 1970). La longueur totale de l'ensemble des routes a également progressé, de 17 % dans l'UE et de 12 % dans les pays de l'ECO depuis 1970.

Figure 4.8 Émissions de SO₂ en Europe, 1980-95

en millions de tonnes

Ensemble de l'Europe

Europe occidentale

ECO

NEI

Figure 4.9 Émissions de NO_x en Europe, 1980-95

en millions de tonnes

Ensemble de l'Europe

Europe occidentale

ECO

NEI

Figure 4.10 Émissions de NH₃ en Europe, 1980-95

en millions de tonnes

Ensemble de l'Europe

Europe occidentale

ECO

NEI

Source: EMEP/MSC-W

Le schéma des chemins de fer coïncide avec l'évolution des marchandises transportées. Le réseau ferroviaire affiche une baisse de 6 % dans l'UE, tandis qu'il demeure essentiellement inchangé dans l'ECO et les NEI.

Les scénarios énergétiques faisant l'objet de la section 2.7.2 reposent essentiellement sur l'hypothèse que l'utilisation des transports dans l'ensemble de l'Europe ira croissant (Amman, 1997). Au sein de l'UE, l'utilisation énergétique des voitures devrait passer de 15 à 18 GJ/habitant entre 1990 et 2010. Dans les pays de l'ECO et les NEI, elle devrait augmenter de 3,6 à 5,4 GJ/habitant dans le scénario "stéréotypes". Le scénario supposant une convergence de l'utilisation et du rendement énergétiques dans les pays de l'ECO et les NEI vers les niveaux d'Europe occidentale se traduit toutefois par une consommation de 12 GJ/habitant prévue en Europe. Une grande partie de cette hausse devrait intervenir dans l'ECO. Ces augmentations entraîneront dans ces pays un accroissement des émissions de polluants atmosphériques provenant des voitures.

Si l'utilisation énergétique dans le secteur des transports est susceptible d'augmenter, l'intensité énergétique de ce même secteur (utilisation énergétique des transports par unité de PIB) devrait diminuer. Au sein de l'UE, l'intensité énergétique du secteur des transports devrait passer de 0,76 à 0,64 MJ/ECU PIB entre 1990 et 2010. Pour les pays de l'ECO et les NEI, l'on prévoit une baisse de 1,92 à 1,61 MJ/ECU PIB pour le scénario "stéréotypes" et à 1,11 MJ/ECU PIB pour le scénario "convergence énergétique" (Amman, 1997). Ces pays devraient de toute évidence voir leurs systèmes de transport gagner en efficacité.

4.6.2. Contrôle des émissions du transport routier

Un train de mesures législatives ont été prises en Europe pour contrôler les émissions du transport routier. Au sein de l'UE, la directive 91/441/CEE imposait l'installation de pots catalytiques à triple action sur tous les nouveaux véhicules à moteur à allumage commandé à partir de 1993. Les émissions de NO_x, de CO et de COVNM du parc de véhicules diminuent depuis. D'autres mesures antipollution sont attendues en 2001. Si le trafic va croissant, les émissions devraient toutefois connaître une nouvelle augmentation d'ici environ 15 ans.

Le passage à des voitures plus grosses engendre une hausse globale des émissions de CO₂, intensifiée par les équipements supplémentaires consommant davantage de carburant, par exemple l'air conditionné. Les émissions globales de CO₂ augmenteront probablement à mesure de la croissance de l'utilisation des transports, bien qu'il soit difficile de prédire l'importance de cette progression.

L'utilisation de carburants moins polluants peut être encouragée par des mesures fiscales. La figure 4.14 montre l'évolution des prix du carburant pour le transport routier depuis 1978. Les carburants diesel et essence ont suivi des schémas similaires, l'essence étant plus chère à la suite de mesures fiscales. En Europe, le prix moyen de l'essence sans plomb en 1996 était identique à celui de l'essence au plomb.

Le Livre vert de la CCE vers une tarification équitable et efficace dans les transports a relancé le débat sur l'internalisation des coûts externes. Un système d'"Eurovignette" est appliqué dans l'UE depuis 1993, pour créer un régime de taxation commun aux poids lourds empruntant les routes de la Communauté. Des propositions de mise à jour et de modification de ce système sont actuellement en cours de discussion, notamment une disposition prévoyant une diminution des tarifs pour les véhicules répondant aux nouvelles normes d'émission Euro II.

Figure 4.11 Émissions de substances acidifiantes par secteur, 1994/95

SO₂

NO_x

NH₃

Remarque: Données pour l'UE, l'AELE et l'ECO uniquement. Les données pour l'UE concernent l'année 1994, celles pour l'AELE et l'ECO 1995. Aucune donnée disponible pour d'autres pays européens.

Sources: EEA et ETC/AE.

Carte 4.6 Transport routier de marchandises, par rapport au transport total par route, chemin de fer, voies navigables intérieures et pipelines, 1995

Transport de marchandises

1:30 000 000

Marchandises transportées par route

80-98 %

60-80 %

40-60 %

20-40 %

2-20 %

données disponibles insuffisantes

Sources: CSNU, CEMT

En 1993, 48 % de l'ensemble du carburant pour le transport routier utilisé dans l'UE était du diesel, contre 33 % en 1980. Une utilisation croissante du carburant diesel peut engendrer des réductions négligeables des émissions de CO₂, mais se traduire par une augmentation des émissions de particules et de NOx dans les régions urbaines, dont la relation avec les problèmes de santé a été établie. Bien que les voitures diesel aient un avantage sur les voitures à essence sans pot catalytique en termes d'émissions de NOx, de CO et de COVNM, cet avantage disparaît lorsque la comparaison concerne les voitures à essence avec pot catalytique.

Ajouté à l'essence pour augmenter son indice d'octane, le plomb est un autre polluant émis par le transport routier, et peut contribuer dans une large mesure à la concentration atmosphérique en plomb dans les régions urbaines (voir figure 12.7). De nombreux pays ont introduit l'essence sans plomb pour réduire ces émissions (carte 4.7). Dans certains pays d'Europe orientale, les moteurs peuvent généralement tourner avec de l'essence pauvre en octane sans ajout de plomb. Les pots catalytiques étant endommagés par le plomb de l'essence, les véhicules équipés de ce genre de dispositif doivent utiliser de l'essence sans plomb. La réduction des émissions acides par l'utilisation de pots catalytiques nécessite d'abord la disponibilité de carburants sans plomb.

La production d'essence sans plomb coûte environ 2 % plus cher que celle de l'essence au plomb, mais certains pays ont introduit des mesures d'encouragement fiscal pour stimuler son utilisation. Celles-ci, avec l'obligation d'installation de pots catalytiques et les mesures de sensibilisation, se traduisent par une diminution des émissions de plomb provenant du transport routier (voir figure 6.4).

Figure 4.12 Transport de marchandises en Europe, 1985-1995

Europe occidentale
total
voies navigables intérieures
chemin de fer
pipelines
routes
Europe centrale et orientale

Sources: CSNU, CEMT

Figure 4.13 Transport de passagers en Europe, 1995

air
rail
bus
automobiles
Europe occidentale
Europe centrale et orientale
Nouveaux États indépendants

Sources: CSNU, CEMT

Carte 4.7 Utilisation d'essence sans plomb en Europe, 1996

Utilisation d'essence sans plomb

1:30 000 000

Part de l'essence sans plomb dans l'essence totale

>95 %

75-95 %

<50 %

aucune donnée

Source: Ministère danois de l'Environnement, 1998

4.7. Réponses

Se baser sur la politique européenne des transports pour combattre l'acidification comporte deux faiblesses majeures: les pouvoirs limités de l'UE et d'autres organismes supranationaux, ainsi que la priorité absolue accordée à l'encouragement du marché libre et au développement économique, souvent aux dépens de l'environnement. Le cinquième programme d'action écologique a reconnu que l'introduction d'un système de transport durable nécessiterait une action concertée, non seulement des institutions de l'UE, mais également des gouvernements nationaux et locaux, des entreprises et des personnes, ainsi que d'autres parties intéressées. Depuis, un programme d'action quinquennal pour le développement de la politique européenne de transport a été élaboré, de même qu'un Livre blanc relatif à la compétitivité et à l'accès libre aux réseaux ferroviaires. Autre initiative, le programme Auto Oil, impliquant la Commission et les secteurs pétroliers, a abordé les problèmes des émissions par les véhicules routiers et la qualité de l'air.

Figure 4.14 Prix du carburant pour le transport routier en Europe 1978-96

US\$ par litre
essence au plomb
essence sans plomb
diesel

Source: AIE

Tableau 4.1 Objectifs actuels et prévus de réduction des émissions de la CEE et de l'UE pour combattre l'acidification et l'eutrophisation

Protocoles actuels de la CEE	Année	Principal objectif
Premier protocole sur le soufre (Helsinki)	1985	Réduction pour 1993 des émissions ou des flux transfrontières de soufre de 30 % par rapport aux niveaux de 1980
Deuxième protocole sur le soufre (Oslo)	1994	Plafonds nationaux d'émission pour 2000 (et, dans certains cas, également pour 2005/2010) calculés sur la base d'un objectif provisoire consistant en un resserrement de 60 % de l'écart du dépassement des dépôts de soufre critiques de percentile 5.
Premier protocole sur les NOx (Sofia)	1988	Stabilisation pour 1994 des émissions ou des flux transfrontières de NOx aux niveaux de 1987.
Protocoles de la CEE en cours de préparation	Année (proba-	Principal objectif

	ble)	
Protocole multi-effets/multi-polluants	1999	Établissement de plafonds d'émission nationaux pour les NOx, le NH ₃ et les COV sur la base d'une approche rentable et axée sur les effets (charges et niveaux critiques) afin de réduire l'acidification, l'eutrophisation et l'ozone troposphérique, en association avec des réductions des émissions de COVNM (voir également chapitre 5).
Politique communautaire actuelle	Année	Principal objectif
5PAE - objectif SO ₂	1992	Réduction de 35 % pour l'an 2000 par rapport au niveau de 1985. Plusieurs directives sont entrées en vigueur ou sont en cours de révision pour atteindre cet objectif.
5 PAE – objectif NOx	1992	Stabilisation pour 1994 et réduction de 30 % pour l'an 2000 par rapport au niveau d'émission de 1990. Plusieurs directives sont entrées en vigueur ou sont en voie d'élaboration pour atteindre cet objectif.
Stratégie communautaire en cours de préparation	Année (probable)	Principal objectif
Réduction des émissions de SO ₂ , NOx et NH ₃	1998	Sur la base d'une approche rentable et axée sur les effets (charges critiques), réductions des émissions de SO ₂ , NOx et NH ₃ afin d'atteindre, d'ici à 2010, l'objectif environnemental intermédiaire d'un resserrement de l'écart d'au moins 50 % (sur la base d'un scénario de référence incluant toutes les directives (présentes et en cours de préparation) dans l'UE) dans chaque surface des écosystèmes dépassant les charges critiques définies pour l'acidité totale.

Cette initiative concernait les émissions des véhicules et les normes de qualité des carburants, la réduction des émissions de vapeur et des programmes d'inspection et de maintenance. "Auto-Oil II" est actuellement en cours d'élaboration afin d'envisager des normes pour 2005.

La réduction des émissions dues au transport routier s'inscrit dans un ensemble de stratégies destinées à combattre le problème de l'acidification en Europe, aux niveaux national et international, qui résultent de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLTRAP – CEE, Genève 1979), le premier traité multilatéral relatif à la pollution atmosphérique, et du cinquième plan d'action écologique de l'UE (5PAE). Le tableau 4.1 résume les différents protocoles de la CEE et les politiques communautaires, et le tableau 1 des conclusions générales du présent rapport synthétise les progrès réalisés vers la satisfaction de leurs objectifs.

Dioxyde de soufre (SO₂)

L'objectif du premier protocole sur le soufre dans le cadre de la Convention LTRAP consistait à réduire pour 1993 les émissions de 30% par rapport aux niveaux de 1980. Le but à long terme du deuxième protocole sur le soufre, signé en 1994, est l'interdiction du dépassement des charges critiques pour le soufre. Un objectif provisoire consiste à réduire d'au moins 60 % l'écart entre les niveaux de dépôt de soufre de 1990 et les charges critiques de percentile 5 pour le soufre dans les différentes régions européennes pour l'an 2000. Divers objectifs de réduction des émissions ont été définis pour les différents pays européens sur la base d'une analyse coûts-efficacité.

L'objectif de ce premier protocole a été atteint pour l'ensemble de l'Europe et par pratiquement toutes les parties à la Convention. La satisfaction de l'objectif provisoire du deuxième protocole pour l'an 2000 est plus incertaine. Par exemple, pour l'ensemble de l'UE, l'objectif provisoire consiste en une réduction pour l'an 2000 de 62 % par rapport aux niveaux de 1980. En 1995, une réduction de 57 % par rapport aux niveaux de 1980 a été atteinte – environ 50 % pour l'ensemble de l'Europe.

L'objectif relatif au SO₂ exprimé dans le 5PAE (réduction de 35 % des émissions de 1985 pour l'an 2000) a été atteint pour l'ensemble de l'UE en 1995 (réduction globale de 40 %) et par la plupart des États membres à titre individuel.

Les réductions des émissions de SO₂ atteintes en Europe entre 1980 et 1995 résultaient essentiellement des mesures de réduction pour d'importantes sources ponctuelles (désulfuration des gaz de combustion et charbon à moindre teneur en soufre), certaines de ces réductions résultant de mesures telles que le passage du charbon au gaz naturel et la part décroissante du charbon, la rénovation des centrales électriques et la restructuration économique dans les pays de l'ECO et les NEI.

Les parties à la Convention LTRAP devront continuer à réduire leurs émissions afin d'atteindre l'objectif à long terme du deuxième protocole. Parmi les autres initiatives actuelles ou prévues au niveau européen pour stimuler la poursuite de la diminution des émissions de soufre, citons notamment:

- une stratégie d'acidification – une communication concernant une stratégie communautaire de lutte contre l'acidification a été adoptée par la Commission en mars 1997 (COM(97)88);
- une révision de la directive (88/609/CEE) portant sur les grandes installations de combustion (LCP) et relative à la réduction des émissions de SO₂ et de NO_x par les grandes installations de combustion;
- la directive (93/12/CEE) fixant des limites pour la teneur en soufre du diesel et du gas-oil;
- une proposition de nouvelle directive limitant la teneur en soufre du fuel lourd;
- un ensemble de directives fixant des limites d'émission pour divers types de véhicules routiers, ainsi que plusieurs propositions de nouvelles directives basées sur les résultats du programme Auto Oil;
- la directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

Les stratégies de réduction des émissions en cours d'élaboration par l'UE sont étroitement liées à celles de la CEE (Amann *et al.*, 1997).

Oxydes d'azote (NO_x)

L'objectif du premier protocole sur les NO_x de la Convention LTRAP consistait à stabiliser pour 1994 les émissions au niveau de 1987. Cet objectif a été atteint au niveau européen global, mais pas par tous les pays signataires au protocole.

À l'heure actuelle, un objectif majeur de la convention consiste à mener à terme la négociation d'un nouveau protocole sur les NO_x en 1998. Il s'agit du "protocole multi-effets et multi-polluants", couvrant l'acidification, l'eutrophisation et l'ozone troposphérique, ainsi que les émissions de NO_x, de NH₃ et de COV. Comme pour le deuxième protocole sur le soufre, il visera à minimiser et finalement à éliminer les effets préjudiciables pour l'environnement de la manière la plus rentable possible.

En vertu de ce nouveau protocole, les coûts devront toutefois être optimisés de manière à atteindre au moins les objectifs de qualité environnementale définis pour l'acidification, l'eutrophisation et l'ozone troposphérique.

L'objectif du 5PAE pour les NO_x consiste en une réduction de 30 % des émissions entre 1990 et 2000. Une réduction de 8 % a été atteinte en 1995, et il semble improbable que l'objectif défini pour l'an 2000 puisse être atteint. Le trafic routier devrait aller croissant; les avantages des différentes mesures prises pour réduire les émissions provenant des véhicules à moteur, telles que des normes plus strictes pour les émissions dues aux voitures, ne se ressentiront pas pleinement avant l'an 2000 en raison du faible taux de renouvellement du parc de véhicules. Concernant les sources fixes de NO_x, les nouvelles réductions d'émissions dépendront du niveau de la demande en énergie, de la composition des carburants et du rythme de mise en œuvre par les États membres des dispositions des directives pertinentes (par exemple, les directives LCP et CIPV).

D'autres réductions des émissions de NO_x après l'an 2000 seront nécessaires pour atténuer l'acidification, l'eutrophisation et l'ozone troposphérique. Les stratégies, les objectifs et les mesures communautaires en matière d'acidification seront probablement similaires et intégrés à ceux du deuxième protocole sur les NO_x de la CLTRAP. L'objectif provisoire s'inscrivant dans la stratégie d'acidification de l'UE consiste à réduire de 55 % les émissions de NO_x entre 1990 et 2010.

Ammoniac (NH₃).

À ce jour, aucun objectif international n'a été défini en vue de réduire les émissions d'ammoniac, tant au niveau communautaire que dans le cadre de la Convention LTRAP. Les émissions ont légèrement diminué entre 1990 et 1995, à la suite d'une activité agricole moins intense (réductions des cheptels). L'ammoniac est l'un des polluants faisant l'objet des négociations pour un nouveau protocole sur les NO_x en vertu de la Convention LTRAP; une directive future dans le cadre de la stratégie d'acidification de l'UE devrait fixer des plafonds nationaux d'émission d'ammoniac.

Bibliographie:

Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Gyarfas, F., Heyes, C., Klimont, Z., Schopp, W., Hettelingh, J.-P. and Posch, M. (1997). *Cost-effective control of acidification and ground level ozone*. Second Interim Report. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Becher, G., Förster, M., Lorenz, M., Minnich, M., Möller-Edzards, C., Stephan, K., van Ranst, E., Vanmechelen, L. and Vel., e. (1996). *Forest condition in Europe, Results of the 1995 Survey*. EC-UN/ECE, Brussels, Belgium, Geneva, Switzerland.

Danish Ministry of the Environment (1998). Fourth meeting of the task force on the phase-out of lead in gasoline. *Country Assessment Report*. Danish EPA.

Gregor, H.D., Werner, B. and Spranger, T. (eds.) (1996). *Manual on methodologies for mapping critical loads/levels and geographical areas where they are exceeded*. Task Force on Mapping (TFM), UBA Texte 71/96. Umweltbundesamt (UBA), Berlin, Germany.

Hall, D. R. (1993). *Transport and Economic Development in New Central and Eastern Europe*. Belhaven Press, London, UK.

Hedin, L.O., Granat, L., Likens, G.E., Buishand, T.A., Galloway, J.N., Butler, T.N., and Rodhe, H. (1994). Steep declines in atmospheric base cations in regions of Europe and North America. In *Nature*, Vol. 367, p. 351-354.

Henriksen, A., Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Harriman, R., Curtis, C., Jensen, J.P., Fjeld, E., and Moiseenko, T. (1998). Northern Europe Lake Survey - 1995, Finland , Norway , Sweden, Denmark, Russian Kola, Russian Karelia, Scotland and Wales. *Ambio*, in press.

Hesthagen, T., Berger, H. M., Larsen, B.M. and Saksgård, R. (1995). Monitoring fish stocks in relation to acidification in Norwegian watersheds. In *Water, Air and Soil Pollution*, Vol. 85, p. 641-646.

Kucera, V. and Fitz, S. (1995). Direct and indirect air pollution effects on materials including cultural monuments. In *Water, Air and Soil Pollution*, Vol. 85, p. 153-165.

Lorenz, M., Augustin, S., Becher, G. and Förster, M. (1997). *Forest condition in Europe*. Results of the 1996 crown condition survey. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Hamburg, Germany. EC-UN/ECE, Brussels, Belgium, Geneva, Switzerland.

Lloyd's Register of Shipping (1995). *Marine Exhaust Emission Research Programme*. Lloyd's Register of Shipping, London, UK.

Lükewille, A., Jeffries, D., Johannessen, M., Raddum, G., Stoddard, J., Traaen, T. (1997). The Nine Year Report: Acidification of Surface Waters in Europe and North America. Long-term Developments (1980s and 1990s). Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes, *NIVA-Report*, Serial No. 3637-97, 168 pages.

Mylona, S. (1996). Sulphur dioxide emissions in Europe 1880-1991 and their effect on sulphur concentrations and depositions. In *Tellus*, Vol. 48 B, p. 662-689.

Olendrzynski, K. (1997). Emissions. In *Transboundary Air Pollution in Europe*. MSC-W Status Report 1997. Ed: Berge, E.. EMEP/MSC-W Report 1/97. Norwegian Meteorological Institute, Oslo, Norway.

Posch, M., Hettelingh, J.-P., de Smet P.A.M. and Downing, R.J. (eds.) (1997). *Calculation and mapping of critical thresholds in Europe: Status Report 1997*. Co-ordination Centre for Effects. National Institute of Public Health and the Environment. Report no. 2591101007, Bilthoven, the Netherlands.

Posch, M. (1997). *Personal Communication*. National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven, the Netherlands.

Semb, A., Hanssen, J.E., François, F., Maenhaut, W. and Pacyna, J.M. (1995). Long range transport and deposition of mineral matter as a source for base cations. In *Water, Air, Soil Pollution*, Vol. 85, p. 1933-1940.

Tsyro, S.G. (1997). Long-term source-receptor calculations for acidifying and eutrophying compounds. In *Transboundary Air Pollution in Europe*. MSC-W Status Report 1997, Berge, E. (ed.). EMEP/MSC-W Report 1/97. Norwegian Meteorological Institute, Oslo, Norway.

5. Ozone troposphérique

Aspects principaux

Les concentrations d'ozone dans la troposphère (c'est-à-dire du niveau du sol à 10 000-15 000 m d'altitude) au-dessus de l'Europe sont généralement trois à quatre fois supérieures à celles de l'ère préindustrielle, principalement en raison de l'augmentation très importante des émissions d'oxydes d'azote provenant de l'industrie et des véhicules depuis les années 1950. La variabilité météorologique annuelle empêche la détection de tendances dans l'occurrence d'épisodes de concentration élevée d'ozone.

Les concentrations seuils, définies pour la protection de la santé, de la végétation et des écosystèmes, sont fréquemment dépassées dans la plupart des pays européens. Environ 700 admissions à l'hôpital dans l'UE pendant la période mars-octobre 1995 (dont 75 % en France, en Italie et en Allemagne) peuvent être imputées à des concentrations d'ozone supérieures au seuil pour la protection de la santé. Environ 330 millions de personnes dans l'UE sont susceptibles d'être exposées à au moins un dépassement du seuil par an.

Le seuil pour la protection de la végétation a été dépassé dans la plupart des pays communautaires en 1995. Plusieurs pays ont fait état de dépassements pendant plus de 150 jours à certains endroits. Au cours de la même année, la quasi totalité de la zone forestière et des terres arables de l'UE a également enregistré des dépassements.

Les émissions des principaux précurseurs d'ozone, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) ont augmenté jusqu'à la fin des années 1980, avant de chuter de 14 % entre 1990 et 1994. Le secteur des transports est la principale source des oxydes d'azote, ainsi que des émissions de COVNM en Europe occidentale, alors que, dans l'ECO et les NEI, il s'agit de l'industrie.

La satisfaction des objectifs d'émissions d'oxydes d'azote définis dans la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLTRAP) et le cinquième programme d'action écologique de la Commission européenne se traduirait par une réduction des concentrations maximales d'ozone de 5 à 10 % seulement. La satisfaction de l'objectif à long terme, correspondant au non-dépassement des seuils, dépendra principalement de la réduction des concentrations globales d'ozone troposphérique. Cela nécessitera des mesures relatives aux émissions de polluants précurseurs (oxydes d'azote et COVNM), couvrant l'ensemble de l'hémisphère nord. Une première étape consistera à définir de nouveaux plafonds d'émission nationaux dans le cadre du nouveau protocole multi-effets et multi-polluants.

5.1. Introduction

Le smog photochimique, plus connu sous le nom de "smog d'été", est à l'origine de problèmes respiratoires dans la population européenne depuis plusieurs décennies. Il peut être très nocif

pour les plantes. Des périodes de smog d'été surviennent chaque année dans une grande partie de l'Europe.

Le smog d'été est formé de manière photochimique à partir de gaz présents dans la troposphère, la couche de l'atmosphère qui va du sol jusqu'à une hauteur de 7-15 km. Les principaux précurseurs sont les oxydes d'azote ((NO_x, c.-à-d. NO et NO₂), les composés organiques volatils (COV), le méthane (CH₄) et le monoxyde de carbone (CO). De nombreuses activités humaines génèrent ces polluants, notamment l'utilisation de combustibles fossiles, principalement pour le transport, et de produits contenant des solvants organiques.

Les émissions anthropiques des principaux précurseurs, NO_x et COV, en Europe ont diminué depuis l'évaluation de *Dobris*, mais pas suffisamment pour atteindre les objectifs de réduction d'émissions convenus au niveau international. L'action du rayonnement solaire sur les polluants précurseurs provoque la formation de plusieurs composés, appelés oxydants photochimiques.

Le principal oxydant photochimique, en termes d'abondance et de toxicité, est l'ozone (O₃). Les valeurs seuils de concentration d'ozone, définies pour la protection de la santé, de la végétation et des écosystèmes, sont fréquemment dépassées dans la plupart des pays européens.

Les oxydants photochimiques autres que l'ozone ne semblent guère menacer la santé ou la végétation aux niveaux actuellement observés dans l'environnement. L'on sait toutefois qu'à des concentrations supérieures, le nitrate de peroxyacétyle (PAN) irrite le système respiratoire et attaque les feuilles de la même manière que l'ozone (OMS, 1996a, 1996b).

Les concentrations épisodiques d'ozone s'ajoutent aux concentrations de fond qui ont approximativement doublé depuis les années 1950 (Staehelin *et al.*, 1994). La hausse de l'ozone de fond est essentiellement due à l'augmentation mondiale des concentrations de NO_x; l'ozone au-dessus de l'Europe est donc également affecté par les émissions d'autres continents. L'ozone troposphérique joue aussi un rôle dans le problème du changement climatique. L'on estime actuellement que l'ozone troposphérique accroît de 16 % l'effet de réchauffement total engendré par les principaux gaz à effet de serre d'origine anthropique émis à ce jour (voir section 2.3).

Les processus de formation et les effets des oxydants photochimiques sont complexes et liés à d'autres problèmes environnementaux (voir encadrés 5.1 et 5.2). Les effets de l'ozone sur la santé sont aggravés par ceux du mélange de polluants présents dans l'air. Les oxydants photochimiques étant transportés sur de longues distances et traversant les frontières nationales, des efforts internationaux sont nécessaires pour mettre en œuvre des politiques de réduction cohérentes (Grennfelt *et al.*, 1994). Le nouveau protocole multi-effets et multi-polluants au titre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance de la CEE est un exemple d'approche étendue de ce genre.

Encadré 5.1: Formation de l'ozone

L'ozone se forme dans la troposphère et dans la couche limite polluée, qui s'étend du sol à une hauteur de 100 à 3 000 m. Le polluant est constitué par l'oxydation des COV et de CO en présence de NO_x et de rayonnement solaire. Dans la couche limite polluée, les COV plus réactifs agissent comme le principal "combustible" de ce processus, tandis qu'au-delà, le processus est principalement dominé par l'oxydation de CH₄ et de CO. La formation de l'ozone est généralement limitée par la disponibilité du catalyseur NO.

Les processus engendrant ces différents schémas de concentration d'ozone sont très complexes. Les mesures destinées à réduire leur incidence et leur gravité peuvent avoir l'effet inverse de celui désiré si elles ne reposent pas sur une bonne compréhension des phénomènes photochimiques impliqués. Dans les environnements urbains pollués, par exemple, les nouvelles émissions de NO peuvent se combiner immédiatement avec l'ozone et en réduire la concentration. En raison de ces réactions chimiques (notamment), une *diminution* des émissions de NO_x peut engendrer une *augmentation* des concentrations urbaines d'ozone (voir encadré 5.2). Dans ces circonstances, les concentrations d'ozone sont régies par les COV, et ce sont précisément ces substances qu'il est nécessaire de contrôler pour réduire les

concentrations d'ozone. Dans les régions moins polluées, il convient de surveiller les émissions de NOx plutôt que celles de COV. La situation peut encore se compliquer, dans la mesure où la "mixture" photochimique peut changer d'état – de limitée par les COV, elle devient limitée par les NOx – du fait de processus atmosphériques, à mesure de l'éloignement des masses d'air d'une conurbation.

De toute évidence, le seul contrôle des COV ou des NOx peut se révéler inefficace à l'échelle régionale et transfrontière; le contrôle des deux substances étant nécessaire pour atténuer le problème dans toutes les circonstances. D'autres arguments plaident en faveur d'une réduction des NOx, en raison des effets importants sur la santé du NO₂ et du PAN (OMS, 1996a) et du rôle que jouent les NOx dans les problèmes d'acidification (chapitre 4) et d'eutrophisation (chapitres 9 et 10).

Hormis l'ozone, d'autres oxydants photochimiques sont formés par l'action du rayonnement solaire sur les COV et les NOx: le nitrate de peroxyacétyle (PAN), l'acide nitrique, les aldéhydes secondaires, l'acide formique et plusieurs radicaux. Les informations disponibles sur les concentrations et les effets de ces substances sont relativement limitées. En raison de l'absence d'effets importants aux concentrations actuelles, aucune directive internationale n'a été définie pour l'un de ces autres oxydants photochimiques (OMS, 1996a).

Encadré 5.2: L'effet "week-end"

La *contre-productivité* de la réduction des émissions de NOx pour le contrôle de l'ozone en ville est illustrée par "l'effet week-end". Dumont (1996) a signalé que les niveaux d'ozone dans les conurbations belges étaient nettement plus élevés le week-end qu'en semaine. Pendant les "smog" d'été, le niveau record moyen l'après-midi était environ 20 % supérieur les samedi et dimanche à celui des autres jours de la semaine. L'effet week-end est le fait du faible niveau des émissions de NOx le week-end dans les villes belges (environ 30 % inférieur à celui des jours de la semaine). Une analyse de données suisses révèle une situation plus nuancée. Des concentrations supérieures et inférieures ont été observées le week-end, en fonction des conditions météorologiques (Brönniman et Neu, 1997).

C'est uniquement à la suite de réductions de NOx initiales et relativement faibles et en l'absence de baisses suffisantes de COV, que des concentrations supérieures sont enregistrées le week-end. Afin d'atteindre des niveaux d'ozone acceptables et surmonter l'effet contre-productif initial, il serait nécessaire de réduire une partie importante des émissions de NOx et de COV.

5.2. Effets sur la santé et l'environnement

Les principales conséquences de l'exposition à l'ozone sont des difficultés respiratoires chez les personnes sensibles, et des dommages à la végétation et aux écosystèmes (OMS, 1996a; CEE, 1996). Au nombre des conséquences sur l'être humain figurent un affaiblissement de la fonction pulmonaire, l'accroissement de l'incidence de symptômes respiratoires et des réactions inflammatoires pulmonaires. Les taux d'admission aux urgences et d'hospitalisation pour asthme et autres problèmes respiratoires augmentent les jours de concentrations élevées d'ozone (OMS, 1987; OMS, 1995). Les urgences médicales ne représentent toutefois que la partie émergée de l'iceberg. L'on constate en effet une perte importante de productivité les jours de forte pollution, les maladies respiratoires et cardio-vasculaires se traduisant par la perte de journées de travail et une baisse du rendement.

Les dommages à la végétation prennent la forme de blessures foliaires et de réductions du rendement et de la production de semences. Plusieurs études ont démontré que les plantes sont affectées par l'exposition à l'ozone au-delà d'un certain seuil (Fuhrer et Achermann, 1994), et que celui-ci varie selon les espèces. Il semble que ces effets interviennent à des niveaux inférieurs aux concentrations ambiantes actuelles.

Les diminutions de croissance et de rendement dues à l'ozone sont particulièrement associées à une exposition à long terme, bien que plusieurs facteurs climatiques influencent la susceptibilité des plantes aux dommages. Les effets sur les plantes et les cultures ne sont pas toujours reconnus et peuvent être imputés au gel, par exemple. La sécheresse peut masquer, voire réduire, ces conséquences sur la végétation. Parmi les cultures ayant subi des dommages par l'ozone lors de leur culture commerciale en Europe, citons notamment les courgettes, les pastèques, les tomates, le blé, les pommes de terre, le trèfle, les haricots, les artichauts et les plants de vigne.

5.2.1. Incidence de l'exposition à l'ozone sur la santé

Les effets sur la santé de l'exposition à l'ozone aux concentrations enregistrées en Europe sont plutôt de type non spécifiques et peuvent dans de nombreux cas avoir d'autres origines que la pollution atmosphérique. Il est donc impossible de déterminer directement l'ampleur de l'incidence de la pollution. Des informations sur l'exposition de la population et des données issues d'études épidémiologiques sur les relations exposition/réaction permettent toutefois d'estimer la proportion des cas imputables à la pollution.

Dans certains cas, les symptômes d'exposition à l'ozone peuvent mener à la prescription de médicaments, voire à une hospitalisation. Plusieurs études ont observé une association entre l'évolution quotidienne du nombre d'admissions à l'hôpital et les concentrations d'ozone. L'étude de l'APHEA² (portant sur les effets à court terme de la pollution atmosphérique sur la santé) sur cinq grandes villes de l'UE (Anderson *et al.*, 1997) a analysé les données sur les

² APHEA = Air Pollution on Health - European Approach

admissions aux urgences pour bronchite, emphysème et obstruction chronique des voies respiratoires. Les résultats de cette étude, conjugués à une estimation de la répartition des expositions à l'ozone dans l'UE, indiquent que, sur l'ensemble des admissions aux urgences pour affections respiratoires dans l'UE, 0,3 % pourraient être attribuées à l'exposition à des concentrations d'ozone supérieures au seuil pour la protection de la santé de la CEE ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 55 ppb) sur une moyenne de 8 heures). Plus de 80 % de ces cas excédentaires sont imputables aux concentrations d'ozone dans la plage $110\text{-}170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\approx 55\text{-}85$ ppb). En Belgique, en France et en Grèce, la proportion d'admissions attribuées à une exposition élevée à l'ozone dépassait 0,5 % (figure 5.1).

Pour calculer le nombre absolu d'admissions supplémentaires imputables à l'exposition à l'ozone, il est nécessaire de connaître la fréquence moyenne d'hospitalisation de la population et de formuler des hypothèses sur les approches médicales concernant le traitement des symptômes respiratoires aigus.

Figure 5.1 Proportion d'admissions à l'hôpital dans les États membres de l'UE imputables à des concentrations élevées d'ozone, mars - octobre, 1995

Proportion de cas imputables

UE15

Belgique

Grèce

France

Italie

Allemagne

Pays-Bas

Autriche

Luxembourg

Danemark

Royaume-Uni

Irlande

Espagne

Finlande

Suède

Portugal

Remarque: Estimation des concentrations d'ozone supérieures à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sur une durée moyenne de 8 heures.

Source: EEA-ETC (AQ)

L'ozone troposphérique 97

Ceux-ci peuvent varier en fonction des populations et diffèrent probablement d'un pays à l'autre. Le taux d'admissions à Londres se situait dans la moyenne des taux observés dans les cinq villes de l'étude APHEA. Les observations faites à Londres (20 admissions aux urgences par jour pour affection respiratoire sur une population de 7,3 millions de personnes) permettent d'estimer que pour la période mars-octobre 1995, un peu plus de 80 admissions aux urgences dans l'UE pourraient être imputées à une exposition à des concentrations d'ozone supérieures à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 55 ppb, sur une moyenne de 8 heures), et ce, dans les zones où les concentrations d'ozone sont contrôlées (c.-à-d. dans un rayon de 10 km autour des stations de surveillance). Si l'exposition près des stations de surveillance est représentative de la répartition globale des concentrations d'ozone de chaque pays, un total de presque 700 admissions à l'hôpital dans l'UE pour la période mars-octobre 1995 pourrait être imputé à des concentrations d'ozone supérieures à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 55 ppb) sur une moyenne de 8 heures. Sur ce total, la France, l'Italie et l'Allemagne se partageraient 500 cas (figure 5.1), en raison – en partie – de la taille de leur population.

Les chiffres cités dans les paragraphes précédents ne concernent que les effets de l'exposition à des concentrations d'ozone supérieures à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 55 ppb, sur une moyenne de 8 heures). Des études épidémiologiques semblent toutefois indiquer que les admissions à l'hôpital augmentent également à des concentrations inférieures (Ponce de Leon, 1996). En partant de l'hypothèse que les concentrations d'ozone oscillent en moyenne de 60 à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 30 -55 ppb, sur une moyenne de 8 heures) pour 20-40 % de personne-jours, une estimation prudente indique que la proportion d'admissions à l'hôpital imputables à une concentration d'ozone supérieure à $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 30 ppb, sur une moyenne de 8 heures) pourrait atteindre 1,5 % de l'ensemble des admissions pour affections respiratoires. Par conséquent, 400 admissions seraient comptabilisées dans les zones couvertes par le système de surveillance, ce chiffre pouvant être extrapolé à plus de 3 000 admissions dans l'ensemble de l'UE pour la période mars-octobre 1995.

Ces estimations des admissions à l'hôpital sont soumises à plusieurs incertitudes liées aux facteurs suivants:

- Les schémas d'exposition dans les rayons de 10 km (arbitrairement choisis) autour des stations de surveillance.
- La proportion dans laquelle la surveillance urbaine est une mesure adéquate de l'air réellement respiré. Il est probable que le niveau réel d'exposition de la population soit sous-estimé en raison de la répartition des réseaux de surveillance, notamment dans le sud de l'Europe. Les conséquences peuvent à leur tour être sous-estimées.
- La validité de l'extrapolation des répartitions de l'exposition des populations proches des stations de surveillance à l'ensemble d'un pays. Il convient donc d'interpréter les données des différents pays avec prudence, en particulier pour les pays dont une petite partie de la population seulement est couverte par la surveillance de la pollution atmosphérique.

Le nombre actuel d'admissions à l'hôpital imputables à des concentrations élevées d'ozone pourrait être le double de celui estimé plus haut. Comme mentionné précédemment, les admissions à l'hôpital ne constituent toutefois que le signe le plus grave de l'occurrence d'affections respiratoires. Un nombre nettement plus important de personnes en souffrent réellement.

Une récente étude du programme français ERPURS (Evaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé) a décrit un exemple de perte de productivité attribuée à la pollution excessive, en utilisant des données médicales et sur le personnel recueillies auprès du service national d'électricité. Pendant les mois d'été, les jours de forte pollution correspondaient à une augmentation de 22-27 % de perte de journées de travail pour cause d'affection respiratoire et à une hausse de 19-78 % de jours de congé de maladie pour affections cardio-vasculaires (Medina *et al.*, 1997).

Aucune étude comparable n'est disponible pour l'Europe orientale. La carte 5.1 semble toutefois indiquer que de nombreux pays d'Europe orientale connaissent une situation similaire.

5.3. Évolution des concentrations d'ozone/objectifs de qualité de l'air

Des concentrations épisodiques d'ozone supérieures à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 100 ppb) sont souvent observées en cas de régimes anticycloniques qui apparaissent chaque été au-dessus de la majeure partie de l'Europe, accompagnés de ciels clairs et d'une augmentation du rayonnement UV et des températures (Cox *et al.*, 1975; Guicherit et van Dop, 1977). De nombreux épisodes de ce type durent plusieurs jours et s'étendent simultanément sur plusieurs pays. Les concentrations d'ozone en milieu urbain tendent à varier davantage dans le temps et l'espace. Les concentrations dans les centres-villes sont inférieures à celles des banlieues et des zones rurales, principalement en raison du balayage de l'ozone par les NO produits par la circulation. Pendant les épisodes, les niveaux d'ozone peuvent être très élevés dans les banlieues et au-delà, dans la direction où le vent entraîne les précurseurs urbains (voir encadrés 5.1 et 5.2).

Ce niveau élevé est souvent amplifié dans le sud de l'Europe par de longues périodes de chaleur et l'incidence plus élevée du rayonnement solaire. Toutefois, dans le sud de l'Europe, des niveaux record d'ozone sont enregistrés tant *dans* les centres urbains que dans d'autres zones.

La topographie et le climat dominants peuvent induire des circulations locales complexes, par exemple, des brises marines qui peuvent renvoyer des polluants vers des zones urbaines pendant plusieurs jours consécutifs. Des études de cas ont analysé ces phénomènes à Athènes (voir également chapitre 12, figure 12.3), Lisbonne et Valence (Moussiopoulos, 1994; Millán, 1993; Borrego *et al.*, 1994). La section suivante ne détaille toutefois pas la situation de certaines zones ou villes mais décrit les tendances globales en Europe.

5.3.1. Objectifs de qualité de l'air

Les seuils de qualité de l'air pour l'UE concernant l'ozone sont définis dans la directive du Conseil concernant la pollution de l'air par l'ozone (directive relative à l'ozone 92/72/CEE). Le tableau 5.1 dresse une liste des valeurs seuils pour la qualité de l'air définies par la directive relative à l'ozone, notamment un seuil pour l'information du public quant à l'occurrence de niveaux élevés de pollution. Ce tableau énumère également les niveaux critiques définis par la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP) de la CEE (CEE, 1979, 1996) concernant les effets de l'ozone sur les cultures et les forêts, ainsi que les valeurs indicatives de l'OMS pour la protection de la santé (OMS, 1996a).

La directive du Conseil concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant (directive-cadre 96/62/CEE) visait à donner une approche plus cohérente de la gestion de la qualité de l'air au niveau de l'UE. Cette directive ouvre la voie à une série de directives filles qui traiteront chacune d'un ou plusieurs polluants, dont l'ozone. La Commission présentera la directive fille sur l'ozone en 1998.

Dans la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, le concept de "niveaux critiques" est utilisé pour évaluer les effets de l'ozone sur les cultures et les forêts. Le paramètre effet est calculé comme l'exposition cumulative à l'ozone au-delà du seuil de 40 ppb ($\approx 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$), exprimé en unités de ppb.h et baptisé AOT40.

5.3.2. Évolution des concentrations d'ozone troposphérique

Les premières mesures quantitatives de la concentration d'ozone en Europe ont été effectuées près de Paris, entre 1876 et 1911. La concentration moyenne sur 24 heures était alors d'environ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 10 ppb) (Volz et Kley, 1988). Ces mesures ont montré que la valeur seuil pour la protection de la végétation actuellement en vigueur dans l'UE ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ≈ 33 ppb, moyenne sur 24 h) avait été dépassée pendant moins de 1 % de la période totale des observations (Volz-Thomas, 1993).

Dans les années 1950, les niveaux d'ozone moyens sur 24 heures dans les zones rurales d'Europe occidentale avaient progressé pour atteindre 30 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\approx 15\text{-}20$ ppb), puis 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 30 ppb) dans les années 1980 (Feister et Warmbt, 1987). Simpson *et al.* (1997) ont calculé qu'au moins 50 % de l'augmentation d'ozone de ce siècle est directement imputable à des émissions anthropiques européennes régionales. Les concentrations moyennes quotidiennes que nous connaissons actuellement ont doublé par rapport à celles des années 1950 (Staehelin *et al.*, 1994). L'essentiel de la hausse est intervenu depuis les années 1950 à la suite de la croissance spectaculaire des émissions de NO_x au cours des dernières décennies. L'évolution de l'ozone mesuré au cours de la dernière décennie a varié sensiblement (tant en importance qu'en indication), même entre stations proches les unes des autres. De récentes études semblent indiquer que toute évolution réelle de l'ozone peut être masquée par des changements des procédures de mesure et d'instrumentation entre les différentes stations (Roemer, 1997). Dans tous les cas, la variabilité météorologique annuelle devrait également compliquer l'analyse de l'évolution liée aux émissions jusqu'à ce qu'une très longue série chronologique de mesures soit disponible.

Dans le milieu urbain, seuls des relevés historiques occasionnels de concentrations d'ozone, réalisés à partir de mesures à l'aide de méthodes simples, sont disponibles. La surveillance "moderne" de l'ozone dans les zones urbaines a commencé dans les années 1970 en Grande-Bretagne, en Allemagne, au Portugal, aux Pays-Bas et dans d'autres pays non européens. Le chapitre 12, tableau 12.2 présente la situation en 1995.

Au cours des 25 dernières années, les pics horaires de concentrations d'ozone au centre de Londres ont essentiellement oscillé entre 60 et 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\approx 30 - 70$ ppb). Les concentrations ont augmenté d'environ 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\approx 1,4$ ppb) par an entre 1973 et 1992 (PORG, 1987; Bower *et al.* 1991, 1994). Les mesures effectuées à d'autres stations de surveillance urbaines du nord-ouest de l'Europe révèlent des chiffres similaires à ceux du centre de Londres pour les 5 à 10 dernières années. Une station de la banlieue d'Athènes (Liosia) a montré que les concentrations mensuelles moyennes ont progressé d'environ 15 % par an entre 1984 et 1989.

Tableau 5.1 Niveaux seuils et critiques définis par la directive communautaire sur l'ozone, la CEE/CLRTAP et l'OMS

Valeurs indicatives définies par	Description	Critères de base	Valeur
Directive 92/72/CEE du Conseil européen	Seuil pour l'information de la population	Moyenne sur 1 h	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 90$ ppb
	Seuil d'alerte à la population	Moyenne sur 1 h	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 180$ ppb
	Seuil pour la protection de la santé	Moyennes sur 8 heures fixes (périodes horaires 0:00-8:00, 8:00-16:00, 16:00-24:00, 12:00-20:00)	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 55$ ppb
	Seuil pour la protection de la végétation	Moyenne sur 1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 100$ ppb
	Seuil pour la protection de la végétation	Moyenne sur 24 h	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 33$ ppb
CEE/CLRTAP	Niveau critique de protection des cultures ("AOT40c")	Heures de clarté, mai - juillet	3 ppm.h
	Niveau critique de protection des forêts ("AOT40f")	Heures de clarté; avril - septembre	10 ppm.h
OMS	Valeurs indicatives relatives à la qualité de l'air pour la protection de la santé	Maximum sur 8 heures mobiles	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 60$ ppb

En 1987, les valeurs mensuelles moyennes de cette station ont commencé à dépasser 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (≈ 55 ppb), la valeur indicative *moyenne* sur 8 heures actuellement en vigueur dans l'UE pour la protection de la santé, et en 1988, ce seuil a été dépassé pendant 140 jours (Moussiopoulos, 1994). La prudence est toutefois de mise lorsque l'évolution se base sur des observations dans des stations d'ozone situées à proximité de sources de NO, comme pour les sites urbains.

L'évolution des épisodes de concentrations élevées d'ozone en milieu urbain pourrait être le facteur le plus important dans l'évaluation des effets nocifs. Toutefois, même si de nombreuses stations urbaines enregistrent des épisodes pendant lesquels les concentrations dépassent les valeurs indicatives et observent annuellement les seuils pour la protection de la santé, les importantes variations météorologiques interannuelles peuvent masquer toute évolution induite par une modification des émissions de précurseurs.

5.3.3. Répartition en Europe

Les concentrations néfastes d'ozone constituent un problème partagé par la majorité des pays européens. Les mesures de concentrations d'ozone en Europe montrent un accroissement du gradient du nord-ouest au sud-est de l'Europe centrale (Grennfelt *et al.*, 1987, 1988; Feister et Pedersen, 1989). En été, le maximum quotidien moyen varie de 60-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (\approx 30-40 ppb) au nord-ouest à 120-140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (\approx 60-70 ppb) en Europe centrale (Beck et Grennfelt, 1994). Malheureusement, la répartition des stations de surveillance est très inégale, leur concentration étant plus importante au nord-ouest de l'Europe, de sorte que les informations sur les concentrations d'ozone dans une grande partie de la région méditerranéenne ou d'Europe orientale sont peu nombreuses.

La carte 5.1 illustre une version modélisée de l'augmentation du gradient de la concentration maximale quotidienne moyenne d'ozone pendant l'été au-dessus de l'Europe (Simpson *et al.*, 1997). Le modèle utilisé est spécialement conçu pour calculer les concentrations d'ozone de fond rural (opposé à urbain). La concentration de fond de la couche limite européenne, c.-à-d. la concentration d'air dans la couche limite marine qui arrive de l'Atlantique, se situe actuellement à une moyenne de 60-65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (\approx 30-33 ppb), soit trois fois la concentration mesurée près de Paris voici cent ans.

5.3.4. Dépassements des seuils pour la qualité de l'air

Dépassements des seuils pour la santé

Cette section se concentre sur les dépassements du seuil de la CCE pour la protection de la santé observés pendant la période 12h00-20h00. Sur les quatre tranches de 8 heures définies par la directive de la CCE, c'est au cours de cette période que l'on constate le plus grand nombre de dépassements. Le seuil (110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, (55 ppb, sur une moyenne de 8 heures) a été dépassé dans tous les pays de l'UE en 1994-96, parfois très fréquemment (voir carte 5.2; de Leeuw *et al.*, 1995; de Leeuw et van Zantvoort, 1996, 1997).

Carte 5.1 Concentrations d'ozone maximales quotidiennes en été, moyenne modélisée sur 5 ans

Moyenne des concentrations d'ozone maximales quotidiennes en été

(moyenne quinquennale)

1:30 000 000

Concentration en ppb dans la grille EMEP 150

Remarque: Le calcul utilise des émissions constantes au niveau de 1990 et les données météorologiques de cinq étés (1989, 1990, 1992, 1993 et 1994). 1 ppb O₃ ≈ 2 µg/m³.

Source: Simpson *et al.*, 1997

À supposer que la surveillance urbaine et des rues produise des valeurs représentatives de l'exposition de la population urbaine communautaire composée d'environ 41 millions de personnes, plus de 90 % de cette population a été exposée au moins une fois à une concentration supérieure au seuil en 1995. Plus de 80 % a été exposée à plus de 25 jours de dépassement. S'il est possible d'extrapoler ces résultats à l'ensemble de la population de l'UE, environ 330 millions de personnes sont susceptibles d'être exposées à au moins un dépassement par an. Ce chiffre correspond parfaitement aux résultats de la modélisation de la CEE (Malik *et al.*, 1996). Les effets de ces dépassements ont été traités à la section 5.2.

Dans l'UE, le seuil pour la protection de la santé (pendant la période 12h00-20h00) a été dépassé trois fois plus souvent que le seuil pour l'information de la population (section 5.3.1) (Beck *et al.*, 1998) entre 1994 et 1996. Il est difficile de juger si le seuil pour l'information de la population profite d'une quelconque manière au public.

Dépassements des seuils pour la végétation et la forêt

Le seuil défini pour la protection de la végétation (65 µg/m³, ≈ 33 ppb, sur une moyenne de 24 heures) a été dépassé dans la plupart des pays communautaires en 1994-96, parfois très fréquemment (de Leeuw *et al.*, 1995; de Leeuw et van Zantvoort, 1996, 1997). La figure 5.4 montre qu'en 1995, plusieurs pays ont fait état de dépassements pendant plus de 150 jours dans certains sites. La même année, l'ensemble des forêts de conifères et des terres arables de l'UE et plus de 99 % des forêts feuillues ont enregistré des dépassements.

Carte 5.2 Dépassements de la valeur seuil de concentration d'ozone pour la protection de la santé, 1995

Ozone (valeurs sur 8 h)

1:20 000 000

Nombre de jours au cours desquels la valeur seuil de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (13-20 h) a été dépassée

Station urbaines/de rue ou autres/non spécifiées

>20

25-50

1-25

0

Données collectées auprès des États membres de l'Union européenne

Remarque: Nombre de jours où la valeur seuil de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12h00-20h00) a été dépassée; observations recueillies par des stations urbaines/de rue ou autres/non spécifiées au cours de l'année 1995.

Source: EEA-ETC/AQ

Carte 5.3 Dépassements de la valeur seuil de concentration d'ozone pour la végétation, 1995

Ozone (moyenne sur 24 h)

1:20 000 000

Nombre de jours où la valeur seuil de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sur 24 heures, a été dépassée

Stations de mesure de la pollution de fond

>150

75-150

1-75

0

Données collectées auprès des États membres de l'UE

Remarque: Nombre de jours où la valeur seuil de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sur 24 heures, a été dépassée. Observations recueillies par des stations de mesure de la pollution de fond au cours de l'année 1995.

Source: EEA-ETC/AQ

Ozone troposphérique 103

Ces observations sont généralement confirmées par les résultats des modélisations de la CEE (Simpson *et al.*, 1997). Il convient de noter que de récentes études (OMS, 1996b) recommandent d'utiliser des niveaux d'exposition cumulative plutôt que des concentrations seuils pour évaluer le potentiel des effets de l'ozone sur la végétation.

La carte 5.3 illustre le dépassement mesuré de l'AOT 40 pour les cultures. Elle montre que le seuil de 3 ppm.h est dépassé dans la plupart des pays couverts par le réseau de mesure. Seules certaines parties de la Suède, de la Finlande et du nord du Royaume-Uni n'ont pas enregistré de dépassements.

5.4. Émissions de précurseurs d'ozone

Les émissions européennes des précurseurs d'ozone COV et NO_x ont augmenté jusqu'à la fin des années 1980, mais sont actuellement en baisse (figure 5.2, Olendrzynski, 1997). Entre 1990 et 1994, les émissions de COV dans l'UE ont diminué d'environ 9 % et les émissions totales en Europe d'environ 14 %, en raison d'une baisse plus importante dans les pays de l'ECO à la suite de la restructuration économique. Une diminution similaire a été observée pour les émissions de NO_x: une baisse de 8 % entre 1990 et 1994 dans l'UE, et de 14 % pour l'ensemble des émissions européennes (EEA-ETC/AE, 1996, 1997). Ces données doivent être interprétées avec prudence, puisque peu de pays ont produit des séries chronologiques d'émissions uniformes et que certaines tendances peuvent ne refléter qu'un changement des méthodologies de calcul.

Carte 5.4 Exposition cumulative mesurée à l'ozone (AOT40)

AOT 40

Mai, juin et juillet 1995

(heures de clarté)

AOT 40 en ppbh dans la grille EMEP 50

plus de 15 000

13 500-15 000

12 000-13 500

10 000-12 000

9 000-10 500

7 500-9 000

6 000-7 500

4 500-6 000

3 000-4 500

3 000-niveau critique pour la protection des cultures

1 500-3 000

moins de 1 500

Remarque: Heures de clarté en mai, juin et juillet 1995.

Source: Hjellbrekke, 1997.

La figure 5.3 illustre plus en détail l'évolution des émissions annuelles de COV depuis 1987/88. Cette date de départ est l'année de référence dans les protocoles de réduction d'émissions de la CEE (section 5.5). La section 4.5 fournit des informations sur les émissions annuelles de NOx et les contributions par secteur pour l'année 1995.

La figure 5.4 montre les principaux secteurs contribuant aux émissions de COV dans les différentes régions européennes. La principale source des émissions de NOx en Europe occidentale était le secteur des transports (63 %) (voir figure 4.9). Dans l'ECO, les secteurs des transports et de l'énergie ont chacun contribué à environ 35 %. Les transports étaient également la principale source des émissions de COV en Europe occidentale (45 %); la principale source dans l'ECO était l'industrie (46 %).

Les sources naturelles, en particulier celles de la biosphère, qui contribuent aux concentrations de COV et de NOx dans l'atmosphère, sont exclues de ces données sur les émissions. Dans l'UE, elles représentent environ 20 et 7% respectivement des émissions anthropiques totales de COV et de NOx, sur une moyenne annuelle (Simpson, 1995; Stohl *et al.*, 1996). Au cours d'épisodes de concentrations élevées d'ozone, les sources biosynthétiques peuvent être la principale source de la charge atmosphérique de COV, en particulier dans le sud de l'Europe. Dans ces régions, les émissions provenant de la végétation ne suffisent toutefois pas pour affecter significativement la chimie de l'ozone, dans la mesure où les concentrations de NOx semblent être le facteur limitant (Simpson, 1995). Une étude sur l'importance des émissions de NOx provenant du sol indique que des émissions de ce genre peuvent sensiblement augmenter la concentration quotidienne maximale d'ozone dans plusieurs régions d'Europe (Stohl *et al.*, 1996).

5.5. Politiques et progrès

Les baisses des émissions de précurseurs d'ozone sont partiellement le fait de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance de la CEE, qui a adopté des protocoles de réduction des émissions pour les NOx et les COV en 1988 et 1991 respectivement. Le protocole relatif aux NOx exigeait des parties une stabilisation d'ici à décembre 1994 de leurs émissions ou flux transfrontières au niveau de 1987. Le protocole relatif aux COV visait, d'ici à 1999, une stabilisation ou une réduction des émissions d'au moins 30 % par rapport au niveau de l'année de référence (habituellement 1988). La CEE travaille actuellement à l'élaboration d'un protocole multi-effets et multi-polluants prévu pour 1999.

Figure 5.2 Émissions anthropiques de NO_x (par ex. le NO₂) et de COVNM en Europe, 1980-1995
en milliers de tonnes par an

Source: CEE

Figure 5.3 Émissions de COVNM, 1988-95

Indice 100: niveau de 1988

Europe occidentale - Europe centrale et orientale - Nouveaux États indépendants

Source: CEE

Figure 5.4 Émissions anthropiques de COV par secteur, 1990

Europe occidentale - Europe centrale et orientale

Source: ETC/AE

Il tentera de déterminer des plafonds nationaux d'émissions pour les NO_x et l'ensemble des COV qui tiennent compte des effets des émissions et des coûts impliqués par leur réduction. Une large approche est adoptée et devrait permettre de résoudre les problèmes d'acidification et d'eutrophisation ainsi que ceux liés aux oxydants photochimiques.

Les objectifs de réduction des émissions de NO_x et de COV définis par le cinquième programme d'action écologique de l'UE visaient à stabiliser en 1994 les émissions de NO_x aux niveaux de 1990, puis à les réduire d'ici à l'an 2000 de 30 % par rapport aux niveaux de 1990. Le même objectif a été fixé pour les COV en l'an 2000. L'UE travaille actuellement à l'élaboration d'une stratégie de réduction de l'ozone qui, par le biais de solutions rentables, efficaces et basées sur les sources, permettra de parvenir à un ensemble de normes sur les concentrations d'ozone. Ces normes seront établies dans une nouvelle directive fille sur l'ozone. Le but de cette stratégie consistera à identifier le besoin de nouvelles mesures venant compléter celles déjà prévues par la législation actuelle ou proposée. Le résultat final sera la proposition d'une directive fixant des plafonds nationaux pour les émissions de SO₂, NO_x, COV et de NH₃ afin de réduire sensiblement les concentrations atmosphériques d'ozone et les substances responsables de l'acidification et de l'eutrophisation. La directive relative à la prévention et la réduction intégrées de la pollution (IPPC) devrait contribuer à satisfaire les objectifs du cinquième programme d'action écologique. Elle vise une approche intégrée de réduction des émissions dans l'air, l'eau et le sol à partir de sources fixes. Elle exige des autorités impliquées dans l'octroi de licences aux entreprises qu'elles basent les limites d'émissions stipulées dans les licences sur les niveaux pouvant être atteints par l'application de la meilleure technique disponible.

La Commission européenne a défini plusieurs mesures plus spécifiques pour parvenir aux réductions d'émissions stipulées par le programme d'action écologique:

- En juin 1996, la Commission a adopté une communication sur une stratégie future visant à contrôler les émissions atmosphériques provenant du transport routier, ainsi que deux propositions de directives. La première concerne les émissions des voitures de tourisme et comprend un ensemble de normes d'émissions contraignantes (pour l'an 2000) et de normes indicatives d'émissions plus strictes (pour 2005). La deuxième concerne la qualité des carburants essence et diesel et établit des normes obligatoires devant entrer en vigueur en l'an 2000.

La Commission doit proposer des mesures rendant certaines normes d'émission plus strictes pour les voitures de tourisme et de nouvelles propositions de normes relatives à la qualité des carburants essence et diesel à la fin 1998. La Commission élaborera également d'autres propositions concernant les véhicules utilitaires légers et lourds, l'inspection et la maintenance. Elle a aussi conclu, dans le cadre du programme Auto-Oil I, que des réductions d'émissions de NO_x et de COV d'au moins 70 % étaient nécessaires pour réduire l'ozone troposphérique à des niveaux inférieurs aux seuils de concentration.

- Les émissions de COV provenant de sources industrielles fixes sont abordées dans la directive sur les solvants. Adoptée en novembre 1996, cette directive fixe des plafonds d'émissions pour l'ensemble des sources fixes dans plusieurs applications industrielles.
- La directive relative à la réduction des émissions résultant du stockage et de la distribution du pétrole (étape 1) exige des réductions d'émissions de COV à tous les stades de la chaîne pétrolière: stockage, distribution et utilisation.

Comme le montrent les figures 5.7 et 4.10, les progrès vers la satisfaction des objectifs de réduction des émissions ont été mitigés. En ce qui concerne les COV, seuls les NEI ont presque atteint l'objectif, décidé par la CEE, de 30 % de réduction des émissions par rapport à 1988. En 1995, les autres pays émettaient encore 75-90 % de leurs émissions de 1988, et il est peu probable qu'ils atteignent les objectifs de réduction fixés pour 1999. La même conclusion s'applique aux États membres de l'UE. Dans le cas des NOx, l'objectif de stabilisation au niveau de 1987 a été dans l'ensemble atteint en 1994. Ce sont les pays de l'ECO qui ont enregistré les plus importantes réductions (33 %). Dans certains pays d'Europe orientale, la réduction a peut-être été en partie due à la restructuration économique.

Les réductions d'émissions obtenues jusqu'à présent ne se sont pas traduites par une diminution des dépassements des niveaux critiques ou des seuils de concentration. Ce fait peut être partiellement expliqué par les variations annuelles des conditions météorologiques. Toutefois, comme les concentrations d'ozone de fond dépassent souvent les niveaux toxiques, il se peut que de faibles réductions d'émissions ne suffisent pas à diminuer le nombre de dépassements. La satisfaction des objectifs de réductions convenus par la CEE/CLRTAP et l'UE se traduira probablement par une baisse de 5 à 25 % des concentrations maximales d'ozone. Une mise en œuvre plus rapide des directives communautaires et de la législation nationale sur les émissions provenant de sources mobiles et fixes dans tous les pays européens sera nécessaire pour atteindre les objectifs de réduction.

Tableau 5.2 Réduction du dépassement de l'AOT40 (cultures) à la suite de la baisse de 40 % des émissions de NOx et de COV par rapport au niveau de 1990

Baisse de 40 % des émissions en	Nox	COV
	engendre une réduction des dépassements relatifs à la protection des cultures dans l'ensemble de l'Europe de:	engendre une réduction des dépassements relatifs à la protection des cultures dans l'ensemble de l'Europe de:
	% AOT40(ppb.h)	% AOT40(ppb.h)
Europe occidentale	2 86	20 797
Europe centrale et orientale	4 160	3 117
Nouveaux États indépendants	7 292	3 106
Total pour l'Europe	14 537	26 1020

Remarque: L'on suppose un dépassement moyen de 3 900 ppb.h par rapport au niveau seuil de 3 000 ppb.h d'AOT40 pour la protection des cultures. Les calculs se basent sur une moyenne météorologique de cinq ans.

Source: Simpson *et al.*, 1997.

Pour atteindre les seuils et niveaux critiques inférieurs définis pour la protection de la végétation, il sera crucial de réduire les concentrations globales d'ozone troposphérique, ce qui impose des mesures couvrant l'ensemble de l'hémisphère nord.

5.5.1. Relations source/récepteur et efficacité des réductions des émissions

Les relations source/récepteur se sont révélées être un puissant instrument dans l'élaboration de stratégies de réduction, particulièrement pour l'acidification (Alcamo *et al.*, 1990). Elles impliquent le calcul des retombées totales sur une région en additionnant les participations de l'ensemble des sources et composés pertinents. Pour l'ozone, la situation est plus complexe en raison de la relation non linéaire entre les différents précurseurs et de l'influence de la troposphère de fond.

La demande d'une mise en relation de grande validité des sources et des récepteurs d'ozone a progressé en raison du souhait de stratégies de réduction rentables et spatialement optimisées. En outre, la participation des NOx au problème de l'ozone doit être liée à leur participation à l'acidification et à l'eutrophisation pour parvenir à des réductions d'émissions maximales qui permettront d'atteindre les objectifs fixés pour l'ensemble de ces problèmes. Les relations source/récepteur d'ozone (Heyes *et al.*, 1996) sont actuellement utilisées pour aider la CEE dans son protocole multi-effets et multi-polluants et la Commission dans l'élaboration de sa stratégie de réduction de l'ozone.

Le tableau 5.2 montre les réductions moyennes du dépassement du niveau critique (AOT40) pour la protection des cultures en Europe. L'on estime qu'elles résultent d'une baisse de 40 %

des émissions de NO_x et de COV par rapport aux niveaux de 1990. Bien que ces émissions varient considérablement au sein des différents groupes de pays, les données révèlent que les futures réductions de COV seront plus efficaces en Europe occidentale, tandis que les principales diminutions de dépassements des niveaux critiques de NO_x proviendront de réductions d'émissions en Europe orientale. Les résultats indiquent toutefois que des baisses de 40 % sont loin d'être suffisantes pour réduire les concentrations d'ozone au niveau de non-dépassement des seuils critiques.

Bibliographie

Alcamo, J., Shaw, R. and Hordijk, L (1990). *The RAINS model of acidification*. International Institute for Applied System Analysis. Kluwer, Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Anderson, H. R., Spix C., Medina S., *et al.* (1997). Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. In *Eur Respir J*. Vol. 10, p.1064-71.

Beck, J.P. and Grennfelt, P. (1994). Estimate of ozone production and destruction over north-western Europe. *Atmospheric Environment*, Vol. 28, p. 129-140.

Beck, J.P., Krzyzanowski, M. and Koffi, B. (1998). Tropospheric Ozone in the European Union. *The Consolidated Report*. Draft report for the European Commission, ETC/AQ-EEA.

Borrego, C., Countinho, M., and Barros, N. (1994). Atmospheric pollution in the Lisbon airshed. Eds: Power, H., Moussiopoulos, N. and Brebbia, C.A. *Urban Air Pollution*. Computational Mechanics Publications, Southampton, UK.

Ozone troposphérique 107

Bower, J.S., Stevenson, K.J., Broughton, G.F.J., Lampert, J.E., Sweeney, B.P., Wilken, J. *et al.* (1991). *Ozone in the UK: A review of 1989/90 data from monitoring sites operated by Warren Spring Laboratory*. Stevenage, UK.

Bower, J.S., Stevenson, K.J., Broughton, G.F.J., Vallance-Plews, J., Lampert, J.E., Sweeney, B.P., Eaton, S.W., Clark, A.G., Willis, P.G., Stacey, B.R.W., Driver, G.S., Laight, S.E., Berwick, R. and Jackson, M.S. (1994). *Air Pollution in the UK: 1992/93*. Warren Spring Laboratory, Stevenage, UK.

Brönniman, S. and Neu, U. (1997). Weekend-weekday differences of near-surface ozone concentrations in Switzerland for different meteorological conditions. *Atmospheric Environment*, Vol. 31, p. 1127-1135

CCE (1996). *Proposition d'une directive du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel*. Bruxelles, Belgique.

Cox, R.A., Eggleton, E.J., Derwent, R.G., Lovelock, J.E. and Pack, D.H. (1975). Long-range transport of photochemical ozone in north-western Europe. In *Nature*, Vol. 255, p. 118-121.

Dumont, G. (1996). *Effects of short term measures to reduce ambient ozone concentrations in Brussels and in Belgium*. Paper presented at the Ministerial Conference on Tropospheric Ozone in Northwest Europe. London, UK, May 1996.

EEA (1995). *L'environnement en Europe. L'évaluation de Dobris*. Eds: D. Stanners et P. Bourdeau, Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, Danemark.

EEA-ETC/AE (1997). *CORINAIR 1994 Summary Report*, EEA Draft Topic Report. EEA, Copenhague.

EEA-ETC/AE (1996). *CORINAIR 1990 Summary Report 1*, EEA Topic Report 7/1996. EEA, Copenhague.

Feister, U. and Warmbt, W. (1987). Long-term measurements of surface ozone in the German Democratic Republic. In *J. Atmos. Chem.*, Vol. 5, p. 1-21.

Feister, U. and Pedersen, U. (1989). *Ozone measurements January 1985 - December 1985*. Report No 1. Potsdam/Lillestrøm, Meteorological Service of the GDR/ Norwegian Institute for Air Research. EMEP/CCC-Report 3/89, Lillestrøm, Norway.

Fuhrer, J. and Achermann, B. (1994). *Critical levels for ozone*; a UN-ECE workshop report. FAC Report No16. Swiss Federal Research Station for Agricultural Chemistry and Environmental Hygiene, Liebefeld-Bern, Switzerland.

Grennfelt, P., Saltbones, J. and Schjoldager, J. (1987). *Oxidant data collection in OECD-Europe 1985-87 (OXIDATE)*. April-September 1985. NILU OR 22/87, NILU, Lillestrøm, Norway.

Grennfelt, P., Saltbones, J. and Schjoldager, J. (1988). *Oxidant data collection in OECD-Europe 1985-87 (OXIDATE)*. Report on ozone, nitrogen dioxide and peroxyacetyl nitrate October 1985 - March 1986 and April-September 1986. NILU OR 31/88. NILU, Lillestrøm, Norway.

Grennfelt, P., Hov, Ø., and Derwent, R.G. (1994). Second generation abatement strategies for NO_x, NH₃, SO₂ and VOCs. In *Ambio*, Vol. 23, p. 7, 425-433.

Guicherit, R. and van Dop, H. (1977). Photochemical production of ozone in Western-Europe (1971-1975) and its relation to meteorology. In *Atmospheric Environment*, Vol. 11, p. 145-155.

Heyes, C., Schöpp, W., Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Gyarmas, F., Klimont, Z., Makowski, M. and Shibayev, S. (1996). *A model for optimizing strategies for controlling ground-level ozone in Europe*. IIASA, Laxenburg, Austria.

Hjellbrekke, A.-G. (1997). *Ozone Measurements 1995*. EMEP/CCC-Report 3/97. NILU, Kjeller, Norway.

de Leeuw, F.A.A.M., Sluyter, R.J.C.F., van Zantvoort, E.D.G. and Larssen, S. (1995). *Exceedance of ozone threshold values in the European Community in 1994*. EEA Topic Report 1995. EEA, Copenhagen.

de Leeuw, F.A.A.M and van Zantvoort, E.D.G. (1996). *Exceedance of ozone threshold values in the European Community in 1995*. EEA Topic Report 29/1996, EEA, Copenhagen.

de Leeuw, F.A.A.M and van Zantvoort, E.D.G. (1997). *Exceedance of ozone threshold values in the European Community in 1996*. EEA Topic Report 7/1997, EEA, Copenhagen.

Malik, S., Simpson, D., Hjellbrekke, A.-G. and ApSimon, H. (1996). *Photochemical model calculations over Europe for summer 1990*.

Model results and comparison with observations. EMEP/MSC-W Report 2/96. DNMI, Oslo, Norway.

Medina, S., Le Tertre, M.A., Dusseux, E., Camard, J.-P. (1997). *Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé*. Résultats 1991-1995. ERPURS, ORS, Ile-de-France, Paris.

Millán, M.M. (1993). Photo-oxidation in the Mediterranean Region: Relevant Atmospheric Processes. In *The Proceedings of EUROTRAC Symposium '92*. Ed: P.M. Borrell. SPB Academic Publishing, The Hague, the Netherlands.

Moussiopoulos, N. (1994). Air pollution in Athens. In *Urban Air Pollution*. Eds: H. Power, N. Moussiopoulos, and C.A. Brebbia. Computational Mechanics Publications, Southampton, UK.

Olendrzynski, K. (1997). Emissions. In *Transboundary Air Pollution in Europe*. Ed: Berge E. EMEP/MSC-W Report 1/97. DNMI, Oslo, Norway.

Ponce de Leon, A., Anderson, H.R., Bland, J.M., Strachan, D.P., Bower, J. (1996). Effects of air pollution on daily hospital admissions for respiratory disease in London between 1987-88 and 1991-92. In *J Epidemiol Comm Health*, Vol. 50 (Supplement 1): S63-S70.

PORG; United Kingdom Photochemical Oxidants Review Group (1987). *Ozone in the United Kingdom*, London, UK.

Roemer M.G.M. (1997). *Trend analysis of ground level ozone concentrations in Europe*. EMEP/CCC-Note 1/97. NILU, Kjeller, Norway.

Simpson, D. (1995). Biogenic emission in Europe 2: Implications for ozone control strategies. In *J. Geophys. Res.*, Vol. 100, No D11, p. 22891-22906.

Simpson, D., Olendrzynski, K., Semb, A., Storen, E. and Unger, S. (1997). *Photochemical oxidant modelling in Europe: multi-annual modelling and source-receptor relationships*. EMEP/MSC-W Report 3/97. DNMI, Oslo, Norway.

Staehelin, J., Thudium, J., Buehler, R., Volz-Thomas, A. and Graber, W. (1994). Trend in surface ozone concentrations at Arosa (Switzerland). In *Atmospheric Environment*, Vol. 28, p. 75-87.

Stohl, A., Williams, E., Wotawa, G. and Kromp-Kolb, H. (1996). A European inventory of soil nitric oxide emissions and the effect of these emissions on the photochemical formation of ozone. In *Atmospheric Environment*, Vol. 30, p. 3741-3755.

CEE (1979). *Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance*. Nations unies, New York et Genève, 1979.

UNECE (1996). Eds: L. Kärenlampi. and L. Skärby. *Critical levels for ozone in Europe: testing and finalising the concepts*. UN-ECE workshop report. University of Kuopio, Finland.

Volz, A. and Kley, D. (1988). Evaluation of the Montsouris series of ozone measurements made in the nineteenth century. In *Nature*, Vol. 332, p. 240-242.

Volz-Thomas, A. (1993). Trends in photo-oxidant concentrations. In: *Photo-oxidants: precursors and products, a contribution to sub-project TOR, Proceedings of the EUROTRAC Symposium 92*. Ed: P. Borrell *et al.*, SPB Academic Publishing, The Hague, the Netherlands, p. 59-64.

WHO (1987). *Air Quality Guidelines for Europe*. Regional Publications, European Series No 23. World Health Organization, Copenhagen.

WHO (1995). *Update and revision of the Air Quality Guidelines for Europe*. Meeting of the Working Group "Classical" Air Pollutants. World Health Organization, Copenhagen.

WHO (1996a). *Update and revision of the WHO air quality guidelines for Europe*. Classical air pollutants; ozone and other photochemical oxidants. European Centre for Environment and Health, Bilthoven, the Netherlands.

WHO (1996b). *Update and revision of the WHO air quality guidelines for Europe*. Ecotoxic effects, ozone effects on vegetation. European Centre for Environment and Health, Bilthoven, the Netherlands.

6. Produits chimiques

Depuis l'évaluation de Dobris, l'industrie chimique en Europe occidentale n'a cessé de croître, sa production augmentant plus rapidement que le PIB depuis 1993. La production dans l'ECO et les NEI enregistre une chute nette depuis 1989, parallèlement à celle du PIB, mais, depuis 1993, la production a connu une reprise partielle dans certains pays. Le résultat net est que les flux de produits chimiques dans l'économie européenne ont augmenté.

Les données relatives aux émissions sont peu nombreuses, mais les produits chimiques sont répandus dans tous les supports environnementaux, notamment dans les tissus animaux et humains. L'inventaire européen des substances chimiques existantes recense plus de 100 000 composés chimiques. La menace que représentent bon nombre de ces produits chimiques reste incertaine, en raison du manque de connaissances concernant leurs concentrations, leur mode de dissémination et d'accumulation dans l'environnement et leur incidence sur les êtres humains et d'autres formes de vie.

Certaines informations sont toutefois disponibles, par exemple, sur les métaux lourds et les polluants organiques rémanents (POR). Bien que les émissions de certaines de ces substances diminuent, leurs concentrations dans l'environnement restent préoccupantes, en particulier dans certaines régions et puits hautement contaminés comme l'Arctique et la mer Baltique. Bien que certains POR bien connus soient éliminés progressivement, de nombreux autres, possédant des propriétés similaires, sont toujours produits en grandes quantités.

Des préoccupations ont également été exprimées récemment en ce qui concerne les "substances entraînant des troubles endocriniens": les POR et certains composés organo-métalliques, en particulier en tant que cause probable de troubles de la reproduction chez les êtres humains et la faune sauvage. Bien que l'on constate des exemples de ce type d'effets chez les animaux marins, les preuves sont encore insuffisantes pour établir des liens de cause à effet entre ces produits chimiques et les troubles de reproduction des êtres humains, dont les causes sont, dans une large mesure, inconnues et pourraient inclure des changements du mode de vie et des habitudes vestimentaires, ainsi que la présence de produits chimiques dans l'environnement.

En raison de la difficulté et des frais d'évaluation de la toxicité de nombreux produits chimiques potentiellement dangereux utilisés, notamment ceux présentant des risques neurotoxiques et génésiques, certaines stratégies de réduction actuelles, comme celle choisie par la convention OSPAR sur la protection de la mer du Nord, visent désormais à réduire la "charge" de produits chimiques dans l'environnement par la suppression ou la réduction de leur utilisation et de leurs émissions. La CEE devrait finaliser deux nouveaux protocoles sur les émissions atmosphériques de trois métaux lourds et seize POR dans le cadre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance en 1998.

Depuis l'évaluation de *Dobris*, de nouvelles initiatives nationales et internationales ont eu pour objet de réduire les incidences éventuelles des produits chimiques sur l'environnement, notamment des programmes de réduction volontaire, la taxation de produits chimiques spécifiques et l'accès du public à des données similaires à celles de l'inventaire américain des rejets toxiques, par exemple, au titre de la directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution dans l'UE. Il existe un potentiel d'application plus large de ces instruments dans toutes les régions d'Europe.

6.1. Introduction

De nombreux nouveaux composés chimiques ont été synthétisés dans des laboratoires et fabriqués, dans certains cas en très grandes quantités, par l'industrie chimique depuis le début de la révolution industrielle. Bon nombre de ces composés sont utilisés pour un large éventail de biens manufacturés et d'autres produits.

Le nombre de substances chimiques utilisées est inconnu, mais en 1981, l'industrie communautaire a été invitée à identifier les substances alors sur le marché. L'inventaire européen des substances chimiques existantes (EINECS) en résultant contient 100 116 composés chimiques. Les estimations du nombre réel de substances actuellement commercialisées varient de 20 000 à 70 000 (Teknologi-Radet, 1996). Plusieurs centaines de nouvelles substances sont commercialisées chaque année.

Un nombre considérable des produits chimiques utilisés se retrouvent dans des millions de produits de consommation notamment et, dès lors, dans l'environnement. Nombre d'entre eux sont reconnus comme dangereux, ou susceptibles de l'être, pour l'environnement et la santé.

Certains des risques plus graves associés à la fabrication et à l'utilisation de produits chimiques, tels que les explosions, les incendies et les intoxications aiguës, sont bien connus (chapitre 13), de même que certains des problèmes associés à leurs émissions dans l'eau (chapitres 9 et 10), l'atmosphère (chapitres 2, 3, 4, 5 et 12), le sol (chapitre 11), et à leur élimination (chapitre 7). Pour un nombre limité de produits chimiques, il existe un niveau raisonnable de connaissance quant aux effets chroniques (à long terme) sur la santé des personnes employées dans des installations de fabrication et certaines autres postes. Les connaissances concernant les éventuelles conséquences humaines et écologiques de la dissémination de la plupart des produits chimiques dans l'environnement restent toutefois limitées.

Les thèmes étudiés et la perception des problèmes clés par les décideurs politiques et la communauté de recherche ont changé sous certains aspects depuis que l'incidence des produits chimiques sur l'environnement est devenue pour la première fois un sujet d'intérêt public majeur dans les années 1970. Certains de ces changements sont repris au tableau 6.1. L'une des principales différences par rapport aux années 1970 réside dans l'intensification de l'intérêt porté aux produits de consommation, dont la nourriture, qui constituent la principale source d'exposition à des substances dangereuses pour la majorité de la population.

Ce chapitre aborde les principaux thèmes des années 1990, tout en tentant de répondre aux quatre questions clés générales du présent rapport:

1. Quelle est l'évolution de la production européenne de substances chimiques?
2. Comment ces substances se disséminent et s'accumulent-elles dans l'environnement?
3. Quelles en sont les incidences humaines et écologiques?
4. Quelles sont les réponses politiques à ces incidences?

La portée de ce chapitre est vaste, dans la mesure où il couvre tant les sources de fabrication que d'utilisation des produits chimiques. Deux groupes de substances dangereuses – les métaux lourds et les polluants organiques rémanents – ont été choisis pour illustrer les problèmes et décrire la manière dont ils ont été abordés.

Tableau 6.1 Thèmes étudiés et perceptions des problèmes de pollution chimique: années 1970 – années 1990

Années 1970	Années 1990
supports simples (essentiellement l'atmosphère et les eaux de surface)	supports multiples (dont le sol, les sédiments et les nappes souterraines)
sources ponctuelles de pollution, par ex. les cheminées	sources diffuses, par ex., agriculture, produits, marchandises
concentrations ambiantes	exposition totale par la nourriture, l'atmosphère, l'eau, le sol, les produits
santé au travail	santé des consommateurs et des écosystèmes
centre d'intérêt local et régional	centre d'intérêt international/mondial
dommages économiques limités, non quantifiés	dommages économiques importants, quantifiables
approche mono-effet, par exemple, la leucémie	multi-effets, par exemple incidences sur la reproduction
approche monosubstance	multi-polluants/mélanges
approche "de fin de chaîne"	production propre et lutte intégrée contre la pollution, LCA
instructions d'utilisation et étiquetage	information du public sur les émissions et les transferts
processus de production	processus et produits
"produits" chimiques "je vends et puis j'oublie"	bonne gestion des produits; "services" chimiques
réglementations spécifiques	règlements "cadre", taxes, accords volontaires, "gestion responsable", etc.

Source: Développement réalisé par l'EEA du tableau 3, p. 248 de Van Leeuwen *et al.*(1996).

6.2. Évolution de la production

La croissance de la production de l'industrie chimique mondiale depuis 1945 est considérable, atteignant plus de 400 millions de tonnes en 1995. Le chiffre d'affaires mondial a été estimé à 1 540 milliards USD en 1994, les États-Unis, le Japon et l'Allemagne contribuant à la moitié de ce total. L'Europe est le premier producteur mondial de substances chimiques au monde, avec 38 % du chiffre d'affaires mondial (la part de l'Europe occidentale s'élevant à 33 %), talonnée par la région Asie-Pacifique, y compris le Japon, qui représente 31 % du chiffre d'affaires mondial (CEE, 1997).

L'Europe a exporté des produits chimiques pour 54,3 milliards d'écus en 1996: 19,5 milliards en Asie, 5,7 millions au Japon, 14,3 milliards aux États-Unis, 5,9 milliards en Amérique latine et 8,9 milliards en Europe orientale. Les produits chimiques importés représentaient 22 milliards d'écus en 1996 (CEFIC, 1997). Dans le passé, la croissance de l'industrie chimique a suivi celle du PIB, mais depuis 1993, elle la devance (fig. 6.1).

Cette croissance n'a pas été partagée dans les pays de l'ECO qui, parallèlement à la diminution sensible de leur PIB (35 % de 1989 à 1995), ont enregistré d'importantes baisses de la production chimique. Toutefois, depuis 1993, plusieurs d'entre eux, comme la Bulgarie, la Croatie, la République tchèque, l'Estonie, la Hongrie, la Pologne et la Slovénie, voient leur production chimique reprendre.

Les produits chimiques ont pour principaux clients l'industrie proprement dite, d'autres secteurs manufacturiers, en particulier le caoutchouc et le plastique, le secteur tertiaire et les produits de consommation finale (figure 6.2).

Les deux principaux "moteurs" de cette croissance de l'industrie chimique sont la satisfaction de la demande en produits de consommation toujours plus neufs, ce qui peut impliquer des produits chimiques novateurs, et la nécessité de trouver des usages et des créneaux pour les produits et sous-produits de l'industrie pétrolière, qui à son tour est stimulée par la demande croissante en carburants. Par exemple, une raffinerie de pétrole classique, traitant environ 2,5 millions de tonnes de pétrole par an, produit chaque année des milliers de kilos de chacun des sous-produits, comme le benzène, l'éthylène et le propylène, utilisés comme matières premières pour l'industrie chimique (Friedlander, 1994). De même, le chlore et le cadmium, en tant que sous-produits respectivement de la production d'hydroxyde de sodium et du raffinement du zinc, sont des substances chimiques importantes pour la production industrielle secondaire.

La nature de sous-produit d'une bonne partie des substances chimiques signifie que les problèmes environnementaux soulevés par la production chimique ne peuvent être traités de manière satisfaisante que par une évaluation entièrement intégrée des incidences et des réactions. Par exemple, la réduction de l'utilisation de cadmium – une substance toxique présente dans les piles – peut signifier que le cadmium, qui est essentiellement un sous-

produit du raffinement du zinc, devra trouver un autre créneau ou être éliminé comme déchet – solutions susceptibles d'avoir une incidence environnementale plus importante que celle des piles au cadmium (Stigliani et Anderberg, 1994).

6.3. Métaux lourds

Les métaux les plus préoccupants pour la santé sont le cadmium, le mercure et le plomb. Le cadmium est utilisé dans les peintures et plastiques, ainsi que dans les piles.

Figure 6.1 Production de l'industrie chimique en Europe occidentale et PIB

indice

PIB UE (indice 1991=100)

production chimique (indice 1990=100)

Source: CEFIC, 1996

Figure 6.2 Produits chimiques: clients, 1991

consommation finale

services

agriculture

textiles et habillement

métaux, construction mécanique et électrique

construction

automobile

papier

autres

Source: CEFIC, 1996

Le mercure est utilisé en dentisterie et dans les piles. Du point de vue environnemental, le plomb est principalement employé comme additif antidétonant dans l'essence. Ces trois substances sont toxiques pour l'être humain et peuvent engendrer des effets nocifs à des niveaux de fond. La bio-accumulation peut encore accroître leur potentiel dangereux.

Émissions et concentrations

La figure 6.3 présente les estimations pour 32 pays européens des émissions passées et futures probables de certains métaux lourds dans l'atmosphère. Les scénarios concernant les émissions futures supposent la mise en œuvre progressive de la meilleure technologie disponible et la suppression continue du plomb contenu dans l'essence. Les émissions actuelles de cadmium et de plomb se situent à environ 65 % en deçà des niveaux record de 1965.

Les émissions de mercure dans l'atmosphère proviennent essentiellement de la combustion du charbon, des processus de production dans l'industrie du ciment et des métaux non ferreux et de l'incinération des déchets urbains. Les produits à la plus forte teneur en mercure jetés avec les déchets urbains sont les piles, les tubes fluorescents, les thermomètres à mercure et les amalgames usagés provenant des cliniques dentaires (Umweltbundesamt et TNO, 1997). Les émissions totales de mercure dans l'atmosphère (selon la région EMEP présentée à la carte 6.1) étaient estimées à 462 tonnes en 1990, dont la moitié était issue de la production d'énergie et 38 % de sources industrielles. En Europe occidentale, les sources ont généré un peu plus de la moitié du total, les pays de l'ECO et les NEI contribuant à environ un quart. Les schémas d'émission coïncident approximativement aux densités de population.

La figure 6.4 présente les réductions des émissions de plomb résultant de l'utilisation croissante d'essence sans plomb (voir section 4.6.2, carte 4.7).

Les métaux lourds peuvent traverser les frontières nationales avant de terminer leur course dans le sol, les sédiments marins ou le biote. La carte 6.2 présente le schéma des dépôts de cadmium en Europe septentrionale, issu de la surveillance biologique des mousses. Le cadmium provient essentiellement de sources diffuses et est largement répandu. Les sources ponctuelles sont généralement moins importantes que pour les autres métaux lourds. Les concentrations ont tendance à diminuer du sud au nord, avec plusieurs "points névralgiques" dans les régions industrielles (Rühling, 1994).

La plupart des cours d'eau européens affichent des concentrations élevées en métaux lourds. Pendant la période de 1991 à 1993, les concentrations moyennes de cadmium dans les cours d'eau pollués étaient environ 50 fois plus élevées que dans les cours d'eau propres, 9 fois plus élevées pour le plomb, 11 fois plus élevées pour le chrome et 4 fois plus élevées pour le cuivre (tableau 6.2). D'une manière générale, les concentrations diminuent depuis 1985. La réduction des concentrations de cadmium dans certains cours d'eau est le fruit de réglementations plus

strictes; la diminution des concentrations des autres métaux dans plusieurs cours d'eau est le fait d'un meilleur traitement des eaux résiduaires.

Figure 6.3 Estimations des émissions de certains métaux lourds dans l'atmosphère en Europe, 1955-2010

kt
plomb
zinc
kt
arsenic
calcium

Source: Pacyna, 1996

Figure 6.4 Réductions des émissions de plomb provenant de l'essence, 1990-96

Norvège
Biélorussie
Suède
Finlande
Danemark
Allemagne
Pays-Bas
Slovénie
Ukraine
Estonie
Suisse
Géorgie
Royaume-Uni
Lituanie
Croatie
Bulgarie

Remarque: * les données font référence aux changements intervenus entre 1990 et 1995.
En Turquie, les émissions de plomb provenant des véhicules ont doublé entre 1990 et 1996.
Source: EPA danoise, 1998

Produits chimiques 113

Même dans les cours d'eau dont l'état s'est amélioré, les concentrations sont toujours environ cinq fois supérieures à celles d'un cours d'eau propre. Nous ne savons pas avec certitude si les améliorations réalisées suffisent pour permettre aux écosystèmes affectés de se rétablir, en raison des difficultés que représente la définition d'un niveau en dessous duquel les conséquences préjudiciables sont inexistantes (OCDE, 1996).

Incidences

Quelques mines, hauts fourneaux et installations industrielles ont engendré une contamination locale importante par les métaux lourds. Par exemple, des hauts fourneaux construits voici environ 50 ans dans l'ex-Union soviétique ont créé des déserts industriels, avec la destruction de (pratiquement) toute la végétation dans un rayon de 15 km. Des niveaux élevés de nickel, de cuivre et de plomb sont observés dans les mousses jusqu'à 200 km de ces sources. La concentration de cuivre et de nickel dans les eaux de surface situées dans un rayon de 30 km des principales fonderies de la région de Mourmansk peut largement dépasser le niveau toxique pour les êtres humains; les écosystèmes d'au moins cinq cours d'eau de cette région ont été complètement détruits.

Les incidences des métaux lourds sur les écosystèmes sont généralement observées à proximité de hauts fourneaux, de dépôts de déchets miniers et d'autres types de terres contaminées. Toutefois, il est souvent difficile de déterminer si une incidence est due à l'acidification ou au dépôt de métaux lourds.

Il n'existe aucune preuve manifeste des incidences à grande échelle des métaux lourds sur les écosystèmes forestiers.

Carte 6.1 Émissions de mercure dans l'atmosphère, 1990

Émissions de mercure dans l'atmosphère

1:30 000 000

Émissions en tonnes dans la grille EMEP 50

Source: Umweltbundesamt et TNO, 1997

114 L'Environnement en Europe

La concentration de plomb, de cadmium et de mercure dans la couche humifère des sols forestiers de la moitié de la Suède a toutefois augmenté d'un facteur de trois à dix depuis l'ère préindustrielle; les concentrations diminuant du sud au nord. (EPA suédoise, 1993).

Les incidences à grande échelle des métaux lourds sur l'écosystème des eaux douces et côtières sont peu surveillées. Il existe toutefois une interaction entre les problèmes d'acidification et d'eutrophisation et l'émission de métaux lourds dans les eaux intérieures et les régions côtières.

Carte 6.2 Cadmium dans les mousses, début des années 1990

Cadmium dans les mousses

1:30 000 000

Cd en $\mu\text{g/g}$

plus de 0,8

0,7-0,8

0,6-0,7

0,5-0,6

0,4-0,5

0,3-0,4

0,2-0,3

moins de 0,2

indéfini

Source: Rühling, 1994

Produits chimiques 115

Une baisse du pH de 7 à 4 augmente la lixiviation du manganèse, du cadmium et du zinc d'un facteur de dix environ (EPA suédoise, 1993a). La biodisponibilité et la sédimentation de ces métaux dans la masse d'eau dépend du degré d'eutrophisation.

Des concentrations élevées de métaux lourds peuvent intensifier les agressions du biote, qui peut devenir plus sensible aux infections.

Les concentrations de mercure dans le poisson, en particulier en Scandinavie, sont supérieures au niveau acceptable pour la santé. L'on estime qu'environ 40 000 lacs suédois contiennent des brochets dont la concentration en mercure dépasse la valeur cible pour la santé des consommateurs correspondant à 0,5 mg/kg. Les niveaux de mercure dans le poisson ne diminuent pas, en dépit de la baisse spectaculaire des émissions nationales en Suède, probablement en conséquence du transport de mercure venant d'autres endroits et de la lixiviation locale (EPA suédoise, 1993a).

Une incidence bien documentée d'un produit chimique toxique sur les écosystèmes marins est l'effet du tributylétain (TBT) observé chez les huîtres et les pourpres de l'Atlantique. Dans les années 1980, l'on a constaté à divers endroits que les huîtres présentaient des signes d'anomalie de croissance, notamment un épaississement de la coquille, et que de nombreux gastéropodes souffraient d'imposexe (la formation d'organes sexuels mâles chez les femelles). Il est apparu que les huîtres et les gastéropodes présentant ces symptômes vivaient à proximité de ports et de marinas et que leurs tissus avaient une teneur en fer élevée, due aux peintures antisalissures. Une étude de l'importance et de la sévérité de l'imposexe dû au TBT a révélé des effets généralisés le long des côtes britanniques (Agence britannique pour l'environnement, 1996).

Conclusion

Les émissions de métaux lourds diminuent en conséquence de l'élimination du plomb présent dans l'essence, de l'amélioration du traitement des eaux résiduaires et des incinérateurs, de l'utilisation d'une technologie plus propre dans l'industrie des métaux et des réductions de l'utilisation de cadmium et de mercure dans les sources fixes. Les émissions diffuses de cadmium et de mercure sont toutefois plus difficiles à gérer et demeurent un problème. D'autres améliorations significatives seraient possibles si les techniques disponibles étaient mises en œuvre dans tous les pays. Les conséquences sur les écosystèmes marins, la possibilité de bioconcentration et les concentrations élevées enregistrées dans certaines régions semblent indiquer qu'il convient de ne pas relâcher l'attention portée aux effets possibles des métaux lourds sur la santé.

Tableau 6.2 Valeurs moyennes pour certains métaux dans les cours d'eau en 1995 en µg/l

	Cadmium	Plomb	Chrome	Cuivre
<i>Cours d'eau relativement propres</i>				
Finlande	0,03	0,1	0,5	0,7
Luxembourg	0,1	5,8	1,0	2,5
Suède	0,01 - 0,02	0,3	-	1,5-1,9
Suisse	0,02 ¹	1,3 ³	0,5 ¹	1,3 ³
<i>Cours d'eau relativement pollués</i>				
Portugal	5,0 ²	30 ²	10 ²	5,0 ²
Espagne	1,3	14 ¹	5,0 ¹	5-10 ¹
Pologne	0,2	3-9	7,8 ¹	4

¹ Données de l'année 1993.

² Données de l'année 1992.

³ Données de l'année 1994.

Source: OCDE, mise à jour 1997.

6.4. Polluants organiques rémanents

Les polluants organiques rémanents (POR – voir tableau 6.3) sont présents aux quatre coins de la planète et peuvent s'accumuler dans les tissus humains et animaux, en conséquence de leur utilisation répandue et de leur dispersion par les vents et les courants océaniques, et dans l'ensemble du biote. Certains POR prennent la forme de sous-produits indésirables et leur identification et réduction peuvent s'avérer difficiles. D'autres sont délibérément produits pour être utilisés comme pesticides ou produits chimiques industriels. La production et l'utilisation de certaines substances éliminées progressivement en Europe occidentale se poursuivent dans certains pays en voie de développement. Ces substances peuvent présenter une menace pour la biosphère de ces pays ainsi qu'en Europe et dans l'Arctique, qui pourraient être exposés par le biais de la commercialisation de marchandises et de la dispersion mondiale.

Pour comprendre le déplacement transfrontière et à longue distance et l'accumulation de POR dans l'environnement, il convient de connaître les différences climatiques régionales et mondiales contribuant à la "distillation mondiale". Par exemple, les concentrations

atmosphériques de DDT et DDE, de lindane et d'autres pesticides sont parfois plus importantes dans les régions où ces substances sont peu utilisées que dans les pays tropicaux où elles sont abondamment employées pour la lutte antiparasitaire (Wania et McKay, 1996). Certaines régions peuvent agir en alternance comme puits et sources de POR. Par exemple, les POR sont déposés et réémis de façon saisonnière dans les Grands Lacs d'Amérique du Nord (CCEC, 1997) et éventuellement en mer Baltique également.

POR dans le milieu marin

Il existe de nombreux exemples, à l'échelle mondiale, de concentrations élevées de POR dans le milieu marin.

Tableau 6.3 Quelques polluants organiques rémanents

Acronyme	Composé	Applications
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Dans le pétrole brut – produit de la combustion incomplète de carburant et de bois - produit de préservation du bois à base de créosote - goudron de houille
PAC	Composés aromatiques polycycliques	Composés aromatiques hétérocycliques, dérivés de HAP (HAP nitrés, chlorés et bromés)
HAC	Composés aliphatiques halogénés	Solvants halogénés volatils tels que le trichloréthylène et le tétrachloroéthylène et goudron de dichlorure d'éthylène
CP	Alcanes chlorés	Alcanes C10-C30 avec 30-70 % de chlore
PCB	Polychlorobiphényles	Plus de 200 substances différentes: fluides isolants dans les condensateurs et transformateurs, câbles, plastifiants, additifs pour lubrifiants, additifs pour peinture, papier autocopiant, fluides hydrauliques
PBB	Polybromobiphényles Éthers de diphenyle	Intermédiaires de rachat pour l'industrie chimique. Ignifuges bromés
PCN	Polychloronaphtalènes	Fluides isolants dans les condensateurs, ignifuges, additifs pour lubrifiants, produits de préservation du bois, pesticides, produits de combustion indésirables
PCDE	Éthers polychlorés de diphenyle	Sous-produits de PCP, substituts des PCB, additifs pour pesticides
PCS	Styrènes polychlorés	Sous-produits de processus chimiques
PCT	Polychloroterphényles	Substituts des PCB
ACB	Chlorobiphényles alkylés	Substituts des PCB
PCP	Pentachlorophénol	Fongicides, bactéricides, produits de préservation du bois
	Chloroguaiacols	Sous-produit du blanchiment des pâtes

PCDD/F	Dibenzodioxines polychlorées/ dibenzofurannes polychlorés	Plus de 200 substances. Sous-produits indésirables de divers processus chimiques, impurétés dans l'huile PCB et dans les produits à base de chlorophénol (herbicides du type phénoxy), produits de combustion (incinérateurs), blanchiment de pâtes à papier.
PAE	Esters de l'acide phtalique (phtalates)	Plastifiants dans les polymères (PVC), additifs pour peinture, vernis, cosmétiques, lubrifiants
	Composés organo-métalliques	Essentiellement mercure, plomb et étain dans les peintures, composés désinfectants de semence, produits antimoisissures, plomb dans l'essence, étain dans les produits antisalissures pour bateaux
DDT	dichlorodiphényl-trichloroéthane 4,4'	Insecticide encore utilisé dans les pays tropicaux en voie de développement
DDE	1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophényl)éthylène	Produit de dégradation du DDT
HCH	Hexachlorocyclohexane	Insecticide. Plusieurs isomères rémanents, de 1 à 90 % dans le lindane (isomère gamma)
Cyclodiènes	aldrine, endrine, dieldrine, endosulfan, chlordane, heptachlore	Pesticides
PCC	Camphènes polychlorés	Pesticides, par exemple, toxaphène, camphéchloré
NPN	Nonylphénol	Intermédiaire de dégradation stable du nonylphénol éthoxylate (NPEO) dans les détergents

Remarques: L'utilisation de pesticides DDT et son produit de dégradation – le DDE, ainsi que le lindane, l'aldrine, la dieldrine et l'endrine est interdite ou restreinte. Les PCB, PBB (hexabromobiphényles), PCT, PCP, PCCD/F et PCC font également l'objet de restrictions. L'aldrine, le chlordane, le DDT, la dieldrine, l'endrine, le mirex, le pentachlorophénol (PCP), le toxaphène, les dioxines, les furannes, l'hexabromobiphényl, l'HCB, les HAP et les PCB, ainsi que les alcanes chlorés à courte chaîne sont repris dans le Protocole à la convention CEE sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, relatif aux POR.

Source: EPA suédoise, 1993b

Dans la mer du Nord, par exemple (Greenpeace, 1993):

- Des concentrations élevées de pesticides organochlorés et de PCB ont été enregistrées dans le foie des poissons vivant dans la partie méridionale de la mer du Nord, mais les concentrations semblent diminuer. La concentration de PCB-153 dans le foie de morue est passée de 1 100 mg/kg en 1987 à 470 mg/kg en 1991.
- Les concentrations de PCB dans les anguilles le long du Rhin et de la Meuse ont dépassé le niveau de tolérance pour la consommation. Une chute nette des niveaux ne peut pas encore être observée, malgré l'interruption de la production de PCB.
- Les concentrations de lindane sont les plus élevées dans la région côtière s'étendant du sud de l'Angleterre à la Norvège et sont présentes dans l'ensemble de la mer du Nord. Du lindane a été découvert dans les sédiments, à des concentrations particulièrement élevées dans le Skagerrak.

Des comparaisons des concentrations de contaminants dans la graisse de trois espèces de phoques provenant de la mer Baltique, du Skagerrak, du Kattegat et de la mer du Nord ont démontré que les concentrations en PCB des phoques communs dans la mer Baltique sont deux fois plus élevées que celles de la même espèce dans le Skagerrak, tandis que la concentration de sDDT (la somme de DDT, DDE et DDD) chez les phoques de la mer Baltique était environ quatre fois supérieure à celle des phoques du Skagerrak. Les phoques marbrés de la Baltique présentent des concentrations de PCB égales à celles des phoques communs du Skagerrak, mais les concentrations en DDT sont trois fois plus élevées. Les phoques gris de la Baltique présentent les concentrations les plus élevées de PCB et de DDT (figure 6.5). La comparaison de ces résultats avec des études antérieures révèle une diminution sensible des concentrations de DDT depuis le début des années 1970. Chez les phoques marbrés, les concentrations de DDT et de PCB ont régressé. Les niveaux observés dans le nord-est de l'Écosse sont toutefois 10 fois plus faibles que dans la mer Baltique (Blomkvist *et al.* 1992).

Les concentrations de POR dans le milieu marin européen sont abordées au chapitre 10, section 10.3.2. Les observations réalisées dans plus de 40 sites différents de la région baltique depuis 1967 – couvrant une période d'utilisation intensive de POR, suivie d'une période de législation et de mesures internationales visant à protéger l'environnement et d'une période de rétablissement (Bignert, 1997) – démontrent que les concentrations de sDDT dans le milieu marin ont diminué d'environ 11 % par an entre 1968 et 1996. Les concentrations de PCB ont régressé plus lentement, probablement en raison de pertes de PCB. La figure 6.6 montre la diminution des concentrations dans les œufs de guillemot. Les populations de plusieurs espèces menacées – par exemple, les loutres des régions scandinaves et arctiques – se sont rétablies, parallèlement à la diminution des niveaux de POR dans leurs tissus adipeux (AMAP, 1997).

Le taux d'accumulation des POR dans différentes espèces est partiellement régi par le processus de "bio-amplification", qui dépend des habitudes diététiques et alimentaires. Une bio-amplification des PCB, DDT et autres POR dans les chaînes alimentaires a été signalée dans de nombreuses régions du monde: les Grands Lacs en Amérique du Nord (années 1960) et la mer Baltique (années 1970). Une bio-amplification des PCB et DDT a également été démontrée chez les mammifères arctiques européens. Des niveaux très élevés de PCB et de sDDT sont observés chez les prédateurs de fin de chaîne, comme l'ours polaire (EEA, 1996).

Le Danube et son large delta constituent l'une des meilleures aires de nidification au monde pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques.

Figure 6.5 Contaminants organiques dans la graisse des phoques, fin des années 1980

Source: Blomkvist *et al.* 1992

Figure 6.6 DDT et PCB dans les œufs de guillemot, 1969-95

Source: Bignert *et al.*, mise à jour 1997

Tableau 6.4 Hydrocarbures chlorés dans les œufs d'oiseaux aquatiques collectés dans le delta du Danube

Type d'alimentation		Espèce	HCB	Lindane	sDDT	PCB
g/g poids sec						
Consommateurs de premier ordre		Canard colvert	0,18	0,27	1,27	0,98
Consommateurs de deuxième ordre (invertébrés)		Ibis luisant	0,16	0,28	4,00	2,40
Consommateurs de deuxième ordre (invertébrés + poissons)		Héron cendré	0,17	0,65	7,35	2,04
		Héron bihoreau	0,19	0,52	6,25	2,33
Consommateurs de troisième ordre (poissons)	dans le delta	Cormoran pygmée	0,47	0,46	19,31	14,95
	en surface	Pélican blanc	0,32	1,15	18,75	5,38
	Cormoran ordinaire	Cormoran ordinaire	1,30	2,01	59,9	23,6

Source: Walker et Livingstone, 1992

Une étude du PNUD/PNUE dans la région a illustré le processus de bio-amplification, en révélant une augmentation des concentrations partant des consommateurs de premier ordre, comme les canards colverts, aux consommateurs de troisième ordre se nourrissant exclusivement de poissons, comme les cormorans et les pélicans, en passant par les consommateurs de deuxième ordre se nourrissant de poissons, comme les hérons (Walker et Livingstone, 1992) (voir tableau 6.4),

Incidences écologiques des POR

Il existe de nombreuses données et connaissances sur les effets écotoxicologiques des POR. Le tableau 6.5 dresse un aperçu de ces effets, essentiellement sur la base d'observations faites dans le bassin hydrographique de la mer Baltique.

La principale incidence documentée des POR semble être leur effet sur la reproduction. Le rapport de l'EPA suédoise résume les troubles de la reproduction chez différentes espèces de

poisson de la région de la mer Baltique. L'on suspecte également une relation entre les POR et les troubles de la reproduction chez les oiseaux et les mammifères marins, comme les phoques et les dauphins, qui constituent les derniers maillons de la chaîne alimentaire marine. Un exemple de ces troubles est l'effet toxique suspecté consistant en une constriction de l'utérus des phoques, qui semble avoir nettement augmenté entre 1965 et 1979, avec un rétablissement partiel ultérieur (fig. 6.7). Un effet similaire a également été observé chez les populations de phoques gris dans des régions contaminées de la mer d'Irlande (Baker, 1989) et de la mer des Wadden aux Pays-Bas (Reijnders, 1986).

En 1990 et 1991, la population méditerranéenne de dauphins bleus a enregistré une mortalité importante. Ces animaux ont été décimés par une infection virale, mais la mortalité était également liée à des concentrations extrêmement élevées de PCB dans leur graisse et leur foie. Il est probable que les PCB aient réduit la résistance des animaux face à l'infection virale et aux ectoparasites (Aguilar et Borrell 1994, Borrell *et al.*, 1996).

La surveillance des embryons des poissons benthiques de la mer du Nord a révélé des taux de malformation de 30 % dans la partie intérieure de la baie d'Helgoland, diminuant à 9 % dans la zone au large des côtes, mais remontant à 31 % au Dogger Bank éloigné, faisant manifestement office de puits pour les substances anthropiques (Stebbing *et al.*, 1992).

Figure 6.7 Constrictions utérines chez les phoques de la mer Baltique, 1965-95
pourcentage de l'ensemble des femelles par groupe d'âge

Source: Helle, 1997

Tableau 6.5 Incidences écologiques et substances causales possibles

L'association/causalité est évaluée sur l'échelle suivante: 1 = aucune association observée, 2 = association suspectée, 3 = association faible, 4 = association évidente, 5 = association significative.

Observation/Incidence	Espèce sensible	Substance	Association / causalité
<i>Grande échelle</i>			
Amincissement de la coquille	guillemot, aigle, balbuzard, faucon pèlerin	DDT	5
Reproduction	phoque, loutre	PCB	4
Malformation du squelette	phoque gris	DDT, PCB	2
Changements pathologiques	phoque	métabolites des PCB et DDT	3
Reproduction	vison	PCB	5
Troubles de la reproduction	balbuzard	DDT, PCB	4-5
Troubles de la reproduction	aigle	DDT, PCB	2-3
Reproduction (M74)	saumon	substances chlorées	2
<i>Grande échelle – Industrie des pâtes et papiers</i>			
Induction d'enzymes métabolisants	perche	mélange organique chloré/ non chloré PCCD/F	3
<i>Local/régional – Industrie des pâtes et papiers</i>			
Induction d'enzymes métabolisants	perche	mélange organique chloré/ non chloré PCCD/F	3-4
Malformations de la colonne vertébrale	chaboisseau à quatre cornes	mélange organique chloré/ non chloré PCCD/F	3-4
<i>Local – Industrie forestière</i>			
Induction d'enzymes métabolisants	perche	mélange organique chloré/ non chloré PCCD/F	4-5

Malformations de la colonne vertébrale	chaboisseau à quatre cornes	mélange organique chloré/ non chloré	4-5
Détérioration des larves	moules	mélange organique chloré/ non chloré	3

Source: EPA suédoise, 1996

POR dans le lait humain

Certains POR, comme les PCB, le DDT et les dioxines, s'accumulent dans les tissus adipeux humains et sont excrétés essentiellement par le lait maternel. Des substances extrêmement toxiques pour les mammifères, telles que les dibenzodioxines polychlorées (PCDD) et les dibenzofurannes polychlorés (PCDF), peuvent donc être une source importante d'inquiétude pour les enfants allaités. Une étude de l'OMS a révélé que les niveaux de PCDD et de PCDF dans le lait humain n'augmentent généralement pas. Dans certains pays, les niveaux ont diminué, affichant parfois une baisse spectaculaire pouvant atteindre 50 % par rapport à 1988 (fig. 6.8).

Les concentrations de contaminants varient d'un pays à l'autre et avec le temps. Certaines des variations enregistrées découlent de différences au niveau des techniques analytiques et d'échantillonnage.

Parmi les autres facteurs, citons la teneur en matières grasses du lait, l'âge maternel, les habitudes alimentaires et la profession. La concentration de POR dans le lait humain est dix fois plus élevée que dans le lait de vache ou les succédanés de lait. La figure 6.9 montre le taux moyen de DDT+DDE dans les matières grasses du lait humain dans les pays européens. Généralement, les concentrations de DDT sont supérieures dans les échantillons provenant de pays utilisant ou ayant utilisé des pesticides rémanents (Jensen, 1996).

Les dioxines appartiennent à un groupe de substances pouvant être associées à plusieurs incidences. Le niveau le plus faible d'effets négatifs observables sur le développement, le comportement neurologique et la reproduction peut être de l'ordre des charges corporelles de fond actuelles dans certains segments de la population. Toutefois, au vu des résultats de l'étude de l'OMS, l'allaitement devrait généralement être encouragé en raison de ses avantages globaux pour la santé et le développement des nourrissons.

Conclusion

Si de nombreux éléments indiquent une diminution des émissions de plusieurs POR parallèlement aux réductions générales de la production et de l'utilisation, aucune donnée paneuropéenne ne confirme cette situation. La carte 6.1 se base sur un inventaire des émissions de 1990 de PCB dans l'atmosphère qui vient à peine d'être achevé. Sur les émissions totales de PCB (pour la région EMEP illustrée sur la carte) correspondant à 119 tonnes, 80 % provenaient de sources situées en Europe occidentale; 94 % du total étaient issus de sources associées au matériel électrique. Aucune donnée n'est disponible sur les émissions dans l'eau.

Les résidus de l'utilisation passée de POR à l'échelle mondiale sont toujours présents dans la majeure partie de l'Arctique, de la Baltique et d'autres régions. Entre 1948 et 1993, 2,6 millions de tonnes de DDT ont été utilisées. Les PCB ont été largement utilisés dans les transformateurs et condensateurs dans les stations radar militaires et les centrales électriques temporaires en temps de guerre, qui ont déversé des fluides PCB dans l'environnement. Parmi les autres sources historiques, citons les fuites provenant de transformateurs, les fluides hydrauliques et liquides de forage issus des mines et des plates-formes pétrolières, ainsi que les décharges dans lesquelles des déchets contenant du PCB ont été déversés (AMAP, 1997). La rémanence de POR dans l'environnement souligne le besoin de soutenir l'attention portée à ce problème (voir section 6.5).

6.5. Incidences des produits chimiques sur la santé

De faibles concentrations de nombreux produits chimiques anthropiques se retrouvent dans l'environnement, mais la preuve d'une quelconque incidence sur la santé, excepté pour certaines expositions professionnelles et émissions accidentelles, est très difficile à identifier.

Figure 6.8 Concentrations de dioxine dans le lait humain 1988/93

Belgique – Liège
Belgique – Bruxelles
Pays-Bas - 17 échantillons différents
Finlande – Helsinki
Belgique - Brabant wallon
Royaume-Uni – Birmingham
Allemagne – Berlin
Royaume-Uni – Glasgow
Danemark - 7 villes différentes
Croatie – Zagreb
Norvège – Skien/Porsgrunn
Finlande – Kuopio
Autriche – Tulln
Autriche – Vienne
Norvège – Tromsø
Norvège – Hamar
Hongrie – Budapest
Croatie – Krk
Hongrie – Szentes

Source: OMS,1996

Figure 6.9 Concentration moyenne de DDT+DDE dans les matières grasses du lait humain - pays européens

Turquie 1987
Italie 1984
France 1980
Tchécoslovaquie 1989
Pologne 1986
Croatie 1991
Allemagne 1986
Norvège 1988
Pays-Bas 1988
Finlande 1988
Danemark 1987
Espagne 1991
Suède 1988

Remarque: Le nombre de femmes soumises à un prélèvement est indiqué entre parenthèses.

Source: Jensen, 1996

Carte 6.3 Émissions de PCB dans l'atmosphère, 1990

Émissions de PCB dans l'atmosphère

1:30 000 000

Émissions en tonnes dans la grille EMEP 50

Source: Umweltbundesamt et TNO, 1997

Cette difficulté réside essentiellement dans le fait que les personnes sont exposées à de nombreuses substances différentes et à leurs produits de dégradation, de diverses manières (air, eau, nourriture, autres produits de consommation, etc.). L'effet sur la santé peut également être dû à une exposition à des substances naturelles présentes dans l'environnement. En outre, les écarts sont souvent importants, tant en termes de temps que de connaissances, entre les *expositions* aux produits chimiques, les *observations* de leurs effets potentiels sur la santé, et leur relation par des mécanismes d'*association* et de *causalité* (encadré 6.1).

Bien que les voies métaboliques pour les polluants chimiques chez l'être humain soient nombreuses, seuls quelques éléments majeurs reçoivent l'essentiel de la "charge" chimique:

- le *foie*, où les systèmes enzymatiques complexes tentent de détoxifier les substances, mais où des radicaux libres hautement réactifs présentant un potentiel cancérigène peuvent par exemple être créés à partir de substances telles que les HAP;
- les *membranes cellulaires*, où les substances lipophiles (liposolubles) peuvent se concentrer et inhiber les fonctions cellulaires;
- le *système hormonal*, qui active de nombreux systèmes régulateurs de l'organisme, via les glandes endocrines et d'autres mécanismes, tels que l'appareil génital;

Encadré 6.1: Association et causalité

Il est parfois relativement aisé de démontrer qu'un indicateur de mauvaise santé, par exemple, le nombre d'admissions à l'hôpital par jour, est associé à une cause possible, comme la variation quotidienne des niveaux de polluants atmosphériques. Pour démontrer l'existence d'un lien causal, plusieurs lignes directrices ou tests ont été élaborés, notamment la cohérence des résultats de différentes études, la façon dont ces derniers s'accordent (cohérence), l'existence d'une "relation dose-réponse" entre le facteur causal proposé et l'effet, et le caractère sensé de la chronologie des événements, en d'autres termes la cause précède toujours l'effet.

Prouver la causalité est souvent très difficile, mais l'utilisation de ces critères et d'autres permet de poser un jugement éprouvé quant à la probabilité de la causalité d'une association. Lorsque les effets sont susceptibles d'être graves et/ou irréversibles, un faible niveau de preuve, comme dans le "principe de précaution", peut suffire à justifier des mesures visant à supprimer ou réduire les causes probables. (OMS, ECEH et EEA, 1996).

Encadré 6.2: Incidences sur la santé et l'environnement

Cet aperçu des effets sur la santé susceptibles d'être dus aux produits chimiques et à la pollution repose sur une recherche toxicologique mécaniste et sur une épidémiologie environnementale, souvent à des degrés importants d'exposition. Le degré de confirmation varie, des relations causales bien connues entre rayonnement et cancer. Le tableau illustre également la nécessité d'évaluer la contribution d'un produit chimique à un effet sur la santé, voire une maladie; de comparer cette contribution avec d'autres facteurs causals et d'estimer la contribution de différents modes d'exposition. La plupart des effets nocifs résultent de nombreuses causes interagissant, telles que la génétique, le mode de vie, le rayonnement, l'alimentation, les produits pharmaceutiques, les produits chimiques (anthropiques et naturels), le tabac et la pollution atmosphérique, y compris l'exposition intérieure et extérieure. Enfin, il importe de tenir compte des groupes sensibles, tels que les personnes âgées, les enfants et les malades.

Effet sur la santé	Groupe sensible	Principaux produits chimiques/polluants
<i>Cancer</i>	essentiellement les personnes âgées et les enfants (leucémie)	amiante HAP nitro-HAP benzène certains métaux radon toxines naturelles perturbateurs endocriniens
<i>Affections cardio-vasculaires</i>	essentiellement les personnes âgées	monoxyde de carbone arsenic plomb cadmium cobalt
<i>Affections respiratoires</i>	enfants asthmatiques	particules inhalables dioxyde de soufre dioxyde d'azote ozone hydrocarbures solvants terpènes
<i>Allergies et hypersensibilités</i>	enfants	particules ozone nickel chrome
<i>Reproduction</i>	fœtus, jeunes	PCB DDT phtalates plomb mercure autres perturbateurs endocriniens
<i>Troubles du système nerveux</i>	fœtus, enfants	méthylmercure plomb manganèse aluminium solvants organiques
<i>Ostéoporose</i>	personnes âgées	plomb cadmium aluminium sélénium
<i>Sensibilité chimique</i>	personnes âgées de 30-40 ans?, femmes?	solvants?, pesticides?, médicaments?

Source: EEA, sur la base du rapport de l'EPA suédoise relatif à l'environnement et à la santé publique; WHO Concern for tomorrow; Environmentally-mediated intellectual decline, Cambridge University, 1996; et Environmental Health Perspectives Supplement Chemical Sensitivity, mise à jour de 1997.

- le *système immunitaire*, qui défend l'organisme contre les invasions étrangères et qui peut surréagir et entraîner des réactions allergiques.

Les effets sur la santé susceptibles d'être engendrés ou stimulés par la pollution due aux produits chimiques incluent notamment le cancer, les maladies cardio-vasculaires, les affections respiratoires, les allergies et l'hypersensibilité, les troubles de la reproduction, l'ostéoporose et les affections des systèmes nerveux central et périphérique. L'encadré 6.2 résume certaines connaissances actuelles sur les groupes sensibles, les facteurs causals et environnementaux, ainsi que les polluants chimiques susceptibles de contribuer à des incidences sur la santé.

En Europe, les affections respiratoires et les allergies ont vu leur nombre augmenter ces dernières décennies, notamment l'asthme, la bronchite, l'emphysème et la rhinite. La pollution chimique, en particulier atmosphérique, a été mise en cause (CCE, COM(97) 266 final).

Une augmentation de l'incidence des cancers des testicules et du sein a été observée dans de nombreux pays. Plusieurs études réalisées dans les pays industrialisés ont révélé une diminution de la qualité du sperme humain. Les causes de cette évolution sont dans une large mesure inconnues, mais des changements de l'environnement et du mode de vie peuvent en être responsables (UE, OMS- ECEH et EEA, 1996, le *rapport Weybridge* – voir encadré 6.3). Parmi les polluants susceptibles d'affecter la reproduction et la descendance, citons les métaux (plomb et méthylmercure), les solvants, les pesticides, ainsi que le PCB, le DDT et d'autres substances qui peuvent traverser le placenta et être excrétés dans le lait maternel. Ces substances peuvent influencer le développement mental et physique, ainsi que la croissance du fœtus et du nourrisson. Il existe une association probable entre l'exposition aux produits chimiques possédant des propriétés de perturbation endocrinienne au début de la vie fœtale et les changements affectant la fécondité des hommes adultes. Plusieurs études sur la faune sauvage révèlent des effets sur la fécondité, qui peuvent être liés à l'exposition à des substances de perturbation endocrinienne, comme certains PCB.

Les effets neurotoxicologiques suscitent de plus en plus d'inquiétudes, mais les évaluations actuelles des risques ne représentent pas de manière adéquate les risques de l'exposition aux neurotoxiques (Conseil national de la recherche, 1992). En Pologne, en République tchèque et dans les villes de l'ex-Union soviétique, il est attesté que les enfants nécessitant une éducation spéciale et ceux atteints de retard mental sont plus nombreux dans les régions polluées que dans les régions rurales. (Global Environmental Change Programme, 1997).

Encadré 6.3: Le rapport Weybridge

L'EEA a résumé les résultats du document *Report from the European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife* (le rapport Weybridge) de la manière suivante:

Les preuves et préoccupations vont croissant quant à l'augmentation de troubles de la reproduction de la faune et l'être humain. Certaines substances ont été mises en cause, mais il subsiste de grandes incertitudes concernant les causes des troubles de la reproduction.

Les conclusions clés sont les suivantes:

- Il existe suffisamment de preuves que les taux de cancer des testicules vont croissant.
- La chute apparente de la numération des spermatozoïdes dans certains pays semble réelle et non imputable à des variables méthodologiques.
- Il n'existe pas suffisamment de preuves pour établir définitivement un lien causal entre les effets sur la santé de l'être humain et l'exposition aux produits chimiques.
- Le principal mode d'exposition aux substances de perturbation endocrinienne est généralement l'ingestion de nourriture et, dans une moindre mesure, l'eau. Ceci est valable pour les animaux terrestres, les oiseaux et les mammifères, dont les humains.
- En comparaison avec les États-Unis, peu de cas de troubles de la reproduction chez la faune sauvage dans l'UE permettent d'associer formellement les effets avec des substances de perturbation endocrinienne.
- Toutefois, dans quelques cas constatés dans l'UE, des effets endocriniens nocifs, ou une toxicité pour la reproduction, chez les oiseaux et les mammifères coïncident avec des niveaux élevés de substances anthropiques, qui se sont révélées présenter des propriétés de perturbation endocrinienne au cours de certains tests.
- Des recommandations sur la recherche et la surveillance de l'exposition et des effets chez la faune sauvage et l'être humain pourraient contribuer à réduire les incertitudes considérables et les lacunes statistiques.
- Les tests écotoxicologiques, les études et les évaluations des risques actuels ne visent pas à détecter des activités de perturbation endocrinienne.
- Entre-temps, il convient de prêter attention à la réduction de l'exposition des êtres humains et de la faune sauvage aux perturbateurs endocriniens conformément au "principe de précaution".

Source: Rapport Weybridge, 1996

Des études expérimentales sur animaux indiquent que l'exposition à de faibles doses (en d'autres termes, à des niveaux n'ayant aucun effet sur les animaux adultes) d'agents environnementaux pendant le développement rapide du cerveau néonatal peut engendrer des changements irréversibles de la fonction cérébrale adulte, et une intensification des effets au cours de la vie adulte due à un agent toxique administré au cours de la vie néonatale (Eriksson, 1992). Comme pour de nombreuses autres incidences sur la santé, il existe des liens manifestes entre plusieurs causes possibles. Par exemple, les carences alimentaires, comme celle en fer, augmentent la neurotoxicité de certains agents, comme le plomb (Williams, C. 1997).

6.6. Réponses et opportunités

L'omniprésence des produits chimiques et leurs diverses incidences sur l'être humain et l'environnement ont donné lieu à des réponses politiques en tous genres. Initialement, les politiques relatives aux produits chimiques étaient orientées vers les incidences à la suite d'une pollution aiguë et d'explosions dans des sites fixes. Ensuite, l'attention a été placée sur la pollution chronique et d'autres risques émanant de sources diffuses et du transport. Par conséquent, il existe plus d'une dizaine de directives communautaires clés en matière de réduction des produits chimiques: le tableau 6.6 en énumère les principales. Elles sont mises en œuvre et complétées par la législation au niveau des États membres. Par exemple, une révision de la législation britannique relative à la réduction des produits chimiques (à l'exclusion des produits pharmaceutiques et poisons) reprend 25 lois pertinentes promulguées par le Parlement, qui ont été supervisées par 7 ministères et complétées par plus de 50 séries de règlements. Ce type de réponse politique est appliqué dans de nombreux pays de l'UE (Haigh, IEEP, 1995).

Nombre de ces règlements sont inégalement respectés et appliqués, en partie en raison de la difficulté, dans certains cas, de déterminer comment les respecter. Par exemple, dans le secteur des colorants – hautement compétitif et impliquant de nombreux produits chimiques novateurs et potentiellement dangereux –, une étude récente de la Directive pour la déclaration de substances nouvelles (le projet NONS, 1996) a révélé que de nombreuses substances nouvelles utilisées n'étaient pas déclarées, voire identifiées. Leur utilisation n'était pas correctement consignée, et dans certains cas, leur étiquetage était inadéquat. Environ 45 % des 96 entreprises inspectées ne respectaient pas cette directive.

Évaluation des risques et essai de toxicité

La politique communautaire actuelle en matière d'évaluation et de gestion des risques liés aux produits chimiques repose sur le principe que tout règlement devrait être axé sur les produits chimiques représentant des risques majeurs pour l'être humain et l'environnement, et qu'un mécanisme de sélection approprié est donc nécessaire. Les évaluations des risques sont partagées par l'UE et les États membres et nécessitent des informations et des données complètes, qui sont souvent indisponibles. Le tableau 6.7 présente la disponibilité des données

pour quelque 2 500 substances chimiques produites en grandes quantités (HPV), actuellement en cours d'évaluation par le Bureau européen des substances chimiques.

Les progrès en matière d'évaluation des risques et d'essai de toxicité ont été, à juste titre, lents, étant donné l'ampleur et la nature de cette tâche. En juin 1995, quelque 10 750 disquettes de données sur 2 500 substances HPV ont été réunies au Bureau européen des substances chimiques (ECB) et, pour juin 1998, des données devraient être collectées sur 10 000 autres substances produites, ou importées dans l'UE, en quantités dépassant 10 tonnes par an. Toutefois, il faudra attendre encore pour réaliser des évaluations complètes des risques et parvenir à des accords internationaux sur ces substances. Dans le programme d'évaluation des risques concernant les substances existantes dans l'UE, dix substances ont été évaluées à un niveau technique et 52 étaient toujours en cours de traitement en décembre 1997.

Les progrès en matière de pesticides, de cosmétiques, d'additifs alimentaires et de produits pharmaceutiques (un groupe comprenant environ 20 000 substances chimiques) sont quelque peu plus rapides, mais depuis la mise en œuvre de la directive 91/414 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, en 1993, aucun nouvel ingrédient actif n'a été repris dans la liste de l'annexe 1, c.-à-d. inclus dans la liste positive de l'UE. En outre, les ingrédients actifs *existants* n'ont pas été révisés dans le cadre du programme de révision officiel de 12 ans en cours d'application sur les 90 premiers ingrédients actifs existants.

Comblé ces lacunes statistiques constitue une priorité, toutefois coûteuse. Les frais varient de 100 000 d'écus pour un ensemble élémentaire de données à une moyenne de 5 millions d'écus pour l'essai complet d'une substance, et peuvent aller jusqu'à 15 millions d'écus pour les cas exceptionnels nécessitant une surveillance et des essais sur le terrain (Teknologi-radet, 1997).

L'efficacité des essais est également soigneusement contrôlée; nombre des effets nocifs sur lesquels portent les essais ne sont peut-être pas ceux revêtant la priorité absolue (Johnston *et al.*, 1996).

Initiatives de réduction des incidences

Il est possible de réduire l'incidence des produits chimiques en menant des actions à différents stades de leur flux dans l'environnement.

Le manque de connaissances sur les toxicités et la lente progression en matière d'évaluations des risques (qui, en principe, doivent être terminées avant la conclusion d'accords sur les mesures de réduction des risques) ont contribué à encourager des mesures de plus en plus orientées vers la *prévention* générale de l'utilisation et de l'exposition aux produits chimiques dangereux, plutôt que vers une *réduction* détaillée au point d'utilisation et d'élimination. Par ailleurs, une attention croissante est accordée aux propriétés chimiques de groupes de produits chimiques, comme ceux qui persistent et s'accumulent dans les organismes vivants, plutôt que sur la toxicité spécifique d'une seule substance.

La directive communautaire relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (96/61/CE) encourage cette attention portée à la prévention "en amont", plutôt qu'à la réduction "en aval", à l'instar de l'évaluation du cycle de vie et de la conception écologique.

Des approches visant à réduire l'exposition, reposant sur la mise en rapport du principe de précaution avec le temps, le coût et l'incertitude impliqués dans des évaluations de risques portant sur une seule substance, ont également été adoptées par des conventions internationales. Leur principal objectif consistait à réduire les charges chimiques, en commençant par les substances prioritaires pour lesquelles de nombreuses données sur la toxicité sont déjà disponibles.

Par exemple, une déclaration ministérielle de 1990 a incité les gouvernements à réduire pour 1995 les apports d'un groupe de 36 produits chimiques toxiques passant des cours d'eau et estuaires à la mer du Nord, à un niveau inférieur à 50 % par rapport à 1985. L'apport total de dioxines, de mercure et de cadmium devait être réduit de 70 %. Plus récemment, la quatrième conférence ministérielle sur la protection de la mer du Nord, qui s'est tenue à Esbjerg en 1995, engageait les États signataires à "... *réduire les déversements, émissions et pertes de substances dangereuses, pour s'orienter vers l'objectif de leur arrêt en une génération (25 ans), avec comme but ultime des concentrations dans l'environnement avoisinant les valeurs de fond des substances naturellement présentes et proches de concentrations nulles pour les substances synthétiques anthropiques*". (EPA danoise, 1995).

En 1979, la CEE a adopté une convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP), couvrant l'Europe, les États-Unis et le Canada. Elle inclut des mesures pour l'élimination, les restrictions d'utilisation, la réduction de la consommation, les émissions et la contamination involontaires, l'élimination des déchets et la gestion des produits chimiques. Un protocole sur les polluants organiques rémanents au titre de cette convention est en préparation et couvre une liste préliminaire de 18 substances (dont 11 pesticides) sélectionnées parmi 105 substances potentielles. (voir remarques du tableau 6.3).

Tableau 6.6 Directives et outils communautaires importants en matière de réduction des produits chimiques

• Directive 76/769 du Conseil relative à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses.

• Directive 67/548 du Conseil relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (et telle que modifiée par les documents 79/831 et 92/32, 6^e et 7^e amendements).

• Décision 81/437 de la Commission relative à l'EINECS – inventaire européen des substances chimiques existantes

• EU/DG XI/IPS, September 1992 on Informal Priority Setting

• Directive 76/464 du Conseil concernant les substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique

• Règlement 793/93 du Conseil et Règlement 1488/94 de la Commission concernant l'évaluation des risques présentés par les substances existantes

• Directive 91/414 de la Commission la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

• Directive 93/67 de la Commission concernant l'évaluation des risques des substances nouvelles

• Technical Guidance documents, 16 April 1996 on Risk Assessment of New and Existing Chemicals

Tableau 6.7 Disponibilité des données sur 2 472 substances chimiques HPV soumises à l'ECB, 1996

Propriétés et toxicités	Disponibilité des données
--------------------------------	----------------------------------

Propriétés physico-chimiques	30-60 %
Toxicité orale aiguë	70 %
Toxicité cutanée aiguë	45 %
Toxicité aiguë par inhalation	30 %
Toxicité chronique	55 %
Cancérogénicité	10 %
Génotoxicité/mutagénicité	62 %
Génotoxicité in vivo	32 %
Fertilité	20 %
Tératogénicité	30 %

Écotoxicités

Poissons ou crustacés - aiguë	30-50 %
Algues - aiguë	25 %
Terrestre - aiguë	5 %
Toxicité aquatique chronique	5-20 %
Biodégradation	30 %

Source: C. J. van Leeuwen *et al.*, 1996

Un protocole sur les métaux lourds portant notamment sur le mercure, le cadmium et le plomb est également en cours de négociation.

Le tableau 6.8. résume ces initiatives (et d'autres) de réduction des produits chimiques aux niveaux national et international.

Programmes de réduction volontaire

Plusieurs initiatives volontaires prises par les industries chimiques de nombreux pays contribuent également à atténuer les incidences. Par exemple, plusieurs entreprises néerlandaises ont lancé des programmes de réduction volontaires par le biais d'accords avec les autorités de réglementation; en 1989, une stratégie de réduction visant à diminuer les émissions de COV dans l'industrie, les petites entreprises et les ménages a été présentée au Parlement néerlandais. Elle prévoyait pour l'an 2000 une réduction de 63 % des émissions par rapport aux niveaux de 1981. L'examen par l'EEA du programme volontaire lancé par l'industrie chimique néerlandaise a conclu à son efficacité environnementale et a encouragé le développement de systèmes de gestion de l'environnement (EEA, 1997).

Un programme de "gestion responsable" adopté dans 21 pays européens contribue au foisonnement d'idées et de meilleures pratiques (CEFIC, 1996). Calqué sur une initiative américaine, ce programme vise à améliorer les performances en termes de santé, de sécurité, d'environnement et de qualité de l'industrie chimique, ainsi que les communications avec le public concernant les produits et les activités des installations.

Externalités des coûts

Certains des coûts sociaux et environnementaux des produits chimiques (les "externalités" de leur production et utilisation) ne sont pas assumés par les entreprises chimiques ni inclus dans leur prix du marché. À titre d'exemple, l'encadré 6.4 présente une estimation de quelques coûts externes de la créosote. Ces coûts externes ont été inclus dans le prix de certains pays, par le biais de taxes. Citons notamment comme exemples les taxes sur les pesticides, les engrais, les substances appauvrissant l'ozone, le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les solvants chlorés (par exemple, le tétrachloroéthylène, le trichloroéthylène et le dichlorométhane au Danemark), ainsi que les déchets toxiques, l'essence au plomb et le gas-oil "sale".

Tableau 6.8 Quelques initiatives actuelles de réduction des produits chimiques

Instrument/proposition/lieu	Année	Objectifs
Déclaration d'Esbjerg sur la Mer du Nord	1995	Élimination des substances toxiques, rémanentes et s'accumulant dans les organismes vivants de la Mer du Nord sur une période de 25 ans.
Convention de Bâle sur les déchets dangereux	1997	Un objectif consiste à réduire/minimiser les déchets dangereux à la source
Protocole sur les POR de la CEE	1998	Réduction des émissions atmosphériques de POR
Protocole sur les métaux lourds de la CEE	1998	Réduction des émissions atmosphériques de métaux lourds
Convention OSPAR	1998	Mise en œuvre de l'objectif d'Esbjerg
Convention "POPS" du PNUE	1997-1998	Évaluation des stratégies de réponse concernant la réduction/élimination des émissions/pertes
Protocole de Montréal	1987-2040	Élimination progressive de certaines substances appauvrissant l'ozone.
Cinquième Programme d'action écologique de l'UE	1991-1994	"Réduction sensible de l'utilisation de pesticides par unité de terrain"
Rapport ministériel danois sur les initiatives futures en matière de produits chimiques	1997	Identification de 25 substances/groupes de substances pour une élimination progressive prioritaire, sélectionnées parmi 100 substances indésirables
Rapport du gouvernement suédois sur la politique en matière de produits chimiques	1997-2007	Élimination progressive sur 10 ans de l'ensemble des produits contenant des substances rémanentes et s'accumulant dans les organismes vivants; engendrant des effets graves/ irréversibles; ou comprenant du plomb, du mercure ou du cadmium.
Objectifs norvégiens pour les produits chimiques prioritaires	1996-2010	Réduction sensible pour 2010 des déversements de produits chimiques dangereux (par ex., plomb, cadmium, mercure, dioxines, HAP) ou élimination progressive d'ici à 2005 (par ex. halons, PCB, PCP)
Loi lituanienne relative à la gestion des déchets	1998	Loi relative à la gestion des déchets, incluant la réduction des produits chimiques

Source: Agence européenne pour l'environnement

Produits chimiques 127

Les écotaxes peuvent être efficaces si elles sont bien conçues et s'inscrivent dans un train de mesures, comprenant l'utilisation des recettes fiscales pour stimuler les actions visant à réduire l'emploi d'une substance (EEA, 1996). Les candidats actuels aux écotaxes sur des produits chimiques particuliers incluent notamment les métaux lourds, les produits chlorés, les POR, les engrais et les pesticides.

Au nombre des autres mesures politiques susceptibles d'être utilisées pour la réduction des produits chimiques figurent le Système de gestion de l'environnement et d'audit environnemental (EMAS), les politiques relatives à l'attribution de labels écologiques et aux terres contaminées, ainsi que les actions civiles et la législation en matière de responsabilité environnementale.

L'information en tant qu'outil politique

L'information joue un rôle croissant dans la lutte contre la pollution chimique, à la fois comme complément des politiques, telles que les règlements et taxes, et comme outil politique distinct. Par exemple, la directive "Seveso" sur les installations dangereuses (section 13.3.1) contraint les employeurs à fournir des informations au public avoisinant, et la directive relative à la classification et à l'étiquetage impose la fourniture d'informations sur les produits. L'inventaire européen proposé des émissions intégrées, accessible au public au titre de la directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, fournira des données sur les émissions de produits chimiques par les installations de production. Certains pays européens (le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la Suède, le Danemark et la France) ont déjà prévu l'accès du public aux données chimiques.

L'OCDE (OCDE, 1996) encourage des initiatives semblables à la législation américaine "Toxic Release Inventory" (inventaire des rejets toxiques), qui a engendré d'importantes mesures volontaires de réduction, ainsi qu'une diminution générale de l'intensité chimique toxique de la production (Naimon, 1996).

Un autre type d'outil informatif est le Registre des produits chimiques en Suède, en Norvège, au Danemark, en Finlande et en France, qui peut s'avérer particulièrement utile pour l'identification de produits chimiques dans les produits de consommation (KEMI, 1994).

Encadré 6.4: Coûts de pollution par la créosote

Les produits de préservation du bois sont normalement réalisés à base de créosote ou de vernis de goudron de houille contenant environ 30 % de HAP, ou d'une imprégnation aux sels de métaux lourds. Ces deux types de produits engendrent une émission de polluants provenant du bois traité dans l'eau, le sol et les sédiments, mais aucune taxe n'est généralement utilisée pour "internaliser" ces coûts de pollution. Ils peuvent toutefois être considérables. Aux Pays-Bas, le total des coûts supplémentaires engendrés par l'élimination des sédiments à la suite d'une contamination par des HAP et des métaux lourds est estimé à environ 50 écus/m³ de sédiments nettoyés. L'élimination de la quantité accumulée reviendrait à 1,5 milliard d'écus ajouté aux coûts d'entretien normaux. Sur la base sur la limite de 10 mg HAP/kg de sédiment, la contamination par kg de HAP coûte à la communauté 5 000 d'écus. Si les sédiments accumulés sont éliminés sur une période de 20 ans et les coûts taxés exclusivement sur l'utilisation annuelle de 10 000 kg de créosote et de vernis de goudron de houille, la facture se monterait à 7 500 d'écus par kg de ces produits. Même une taxe modérée sur la créosote serait utile pour s'approprier certaines des "externalités" et permettre l'emploi de certaines des recettes afin de stimuler le développement de solutions de remplacement. Néanmoins, une alternative pour la préservation du bois (étuvage à haute pression et température) a été récemment développée sans le bénéfice d'un tel soutien (Zuylen, 1995).

Bibliographie

Aguilar, A., Borrell, A, (1994). Abnormally high PCB levels in striped dolphins affected by the 1990-1992 Mediterranean epizootic, In *The Science of the Total Environment*, Vol. 154, p, 237-247.

AMAP (1997), *Persistent Organic Pollutants and Heavy Metals.*, Arctic Monitoring and Assessment Programme.

Baker, J.R (1989). Pollution - associated uterine lesions in grey seals from the Liverpool Bay area of the Irish Sea. In *Veterinary Record*, Vol, 125, p, 303.

Bignert, A., Litzen, K., Odsjo, T., Olsson, M., Persson, W. and Reutergardh, L. (1995). Time-related factors influence the concentrations of sDDT, PCBs and shell parameters in eggs of Baltic Guillemot, In *Environmental Pollution*, Vol, 89, p, 27-36.

Bignert, A (1997). *Comments concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in marine biota.* Contaminant research group at the Swedish Museum of Natural History.

Blomkvist, G. *et al.*, (1992). Concentrations of sDDT and PCB in Seals from Swedish and Scottish waters, In *AMBIO*, Vol 21, No 8.

Borrell, A., Aguilar, A., Corsolini, S. and Focardi, S. (1996). Evaluation of toxicity and sex-related variation of PCB levels in Mediterranean striped dolphins affected by an epizootic, In *Chemosphere*, Vol, 32, No 12 p. 2359-2369.

CCEC, Continental Pollution Pathways (1997). *An Agenda for Cooperation to address Long Range Transport of Air Pollution in North America*. Council of the Commission for Environmental Cooperation, Montreal, Canada.

CCE, Commission des Communautés européennes (1997), Communication de la Commission concernant un programme d'action communautaire relatif aux maladies liées à la pollution dans le cadre de l'action dans le domaine de la santé publique. Proposition de décision du Parlement européen et du Conseil adoptant un programme d'action communautaire (1999-2003) relatif aux maladies liées à la pollution dans le cadre de l'action dans le domaine de la santé publique (présentation par la Commission). COM(97) 226 final.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1996b). *The European chemical industry in a worldwide perspective*, Brussels.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1996c) *Basic economic statistics of the European Chemical Industry 1994-1995*, Brussels.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1997). *Facts & figures - the European Chemical Industry in a Worldwide Perspective*, Brussels

Danish EPA (1998). *Fourth Meeting of the Task Force on the Phase-out of Lead in Gasoline. Country Assessment Report*. Final, Ministry of Environment and Energy. The Danish Environmental Protection Agency.

Danish EPA (1995). *North Sea Conference. Esbjerg Declaration*. 4th International Conference on the Protection of the North Sea, Esbjerg, Denmark, June 1995.

EEA, European Environment Agency (1996). *Environmental Taxes Implementation and Environmental Effectiveness*. Environmental Issues series No 1, EEA, Copenhagen, ISBN 92-9167-000-6.

EEA, European Environment Agency (1996). *The State of the European Arctic Environment*, Environmental Monograph No 3, EEA, Copenhagen.

EEA, European Environment Agency (1997). *Environmental Agreements, Environmental Effectiveness: Case Studies*. Environmental Issues series No 3., Vol. 2, EEA, Copenhagen, ISBN 92-9167-055-3.

Environmental Health Perspectives Supplement *Chemical Sensitivity*, Vol 105, Supplement 2, 1997

Eriksson, Per (1992). Neuroreceptor and Behavioural effects of DDT and pyrethroids in immature and adult animals, In *The Vulnerable Brain and Environmental Risks*. Eds: R,L, Iassacson and K.F. Jensen, Plenum Press, New York.

European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife, Report of Proceedings, Weybridge, UK, 2-4 December 1996. EUR 17549, 1996.

Friedlander, S, (1994), The two faces of Technology: changing perspectives in design for the environment, In *The Greening of Industrial Ecosystems*. Eds: B.R. Allenby and D.J. Richards, National Academy Press, Washington.

Global Environmental Change Programme Briefings, *The Environmental Threat to Human Intelligence*, C. Williams, No 13, June 1997, University of Sussex, Brighton, UK.

Greenpeace (décembre 1993). *The North Sea Invisible Decline - environmental problems in the North Sea*. Greenpeace International European Unit, Brussels, Belgium.

Haigh, N, (1994). *Legislation for the control of Chemicals*, Institute for European Environment Policy, London, UK.

Helle, E, (1997). *Numbers and reproduction of the ringed seal in the Bothnian Bay, Northern Baltic Sea*. Baltic Seals 94 Conference, 1994. Updated information received by personal communication (1997).

Jensen, A,A, (1996). *Environmental and occupational Chemicals, Drugs and human lactation*, Elsevier Science Publishers B.V.

Johnston, P,A,, Stringer, R,L, and Santillo, D. (1996), Effluent Complexity and Ecotoxicology: Regulating the variable within varied systems, In *Toxicology and Ecotoxicology News*, Vol, 3 (4), p. 115-120.

KEMI (1994), *Chemical Substances Lists*, the Swedish National Chemicals Inspectorate, Sunset project, Report No 10.

Naimon, J.S. (sous presse). *Toxic chemical information programs: Lessons from the USA Experience*.

129 Produits chimiques

OCDE (1996). *Statistics Inland Water 1996*.

Pacyna, J.M. (1996). *Atmospheric emissions of heavy metals for Europe*. International Institute for Applied Systems Analysis, Hagan, Norway.

Reijnders, P.J.H. (1986). Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. In *Nature*, Vol, 324, p. 457-457.

Rühling, Å. (ed) (1994). *Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimations based on moss analysis*. Nordic Council of Ministers, Nord 1994:9.

Stebbing, A.R.D. *et al.*, (1992). *Overall summary and some conclusions from the Bremerhafen workshop*. Marine Ecology Progress Series 91.

Stigliani & Anderberg (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. Eds: Ayres & Simonis, UN University.

Swedish EPA (1993a). *Environment and Public Health*. Report 4182.

Swedish EPA (1993b). Persistent organic pollutants and the environment. *The environment in Sweden - Status and trends*, Solna, Sweden.

Swedish EPA (1996), *POP Stabila Organiska Miljögifter, Stort eller litet problem*, Report 4563.

Teknologi-radet (1997). *The non-assessed Chemicals in EU*. Presentations from the conference 30 October 1996. Report of the Danish Board of Technology 1997/1, ISBN 87-90221-19-2,

UK Environment Agency (1996). *Viewpoints on the Environment. Developing a national environmental monitoring and assessment framework*.

Umweltbundesamt and TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation (1997). *The European Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants for 1990*.

UNECE (1997). *Annual Review - the Chemical Industry in 1995 Production and Trade Statistics 1992-1994*.

van Leeuwen, J.C. *et al.*, (1996). Risk assessment and management of new and existing Produits chimiques. In *Environmental Toxicology and Pharmacology 2*.

Walker, C.H. and Livingstone, D.R. (1992). *Persistent pollutants in marine ecosystems*. A special publication of SETAC, Pergamon Press, Oxford,

Wania, F. and Mackay, D. (1996). Tracking the distribution of persistent organic pollutants, In *Environmental Science & Technology News*. Vol, 30, No 9.

WHO (1995a), *Concern for Europe's tomorrow, health and the environment in the WHO European Region*. World Health Organisation, European Centre for Environment and Health, Wiss. Verl.-Ges., Stuttgart, Germany.

WHO (1996b). Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in human milk, *Environmental Health in Europe*, No 3.

WHO (1996). *Environment and Health 1 Overview and Main European Issues*. World Health Organisation, European Centre for Environment and Health and European Environment Agency, ISBN 92-890-1332-X.

Williams, C. (1997). *Terminus Brain: the environmental threats to human intelligence*. Cassel, London, UK.

7. Déchets

Aspects principaux

La production totale de déchets rapportée dans les pays européens de l'OCDE a progressé de pratiquement 10 % entre 1990 et 1995. Néanmoins, une partie de cette progression apparente pourrait être due à l'amélioration de l'information et des notifications concernant les déchets. Le manque d'harmonisation et les collectes de données incomplètes continuent cependant à rendre difficile le contrôle de l'évolution et l'amélioration du ciblage des initiatives des politiques en matière de déchets en Europe.

Selon les estimations, la production de déchets urbains a augmenté de 11 % dans les pays européens de l'OCDE entre 1990 et 1995. Environ 200 millions de tonnes de déchets urbains ont été produits en 1995, ce qui correspond à 420 kg/personne/an. Les données relatives aux déchets urbains pour les pays de l'ECO et les NEI ne sont pas suffisamment fiables pour permettre de dégager une tendance sous-jacente.

L'Allemagne et la France ont été la principale source des quelque 42 millions de tonnes par an de déchets dangereux déclarés par les pays européens de l'OCDE pour la période avoisinant 1994. La Fédération de Russie représentait environ deux tiers des 30 millions de tonnes de déchets toxiques générés par an par l'ensemble de l'Europe orientale au début des années 1990. Ces totaux ne sont toutefois fournis qu'à titre indicatif en raison des différences de définitions.

Dans la plupart des pays, la gestion des déchets continue d'être dictée par le choix le moins onéreux possible: la mise en décharge. Les frais de mise en décharge incluent toutefois rarement les coûts totaux (les frais de post-fermeture étant rarement pris en compte), en dépit du recours aux taxes sur les déchets dans certains pays (par exemple, Autriche, Danemark et Royaume-Uni). La minimisation et la prévention de la production de déchets sont de plus en plus souvent reconnues comme la solution la plus souhaitable pour la gestion des déchets au niveau environnemental. Tous les flux de déchets, en particulier les déchets dangereux, devraient bénéficier d'une application plus importante de technologies plus propres et de mesures de prévention de la production de déchets. Le recyclage est de plus en plus souvent utilisé dans les pays disposant d'une solide infrastructure de gestion des déchets.

De nombreux pays de l'ECO et des NEI sont confrontés aux problèmes de l'"héritage" d'une mauvaise gestion des déchets et de l'augmentation de la production de déchets. La gestion des déchets dans ces pays nécessite une meilleure planification stratégique et davantage d'investissements. Les priorités comprennent l'amélioration de la gestion des déchets urbains grâce à une amélioration du tri des déchets et de la gestion des décharges, l'introduction d'initiatives de recyclage au niveau local et l'application de mesures à faible coût visant à prévenir la contamination du sol.

Un engagement vis-à-vis de l'utilisation durable des ressources, la minimisation des dommages environnementaux et le respect des principes du "pollueur payeur" et de "proximité" ont amené l'UE à créer un vaste éventail d'instruments législatifs destinés à promouvoir et à harmoniser la législation nationale sur les déchets. Certains pays d'Europe centrale commencent à adopter des approches similaires, sous l'influence du processus d'adhésion à l'UE. La législation sur les déchets demeure néanmoins insuffisante dans la plupart des autres pays de l'ECO et les NEI.

7.1. Introduction

Les sociétés industrielles génèrent une quantité de déchets considérable: 4 milliards de tonnes de déchets solides par an rien que pour l'Europe, soit environ 5 tonnes par an pour chaque homme, femme et enfant. La production de déchets est importante à deux égards: elle peut donner lieu à des problèmes environnementaux et sanitaires et reflète l'inefficacité de l'utilisation des ressources par les sociétés.

En Europe, comme ailleurs, surgissent des préoccupations quant à l'incidence environnementale possible des volumes croissants de déchets et, en particulier, aux risques potentiels d'élimination des déchets sans surveillance. 85 % des citoyens de l'UE se déclarent préoccupés par les déchets industriels (Eurobaromètre, 1995).

Les préoccupations du public se concentrent sur les points suivants:

- La pollution du sol et de l'eau, notamment par lixiviation des contaminants de décharges dans les eaux de surface et les nappes souterraines, qui sont susceptibles de contaminer l'eau potable et de polluer les eaux intérieures et côtières. Les décharges de déchets urbains produisent des lixiviats contenant fréquemment des matières organiques, de l'ammoniac, des métaux lourds et d'autres matières toxiques. Le traitement de ces lixiviats est techniquement difficile et onéreux.
- Les émissions atmosphériques du méthane des décharges, qui contribuent au réchauffement de la planète. La formation d'un mélange explosif d'air et de méthane a été à l'origine d'incendies et d'explosions ayant fait plusieurs victimes.
- L'impact visuel des décharges sur le paysage.
- Les risques inhérents au glissement spontané de la masse de déchets.
- Les émissions de dioxines produites par l'incinération de déchets, à moins de recourir à une technologie coûteuse.
- Les cendres volantes des incinérateurs, généralement dangereuses.
- L'héritage de sites contaminés traditionnellement utilisés pour l'élimination des déchets, qui alourdissent les coûts de développement urbain, génèrent des problèmes et responsabilités juridiques complexes et constituent une sérieuse menace pour la santé et l'environnement (voir chapitre 11, section 11.2).
- L'appauvrissement des ressources naturelles, résultant de l'attitude des économies à flux élevé de matières, véritables "sociétés du jetable".

Les pressions publiques et politiques encourageant la protection de l'environnement et l'utilisation durable des ressources ont entraîné l'imposition d'un jeu complexe d'exigences aux responsables de la production et de la gestion des déchets. Les déchets sont essentiellement un produit de l'activité économique moderne, les plus grandes quantités provenant généralement des pays dont les productions économiques sont les plus élevées, bien que les quantités tendent à se stabiliser à mesure que le PIB se rapproche de celui des pays les plus riches. La figure 7.1 illustre ce modèle général pour les déchets urbains, bien que le manque de précision des données rapportées ne permette pas de dégager une relation précise.

Les économies en transition sont confrontées à un passé de gestion inefficace des déchets et à une augmentation de leur production.

En l'absence de données fiables et complètes sur les déchets et de consensus quant à la meilleure façon de s'attaquer aux nombreux problèmes, l'Europe a adopté une multitude

d'approches, généralement de façon non coordonnée, comprenant la prévention de la production de déchets, le recyclage, les technologies propres, l'incinération, le prétraitement et la mise en décharge. Plusieurs systèmes de collecte, de tri et de traitement des déchets ont été mis au point et divers instruments juridiques et économiques, tels que les accords volontaires, les redevances, les taxes et les règlements, utilisés. Des stratégies globales complètes concernant les déchets n'ont toutefois commencé à être développées que très récemment.

Parallèlement à ces développements, la gestion des déchets est devenue un commerce générant, à lui seul, des milliards d'ECU, avec ses propres objectifs et priorités, qui ne sont pas toujours orientés vers l'environnement et le besoin d'un développement durable.

Ce chapitre ne traite pas des déchets radioactifs, qui engendrent des problèmes spécifiques et sont gérés différemment de la plupart des autres déchets.

7.2. Évolution de la production de déchets

Depuis l'évaluation de *Dobris*, la production de déchets rapportée est en hausse dans tous les principaux secteurs pour lesquels nous disposons de données.

Figure 7.1 Déchets urbains et PIB, vers 1995

Déchets par habitant

Produit intérieur brut par habitant

Source: OCDE

Toutefois, l'inadéquation des données rend encore impossible une représentation exacte de la quantité totale de déchets produits en Europe.

Les derniers chiffres publiés pour la production totale annuelle de déchets dans les pays européens de l'OCDE, à l'exclusion des déchets radioactifs, font état de 2 225 millions de tonnes (OCDE, 1997). Dans environ 40 % des pays couverts par le rapport, ces totaux ne tiennent pas compte des déchets agricoles et miniers. Les estimations du volume de ce type de déchets pour les pays évoqués, ainsi que celles de la production de déchets des pays non-membres de l'OCDE, pour lesquels nous disposons de peu de données, indiquent sans exagération que 4 000 millions de tonnes de déchets solides sont actuellement produits chaque année dans l'ensemble de l'Europe.

La production de déchets rapportée dans les cinq principaux secteurs (agriculture, exploitation minière, secteur manufacturier, déchets urbains et production d'énergie) de l'UE a augmenté au total de 9,5 % de 1990 à 1995 approximativement (figure 7.2). Cela reflète probablement tant les augmentations annuelles de la production de déchets que l'amélioration de leur notification. Entre 1990 et 1995, la progression a été nettement inférieure à celle enregistrée entre 1985 et 1990. Le classement des secteurs est resté pratiquement constant, l'agriculture restant la principale source. Les incertitudes concernant les quantités sont toutefois importantes, en particulier pour le secteur manufacturier et celui des déchets urbains, qui posent d'ailleurs le plus grand nombre de problèmes de gestion. Tous les pays ne considèrent pas les résidus des activités minières comme des déchets, et la réduction des déchets agricoles n'est ni comparable ni cohérente avec celle des autres types de déchets. Nous ne disposons pas de données comparables pour les pays européens extracommunautaires.

7.2.1. Déchets urbains

Les déchets urbains constituent le flux de déchets pour lequel nous disposons des données les plus fiables; des lacunes importantes subsistent toutefois dans la représentation de l'évolution de la production de déchets dans l'ensemble de l'Europe, même à un niveau élémentaire.

Dans les pays européens de l'OCDE, une production d'environ 203 millions de tonnes de déchets urbains a été enregistrée en 1995, ce qui équivaut à une production par habitant de 420 kg/an, contre 183 millions de tonnes en 1990 (figure 7.3). Le total de 1995 représentait environ 10 % de l'ensemble de la production de déchets rapportée. Les chiffres sous-estiment sans doute les quantités véritablement produites, et les déchets urbains constituent probablement une proportion inférieure à 10 % du total, dans la mesure où les quantités de déchets des autres secteurs sont généralement moins fiables et ne sont pas notifiées dans leur totalité. La quantité totale rapportée de déchets urbains pour les pays européens de l'OCDE a augmenté d'environ 4,9 millions de tonnes par an de 1980 à 1995, soit une hausse de 56 % ou 90 kg par habitant au cours de cette période (figure 7.4).

La définition des déchets urbains appliquée par l'OCDE n'est pas systématiquement utilisée, même au sein des pays européens de l'OCDE, et il existe plusieurs divergences importantes.

Les interprétations allemandes et suisses excluent les déchets collectés séparément en dehors du secteur public à des fins de recyclage, tels que les matériaux d'emballage recueillis par le "Duale System Deutschland". Cela explique probablement la baisse de la quantité de déchets urbains rapportée par ces deux pays entre 1990 et 1995 (figure 7.3). Dans plusieurs pays, certaines boues d'épuration sont considérées comme des déchets urbains. Le Royaume-Uni fournit des données uniquement pour les déchets ménagers et non pour l'ensemble des déchets urbains.

Dans ce contexte, l'examen des performances environnementales des Pays-Bas par l'OCDE laissait entendre qu'en 1991, ce pays produisait 500 kg de déchets urbains par habitant, contre une moyenne de 370 kg par habitant dans l'UE. Ces résultats ont été contestés par une étude approfondie (van Beek, 1997) qui, après avoir harmonisé les données d'une année plus récente (1994), a constaté que les Pays-Bas produisaient 566 kg de déchets urbains par habitant, contre une moyenne de 530 kg par habitant pour sept pays. Par ailleurs, les valeurs des déchets ménagers de ces pays se situaient entre 261 et 476 kg par habitant, avec une moyenne d'environ 390 kg par habitant pour 1993-94 (figure 7.5).

Figure 7.2 Production de déchets par secteur en 1985, 1990 et 1995

millions de tonnes

Agriculture (12) – Mine (14) - Secteur manufacturier (17) – Déchets urbains (19) -
Énergie (10)

Remarque: Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de pays pour lesquels des données étaient disponibles. Pour de nombreux pays/secteurs, les données ne correspondent pas à l'année indiquée.

Source: OCDE

Les données les plus complètes pour l'ECO et les NEI sont celles de 1990: 12 pays ont fait état d'une production totale de déchets urbains de 65 millions de tonnes (figure 7.3). Les données, disponibles uniquement pour six pays de l'ECO/NEI en 1990 et 1995, ont indiqué une hausse de 2-70% de la production de déchets urbains.

7.2.2. Déchets du secteur manufacturier

Les déchets industriels regroupent de nombreux flux différents, dont certains sont classifiés comme dangereux. Les pays européens de l'OCDE ont fait état d'une production de 410 millions de tonnes de déchets industriels vers 1995, contre environ 377 millions de tonnes en 1990, soit une hausse moyenne de 9,4 millions de tonnes (2,5 %) par an. La notification des déchets industriels est moins complète que celle des déchets urbains, les données étant en général cumulatives et fréquemment estimées.

La Fédération de Russie et l'Ukraine ont notifié un total de 225 millions de tonnes en 1993/94, ce qui fait de ces pays respectivement les premier et troisième producteurs de déchets du secteur manufacturier en Europe (figure 7.6).

Figure 7.3 Production de déchets urbains, 1990 et 1995

Europe occidentale

Europe centrale et orientale + Nouveaux États indépendants

Source: OCDE, EEA, 1997

7.2.3. Déchets dangereux

Les déchets dangereux ne constituent qu'une petite fraction de l'ensemble des déchets produits en Europe, mais peuvent représenter des menaces graves pour l'environnement et la santé en l'absence de gestion et d'élimination sûres. Les volumes les plus importants sont générés par l'industrie, l'exploitation minière et l'assainissement de sites contaminés, mais certains produits de la vie courante, par ex., les piles au nickel-cadmium, de nombreux détachants organiques, les peintures et les huiles de moteur, contiennent également des substances dangereuses. L'identification et la quantification de sources aussi diffuses de matériaux dangereux dans les déchets urbains constituent une tâche ardue mais néanmoins importante. Une modification de la législation cadre sur les déchets dangereux est à l'étude au niveau de l'UE pour que les déchets urbains contenant des matériaux dangereux entrent également dans son champ d'application.

La définition des déchets dangereux varie considérablement d'un pays à l'autre, et les comparaisons au fil du temps sont entravées par l'élargissement constant des définitions. Il est, par exemple, question d'ajouter plusieurs centaines de produits à la liste des déchets dangereux de l'Union européenne.

La figure 7.7 présente la production de déchets dangereux (selon la définition de la Convention de Bâle) rapportée par les pays européens de l'OCDE. Des quantités considérables sont générées en Europe orientale, mais peu de données fiables fondées sur des définitions internationales sont disponibles. Comme dans l'UE, les déchets considérés comme dangereux dans ces pays comprennent généralement les solvants, les déchets de peinture, les acides et les déchets contenant des métaux lourds et des hydrocarbures. Selon les estimations, la Fédération de Russie produit 20 à 25 millions de tonnes/an de déchets dangereux sur un total de 31-36 millions de tonnes/an pour l'ensemble de l'ECO et des NEI (Hodalic *et al.*, 1993).

7.3. Gestion des déchets: changement d'approches

La gestion des déchets est loin d'être satisfaisante dans tous les secteurs, ce qui exerce une pression croissante sur l'environnement et rend d'autant plus indispensables des solutions durables de gestion. La hiérarchie généralement acceptée pour les méthodes de gestion des déchets est la suivante:

- prévention de la production de déchets à la source
- réutilisation et recyclage des déchets
- élimination des résidus non récupérables

Bien que cette hiérarchie de gestion des déchets ait été adoptée par les pays de l'OCDE en 1976, des progrès limités ont été réalisés dans sa mise en œuvre au niveau global, et ce, même

si certains pays ont fait de gros progrès en termes de quantité de déchets recyclés. Cette hiérarchie a été définie dans la stratégie communautaire pour la gestion des déchets par la Communication sur la stratégie pour la gestion des déchets de 1989 (CCE, 1990).

La mise en décharge demeure la méthode d'élimination des déchets la moins chère et la plus répandue dans tous les pays européens. La figure 7.8 illustre les coûts relatifs de la mise en décharge et de l'incinération. À l'exception de la Suède, les coûts d'incinération sont supérieurs à ceux de mise en décharge, en particulier dans les pays qui utilisent des technologies d'incinération plus propres mais également plus chères. En Europe, les usines d'incinération modernes et efficaces ont pratiquement éliminé le problème des émissions de dioxine.

Figure 7.4 Production de déchets urbains dans les pays européens de l'OCDE, 1980-1995

Production totale de déchets Production par habitant
millions de tonnes kg par habitant

Source: OCDE

Figure 7.5 Déchets ménagers et urbains selon le VROM, 1994

France
Pays-Bas
Autriche
Norvège
Danemark
Belgique
Suède

Source: van Beek, 1997 (à l'exclusion des données de l'Allemagne)

L'élimination des déchets solides en mer n'est plus considérée comme une option acceptable, bien que les boues d'épuration soient régulièrement déversées directement dans la mer dans de nombreux pays. Le déversement de boues d'épuration dans les eaux intérieures et côtières sera interdit dans l'UE à partir du 31 décembre 1998.

7.3.1. Flux prioritaires de déchets dans l'UE

Le Programme de la Commission européenne sur les flux prioritaires de déchets s'inspire de l'expérience néerlandaise "d'accords environnementaux" concernant des types spécifiques de déchets: consensus entre le gouvernement, les secteurs économiques et, éventuellement, des ONG sur la satisfaction d'objectifs pour la réduction ou la récupération des déchets. Les actions dans le cadre du programme se concentrent sur les points suivants:

- pneus usagés
- véhicules au rebut
- déchets d'origine médicale
- déchets de construction et de démolition
- déchets électriques et électroniques

Le Programme sur les flux prioritaires de déchets a connu un succès mitigé dans la mesure où seul un consensus partiel avait été atteint sur les objectifs quantifiés relatifs aux différents flux de déchets, ce à quoi il convient d'ajouter une notification inadéquate des données et un manque de statistiques à l'échelle communautaire. Cette initiative a toutefois contribué à améliorer la compréhension et la connaissance de divers flux de déchets. La nouvelle stratégie communautaire de gestion des déchets invite la Commission à développer un suivi approprié et à étudier plus avant les éventuelles mesures à prendre, le cas échéant, pour d'autres flux de déchets dans l'UE. Une directive communautaire concernant les véhicules au rebut est attendue; plusieurs pays préparent actuellement des accords volontaires pour remédier aux problèmes des véhicules au rebut et des déchets électriques et électroniques.

Le problème des pneus usagés, qui constituent un flux important de déchets dans de nombreux pays, illustre le potentiel de l'approche des flux prioritaires de déchets. Plus de 250 000 tonnes de pneus usagés sont mis au rebut chaque année en Allemagne; au Royaume-Uni, sur les 37 millions de pneus (378 000 tonnes) usagés en 1995, 74 % étaient réutilisés, rechapés, recyclés ou incinérés avec récupération d'énergie. Au Danemark, le recyclage des pneus usagés est soutenu par une redevance; aux Pays-Bas et en Finlande, la mise en décharge des pneus usagés est déjà interdite et des objectifs ont été fixés pour les rechapés, les recycler et les incinérer avec récupération d'énergie. Le projet de directive communautaire concernant la mise en décharge des déchets propose d'interdire la mise en décharge des pneus.

7.3.2. Minimisation et prévention de la production de déchets

Mieux vaut prévenir que guérir. La minimisation et la prévention de la production de déchets devraient constituer l'une des pierres angulaires de toute stratégie sur les déchets. Alors que des initiatives existent dans l'ensemble de l'Europe et que les pays communautaires ont été invités à encourager cette approche depuis 1991, l'information sur leur efficacité au niveau national fait presque totalement défaut. La prévention ou la réduction des déchets est possible grâce aux moyens suivants:

- développement de technologies plus propres;
- amélioration de la conception des produits;
- substitution de matériaux;
- élaboration de techniques appropriées pour éliminer les substances dangereuses des déchets avant la récupération ou le traitement final;
- changement des habitudes de consommation (modes de vie).

Par exemple, pour incinérer les déchets urbains, il convient de procéder à une collecte séparée des déchets pouvant contenir des métaux lourds et des composés chlorés, ainsi qu'à l'élimination de ces matériaux, afin de réduire la toxicité des cendres volantes et la teneur en dioxine des inévitables émissions atmosphériques.

Figure 7.6 Déchets du secteur manufacturier, vers 1995

Fédération de Russie
France
Ukraine
Allemagne
Royaume-Uni
Turquie
Pologne
Italie
République tchèque
Finlande
Espagne
Belgique
Suède
Pays-Bas
Autriche
Hongrie
République slovaque
Norvège
Danemark
Luxembourg
Suisse
Grèce
Islande
Millions de tonnes

Source: OCDE 1997, Rapports nationaux sur la situation de l'environnement

De nombreux pays introduisent des technologies et des pratiques de production plus propres, comme le recyclage interne au sein du secteur manufacturier, mais les résultats ne peuvent être évalués qu'à partir d'études de cas, en raison de l'absence d'instruments permettant de les mesurer sous forme cumulée.

7.3.3. Recyclage

Le recyclage externe devient une solution intéressante dès lors que sont générés des volumes économiques de déchets appropriés. Par exemple, le recyclage des ferrailles et d'autres métaux existe depuis longtemps et le marché est stable, les taux de recyclage n'ayant pratiquement pas évolué au cours des dix dernières années. Environ 50 % des échanges commerciaux actuels de l'industrie sidérurgique européenne portent sur des matériaux recyclés. Ce type de recyclage est régi par les forces du marché, mais plusieurs pratiques de recyclage du secteur manufacturier ont été encouragées par la mise en application de lois environnementales spécifiques à certains flux de déchets, tels que la poussière provenant des fours électriques à arc, le sable de fonderie, les solvants usagés et les déchets métalliques non ferreux. Les taux de recyclage croissants du verre, du papier et du carton (figures 7.9a et 7.9b) illustrent les conséquences de la combinaison de décisions politiques et de conditions économiques favorables.

Il convient d'effectuer le recyclage à un niveau optimal, tant d'un point de vue environnemental qu'économique, dans le cadre d'une politique de gestion des déchets incluant des options telles que la prévention, la réutilisation et la récupération de l'énergie. Cela nécessite un équilibre des coûts environnementaux et économiques, qui doivent être continuellement évalués à la lumière du progrès technologique et de la connaissance croissante des conséquences environnementales des activités humaines. Contrairement à leurs homologues traditionnelles dans le secteur de la gestion des déchets, les nouvelles industries du recyclage sont confrontées à des flux de déchets complexes spécifiques, tels que les déchets électroniques, ou à des flux de déchets de faible valeur, comme les pneus. Elles ne sont généralement pas économiquement viables dans un premier temps et doivent résoudre de nombreux problèmes, tels que:

- le manque de systèmes de collecte organisés pour les déchets à recycler;
- le besoin de séparer et de gérer divers flux de matériaux provenant d'un seul déchet;

Figure 7.7 Production de déchets dangereux rapportée pour les pays européens de l'OCDE, dernière année disponible

Allemagne (1990)
France (1994)
Hongrie (1994)
Pologne (1992)
Italie (1995)
République tchèque (1994)
Royaume-Uni (1994)
Espagne (1987)
Pays-Bas (1993)
Belgique (1994)
Portugal (1994)
République slovaque (1995)
Autriche (1995)
Suisse (1993)
Finlande (1992)
Suède (1985)
Norvège (1994)
Grèce (1992)
Turquie (1989)
Danemark (1994)
Luxembourg (1995)
Irlande (1990)
Islande (1994)

Source: OCDE, 1997

Figure 7.8 Coûts d'élimination et de traitement des déchets non dangereux dans certains pays européens

Allemagne
Pays-Bas
Danemark
Norvège
Irlande
France
Suède
Finlande
Royaume-Uni
Espagne
Incinération
Décharge

Source: FEAD, 1995

Figure 7.9a Taux de recyclage du verre, pays sélectionnés, 1980-95

Pourcentage de la consommation apparente

Source: OCDE, 1997

Figure 7.9b Taux de recyclage du papier, pays sélectionnés, 1980-95

Pourcentage de la consommation apparente

Source: OCDE 1997

Encadré 7.1: Recyclage du plastique en Europe occidentale

Quantités: 29 millions de tonnes de plastique ont été consommés et 17,5 millions de tonnes de déchets plastiques produits en Europe occidentale en 1994. Seul 1,5 million de tonnes de déchets plastiques produits par les ménages et les consommateurs ont été recyclés en 1993. Selon les estimations, les emballages représentent 50 % de l'ensemble des déchets plastiques et constituent la majorité du plastique recyclé.

Problèmes: Les coûts de recyclage basés sur les technologies actuelles sont élevés (environ 1 400 écus/tonne), collecte et tri compris. Les prix du marché des produits recyclés ne sont que de 30 % inférieurs à ceux du polymère pur et ont toujours beaucoup fluctué, en raison de la variabilité de la qualité (la contamination constituant un point important pour les utilisateurs), des quantités disponibles et des prix du marché qui ne reflètent pas nécessairement les coûts de production.

Occasions: Les découvertes en matière de récupération permettent l'utilisation du plastique dans les raffineries de pétrole, la transformation du fer et de l'acier et la combustion dans des fours à ciment. De nouveaux produits et substituts utilisant du plastique recyclé ont été mis au point, notamment des substituts de bois et de polymère pur, et de nouveaux matériaux d'isolation et de construction.

Sources: IPTS, 1996 et Frost et Sullivan, 1997

- les difficultés à collecter suffisamment de matériaux pour justifier les coûts du recyclage;
- le manque de "conception en vue du recyclage" de produits potentiellement recyclables;
- l'absence de technologies spécifiques de recyclage;
- le manque de réglementations nationales spécifiques favorisant le recyclage.

Les matériaux recyclés doivent en général rivaliser avec des matières premières pures bon marché. Le recyclage qui génère des matières premières de récupération de grande valeur et réduit la nocivité potentielle des déchets pourrait toutefois rivaliser avec les matériaux purs si l'on parvenait à intégrer les coûts environnementaux et le concept de durabilité dans les économies de marché. L'encadré 7.1 illustre la situation des déchets plastiques en Europe occidentale.

7.3.4. Compostage

Le compostage des déchets urbains, une forme de recyclage où il existe des débouchés pour les produits finaux, contribue de plus en plus à aider les gouvernements à atteindre leurs objectifs de recyclage. Le compostage est une pratique répandue dans des pays tels que les Pays-Bas, l'Autriche, l'Allemagne, le Danemark et la Suisse.

Aux Pays-Bas, la mise en décharge des déchets biologiques a été interdite en 1994. Depuis, les autorités locales sont tenues de collecter séparément les déchets organiques des ménages à des fins de compostage. La quantité de déchets biologiques collectés aux Pays-Bas est passée de 57 kg par habitant en 1993 à 95 kg en 1996 et, la même année, 23 installations traitaient 1 475 millions de tonnes de déchets biologiques provenant des ménages.

En Autriche, la collecte séparée des déchets biologiques est obligatoire depuis 1995. La collecte a augmenté, passant de 35 kg par habitant en 1994 à 50 kg en 1996, et le nombre d'installations de déchets biologiques actuellement en service (350) devra augmenter pour satisfaire l'objectif que s'est fixé l'Autriche de traiter 0,7 million de tonnes de ces déchets en 2004.

En Allemagne, où la collecte et le traitement séparés des déchets organiques font partie intégrante de la gestion des déchets urbains, la participation à des programmes de compostage augmente rapidement depuis 1993. Il existe désormais environ 400 installations opérationnelles de compostage en Allemagne (Waste Environment Today, 1996).

Figure 7.10 Installations d'élimination et de traitement des déchets dans les pays européens de l'OCDE

Décharges

République slovaque
Grèce
Allemagne
Royaume-Uni
Hongrie
Italie
Pologne
Finlande
France
République tchèque
Portugal
Suède
Norvège
Danemark
Irlande
Belgique
Pays-Bas
Autriche
Suisse
Islande
nombre de décharges

Incinérateurs

France
Royaume-Uni
Italie
Allemagne
République tchèque
République slovaque
Danemark
Suisse
Autriche
Suède
Espagne
Norvège
Belgique
Pays-Bas
Islande
Pologne
Finlande
Luxembourg
Hongrie
Grèce
Irlande
Portugal
nombre d'incinérateurs

La Norvège prévoit d'interdire le dépôt de déchets organiques humides en 1999.

D'autres pays continuent à lutter contre trois grands problèmes relatifs au compostage des déchets urbains:

- parvenir à un tri et une collecte adaptés des déchets organiques;
- faire correspondre la demande avec l'offre de compost sur un marché concurrentiel;
- garantir une qualité et des normes sanitaires de compostage appropriées.

La qualité du compost est essentielle au succès du compostage en tant que méthode de gestion des déchets. En effet, il n'est pas toujours possible d'obtenir une qualité commercialisable à partir de tous les types de déchets organiques urbains.

La structure urbaine et les conditions climatiques constituent les principaux obstacles à la collecte et au traitement des déchets biologiques dans les pays d'Europe méridionale. La proposition de directive communautaire concernant la mise en décharge des déchets a toutefois pour objectif de limiter la mise en décharge de matériaux biodégradables, ce qui pourrait avoir une incidence majeure sur la demande future de compostage et d'autres traitements biologiques.

7.3.5. Installations de gestion des déchets

Les informations sur les installations de gestion de déchets en Europe (figure 7.10) sont rendues confuses par le manque de normalisation en termes de définition et de notification. Souvent, aucune distinction n'est opérée entre les installations pour déchets dangereux et non dangereux, ou les deux types de déchets sont éliminés ensemble sur le même site. Parmi les 26 169 décharges actuellement recensées comme étant opérationnelles dans les pays européens de l'OCDE, seules 325 sont identifiées comme décharges exclusivement réservées aux déchets dangereux. De même, sur 1 258 incinérateurs recensés, seuls 152 sont destinés aux déchets dangereux. Plus de 90 % des incinérateurs récupèrent l'énergie de la combustion des déchets en Autriche, en Allemagne, au Danemark, au Luxembourg, aux Pays-Bas, en Suisse, en Hongrie et en Suède, mais moins de 40 % fonctionnent de cette façon dans la plupart des autres pays.

Le choix du type d'installation de gestion des déchets à utiliser est affecté par une série de pressions parfois conflictuelles. Les difficultés liées à l'implantation des incinérateurs et aux contrôles plus stricts des émissions dans l'atmosphère tendent à favoriser l'utilisation des décharges, tandis que les problèmes relatifs à l'implantation des décharges et à la surveillance plus stricte favorisent le recyclage et l'incinération des déchets. Les méthodes d'intégration des estimations des coûts environnementaux et des coûts économiques dans le cadre de

l'élaboration des politiques peuvent modifier la balance entre le recours aux décharges et l'incinération.

La répartition des déchets urbains entre les différents types d'installations en Europe a peu évolué au cours de la dernière décennie. La mise en décharge (73 %) et l'incinération (17 %) continuent à dominer, le recyclage et le compostage représentant moins de 10 % (figure 7.12).

Autres installations de traitement

Autriche
Allemagne
Danemark
Royaume-Uni
Italie
République tchèque
France
Suisse
République slovaque
Pays-Bas
Espagne
Finlande
Portugal
Norvège
Suède
Belgique
Islande
Pologne
Luxembourg
Hongrie
Grèce
Irlande

Source: OCDE, 1997 et rapports nationaux sur la situation de l'environnement

Figure 7.11 Gestion des déchets urbains dans les pays européens de l'OCDE, 1984-90 et 1991-95

millions de tonnes /an

Décharge – Incinération - Recyclage - Compostage – Autre

Source: OCDE

D'importantes différences persistent toutefois entre les pays; par exemple, aucun déchet urbain n'est incinéré au Portugal ni en Grèce, cinq pays incinèrent plus de 40 % de leurs déchets et le Luxembourg, 75 %.

7.3.6 .Transport des déchets

La nécessité de trouver les installations d'élimination et de traitement ou de recyclage les plus appropriées ou rentables pour certains types de déchets, en particulier les déchets dangereux, se traduit en général par un besoin important en installations de transport de déchets, tant nationales qu'internationales. Les exportations de déchets dangereux rapportées à des fins de récupération et d'élimination s'élevaient à environ 1 million de tonnes dans les pays européens de l'OCDE en 1993 (dernière année pour laquelle des données sont disponibles).

L'Allemagne demeure le premier exportateur net de déchets dangereux, et la Belgique et la France continuent d'être de grands importateurs nets (figure 7.12).

7.4. Réponses et opportunités

La progression continue du niveau de la production de déchets en Europe peut être inversée de bien des manières, notamment par la réglementation de la quantité de déchets que les entreprises sont autorisées à produire, les taxes de mise en décharge et d'autres mesures augmentant le coût de l'élimination des déchets, ainsi que par les progrès technologiques améliorant l'efficacité de l'utilisation des ressources. Par exemple, la figure 7.13 illustre comment l'évolution de la technologie d'emballage a entraîné des réductions du poids des conteneurs de boissons au cours de la période 1960-90.

Une autre approche importante consiste à rendre les producteurs responsables des déchets générés par leurs produits après utilisation et de faire en sorte que les pays soient pleinement responsables du traitement de leurs propres déchets. Une conséquence de cette politique a été l'interdiction, en vertu de la Convention de Bâle, du transfert de déchets dangereux destinés à la récupération. Depuis le 1^{er} janvier 1998, la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination interdit l'exportation de déchets dangereux et destinés à la récupération ou au recyclage originaires des pays de l'OCDE, et ce, bien que ces exportations puissent se poursuivre dans le cadre d'un accord entre un pays de l'OCDE et un pays non-membre de l'OCDE. Des listes reprenant les déchets dangereux interdits sont en cours d'élaboration en vue de leur approbation par les parties à la Convention.

Mesures prises par la Commission de l'Union européenne

Son engagement en faveur de l'utilisation durable des ressources, de la minimisation des dégâts environnementaux, du respect du principe de "pollueur-payeur" et de la gestion des risques environnementaux à la source a conduit l'UE à créer de nombreux instruments législatifs visant à encourager et à harmoniser les législations nationales sur les déchets. De nombreux autres pays européens commencent actuellement à adopter une approche similaire.

Le tableau 7.1 dresse l'inventaire des contrôles en vigueur dans l'UE et dans d'autres pays européens.

Les points les plus récents de la législation communautaire sur les déchets sont la directive relative aux emballages et aux déchets d'emballages (94/62/CE), qui aurait dû être incorporée dans la législation nationale par les États membres pour le 30 juin 1996, mais n'est toujours pas entièrement entrée en vigueur, et la proposition de directive de mars 1997 concernant la mise en décharge des déchets, visant à garantir que la mise en décharge entraîne un minimum de dégâts pour l'environnement. La directive comprend les propositions suivantes:

- réduction des émissions de méthane des décharges par la diminution de la mise en décharge de déchets biodégradables;
- interdiction de mise en décharge conjointe des déchets;
- interdiction de mise en décharge de déchets cliniques infectés et de pneus;

Figure 7.12 Importations et exportations nettes de déchets dangereux dans certains pays de l'OCDE, 1989-93

Ktonnes /an

IMPORTATIONS NETTES DE DÉCHETS DANGEREUX

EXPORTATIONS NETTES DE DÉCHETS DANGEREUX

Source: OCDE

141 Déchets

- obligation de fournir des données sur plusieurs paramètres environnementaux.

La directive recommande que les décharges soient soumises à un système d'autorisation et répondent à des exigences techniques concernant l'implantation, la surveillance de l'eau et des gaz, la gestion des lixiviats, la protection du sol et de l'eau, les nuisances et les risques. Les frais de mise en décharge seraient nécessaires pour refléter les coûts impliqués dans la mise en place et l'exploitation du site et l'estimation des coûts de fermeture et de surveillance de la décharge sur une période d'au moins 50 ans.

En 1997, le Conseil européen a adopté une résolution sur une stratégie communautaire de gestion des déchets, basée sur les stratégies antérieures relatives aux déchets. Le Conseil a réaffirmé sa conviction selon laquelle la prévention de la production de déchets devrait constituer une priorité pour toutes les politiques relatives aux déchets, et ce, dans le but de réduire les quantités de déchets et les risques qu'ils représentent. Il préconise notamment les solutions suivantes:

- le remplacement des substances préjudiciables à l'environnement présentes dans des produits par des substances moins dangereuses;
- le recours à des systèmes d'audit d'environnement;
- la promotion de changements des habitudes de consommation, par le biais de l'information et de l'éducation des consommateurs;
- l'établissement d'un système fiable de collecte de données sur les déchets à l'échelle communautaire;
- l'identification et la remise en état d'anciennes décharges et d'autres sites contaminés.

Les progrès concernant ces initiatives et bien d'autres doivent être notifiés au Conseil d'ici à la fin de l'an 2000. Le Centre thématique européen pour les déchets, créé par l'EEA en octobre 1997, facilitera la collecte nécessaire d'informations sur la production et les pratiques de gestion des déchets. Dans l'UE, la collecte de données par Eurostat dans le cadre du règlement relatif aux statistiques sur les déchets (en préparation) devrait entraîner une nette amélioration de la disponibilité des données.

La tentative de satisfaction de l'objectif concernant les déchets urbains du cinquième programme d'action écologique illustre les conséquences de la définition d'objectifs basée sur des données incomplètes et de qualité médiocre. Ce programme s'est donné pour objectif de stabiliser d'ici à l'an 2000 la production de déchets urbains par habitant dans l'UE aux niveaux de 1985. En 1985, selon les estimations, la production par habitant était d'environ 330 kg, avant d'atteindre 430 kg en 1995, et il est possible que les chiffres réels soient encore supérieurs (voir la section sur l'étude du VROM au point 7.2.1 et la figure 7.5). Moins de

deux ans avant l'échéance, les tentatives de réduction de la production de déchets urbains à ce niveau quelque peu arbitraire sont probablement vouées à l'échec.

La collecte de données sur les déchets et la législation en la matière est encore compliquée par l'ambiguïté de la distinction entre les déchets et les matières premières de récupération. Par exemple, les recycleurs de déchets de métal estiment qu'ils traitent des matières premières de récupération et non des déchets et qu'ils sont donc exemptés des contrôles prévus par la législation relative aux déchets - une règle que certains pays appliquent aux matériaux directement soumis à un procédé de récupération. La modification de la définition ou de la classification des déchets et d'autres matériaux peut toutefois modifier les valeurs des statistiques concernant les déchets, mais ne résout en rien le problème de la gestion des déchets.

Gestion des déchets dans l'ECO et les NEI

Une étude de la Banque mondiale a étudié les possibilités de protection de l'environnement et de gestion des ressources naturelles en Ukraine. Elle a identifié les problèmes et les solutions communs à de nombreux pays d'Europe orientale:

- il est financièrement impossible d'investir des montants considérables dans la modernisation et la surveillance de la pollution;
- la plupart des investissements environnementaux devront être financés par la création interne de fonds ou d'une capacité de financement par les entreprises et par l'instauration de frais d'utilisation adéquats pour l'énergie et les services urbains, dont la gestion des déchets;

Figure 7.13 Diminutions du poids d'emballage dues aux progrès technologiques

Masse du conteneur

Grammes

Boîte de conserve métallique pour aliments de 400 g

Bouteille de 2 litres en PET pour boissons gazeuses

Canette de boisson en fer blanc de 330 ml

Source: Incpen, 1995

Tableau 7.1 État indicatif de la politique et de la législation relatives aux déchets dans 30 pays européens

Légendes

✓ en vigueur x pas en vigueur - informations non disponibles R ratification de la Convention de Bâle
L Taxe sur la mise en décharge P Taxe sur l'emballage W Taxe sur la production de déchets G
Taxe sur les biens

Remarque: ¹⁾ uniquement dans certains Länder ou communautés.

Sources: OCDE 1996, CCE 1997, Perchards 1997, ADEME 1996, EEA 1996, IPPR 1996, McKenna & Co 1996, BERD 1994, Clifford Chance 1995, Banque mondiale 1994, rapports du JEMU des ministères britanniques du Commerce et de l'Industrie et de l'Énergie, 1993-96, Points focaux nationaux, ambassades nationales, secrétariat de la Convention de Bâle, Geneva and Golder Associates Europe.

Déchets 143

- ce sont les entreprises prospères ou offrant de bonnes perspectives d'établissement d'entreprises communes qui seront les plus rapidement à même d'investir dans de nouvelles technologies;
- les communautés capables ou désireuses de financer une nouvelle infrastructure seront les premières à bénéficier d'une amélioration de la gestion des déchets.

Les priorités devraient donc être les suivantes:

- amélioration de la gestion des déchets urbains par le tri des déchets, l'imposition d'une meilleure gestion des décharges et l'augmentation des redevances de mise en décharge;
- lancement de programmes au niveau local pour encourager le recyclage des déchets solides et dangereux;
- élaboration d'un inventaire et classement par priorité des décharges sur la base de l'incidence potentielle sur la santé des travailleurs et des communautés voisines;
- atténuation des conséquences ou confinement à faibles coûts aux sites prioritaires;
- introduction d'une législation afin de guider les procédures de classement par priorité des sites, de déterminer l'ampleur de l'assainissement nécessaire et de notifier les exigences et règles présidant au stockage et au transport des déchets et matériaux dangereux (Banque mondiale, 1994).

En outre, des instruments économiques tels que les taxes ou les redevances sont utilisés dans de nombreux pays européens pour décourager le recours à la mise en décharge ou favoriser les programmes de réutilisation/recyclage/récupération des déchets, tels que les pneus, les bouteilles et l'huile usagés.

Bibliographie

ADEME (1996). *Synthèse de la connaissance des déchets industriels banals dans l'Union européenne et l'OCDE*. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, France.

CEC (1997). Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen concernant l'application des directives 75/439/CEE, 75/442/CEE, 78/219/CEE et 86/278/CEE sur la gestion des déchets. COM(97) 23 final. Bruxelles, février 1997.

Clifford Chance (1995). *The European Environmental Law Guide*.

EBRD (1994). *Investors' Environmental Guidelines*. European Bank for Reconstruction and Development.

EEA, Agence européenne pour l'environnement (1996). *Les écotaxes. Mise en œuvre et efficacité environnementale*. Environmental Issues series N° 1. EEA, Copenhagen, 1996. ISBN 92-9167-000-6.

Frost et Sullivan (1997). *European Market for Recycled Plastics*.

Hodalic, J., Slokar, M. et Gacesa, R. (1993). Hazardous Waste in Central and Eastern Europe. Case Study: Integrated Waste Management Concept. In *Proceedings: Better Waste Management - a Global Challenge*, International Solid Waste Association.

IPTS (1996). *The Recycling Industry in the European Union: Impediments and Prospects*. Institute for Prospective Technological Studies, Seville, p. 48.

IPPR (1996). *Green Taxes in Europe*. Institute of Public Policy Research, UK.

McKenna & Co. (1996). *Study of Civil Liability Systems for Remediating Environmental Damage*. Final report B4/3040/94/000665/ MAR/H1.

OCDE (1995). *Environmental Data Compendium 1995*. Organisation de coopération et de développement économiques.

OCDE (1996). *Les écotaxes dans les pays de l'OCDE*. Organisation de coopération et de développement économiques.

OCDE (1997). *Environmental Data Compendium 1997*. Organisation de coopération et de développement économiques.

Perchards (1997). *Packaging Legislation in Europe - An Update*. UK.

UK DTi/DoE (1993-1996). *Commercial Opportunity Briefs 1993-96*. Joint Environmental Marketing Unit.

van Beek, R. (1997). *Comparison of Household Waste Figures for Various European Countries*. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, the Netherlands.

Waste Environment Today (1996). Vol. 9, p.7-8.

World Bank (1994). *Ukraine: Suggested Priorities for Environmental Protection and Natural Resource Management*, Vols 1 and 2.

8. Biodiversité

Aspects principaux

Les menaces qui pèsent sur les espèces sauvages européennes sont toujours graves et le nombre d'espèces en voie de disparition est en hausse. Dans nombre de pays, jusqu'à la moitié des espèces de vertébrés connues sont ainsi menacées.

Plus d'un tiers des espèces d'oiseaux en Europe sont en danger, plus particulièrement dans le nord-ouest et le centre de l'Europe. Cette situation est principalement due aux dégâts causés à leurs habitats par l'évolution de l'utilisation des sols, notamment par l'intensification de l'agriculture et de la sylviculture, l'augmentation du développement d'infrastructures, le prélèvement d'eau et la pollution.

Les populations de plusieurs espèces animales associées aux activités humaines augmentent toutefois, de même que certaines espèces végétales tolérantes aux niveaux élevés de nutriments ou d'acidité sont en progression. Une certaine recrudescence du nombre d'oiseaux nicheurs a également été constatée dans les régions qui pratiquent l'agriculture biologique. L'introduction d'espèces étrangères engendre des problèmes dans les eaux marines, intérieures et les habitats terrestres.

La perte de terres humides touche principalement l'Europe méridionale, mais de nombreuses zones agricoles et urbanisées du nord-ouest et du centre de l'Europe enregistrent également d'importantes pertes. Les principales causes de ces problèmes sont la mise en valeur des terres, la pollution, le drainage, les loisirs et l'urbanisation. Certains grands projets de restauration, et de nombreux autres de moindre envergure concernant rivières, lacs, marécages et tourbières compensent, dans une certaine mesure, ces pertes, mais généralement à une échelle réduite.

L'étendue des dunes a régressé de 40 % au cours de ce siècle, principalement en Europe occidentale et du nord-ouest; un tiers de cette perte étant enregistrée depuis le milieu des années 1970. Les principales causes sont l'urbanisation, l'utilisation pour les loisirs et la plantation forestière.

La zone forestière totale augmente, de même que l'ensemble de la production de bois. L'aménagement "extensif" des forêts, auparavant la pratique la plus courante, continue d'être remplacé par un aménagement plus intensif et uniforme. L'utilisation d'espèces exotiques est toujours en hausse. Les pertes sévères de forêts anciennes naturelles et semi-naturelles se poursuivent. La plupart des forêts anciennes pratiquement intactes se trouvent désormais dans l'ECO et les NEI, bien qu'il existe encore des zones plus petites ailleurs. Les incendies de forêt constituent toujours un problème dans les régions méditerranéennes, même si une baisse a été enregistrée dans les zones affectées. Le concept de sylviculture durable commence à être introduit dans l'utilisation et l'aménagement forestiers, mais ses conséquences générales sur la diversité biologique restent à constater.

Avec l'intensification de l'agriculture et la poursuite du reboisement dans les zones à faible rendement, les habitats agricoles semi-naturels, tels que les prairies, sont rapidement perdus ou dégradés. Auparavant très répandus en Europe, ces habitats faisaient l'objet d'une gestion agricole expansive avec de faibles apports de nutriments. Ils souffrent désormais d'un apport excessif de nutriments et de l'acidification. Avec la disparition de sa faune et de sa flore généralement très riches, le paysage ouvert a vu sensiblement diminuer sa biodiversité naturelle.

Un large éventail d'initiatives et d'instruments juridiques pour la protection des espèces et habitats a été introduit aux niveaux national et international dans tous les pays. Tous ces instruments et initiatives ont réussi à protéger de nombreuses régions terrestres et marines, et à sauver plusieurs espèces et habitats. Leur mise en œuvre est toutefois généralement difficile et lente et n'a pu contrebalancer le déclin général. Au niveau européen, la mise en œuvre du réseau NATURA 2000 de sites désignés dans l'UE, et le futur réseau EMERALD dans le cadre de la convention de Berne dans le reste de l'Europe, sont actuellement les principales initiatives.

Dans l'ensemble, la préservation de la biodiversité est souvent considérée comme moins importante que les intérêts économiques ou sociaux à court terme des secteurs qui l'influencent le plus. Un obstacle majeur à la garantie des objectifs de préservation reste le besoin d'intégrer les préoccupations relatives à la biodiversité dans d'autres domaines politiques. Les évaluations environnementales stratégiques des politiques et programmes, associées aux instruments de préservation de la nature, peuvent constituer des outils importants pour l'amélioration de cette intégration.

8.1. Introduction

Le terme "biodiversité", défini à l'encadré 8.1, est répandu depuis la signature de la Convention mondiale sur la biodiversité à l'occasion du Sommet de la Terre tenu en 1992 à Rio de Janeiro. Depuis, la préservation et l'utilisation durable des éléments de la biodiversité (des écosystèmes et habitats aux espèces et aux ressources génétiques) sont devenues des problèmes importants dans nombre de pays, avec une prise de conscience croissante que "la biodiversité est le fondement même de l'existence humaine" (Convention sur la biodiversité, 1997. PNUE, 1995; voir encadré 8.1). Les principes définis dans la Convention ont été intégrés dans un large éventail de documents stratégiques, mais la mise en œuvre de politiques fondées sur ces principes est généralement lente.

Malgré des différences en termes d'interprétation du concept de biodiversité et dans le choix des actions prioritaires, les interdépendances, les responsabilités et la nécessité d'une utilisation durable des ressources naturelles, y compris des ressources biologiques et génétiques, sont de mieux en mieux comprises. Dans ce contexte, les obligations définies lors de la Convention sur la biodiversité commencent à rapprocher, selon des modes nouveaux, l'agriculture, la sylviculture, la pêche, l'utilisation des ressources et des terres, ainsi que la préservation de la nature.

Ce chapitre traite essentiellement de la faune et des habitats et écosystèmes naturels et semi-naturels, en prenant principalement des exemples terrestres.

La biodiversité marine, côtière et en eau douce n'est pas abordée, dans la mesure où les données sont rares et concernent essentiellement la qualité de l'eau ou la pêche.

Les changements en termes de présence et de répartition des espèces et habitats que décrit ce chapitre reflètent les incidences de la majorité des problèmes environnementaux traités dans les autres chapitres.

8.2. Évolution de la biodiversité en Europe

8.2.1. Cause fondamentale: utilisation des sols

La plupart des changements de la biodiversité en Europe sont essentiellement dus aux développements intensifs de l'agriculture, de la sylviculture, de l'urbanisation, de la pêche, de la gestion des ressources minérales et de l'eau, des transports et du tourisme, et aux incidences qu'ont ces développements sur l'utilisation des sols. Dans la majeure partie de l'Europe, les changements intervenus dans l'utilisation des sols ont entraîné un bouleversement, un déclin et une perte de diversité dans les habitats naturels et semi-naturels, en raison des perturbations, des dégradations, de la pollution (Baldock 1990; Pain et Pienkowski 1997, Tucker et Evans 1997) et de l'introduction d'espèces.

Le tableau 8.1 énumère quelques-unes des incidences du développement et de la modification de l'utilisation des sols sur les principaux types d'habitats en Europe.

L'Europe ne compte aujourd'hui pratiquement plus aucune région naturelle intacte et peu de régions légèrement touchées.

Encadré 8.1: Définition de la biodiversité

Signée à Rio de Janeiro en 1992, la Convention internationale sur la biodiversité a défini celle-ci comme consistant en différents types d'éléments biologiques à différents niveaux, à savoir *"la variabilité parmi tous les organismes vivants de toutes les sources, y compris, notamment, les écosystèmes terrestres, marins, aquatiques et autres, ainsi que les complexes écologiques dont ils font partie; cela englobe la diversité au sein des espèces et entre elles, ainsi que celle des écosystèmes"*. La diversité biologique ne relève pas simplement de la variété parmi les espèces, mais aussi de la variation génétique au sein de celles-ci et de la variation entre communautés d'espèces, habitats et écosystèmes. Les éléments de la biodiversité - grands ou petits, rares ou courants - participent tous aux processus universels de production, maintenance et régulation de la vie. Outre de profondes implications écologiques, éthiques et esthétiques, un changement majeur, une perte ou une dégradation de la biodiversité peut donc aussi avoir des incidences et des coûts socio-économiques et culturels. Ce précepte a été largement admis lors du Sommet de la Terre.

Les objectifs de la Convention sont la préservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources génétiques. Ce partage nécessite un accès adéquat aux ressources génétiques et un transfert approprié des technologies concernées, en tenant compte de l'ensemble des droits sur ces ressources et technologies, par le biais de mécanismes de financement adaptés.

Tableau 8.1 Récapitulatif des utilisations des sols en tant que forces motrices et pressions affectant la biodiversité en Europe

Habitats influencés	<i>Agriculture</i>	Utilisation et gestion de l'eau	Infrastructure et développement urbains, industriels et touristiques	Aménagement forestier	Autres
Eaux marines, y compris les estuaires	Eutrophisation et pollution par les pesticides dues à la lixiviation, aux eaux de ruissellement ou à des retombées atmosphériques. Sédimentation	Modification de l'échange entre eaux marines et lagunes, estuaires	Pollution due au déversement en mer de pétrole, d'eaux résiduaires, de déchets industriels/urbains	Déboisement dans les bassins hydrographiques des cours d'eau entraînant érosion du sol, sédimentation et eutrophisation.	Incidences de la surpêche sur la chaîne alimentaire. Détérioration des habitats benthiques due au chalutage et au dragage. Introduction d'espèces. Aquaculture
Habitats côtiers	Eutrophisation et pollution par les pesticides dues à la lixiviation, aux eaux de ruissellement ou à des retombées atmosphériques. Gestion inadéquate des marais salants et des dunes. Mise en	Changements des habitats médiolittoraux dus à la modification/réduction des flux d'eaux douces ou salées	Perte et fragmentation directes de l'habitat en raison du développement. Perturbations dues aux activités récréatives, par exemple, les sports	Reboisement des dunes.	Interruption des processus naturels géomorphologiques, par exemple par les protections côtières, l'aquaculture et le dragage

	valeur de certains herbages		nautiques, la chasse et la pêche. Trafic motorisé. Pollution des eaux thermales due aux centrales électriques.		
Eaux intérieures (cours d'eau et lacs)	Eutrophisation et pollution par les pesticides dues à la lixiviation, aux eaux de ruissellement ou à des retombées atmosphériques. Sédimentation. Salinisation	Changements dans les rejets. Régulation des organismes des cours d'eau et lacs pour le drainage, la prévention des inondations et la navigation. Endiguement des cours d'eau et assèchement de terres humides.	Pollution due aux eaux résiduaires, aux déchets industriels/urbains. Perturbations dues aux activités récréatives et au tourisme	Eutrophisation ou acidification due à la lixiviation, aux eaux de ruissellement, à l'érosion du sol et à la sédimentation, surtout après des déboisements à grande échelle	Introduction d'espèces, aquaculture
Terres humides intérieures (marais et tourbières)	Eutrophisation et pollution par les pesticides dues à la lixiviation, aux eaux de ruissellement ou à des retombées atmosphériques. Drainage pour l'agriculture ou la sylviculture. Gestion inadéquate des herbages	Prélèvement d'eaux souterraines et de surface	Drainage et perte et fragmentation de l'habitat. Pollution due aux eaux résiduaires et aux déchets industriels. Acidification des eaux douces.	Drainage et reboisement des terres humides.	Pollution, perturbation et modification de l'habitat dues à une aquaculture intensive
Prés en altitude, tourbières et toundras	Eutrophisation, acidification ou pollution par les pesticides (en suspension dans l'air). Drainage des tourbières,	Conversion des habitats naturels en réservoirs	Dépôts acides émanant de sources industrielles et urbaines	Drainage et reboisement des prés en altitude et des tourbières	Contrôle des prédateurs, extraction de tourbe

gestion inadéquate/pâturage
des toundras et landes.

Régions de
cultures arables

Accroissement de la
spécialisation et
l'intensification.
Remplacement des pratiques
traditionnelles, par exemple,
culture mixte à petite échelle,
et augmentation de la
monoculture. Élimination des
habitats à petite échelle et des
éléments paysagers.
Perte/érosion des sols

Irrigation de systèmes de
terres arides à faible
intensité. Assèchement
de terres arables. Perte
de variation de
l'humidité. Salinisation.

Perte de surface

Reboisement.
Développement de
systèmes agroforestiers

Herbages semi-
naturels et
cultures
céréalières
étendues (pseudo
steppes)

Eutrophisation, acidification
ou pollution par les pesticides
(en suspension dans l'air,
application locale).
Accroissement de la
spécialisation et
intensification. Remplacement
des pratiques traditionnelles,
par exemple, culture mixte à
petite échelle, fenaison et
pâturage étendus pour le bétail.
Élimination des habitats à
petite échelle et des éléments
paysagers. Pressions élevées
des pâturages dans certaines
régions, déclin des pâturages et

Pertes d'herbages de
débordement par la
régulation des cours
d'eau et lacs pour la
prévention des
inondations et la
navigation

Fragmentation de
l'habitat et perte de
paysages libres

Reboisement d'herbages
libres steppiques et de
zones céréalières
étendues (pseudo
steppes)

gestion inadéquate dans
certaines régions plus étendues

Prés, habitats broussailleux et rocheux	Eutrophisation, acidification ou pollution par les pesticides (essentiellement en suspension dans l'air). Gestion inadéquate		Perte et fragmentation directes de l'habitat dues aux développements	Reboisement de prés et de savanes méditerranéennes	Incendies fréquents non maîtrisés, surtout dans les pays méditerranéens
Forêts	Eutrophisation ou acidification et pollution par les pesticides (en suspension dans l'air, application locale). Pâturage inadéquat dans certaines régions	Drainage	Perte et fragmentation directes de l'habitat. Perturbations dues aux activités récréatives. Acidification et autres polluants en suspension dans l'air	Intensification et uniformité de l'aménagement, tassement des sols, construction routière, utilisation de pesticides, plantations d'espèces exotiques. Exploitation de peuplements vieux	Incendies fréquents non maîtrisés dans les pays méditerranéens, absence d'incendies dans certaines forêts boréales et tempérées, populations de gibier élevées

Carte 8.1 Répartition des principaux habitats

Répartitions des principaux habitats

1:20 000 000

territoires artificiels

zones de végétation très artificielles

zones de végétation moins artificielles

forêts

aires semi-naturelles non boisées

zones humides

étendues d'eau intérieures

Sources: EEA ETC/LC et EEA ETC/NC. Données de couverture terrestre de l'EEA, novembre 1997

Les forêts couvrent approximativement un tiers de la surface de la terre, d'environ 6 % en Irlande à 66 % en Finlande (EEA, 1995). Quelque 40 % font l'objet d'une certaine forme d'aménagement agricole, allant de moins de 10 % en Finlande, Suède et Norvège à 70 %, voire davantage, au Royaume-Uni et en Irlande, en passant par environ 60 % en Roumanie et en Pologne.

La grande diversité des habitats en Europe joue un rôle important, dans la mesure où ils contribuent de manière essentielle à la formation structurelle et fonctionnelle du paysage et du climat local, et constituent la "nature" au quotidien de la majeure partie de la population européenne. Bon nombre de régions naturelles et semi-naturelles de forêts et terres agricoles sont en déclin, alors que les zones urbaines et celles connaissant une exploitation agricole et forestière intense sont en extension. Dans les régions fortement exploitées, les habitats naturels et semi-naturels sont dispersés et isolés (carte 8.1).

Depuis le début des années 1990, l'Europe orientale enregistre une diminution générale de la superficie des terres agricoles. La surface arable a légèrement diminué dans la plupart des pays, mais des changements plus considérables pourraient survenir sur des terres marginales, où de nombreuses zones, petites et grandes, sont abandonnées. L'utilisation de la culture traditionnelle et d'anciennes espèces végétales et animales reste significative, mais des changements majeurs devraient intervenir dans les prochaines décennies. La région méditerranéenne connaît un développement identique.

En Europe occidentale, l'évolution vers une intensification et une spécialisation agricoles accrues se poursuit. Le gel des terres dicté par les politiques agricoles représente une utilisation significative des zones arables depuis 1993, même si elle reste instable et intermittente. L'expansion des régions boisées résulte en partie de la régénération naturelle, par exemple sur des terres abandonnées. Dans de nombreux pays, de généreuses subventions sont accordées pour le reboisement, afin d'accroître la production de bois, mais aussi avec des objectifs environnementaux et sociaux, tels que la filtration des eaux souterraines, la retenue du CO₂, les loisirs et l'amélioration du climat local.

Les régions forestières s'étendent progressivement, principalement sur les terres plus pauvres ou marginales. Les enclaves de terrain découvert dans les forêts disparaissent, et ces dernières sont de plus en plus traversées par des routes, ce qui entraîne des incidences sur la biodiversité naturelle. Les routes peuvent causer une fragmentation préjudiciable des habitats, endommager des sites importants et permettre un accès plus aisé à des régions auparavant isolées, ce qui comporte des implications à long terme potentiellement graves pour l'intégrité des écosystèmes. Ce problème suscite des inquiétudes particulières dans les pays jouissant jusqu'à présent de vastes régions forestières non fragmentées, comme les pays nordiques (Conseil ministériel nordique, 1997). La gestion des forêts augmente généralement en intensité, en uniformité et l'utilisation des essences forestières exotiques augmente, en dépit du concept d'aménagement forestier durable, englobant l'utilisation d'essences forestières locales.

La sauvegarde des espèces et des habitats rares et menacés s'est vue attribuer une importance essentielle dans la protection de la nature pour l'ensemble de l'Europe. Une haute priorité est accordée aux régions entièrement ou pratiquement intactes ainsi qu'aux régions très anciennes, qui comportent généralement une plus grande variété d'espèces naturelles que les autres (Wiens, 1989; Fuller, 1995) et sont donc inestimables en tant que telles, en tant que réservoirs génétiques et centres de reconstitution. Elles constituent également une base précieuse à la compréhension de l'évolution biologique de l'Europe.

Les régions naturelles, qui sont rares et généralement de taille réduite, ainsi que les régions très peu gérées sont concentrées essentiellement aux alentours des côtes, des eaux intérieures, des montagnes ou des régions présentant une topographie accidentée, comme l'illustre la carte 8.2. Les habitats d'eau douce comprennent de nombreuses petites zones, relativement peu influencées, généralement à la source des cours d'eau, mais la plupart des habitats d'eau douce sont directement ou indirectement affectés par l'agriculture et la sylviculture ainsi que par les activités urbaines et industrielles. L'Europe côtière et marine présente un degré de variété élevé, mais l'influence humaine est importante. Même les régions terrestres et aquatiques les plus isolées reçoivent des nutriments et polluants véhiculés par le vent et l'eau et sont affectées par des changements climatiques et l'intrusion humaine.

Le concept de régions biogéographiques européennes (encadré 8.2) a été développé pour permettre de réaliser des évaluations générales de la biodiversité naturelle pour une liste communautaire de sites d'importance européenne pour les habitats et les espèces (réseau NATURA 2000, voir section 8.4). La carte 8.3 illustre ces régions et présente le contexte de la prochaine discussion sur l'évolution des espèces et des habitats.

8.2.2. Évolution des populations d'espèces européennes

Les données, en particulier sur les plantes et les vertébrés ainsi que sur certains groupes d'insectes tels que les papillons, indiquent un appauvrissement continu des habitats européens naturels et semi-naturels, qui, à son tour, a entraîné des réductions considérables des populations et donc la répartition d'un très grand nombre d'espèces.

Carte 8.2 Régions relativement peu influencées par l'urbanisation, les transports ou l'agriculture intensive

Régions relativement peu influencées par l'urbanisation, les transports ou l'agriculture intensive

1:20 000 000

Influence

extrême

minimum

zones pour lesquelles les données sur la couverture au sol ne sont pas disponibles

Dimensions de chaque cellule 10km x 10km

Remarque: Sur la base des données d'occupation des sols de l'EEA, novembre 1997. Pour la Grande-Bretagne, la Finlande et la Suède, une méthodologie différente a été utilisée, rendant incertaines les comparaisons directes avec le reste de l'Europe. Les influences de la sylviculture intensive et des loisirs/du tourisme ne sont pas comprises. L'analyse des influences sur la nature à la carte 8.2 repose sur l'ensemble des catégories d'occupation des sols pour des régions présentant des richesses naturelles potentiellement importantes, à savoir, les savanes, les landes, les prairies naturelles et les régions humides intérieures et côtières. Elle inclut également les forêts, indépendamment de leur aménagement ou de leur type. Ces régions sont généralement susceptibles d'être influencées par les régions avoisinantes subissant une utilisation intensive ou constituant des obstacles ou fragmentant les régions naturelles, à savoir, les régions urbaines et industrielles, les structures de transport, l'agriculture intensive. Les étendues d'eau (lacs, cours d'eau), les prairies et les régions agricoles hétérogènes complexes ont été considérées comme neutres dans l'analyse, c'est-à-dire comme présentant une influence réduite.

Source: EEA ETC/NC-ETC/LC, 1997

Carte 8.3 Carte des régions biogéographiques européennes – adoptée en 1997

Régions biogéographiques

Arctique

Alpine

Boréale

Atlantique

Continentale

Steppique

Pannonienne

Anatolienne

Méditerranéenne

de la Mer Noire

Macaronésienne

Source: CCE DG XI, Conseil de l'Europe, 1997

Encadré 8.2: Concept de région biogéographique et établissement d'une carte

La carte des régions biogéographiques a été établie en tant qu'outil pour l'évaluation du réseau NATURA 2000 de l'UE (directive 92/43/CEE du Conseil). La région boréale a été ajoutée aux cinq régions d'origine (alpine, atlantique, continentale, macaronésienne et méditerranéenne), lors de l'adhésion de la Finlande et de la Suède à l'Union européenne. La carte EUR15 des régions biogéographiques qui en résulte a été basée sur la carte de la végétation naturelle (CCE et Conseil de l'Europe, 1987). C'est la première fois qu'un cadre géographique différent des frontières administratives a été reconnu à des fins d'utilisation pour l'évaluation officielle de sites.

La carte paneuropéenne des régions biogéographiques actuelle constitue une extension de la carte EUR15 du Conseil de l'Europe (secrétariat de la convention de Berne) devant être utilisée pour mettre sur pied le réseau EMERALD. La partie extracommunautaire de la carte est basée sur l'ensemble des unités de la carte paneuropéenne de la végétation naturelle (Bohn, 1996). Seules cinq régions ont été ajoutées à la carte EUR15 (anatolienne, arctique, mer Noire, euxinique et steppique). Des principes d'interprétation identiques à ceux de la carte EUR15 ont été utilisés. Elle a également pour objectif d'évaluer les sites et présenter des rapports à l'échelle paneuropéenne (Conseil de l'Europe, 1997).

Encadré 8.3: Exemples d'espèces européennes connaissant un changement de statut de leur population

La population de nombreuses espèces enregistre des changements. Certains correspondent à des fluctuations naturelles, tandis que d'autres sont causés par la concurrence résultant de l'introduction ou de l'invasion d'une espèce, par des changements des conditions de vie induits par une modification de l'utilisation des sols ou par des changements de la situation concernant les produits chimiques/nutriments (eutrophisation, acidification, pesticides). Les principaux effets dus au changement climatique ne sont pas encore détectables chez les espèces menacées.

Espèces en augmentation:

- Espèces indigènes, aucun problème:

Goodyère rampante (orchidée)	En expansion avec la sylviculture des conifères
---------------------------------	---

- Espèces introduites/envahies, aucun problème à ce jour:

Tourterelle	De l'Asie via la Turquie, forte expansion depuis 1938, adaptation au froid et aux régions urbaines.
-------------	---

- Espèces indigènes, conflits:

Grand cormoran	Augmentation spectaculaire après les interdictions de chasse. Conflit avec la pêche. Réintroduction de la chasse en cours de débat.
----------------	---

Héron cendré	Autrefois en diminution, désormais en augmentation en raison de la protection, de l'adaptation et de l'accroissement de l'aquaculture.
--------------	--

- Espèces introduites/envahies, conflit avec les activités humaines ou les écosystèmes:

Rat musqué	Originaire d'Amérique du Nord. Forte expansion depuis les années 1920, de la captivité aux systèmes d'eau douce. Broute la végétation, creuse des trous dans les rives des cours d'eau.
------------	---

Mnemiopsis	Originaire d'Amérique dans les années 1980. Grave menace pour les écosystèmes et la pêche en mer Noire.
------------	---

Crépidule	Originnaire d'Amérique du Nord. Venue avec les huîtres à la fin du 19 ^e siècle, expansion le long de la majorité des côtes. Rivalise avec les huîtres et les moules pour l'alimentation et l'espace.
<i>Caulerpa taxifolia</i> (algue)	Originnaire des mers tropicales au milieu des années 1980. Destruction importante des prairies de posidonies (l'écosystème de la mer Méditerranée le plus diversifié).
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Originnaire d'Asie mineure. Forte expansion depuis le milieu du 19 ^e siècle vers des habitats largement utilisés. Extrêmement compétitif, très difficile à combattre, provoque des affections cutanées chez l'homme.
Eucalyptus	Originnaire d'Australie. Récemment largement implanté en Europe méridionale. Modifie complètement l'écosystème local.
Espèces présentant une situation variable, légères augmentations, quelques diminutions importantes:	
• Espèces indigènes, auparavant en déclin important, présentant actuellement un statut local variable:	
Faucon pèlerin	Auparavant répandu. Déclin au milieu du 20 ^e siècle en raison de l'utilisation massive d'insecticides agricoles. Légère reprise actuelle après une diminution de l'utilisation des organochlorés.
Aigle impérial ibérique	Proche de l'extinction dans les années 1960, connaît actuellement une lente reprise après un programme de réintroduction intensif.
• Espèces indigènes, auparavant en déclin important, actuellement présentant des problèmes locaux variables:	
Ours brun	Déclin continu depuis le Moyen Âge. Actuellement, 3 groupes de population principaux. Certains sont en augmentation, d'autres enregistrent une baisse importante ou nécessitent un renforcement. Financement par LIFE Nature.
Loup européen	Couvrait jadis l'ensemble de l'Europe, diminution radicale depuis le Moyen Âge. Actuellement

	divisés en groupes de population, situations très variables.
Sabot de Vénus	Nombreuses régions bien peuplées, mais proche de l'extinction dans d'autres. Résultats de protection très variables.
Espèces présentant d'importantes diminutions:	
• Espèces indigènes en diminution importante:	
Lynx pardelle	Proche de l'extinction dans la péninsule ibérique.
Râle des genêts	Oiseau largement répandu, mais en petits nombres. Baisse importante au cours des 20 dernières années en raison des changements agricoles. Financement par LIFE Nature.
Esturgeon	Poisson migrateur autrefois largement répandu, désormais uniquement quelques populations isolées. Pollution, barrages et surpêche.

Sources: International and National Red Data Books (livres rouges nationaux et internationaux), programmes financés par LIFE Nature (CCE DGXI, 1997a), Bournerias, 1989, Dauvin, 1997, IMO/UNP, 1997, Lambinon, 1997, Leten, 1989, Meinesz, 1997, Ribera *et al.*, 1996, Rodwell, 1991

Les espèces en déclin sont essentiellement indigènes, associées à d'anciens habitats, des eaux et une atmosphère propres et peu de perturbations humaines. Les espèces jusqu'ici très communes sont toutefois désormais également en baisse. L'évolution des espèces communes indique des changements généraux et fondamentaux globaux de l'ensemble de l'environnement, fortement liés au développement socio-économique. Un déclin général d'un grand nombre d'espèces végétales autrefois très répandues dans tous les types d'habitats, associé à une hausse des niveaux d'azote, a récemment été constaté dans la partie sud de la zone agricole de Suède (Tyler et Olsson, 1997).

Toutes les espèces ne sont pas en déclin. De nombreuses populations enregistrent des fluctuations autour d'un niveau plus ou moins constant. Les augmentations de certaines espèces menacées ou en déclin, bien que toujours limitées, résultent de la remise en état de la nature, des restrictions en matière de chasse et du passage à une agriculture moins intensive et un usage plus restreint des produits chimiques. Certaines espèces se sont déplacées vers de nouvelles régions telles que les abords d'autoroute et les déversoirs, et d'autres espèces, comme les cormorans, sont passées d'une population restreinte à un nombre suffisamment élevé pour entraîner un conflit. Une inquiétude croissante concerne les espèces ou plantes nuisibles introduites, ce qui cause des problèmes non seulement à la production agricole, sylvicole et piscicole, mais également à la préservation de la nature. L'encadré 8.3 présente plusieurs exemples d'espèces connaissant un changement de statut.

L'Europe compte 172 espèces de vertébrés (UICN, 1996) et 2 851 espèces végétales supérieures (UICN, sous presse) qui sont généralement menacées. Une comparaison du pourcentage d'espèces menacées sur le plan national parmi les groupes d'animaux dans 24 pays européens indique qu'une proportion considérable est en danger (figure 8.1). Dans un nombre significatif de pays et de groupes d'espèces, plus de 45 % des espèces sauvages connues de vertébrés sont menacées.

Une étude réalisée par BirdLife International et le European Bird Census Council (EBCC) (BCIS, 1997; Tucker et Heath, 1994) a démontré que 38 % des oiseaux d'Europe ont un statut de préservation défavorable, essentiellement du fait de la baisse sensible de leurs populations européennes, une évolution qui est répandue sur l'ensemble du continent (carte 8.4).

Cette étude a également révélé qu'une grande partie des espèces d'oiseaux en déclin sont, ou ont été, courantes et largement répandues. Le problème n'est donc pas limité aux espèces rares adaptées, les changements surviennent sur la majeure partie du continent. L'évolution d'autres groupes de la flore et de la faune peuvent être plus graves, les oiseaux ne constituant pas nécessairement les plus sensibles des indicateurs environnementaux (Furness *et al.*, 1993). Pour cette raison, bien que l'incidence des activités humaines sur les oiseaux soit susceptible de refléter des effets similaires sur d'autres groupes d'espèces, il est probable que l'incidence générale des activités humaines sur la biodiversité soit supérieure aux estimations basées sur son incidence sur les oiseaux.

L'examen de l'évolution des oiseaux à la carte 8.4 suggère que, bien que les réductions soient répandues, les plus graves surviennent en Europe centrale et du nord-ouest.

Une comparaison des habitats indique qu'une proportion considérable des oiseaux dans tous les habitats ont un état de préservation défavorable (ce qui inclut certaines espèces qui ne sont pas en déclin, mais rares ou locales), bien que cette proportion soit la plus élevée pour les habitats agricoles (49 %) et la plus faible dans les forêts boréales et tempérées (33 %) (Tucker et Heath, 1994, Tucker et Evans, 1997). Comme décrit précédemment, nombre de ces résultats reflètent les incidences de différents modèles d'utilisation des sols et d'autres activités humaines dans les régions et habitats européens.

De nombreux types d'espèces animales et végétales domestiques anciennes ou relativement peu répandues sont également menacés, essentiellement en raison de facteurs économiques. Des instruments, tels que le règlement communautaire 1467/94 concernant la conservation, la caractérisation, la collecte et l'utilisation des ressources génétiques en agriculture, servent à promouvoir la conservation de ces espèces.

Figure 8.1 Espèces nationales menacées en Europe

Remarque: Les pays inclus sont les suivants: Albanie, Autriche, Bulgarie, Bosnie-Herzégovine, Danemark, Estonie, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Islande, Lettonie, Lituanie, Malte, Moldavie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Roumanie, Slovaquie, Slovénie, Espagne, Suède, Royaume-Uni.

Sources: Points focaux nationaux de l'EEA, 1997. Données réunies par l'ETC/NC de l'EEA

Plusieurs pays disposent de programmes nationaux pour la conservation *in situ* du patrimoine génétique. Au niveau paneuropéen, le programme EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme – programme européen sur les ressources génétiques forestières) vise, depuis 1994, à assurer une préservation efficace et une utilisation durable des ressources génétiques forestières pour un nombre limité d'essences forestières. Vingt-six pays participent à ce programme (EUFORGEN, 1997).

Diversité et richesse des espèces

Le nombre d'espèces d'une région est fréquemment utilisé comme indication simple de l'état et de la valeur de cette région (petite ou grande) pour la biodiversité. Ces nombres ne sont toutefois significatifs que s'ils sont clairement mis en rapport avec les caractéristiques de l'écologie locale, la zone climatique et la région. La figure 8.2 résume le nombre d'espèces vertébrées, à l'exception des poissons, apparaissant dans chaque région biogéographique européenne, et la figure 8.3 indique le nombre d'espèces par grand type d'habitat. Les régions méditerranéennes et alpines sont importantes en tant que régions présentant une diversité élevée d'espèces sur une superficie relativement faible.

La richesse des espèces constitue l'une des nombreuses mesures de l'état de la biodiversité. Sa principale limite réside dans le fait qu'elle ne tient pas compte de l'importance des différentes espèces, de la taille de leur population et de leur relation avec l'emplacement géographique ou l'habitat. Les habitats qui comptent naturellement de nombreuses espèces se voient généralement attribuer une valeur élevée, tandis que ceux présentant une faible richesse en espèces peuvent être d'un grand intérêt pour les petites communautés uniques d'espèces adaptées ou de populations clés (par exemple, en fournissant des terrains de nourriture pour les espèces migratrices) ou essentiels à des processus écologiques spécifiques (la fixation du CO₂, filtration de l'eau).

Carte 8.4 Situation des oiseaux en Europe

Situation des oiseaux

1:30 000 000

Tendances des populations :

forte diminution d'au moins 50%

faible diminution de 20-49%

stable

faible augmentation de 20-49%

forte augmentation de plus de 50%

nouvelle

éteinte

manquante

Source: BirdLife International/European Bird Census Council (EBCC):
European Bird Database, accès en mai 1997; Tucker et Heath, 1994

À mesure que la compréhension de l'importance de la biodiversité s'accroît, l'intérêt se concentre désormais également sur les groupes d'espèces autres que les vertébrés rares et menacés, les plantes supérieures et les populations importantes d'espèces d'oiseaux migrateurs, par exemple, sur les espèces sauvages plus communes et les espèces cultivées ainsi que leurs parents sauvages.

Bien qu'étant les mieux documentés, les vertébrés et les plantes supérieures ne constituent qu'une petite proportion du nombre total des espèces présentes en Europe, dont la plupart, comme ailleurs, sont des invertébrés, des algues et des champignons. En Italie, par exemple, seules 1 253 des 54 400 espèces et sous-espèces répertoriées sont des vertébrés, dont les oiseaux sont généralement les plus nombreux et les mieux connus (Minelli, 1996). Les proportions pour le reste de l'Europe sont similaires. Sur les quelque 30 000 espèces connues de Norvège, 320 sont des vertébrés. En Pologne, environ 33 000 espèces animales ont été répertoriées, dont 25 000 sont des insectes, 5 000 des champignons et 11 000 des végétaux, dont 2 300 sont des plantes supérieures.

La carte 8.5 indique que les reptiles sont davantage concentrés dans les régions méridionales, aux climats chauds et secs, et la carte 8.6 montre que les amphibiens, qui dépendent d'habitats humides, sont présents en concentrations plus élevées en Europe centrale, dans le sud-ouest de la Géorgie et dans les Balkans. La richesse des espèces aviaires (carte 8.7) présente une variation géographique moindre et est difficile à interpréter à l'échelle continentale, essentiellement en raison de la migration de nombreuses espèces. La carte 8.8 montre que les pays de l'ECO affichent les concentrations les plus élevées de mammifères.

L'Europe méridionale est considérablement plus riche en plantes que l'Europe septentrionale, principalement en raison des conditions climatiques mais également des effets de la période glaciaire en Europe septentrionale.

Figure 8.2 Richesse des espèces dans les régions biogéographiques européennes

Mammifères – Oiseaux nicheurs – Reptiles – Amphibiens

Remarque: Une espèce est recensée dans chacune des régions dans laquelle elle est présente.

Sources: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe -1997, Atlas of European Mammals (sous presse), EBCC Atlas of European Breeding Birds - 1997. Données réunies par l'ETC/NC de l'EEA, 1997

Figure 8.3 Richesse des espèces par grand type d'habitat

régions artificielles, à l'exception des cultures de champs arables

eaux marines

cultures de champs arables

eaux intérieures

régions dénudées ou à végétation dispersée

landes et broussailles

prairies

terres humides

forêts

nombre d'espèces

Remarque: Nombre d'espèces reproductrices et nourricières européennes présentes dans chaque région. Une espèce est recensée dans chacun des habitats dans lesquels elle est présente.

Sources: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe -1997, Atlas of European Mammals (sous presse), EBCC Atlas of European Breeding Birds - 1997. Données réunies par l'ETC/NC de l'EEA, 1997

Le bassin méditerranéen (notamment la région du Maghreb en Afrique du Nord) compte à lui seul environ 10 % de toutes les plantes supérieures existant au monde, tandis que les écosystèmes méditerranéens ne couvrent qu'environ 1,5 % de l'ensemble de la surface mondiale des écosystèmes terrestres (Ramade, 1997). La plupart des espèces sauvages européennes apparentées aux plantes cultivées sont également originaires de cette région (figure 8.4). Elles sont généralement très répandues dans la campagne et constituent fréquemment une ressource génétique importante pour l'amélioration génétique future des cultures (Heywood et Zohary, 1995, Valdes *et al.*, 1997).

Le nombre total d'espèces végétales supérieures dans le monde est estimé à environ 300 000-350 000, dont environ 60 % sont considérées comme endémiques. Sur les quelque 12 500 plantes supérieures d'Europe, 3 500 (environ 28 %) sont considérées comme endémiques (Davis *et al.* 1994).

Des études récentes menées par Davis *et al.* (1994) ont défini 24 centres de diversité et d'endémisme végétaux en Europe (carte 8.9), essentiellement localisés dans le bassin méditerranéen et les chaînes montagneuses adjacentes à la suite de la période glaciaire, qui priva la partie septentrionale du continent de la majeure partie de sa flore. La flore des grandes péninsules méridionales de Géorgie, d'Italie et des Balkans a été enrichie à mesure que les plantes ont migré vers le sud, et ces régions ont servi de refuges pour les espèces nécessitant un climat chaud. Lorsque le climat s'est amélioré, de nombreuses espèces ne se sont pas répandues et sont restées confinées dans leurs refuges glaciaux (Pawłowski, 1970).

Carte 8.5 Richesse des espèces de reptiles en Europe

Reptiles

Nombre d'espèces dans une grille de 50 km x 50 km

Aucune information pour les zones laissées en blanc

Remarque: Les pays suivants sont partiellement couverts: Grèce (îles longeant les côtes turques), Azerbaïdjan, Kazakhstan, Russie. Aucune donnée disponible pour la Macaronésie.

Source: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe -1997

En revanche, les niveaux d'endémisme des animaux supérieurs et plus mobiles en Europe sont généralement faibles. Par exemple, seules trois régions européennes comptent plusieurs espèces d'oiseaux à aire de répartition restreinte: Madère et les îles Canaries, Chypre et le Caucase (BirdLife International, 1994).

Étant donné leur degré élevé de dépendance envers des conditions écologiques spécifiques ou l'absence de concurrence, de nombreuses espèces endémiques sont particulièrement vulnérables aux modifications de leur environnement et à l'arrivée de nouvelles espèces ou d'animaux nuisibles.

8.2.3. Modifications des habitats

Nombre des changements observés dans les populations et la richesse des espèces sont dus à des modifications des habitats. En général, ils indiquent un appauvrissement continu des habitats européens. Certains reflètent toujours les conditions plus saines, moins perturbées et intensivement gérées du passé. Ainsi que nous l'avons mentionné à la section 8.2.1, un grand nombre de ces régions, dont certaines sont protégées avec soin, contiennent quelques-uns des écosystèmes les plus intacts et les moins modifiés demeurant en Europe.

Carte 8.6 Richesse des espèces d'amphibiens en Europe

Amphibiens

Nombre d'espèces dans une grille de 50 km x 50 km

Aucune information pour les zones laissées en blanc

Remarque: Les pays suivants sont partiellement couverts: Grèce (îles longeant les côtes turques), Azerbaïdjan, Kazakhstan, Russie. Aucune donnée disponible pour la Macaronésie.

Source: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe - 1997

Abritant toujours une grande proportion de leur faune originale et caractéristique, elles s'avèrent très précieuses pour la préservation de la nature.

Les espèces et habitats présents en Europe naturellement et continuellement depuis longtemps ont tissé des liens étroits et sont généralement irremplaçables. Cela s'applique également aux habitats formés sur de longues périodes par l'agriculture et la sylviculture non intensives, les régions semi-naturelles, dont certaines sont très anciennes et entretenues avec une grande compétence, générant en principe de faibles rendements. Les habitats naturellement dynamiques tels que les dunes disparaissent en raison de la stabilisation (plantations destinées à empêcher l'érosion) dans de nombreuses régions.

Pour tous les types d'habitats, les effets de l'eutrophisation ou d'un excès en nutriments anthropiques sont très répandus (monographie de l'EEA, en préparation).

Parmi les caractéristiques et évolutions principales de quatre grands types d'habitats, citons les éléments suivants:

Terres humides

- Les terres humides figurent parmi les premiers habitats à avoir été pris en compte au niveau international pour la préservation de la nature, et la plupart des pays ont protégé de vastes parties de leurs terres humides (convention de Ramsar).

Carte 8.7 Richesse des espèces d'oiseaux nicheurs en Europe

Oiseaux nicheurs

Nombre d'espèces dans une grille de 50 km x 50 km

Aucune information pour les zones laissées en blanc

Source: EBCC Atlas of European Breeding Birds - 1997 (Hagemeijer et Blair, 1997)

- Malgré de nombreux inventaires et une bonne compréhension de l'état et de l'évolution des terres humides, des données nationales précises et comparables demeurent difficiles à obtenir pour de nombreux pays. La figure 8.15 illustre la dernière compilation de données sur les terres humides protégées dans plusieurs pays.
- Les pertes importantes de terres humides des 100-150 dernières années se poursuivent, en dépit du fait que la plupart des pays disposent désormais de programmes de protection des terres humides. Le taux de perte décroît toutefois dans de nombreuses régions.
- Les pertes de terres humides sont actuellement les plus réduites dans les régions septentrionales et les plus importantes en Europe méridionale, où les ressources en terres humides sont naturellement les plus rares (Tucker et Evans, 1997). Des pertes considérables sont survenues dans toutes les régions urbaines et d'agriculture intensive sur les basses terres d'Europe centrale et nord-occidentale.
- Des changements plus importants ou répandus affectant les grandes terres humides restantes peuvent avoir des conséquences considérables pour les oiseaux migrateurs des terres humides, qui dépendent de régions de plus en plus réduites sur leurs voies de migration et dans leurs lieux de nidification.

Carte 8.8 Richesse des espèces de mammifères en Europe

Mammifères

Nombre d'espèces dans une grille de 50 km x 50 km

Aucune information pour les zones laissées en blanc

Remarque: La figure n'inclut pas les phoques. Aucune donnée n'est disponible pour la Fédération de Russie, la Biélorussie, l'Ukraine, la Moldavie, les États du Caucase; le sud de la Bavière, le Portugal, le centre de l'Espagne et les Balkans ne sont pas couverts de façon satisfaisante.

Source: Atlas of European Mammals, (sous presse)

- La pression exercée sur les terres humides côtières par le tourisme, les loisirs et l'urbanisation, particulièrement dans les basses terres d'Europe nord-occidentale, est considérable.
- Des détériorations sont infligées aux terres humides d'eau douce par la régularisation des cours d'eau et lacs et par les barrages.
- D'importantes évacuations et fuites d'eau provenant de l'agriculture et des régions urbaines entraînent un excès de nutriments (eutrophisation) et ses effets (perte d'oxygène, mort des poissons, sédimentation).

Figure 8.4 Plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées en Europe
nombre d'espèces, sous-espèces, etc.

Source: Données réunies par l'ETC/NC de l'EEA à partir de la base de données de V. Heywood, 1997

Figure 8.5 Terres humides, dont les régions directement protégées au niveau national

Terres humides protégées au niveau national
Terres humides non protégées

Remarque: Définition des terres humides: régions marécageuses, tourbières minérotrophes, tourbières ou zones d'eau, naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, dont l'eau est statique ou mouvante, douce, saumâtre ou salée, notamment les zones d'eau de mer dont la profondeur n'excède pas six mètres à marée basse (art. 1.1 de la convention de Ramsar). Contrairement à l'article 2.1 de la convention de Ramsar, "les zones riveraines et côtières adjacentes aux terres humides, et les îles ou plans d'eau de mer de plus de six mètres de profondeur à marée basse situés dans les terres humides" ne sont pas inclus. Les terres humides faisant l'objet d'une protection générale ne sont pas incluses. *données estimées

Sources: Points focaux nationaux de l'EEA, 1997. Données réunies par l'ETC/NC de l'EEA

- Des dommages sont infligés à de nombreuses terres humides côtières marines par la pêche et la pisciculture (eutrophisation, animaux nuisibles, espèces introduites ou envahissantes) et par l'extraction minérale de la côte ou des fonds marins.
- Une certaine amélioration résulte de la création de réservoirs artificiels, d'étangs d'élevage et de gravières. Les conséquences en sont bénéfiques pour les espèces répandues, mais généralement pas pour les espèces adaptées et menacées des terres humides.
- La plupart des pays possèdent désormais des projets de remise en état des terres humides. Certaines réussites ont été observées à cet égard, en ramenant des cours d'eau, lacs et étangs fortement régulés adjacents à des terres humides à des conditions plus naturelles, ce qui s'accompagne d'avantages pour les oiseaux migrateurs et les amphibiens, et probablement d'un certain ralentissement ou diminution de l'eutrophisation. Ce processus n'a toutefois pas encore contrebalancé les pertes générales.

Dunes

- Les dunes sont principalement situées le long des côtes maritimes, certaines zones importantes longeant les grands lacs ou se trouvant à l'intérieur des terres sur des sols secs.

Carte 8.9 Centres européens des plantes endémiques

Endémisme végétal

Zones d'endémisme végétal

Source: Davis *et al.*, 1994

Elles comptent un nombre limité d'espèces, pour la plupart fortement adaptées.

- Bien que la superficie des dunes soit réduite, des données nationales comparables sont difficiles à obtenir à leur sujet.
- La réduction de l'étendue de l'habitat des dunes côtières depuis 1900 est estimée à 40 %, dont un tiers survenu depuis 1977, accompagné par des baisses de la population de nombreux animaux et plantes rares et spécialement adaptés (EUCC, 1993).
- Les dunes sont naturellement dynamiques, instables et vulnérables à l'influence mécanique et aux changements des conditions chimiques de l'air, du sol et de l'eau, en particulier aux excès de nutriments.
- De nombreux habitats des dunes sont affectés par les plantations destinées à stabiliser le sable (Doody, 1991). Les pertes dans la région méditerranéenne sont moins graves qu'en Europe occidentale et nord-occidentale.
- D'importantes superficies de dunes sont actuellement endommagées ou détruites par les résidences secondaires, maisons de vacances et les loisirs.
- Certaines nouvelles régions de dunes, écologiquement florissantes, ont été établies en rapport avec la remise en état des terres et de la mer ou des projets immobiliers.

Forêts

- La couverture forestière a considérablement varié au cours de ce millénaire, étant très faible ou médiocre voici environ 200 ans, lors du lancement d'un important reboisement et d'un meilleur aménagement forestier pour la production dans de nombreux pays.
- On estime actuellement que les forêts couvrent environ un tiers de l'Europe. Ce chiffre dépend de la définition précise de ce que constitue une forêt et "d'autres terres boisées". L'analyse des ressources forestières de la FAO définit les forêts comme ayant au minimum 10 % du couvert vertical au sol par unité de surface, alors que cette proportion est portée à 30 % par les classes forestières de couverture terrestre de CORINE (CORINE Land Cover Forest Classes) (CEE/FAO, 1997; EEA Landcover 1998, en préparation) (cartes 8.10 et 8.11).
- La couverture forestière actuelle résulte d'une augmentation régulière ces dernières décennies, particulièrement en Espagne, mais également dans d'autres pays, comme le Danemark et les États baltes, principalement grâce au reboisement planifié et à la croissance naturelle dans des régions semi-naturelles après abandon (CCE, 1995a et b).
- Les habitats forestiers sont modifiés par l'intensification de l'aménagement, l'augmentation de l'uniformité et de la fragmentation, l'utilisation répandue d'essences forestières exotiques, l'introduction ou le maintien d'espèces animales pour la chasse, le

drainage et la pollution atmosphérique (acidification, eutrophisation). En région méditerranéenne, les incendies de forêt sont également à l'origine de changements.

- La productivité et la production totale augmentent dans de nombreuses régions, malgré une baisse de la santé des forêts et de graves attaques parasitaires. Cet accroissement est probablement dû à l'association de l'utilisation de souches à haut rendement, de la gestion comprenant l'apport d'engrais et la lutte antiparasitaire, des degrés élevés de CO₂ atmosphérique et de l'eutrophisation.
- Les conifères et les feuillus subissent des dégâts considérables et, dans de nombreuses régions, croissants, apparemment causés par une combinaison d'événements climatiques et de pollution, notamment les pressions induites par l'ozone (voir chapitres 4 et 5). On a constaté une certaine amélioration au niveau régional, semblant consécutive à de meilleures conditions climatiques et à une réduction des pressions exercées par la pollution (CEE/CCE, 1997).
- Seule une très petite partie des forêts naturellement développées qui couvraient auparavant la majeure partie de l'Europe demeure intacte, essentiellement sous forme d'enclaves isolées, et la perte se poursuit pour les anciennes zones boisées de conifères et caducifoliées naturelles et semi-naturelles. En Europe occidentale, moins d'un tiers de la superficie forestière totale est semi-naturelle (moins de 10 % dans toute l'Europe, à l'exclusion de la Fédération de Russie) et il ne subsiste pratiquement plus d'anciennes forêts véritablement naturelles. Les forêts caducifoliées, telles que le complexe de Bialowieza en Pologne et de Kalluga en Russie, la forêt de conifères d'Illych-Pechora et les régions de conifères de Carélie russe, comptent d'importantes superficies de forêt ancienne.
- La quasi-totalité des forêts fluviales européennes originales a été détruite, en particulier le long des principaux cours d'eau européens; seuls 150 km² (dont moins de 1,5 km² sont semi-naturels) demeurent le long du Rhin, contre 2 000 km² à l'origine (Tucker et Evans, 1997).

Carte 8.10 Cartographie des forêts européennes: classes forestières de couverture terrestre strictes de l'EEA

Légendes pour l'Europe, à l'exception de la Suède, de la Grande-Bretagne, de la Suisse et du Piémont (NO de l'Italie)

tissu urbain

forêts de feuillus

forêts de conifères

forêts mixtes

étendues d'eau

Légendes pour la Suède, la Grande-Bretagne, la Suisse et le Piémont (NO de l'Italie)

territoires artificiels

forêts

étendues d'eau

Source: EEA-ETC/LC en collaboration avec EEA-ETC/NC.

Carte 8.11 Cartographie des forêts européennes: classes de zones boisées, forestières et de couverture terrestre générales de l'EEA

Légendes pour l'Europe, à l'exception de la Suède, de la Grande-Bretagne, de la Suisse et du Piémont (NO de l'Italie)

tissu urbain

zones urbaines vertes

arbres fruitiers et plantes à baies

oliveraies

agriculture mixte et végétation semi-végétale

zones agro-forestières

forêts de feuillus

forêts de conifères

forêts mixtes

végétation sclérophylle

région boisée-broussailles de transition

zones brûlées

étendues d'eau

Légendes pour la Suède, la Grande-Bretagne, la Suisse et le Piémont (NO de l'Italie)

territoires artificiels

forêts

étendues d'eau

Source: EEA-ETC/LC en collaboration avec EEA-ETC/NC.

Les variations en termes de définition de la forêt fluviale limitent la comparabilité des données.

- Des changements considérables sont survenus dans la répartition régionale des espèces forestières à la suite de l'expansion des zones boisées et des transitions de forêts caducifoliées à des forêts de conifères et inversement (Petty et Avery, 1990; Fuller, 1995).
- Les anciennes méthodes d'aménagement forestier, par exemple, le recépage, ont quasiment disparu, mais certains projets de remise en état sont en cours. Le pâturage en forêt est confiné principalement à des régions montagneuses limitées.
- Certains nouveaux types d'habitats forestiers sont créés, par exemple les habitats associés à des arbres de Noël à courte rotation, les zones boisées à usage énergétique ou l'utilisation de nouvelles essences exotiques comme l'eucalyptus. Certaines de celles-ci sont cultivées avec une telle intensité qu'elles sont comparables à des cultures agricoles et présentent généralement une faible biodiversité.
- La chimie des sols forestiers a changé radicalement dans de nombreuses régions, entraînant des conséquences complexes (tant positives que négatives) pour la productivité des forêts et les espèces qu'elles contiennent.

Habitats agricoles semi-naturels

- Les habitats semi-naturels constituent un groupe variable qui dépend entièrement de la poursuite de pratiques agricoles extensives. Ils comprennent généralement des zones découvertes avec une couverture forestière réduite ou inexistante, qui figurent parfois parmi les habitats présentant la biodiversité la plus importante de leur paysage.
- Alors qu'ils étaient parmi les plus répandus, ces habitats régressent désormais rapidement en raison de changements de l'aménagement agricole, de l'intensification de l'agriculture traditionnelle, d'une extension par abandon, de l'abandon total de l'utilisation agricole ou du reboisement (Bignal *et al.*, 1992; Beaufoy *et al.*, 1995, McCracken *et al.*, 1995, Pain et Pienkowski, 1997). Au cours de ce siècle, cette baisse a dépassé 90 % dans la plupart des régions d'Europe (van Dijk, 1991 et 1996).
- Les taux de diminution les plus élevés sont actuellement enregistrés dans les régions gérées à l'aide des méthodes les plus anciennes ou dans les régions en cours de développement urbain et infrastructurel. Les régions caractérisées par d'anciennes méthodes de gestion conservent généralement une biodiversité élevée.
- De nombreux habitats semi-naturels sont très susceptibles de voir leur sol enrichi et, d'une manière plus générale, leurs terres dégradées (chapitre 11).

- Les prairies steppiques, les alpages, les prairies humides, les pâturages forestiers et les landes comptent de nombreuses espèces sauvages européennes, la plupart étant adaptées à un niveau élevé de luminosité.
- Les changements en termes de composition des espèces sont généralement les moins importants dans les habitats les plus isolés de l'influence humaine.
- L'eutrophisation ou l'acidification est à l'origine de graves changements des habitats, avec une tendance à des espèces plus résistantes et une perte d'espèces plus faibles.

8.3. Forces motrices de l'évaluation de la biodiversité

Sur la base de la vue d'ensemble présentée ci-dessus, il est clair que les changements en termes d'agriculture, de sylviculture et d'utilisation des sols peut influencer considérablement le développement des habitats et la variété et le succès des espèces. L'agriculture et la sylviculture constituent également les principales activités permettant de gérer la biodiversité. L'accroissement de l'intensification et de l'adaptation a modifié la diversité génétique des cultures et du bétail et exerce également une influence majeure sur des espèces sauvages et des habitats naturels intacts.

8.3.1. Agriculture

Les modèles agricoles en Europe sont complexes et variables sous plusieurs aspects. Tandis que l'intensité et l'uniformité générales des zones agricoles existantes vont croissant, d'importants changements ont été observés en termes d'espèces cultivées, de taux de rotation, de couverture et d'intensité du pâturage, de gel des terres, de jachère et d'abandon. La structure de l'agriculture a également considérablement changé en Europe orientale (figure 8.7). Comme nous l'avons décrit à la section 8.2.3, les régions semi-naturelles comme les prairies permanentes comprennent une grande partie des habitats agricoles les plus riches en termes de biodiversité, mais elles se rétrécissent depuis plusieurs décennies dans tous les pays. Généralement, les meilleurs pâturages sont convertis en zones de pâture gérées de façon plus intensive, cultures d'herbes fourragères ou terres arables, alors que les plus médiocres ou isolés sont abandonnés ou boisés (Baldock *et al.*, 1996). Le pâturage est généralement en régression, mais a récemment augmenté dans les montagnes de plus haute altitude en Europe orientale.

L'agrosylviculture diminue en région méditerranéenne. Simultanément, la superficie européenne faisant l'objet d'une agriculture biologique progresse lentement, parallèlement à l'étendue des pâturages et d'autres habitats agricoles semi-naturels gérés dans le cadre d'accords de conservation de la nature. Dans l'UE, entre 1990 et 1995, la surface soumise à une agriculture biologique a augmenté de presque 400 %; cette forme d'agriculture représente actuellement environ 6 % des terres agricoles.

Évolution du rendement et du gel des terres

En Europe occidentale, le rendement de la plupart des produits du bétail et des cultures a régulièrement augmenté ces dernières années. En revanche, une diminution de la production agricole a été observée pour les céréales et le bétail dans la majeure partie de l'Europe orientale; une reprise y est toutefois probable, un accroissement de l'efficacité de l'agriculture étant prévu.

Les augmentations du rendement correspondent aux progrès en termes de pratiques agricoles au cours des dernières décennies – intensification de la mécanisation, utilisation plus efficace des engrais et pesticides, drainage, irrigation et progrès biotechnologiques, ainsi que variétés cultivées à haut rendement. Les politiques agricoles (PAC dans l'UE) et les opportunités fournies par les marchés mondiaux ont contribué à pousser à un accroissement du rendement (Rayment, 1996). Cette croissance a entraîné un excédent de nombreux produits agricoles dans l'UE, en particulier les céréales. Par conséquent, le programme de gel des terres a été introduit dans les systèmes d'agriculture de labour intensive dans le cadre de la PAC, initialement en vue de réduire la production excédentaire, mais a ensuite tenu compte de plus en plus des considérations environnementales (CCE, DG VI, 1997).

Les conséquences environnementales du gel des terres sont variables, spécifiques au site et dépendent dans une large mesure de la gestion des terres avant et pendant leur gel (Firbank *et al.*, 1993). Les États membres sont libres de définir des règles de gestion spécifiques (Ansell et Vincent, 1994). Dans certaines régions, la rotation de jachère réintroduit des conditions dans les exploitations de labour favorisant des espèces qui seraient en diminution en temps normal (Campbell *et al.*, 1997).

Récemment, le taux de gel des terres a été réduit et l'utilisation de terres gelées en vue d'une culture intensive des variétés industrielles a augmenté. La poussée constante à l'augmentation des rendements est susceptible de se traduire par une concentration de l'agriculture très intensive et productive dans certaines régions et par une réduction de l'intensité agricole dans les autres, et ce, sans baisse générale de la production. Selon la région, la biodiversité naturelle enregistrerait des avantages et des pertes.

Évolution de l'utilisation des facteurs de production et leur influence sur la biodiversité

On a assisté ces dernières années à une stabilisation de l'utilisation d'engrais inorganiques et de pesticides. En Europe orientale, cette évolution est principalement imputable à la perte de marchés pour d'importants produits agricoles, à la baisse des niveaux de prix en

matière de production agricole et au manque de ressources pour l'achat de facteurs de production. En Europe occidentale, le progrès technique a constitué un facteur crucial permettant aux rendements de continuer d'augmenter tout en maintenant globalement stable l'utilisation des facteurs de production, à l'exception de la consommation d'eau pour l'irrigation, qui a continué à progresser (Eurostat, 1995) (voir chapitre 9, figure 9.4).

L'utilisation d'engrais ainsi que les déchets produits par l'élevage contribuent considérablement à la charge excessive de nutriments dans le sol et l'eau (voir sections 9.7 et 10.2). L'accumulation de nutriments dans les sols agricoles génère une pollution et modifie la nature des habitats semi-naturels; en effet, de nombreuses espèces ne peuvent tolérer des niveaux élevés d'azote et de phosphate, ou deviennent incapables de lutter pour leur survie.

Bien que les niveaux absolus d'utilisation d'engrais et les taux moyens d'épandage constituent des indicateurs ambigus des conséquences environnementales, la consommation de l'ensemble des principaux engrais inorganiques dans l'UE a diminué, d'environ 12 % pour les engrais azotés entre 1988 et 1996 (figure 8.6) et de près de 29 % pour les engrais phosphatés (EFMA, 1997).

Figure 8.6 Consommation d'engrais inorganiques azotés, 1981-96, dans certains pays européens

Millions de tonnes

Remarque: les valeurs de 1996 sont des estimations

Source: EFMA, 1997

L'accroissement de l'efficacité de l'utilisation des engrais et le gel de 10-15 % de la surface des terres arables dans les exploitations plus grandes de l'UE ont réduit le recours aux engrais au milieu des années 1990, mais leur utilisation progresse de nouveau dans certains pays en raison de la réduction de la surface de gel des terres et de l'augmentation de la surface faisant l'objet de cultures industrielles. La production excédentaire de fumier devient un problème important dans certaines régions d'Europe nord-occidentale.

Dans plusieurs pays d'Europe orientale, la consommation d'engrais, qui avait augmenté pendant plusieurs décennies, a fortement chuté après 1990 (OCDE, 1995). Récemment, l'usage d'engrais et de pesticides a progressé, sans atteindre les niveaux précédents.

Dans de nombreux pays européens, la consommation globale de pesticides, mesurée en tonnes d'ingrédients actifs achetées par année, diminue, à un rythme néanmoins irrégulier. Dans les pays de l'ECO, une réduction radicale de l'épandage de pesticides a été constatée après 1989.

Les effets des pesticides sur la vie sauvage sont complexes et ne font pas toujours l'objet d'une documentation complète. La population de nombreuses espèces de rapaces a enregistré une réduction importante en conséquence directe de l'utilisation répandue et mal ciblée de pesticides entre les années 1950 et 1970. Plusieurs des populations d'espèces affectées se sont rétablies après l'interruption de l'utilisation de ces pesticides. Bon nombre des pesticides mis au point plus récemment, qui ont remplacé les anciens, ont été testés plus minutieusement et ont une incidence moins immédiate sur les espèces individuelles non ciblées, bien que les effets globaux ne soient pas encore clairs (Tucker et Heath, 1994; Pain et Pienkowski, 1997; Campbell *et al.*, 1997).

Évolution de l'élevage

Entre 1987 et 1995, la population globale de bétail dans l'UE est restée stable, malgré une augmentation temporaire après la réunification de l'Allemagne en 1990. La diminution de la population totale communautaire de vaches laitières, passant d'environ 26,5 millions en 1987 à 22,5 millions en 1995, a été contrebalancée par une croissance du reste du bétail.

Une baisse de la population de bétail réduira le problème des excédents de déchets d'élevage dans certaines régions. Alors que la régression du nombre d'animaux brouteurs diminuera le surpâturage dans certaines régions, elle pourrait gravement affecter les systèmes traditionnels d'agriculture extensive et les habitats ouverts semi-naturels importants qu'ils entretiennent, tels que pâturages, bruyères, landes et régions boisées et pré-bois ouverts (prairies avec une certaine couverture forestière).

Figure 8.7 Évolution de la taille moyenne des exploitations agricoles dans certains pays de l'ECO

Exploitations privées hectares	Sovkhozes hectares
-----------------------------------	-----------------------

Source: CCE, 1995

Les moutons sont les principaux animaux brouteurs dans de vastes régions de plusieurs pays. Leur nombre a augmenté dans la plupart des pays communautaires jusqu'en 1990-92, lorsque des modifications du système d'assistance de la PAC ont réduit la mesure d'encouragement des agriculteurs à accroître les troupeaux, qui sont ainsi passés de 99,2 millions de têtes en 1991 à 93,9 millions en 1995 (Eurostat, 1996). Les moutons exercent une influence considérable sur l'environnement rural dans de nombreuses régions marginales, en particulier les hautes terres et les régions montagneuses (Beaufoy *et al.*, 1995). Les incidences des rennes sur les habitats boréaux et arctiques et des chèvres sur les habitats méditerranéens sont profondes (bien qu'en diminution dans de nombreuses régions) mais n'ont pas encore été complètement évaluées.

Des réductions radicales de la population de bétail d'élevage ont été observées dans la plupart des régions d'Europe orientale après 1989. Dans les dix pays de l'ECO candidats à l'adhésion à l'UE en 1997, les populations de bétail sont passées de 30,4 millions à 18,6 millions entre 1989 et 1994 et les populations ovines, de 33,3 millions à 18,8 millions sur la même période (CCE, 1995a).

Dans la plupart des pays européens, l'élevage est désormais dominé par un nombre relativement restreint de nouvelles races destinées à une utilisation spécialisée et possédant peu de variations génétiques. Des techniques d'élevage avancées impliquant le recours à d'importants apports externes, tels que des aliments à forte teneur énergétique, sont nécessaires pour la plupart de ces animaux. En revanche, les races plus traditionnelles sont généralement plus résistantes, plus petites, possèdent d'autres variations génétiques (généralement plus nombreuses), nécessitent moins d'apports et sont généralement à même de survivre dans des conditions difficiles. Outre la perte directe de biodiversité chez ces animaux domestiques, le remplacement du bétail traditionnel par des espèces produites par élevage sélectif dans des régions agricoles marginales pourrait détruire la richesse en espèces établie à long terme. Il a été démontré que les habitudes de pâturage des races traditionnelles sont plus favorables à la biodiversité naturelle que celles de nombreuses nouvelles races (Crofts et Jefferson, 1994).

En Europe, le nombre d'exploitations agricoles et l'importance de l'emploi agricole diminuent, tandis que la taille moyenne des exploitations augmente, ce qui comporte des implications pour la taille des champs, les haies, les fossés et d'autres éléments tels que les étangs et vergers. À mesure que les agriculteurs se spécialisent dans l'élevage ou la production de labour, les cycles des substances nutritives généralement fermés présents dans les exploitations mixtes traditionnelles deviennent beaucoup plus ouverts.

La concentration de l'agriculture dans les régions les plus productives a lieu dans toute l'Europe, alors que cette activité est abandonnée dans des régions défavorisées, telles que les régions montagneuses, sur les sols les plus pauvres ou dans les régions les plus isolées. Dans de nombreuses régions rurales, les pratiques de gestion traditionnelles ont été transmises par la famille ou la communauté locale pendant des générations. À mesure que

la main-d'œuvre agricole diminue, la survie des communautés rurales est menacée, ce qui pourrait entraîner l'abandon d'installations et de terres dans les régions marginales et la détérioration d'habitats agricoles semi-naturels précieux.

Les niveaux d'intensification de l'utilisation et de la concentration des exploitations agricoles, ainsi que l'intensification du drainage, sont élevés en Europe nord-occidentale, augmentent en Europe méridionale et devraient croître en Europe orientale.

8.3.2. Sylviculture

Aménagement forestier

Alors que la majorité des forêts en Europe sont aménagées principalement pour la production de bois, les rôles multiples des forêts, dont la préservation de la biodiversité, sont de plus en plus reconnus. Les objectifs de l'aménagement changent et s'orientent vers un aménagement durable en tant que but central plutôt que vers l'objectif plus traditionnel d'un rendement durable. Ces deux concepts deviennent plus étroitement liés par le biais d'initiatives telles que l'aménagement forestier pour la durabilité et l'introduction de programmes de certification pour le bois extrait des forêts dont le régime d'aménagement remplit les critères environnementaux. Une attention plus soutenue est accordée aux autres fonctions environnementales et sociétales des forêts, par exemple, la biodiversité, les ressources en eau, la fixation du CO₂ et les loisirs.

De nombreux aspects de l'aménagement forestier affectent la valeur des habitats boisés pour la vie naturelle, mais l'aménagement peut être adapté pour augmenter la diversité structurelle et l'intérêt biologique en encourageant la régénération naturelle, l'introduction de réserves, la création d'espaces ouverts à l'intérieur des forêts, en particulier le long des cours d'eau et des chemins forestiers, l'utilisation d'essences forestières non exotiques localement adaptées, et les coupes d'écrémage. La plupart des régions boisées européennes sont toutefois toujours soumises à un type d'aménagement qui tient peu compte des considérations générales de biodiversité.

Les forêts et zones boisées restantes anciennes, semi-naturelles ou naturelles présentent un intérêt particulier pour la biodiversité (voir section 8.2.3). Ces types de forêts ont été réduits à une très petite fraction de leur ancienne superficie, ce qui menace un grand nombre d'espèces qui se sont adaptées aux longs cycles de vie naturels des arbres. Des progrès sont actuellement réalisés en matière de protection d'anciennes zones boisées, non sans conflits. L'un des plus grands blocs de forêt de plaine d'inondation dans le bassin du Danube est désormais protégé dans le parc national Danube-Drava en Hongrie. Un bloc considérable de peuplements vieux dans le nord de la Finlande a été protégé en juin 1996, et de nombreux pays introduisent actuellement des programmes de protection des peuplements vieux.

Les définitions des types de forêt varient toutefois entre les pays et les organisations internationales, engendrant des problèmes relatifs à l'évaluation correcte de leur état et de leur évolution. Pour l'analyse des ressources forestières en l'an 2000 (zones tempérée et boréale) (CEE/FAO, 1997), qui couvrira la majeure partie de l'Europe, des définitions plus uniformes et précises seront utilisées et des données plus comparables sont prévues, bien que les définitions aient été quelque peu modifiées depuis l'évaluation la plus récente.

Dans les pays méditerranéens, la structure des zones boisées et les priorités d'aménagement sont clairement différentes de celles appliquées en Europe centrale, orientale et nord-occidentale. La concurrence exercée par le bois extrait des forêts boréales et les substituts de bois, combinée à l'augmentation des coûts de main-d'œuvre et à la qualité relativement médiocre du bois dans de nombreuses zones boisées traditionnelles, ont atténué l'encouragement au maintien des formes établies d'aménagement. Cela a engendré une pression en faveur du reboisement de superficies considérables par des essences exotiques, en particulier depuis que des mesures d'encouragement sont proposées par les Fonds structurels communautaires. Le reboisement qui en résulte s'est avéré préjudiciable à la biodiversité, bien que des progrès aient été réalisés en matière d'introduction de garanties environnementales afin d'orienter les nouvelles plantations vers des localisations et des combinaisons d'essences plus appropriées.

En Arménie, en Azerbaïdjan et en Géorgie et, dans une moindre mesure, en Ukraine et en Moldavie, la transition a impliqué l'interruption des importations de bois bon marché de Russie. La forte croissance de la demande nationale, combinée aux conflits militaires et à l'effondrement de l'infrastructure sociale dans certains de ces pays, a entraîné la surexploitation des forêts existantes, parfois même situées dans des réserves naturelles.

Incendies de forêt

L'incidence des incendies de forêt dépend du type de forêt et varie fortement de la région méditerranéenne aux forêts tempérées et boréales. En général, les incendies de forêt en Europe méridionale provoquent des dégâts nets; un intérêt croissant est accordé à l'évaluation de la contribution des incendies de forêt à la revitalisation des forêts boréales et

tempérées. Dans l'UE, un règlement de protection des forêts contre les incendies a été introduit en 1992.

Les incendies de forêt causés par la foudre constituent un phénomène rare mais naturel. Ces incendies naturels ne représentent qu'une petite proportion du nombre total d'incendies en Europe, les causes les plus courantes étant les pratiques d'aménagement, les incendies criminels, les conflits d'utilisation des sols et la négligence.

Le feu est utilisé pour renouveler les prairies, défricher les champs et fertiliser le sol par les cendres. Ces incendies, en particulier dans les pays méditerranéens, résultent de l'abandon de l'agriculture et d'autres pratiques traditionnelles d'aménagement, telles que le ramassage des déchets, de l'écorce, de la résine et du tanin et le recépage pour le bois de chauffage. La négligence constitue en général la deuxième cause d'incendies de forêt dans de nombreux pays européens.

Presque 57 % de l'ensemble des incendies de forêt pour toute l'Europe sont survenus dans les pays méditerranéens communautaires pendant la période 1983-85, mais, en termes de superficie totale brûlée, les NEI représentaient plus de 73 %.

En général, le nombre annuel d'incendies de forêt augmente nettement depuis 1983, l'évolution s'orientant essentiellement vers de petits incendies, rapidement éteints, tandis que la superficie moyenne brûlée par incendie diminue grâce à l'efficacité des techniques d'extinction. Cette évolution est importante, dans la mesure où l'ampleur des incendies est plus significative que leur nombre total. Dans les cinq pays méditerranéens de l'UE, seulement 0,4 % des incendies ont été à l'origine de 40 % de la superficie totale brûlée entre 1986 et 1995. Des incidents d'incendies de forêt isolés modifient complètement les conditions de vie pendant un certain temps. La succession des plantes après un incendie constitue une couverture végétale inégale, avec des buissons éparpillés et de jeunes arbres, ce qui favorise certaines populations d'oiseaux et d'insectes et une plus grande diversité d'espèces de plantes de sous-bois. Plusieurs espèces n'existent qu'en raison d'incendies récurrents. Les incendies de forêt récurrents et répandus peuvent toutefois entraîner une dégradation et une érosion du sol et l'établissement de broussailles (EEA-EFI/INIMA, 1997).

8.3.3. *Infrastructure des transports*

Une dernière cause de changement de la biodiversité, et non des moindres, est l'expansion des zones urbaines et de l'infrastructure des transports. Dans l'UE, le Marché unique a encouragé l'expansion des échanges entre les pays, accompagné de l'accroissement des modèles de transports complexes et dispersés, dominés par le transport routier (section 4.6.1). La longueur des autoroutes dans la plupart des pays a augmenté globalement de plus de 300 % entre 1970 et 1994 (figure 8.8). Dans l'ensemble de l'Europe, on comptait 77 700 km d'autoroute en 1994, dont 25 000 en Fédération de Russie. Les réseaux transeuropéens (RTE) planifiés par l'UE impliqueraient la construction et l'amélioration d'environ 140 travaux supplémentaires de voirie. Approximativement 15 000 km de nouvelles autoroutes sont proposés, ainsi que des liaisons ferroviaires, des programmes de transport combiné et des voies navigables. Ces liaisons sont susceptibles d'être étendues à l'ECO à mesure de l'élargissement de l'UE et de l'accroissement des échanges.

Le développement de l'infrastructure de transports peut avoir plusieurs conséquences sur la biodiversité. Les plus tangibles sont les menaces directes à l'intégrité d'importants sites de conservation de la nature par le biais de l'implantation inadéquate de routes, chemins de fer, ports, aéroports et installations associées. Les routes et autres voies peuvent fragmenter les habitats, réduisant de ce fait la diversité des espèces et ouvrant la voie pour l'afflux d'autres espèces, mais elles agissent également en tant qu'obstacles au mouvement et aux croisements génétiques entre populations, en particulier pour les vertébrés. Certaines espèces animales sont particulièrement exposées aux collisions avec la circulation (Bina *et al.*, 1994).

Les conséquences indirectes sur les habitats et les espèces incluent les perturbations sonores et relatives à la luminosité, qui peuvent réduire les populations et la reproduction de certaines espèces (van der Zande *et al.*, 1980; Reijnen et Foppen, 1994; Hill et Hockin, 1992); les émissions provenant des véhicules, dont les effets préjudiciables sur certains insectes ont été démontrés (Przybylski, 1979); la pollution par les eaux de ruissellement des surfaces des routes et des pistes sur lesquelles ont été répandus du sel et d'autres produits chimiques de dégivrage (Bina *et al.*, 1994) ainsi que les déversements d'hydrocarbures, en particulier dans les cours d'eau et les mers. Récemment, plusieurs grands travaux de voirie dans différents pays ont englobé des passages inférieurs et supérieurs pour la faune, dont les avantages ont déjà été démontrés pour les loutres, les blaireaux, les amphibiens, les poissons d'eau douce (saumons, truites) et les insectes aquatiques. Dans certains pays, des clôtures routières étendues sont posées afin de réduire les risques de collision, mais leurs conséquences sur les mouvements et la génétique démographique des espèces sont inconnues.

8.4. Réactions aux changements de la biodiversité

Au cours de la première partie du siècle, chaque pays a développé sa propre organisation et structure de préservation de la nature, bien que tous aient globalement suivi le même modèle. Mais depuis les années 1950, la compréhension de la nature internationale des problèmes et responsabilités s'est accrue; les obligations internationales préparent désormais de plus en plus le terrain pour les programmes nationaux par la mise en œuvre nationale de directives et conventions ou une sensibilisation croissante aux problèmes internationaux au niveau national.

De nombreuses initiatives internationales contribuent à la préservation de la biodiversité naturelle (encadré 8.4). Elles ont été développées sur plusieurs décennies et couvrent différentes régions d'Europe.

La convention sur la diversité biologique fournit un cadre mondial général pour la préservation de la biodiversité, essentiellement en définissant des objectifs politiques devant être respectés par les parties. Pour juin 1997, 169 pays, dont pratiquement tous les pays européens, et la CCE avaient ratifié la convention, s'engageant ainsi à préparer des stratégies nationales et des plans d'action pour la préservation et l'utilisation durable de la biodiversité.

En Europe, des stratégies nationales ont été préparées par plusieurs pays et sont en préparation dans presque tous les autres, mais le processus a été lent. Les principaux obstacles ont été liés à l'ampleur et à la nature intégrée du concept de biodiversité, entrant en contradiction avec les structures et responsabilités organisationnelles existantes (EEA, 1997).

Figure 8.8 Évolution de la longueur des autoroutes dans certains pays européens

France
Italie
Espagne
Pays-Bas
Belgique
Suisse
Autriche
Danemark
Hongrie
Portugal
Pologne
Finlande

Milliers de km

Source: EUROSTAT, 1995

Encadré 8.4: Certains instruments internationaux importants pour la préservation de la biodiversité naturelle en Europe, aux implications juridiques très diverses

Niveau mondial général:

- Convention sur la diversité biologique (CBD, Convention sur la biodiversité), Nations unies
- Convention sur le droit de la mer (UNCLOS III), Nations unies
- Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (convention de Bonn), avec ses accords régionaux
- Convention sur la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (convention sur le patrimoine mondial)
- MAB (programme "l'homme et la biosphère" de l'UNESCO)

Niveau européen:

- Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (convention de Berne sur les espèces et les habitats et à l'avenir pour le réseau EMERALD de sites)
- Stratégie paneuropéenne sur la diversité biologique et des paysages (PEBLDS)

Niveau communautaire:

- Stratégie communautaire en faveur de la diversité biologique (COM(98)42)
- Directive 79/409/CEE du Conseil concernant la conservation des oiseaux sauvages (directive sur les oiseaux)
- Directive 92/43/CEE du Conseil concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (directive sur les habitats) (ces deux directives constituent la base de l'établissement du réseau communautaire NATURA 2000 des sites importants pour la conservation de la nature)
- Règlement 804/94/CEE du Conseil relatif à la protection des forêts dans la Communauté contre les incendies
- Financement LIFE Nature
- Règlement 3528/86/CEE relatif à la protection des forêts dans la Communauté contre la pollution atmosphérique

Influence sur des types particuliers d'habitats ou d'espèces aux niveaux régional, européen ou mondial, notamment, par exemple:

- Convention sur les zones humides d'importance internationale, en particulier en tant

qu'habitats pour les oiseaux aquatiques (convention de Ramsar)

- CITES (également appelée convention de Washington), convention internationale sur le commerce des espèces menacées d'extinction, avec ses règlements communautaires associés
- Conventions d'Oslo, de Paris, de Barcelone, alpine, d'Helsinki et de la mer Noire
- CBI (Commission baleinière internationale)
- Accords sur la conservation des petits cétacés (Conservation of Small Cetaceans - CMS): dans la Mer Baltique et la Mer du Nord (ASCOBANS) et dans la Mer Noire, la Mer méditerranée et la zone contiguë de l'Atlantique (ACCOBAMS)
- Stratégie pour la protection de l'environnement dans l'Arctique (AEPS)
- Processus d'Helsinki pour la protection des forêts en Europe (Helsinki Process for Protection of Forests in Europe)

Sources: Parlement européen, 1997; UICN, 1993; EEA-ETC/NC, 1995; Tucker et Evans, 1997; Fridtjof Nansen Institute, 1997.

Une stratégie communautaire en faveur de la diversité biologique a été adoptée au début 1988 (CCE, DG XI, 1998). Le résultat de la mise en œuvre des projets n'a pas encore été obtenu.

Afin d'intensifier la mise en œuvre paneuropéenne de la convention sur la diversité biologique, les ministres européens de l'Environnement ont approuvé la stratégie paneuropéenne sur la diversité biologique et des paysages lors de la conférence ministérielle de Sofia en octobre 1995.

8.4.1. Listes des livres rouges et protection des espèces

La protection des espèces a été améliorée ces deux à trois dernières décennies, par le biais de l'octroi à de nombreuses espèces et groupes d'espèces en Europe d'un certain degré de protection juridique fondamentale par l'intermédiaire de la législation ou des programmes nationaux ou internationaux. La source la plus complète de données juridiques est la base de données du Centre de données juridiques (Law Data Centre) de l'UICN à Bonn.

La préservation efficace des espèces nécessite une identification fiable des espèces les plus menacées. Dans de nombreux pays, cette opération a été réalisée par la préparation de livres rouges ou de listes de livres rouges, qui énumèrent les espèces menacées aux niveaux mondial, international/régional (par exemple, Europe), national et national-régional. La majeure partie de ce travail est basée sur les critères de l'UICN (souvent adaptés sur le plan national en fonction de l'ampleur et de la situation locale), qui ont été récemment mis à jour (Mace et Stuart, 1994; Collar *et al.*, 1994; UICN, 1997). Un examen des listes de livres rouges dans tous les pays européens révèle beaucoup plus d'activités nationales qu'on ne pouvait généralement le supposer, couvrant des groupes d'espèces jusqu'alors non pris en compte (EEA-ETC/NC b, en préparation) (tableau 8.2): un livre rouge sur les vertébrés européens (Red Data Book of European Vertebrates) a récemment été élaboré pour soutenir les politiques au niveau international (Conseil de l'Europe, 1997).

Les listes de livres rouges se sont avérées inestimables pour la rédaction d'annexes des espèces présentant un intérêt particulier pour les instruments juridiques nationaux et internationaux. Toutefois, les espèces n'en bénéficient que si les objectifs des instruments juridiques sont mis en œuvre.

Tableau 8.2 Livres rouges nationaux dans les pays européens

PAYS	Amphibiens Invertébrés	Reptiles Plantes	Mammifères	Oiseaux	Poissons
------	---------------------------	---------------------	------------	---------	----------

Albanie

Arménie

Autriche

Azerbaïdjan

Bosnie-Herzégovine

Belgique

Bulgarie

Biélorussie

Suisse

Chypre

République tchèque

Allemagne

Danemark

Estonie

Espagne

Finlande

France

Géorgie

Grèce

Croatie

Hongrie

Irlande

Islande

Italie

Liechtenstein

Lituanie

Luxembourg

Lettonie

République de Moldavie

Ex-République yougoslave de Macédoine

Malte

Pays-Bas

Norvège

Pologne

Portugal

Roumanie

Fédération de Russie

Suède

Slovénie

République slovaque

Turquie

Ukraine

Royaume-Uni

Ex-République de Yougoslavie

Remarques: --- en préparation. Plantes: plantes supérieures et inférieures

Source: EEA ETC/NC au 1^{er} janvier 1998. Sur la base d'informations nationales

Pour les espèces jouissant d'une priorité absolue, cela peut impliquer l'élaboration de plans d'action spécifiques, généralement aux niveaux européen ou national, par exemple, des projets de rétablissement des espèces communautaires pour les oiseaux migrateurs dont la chasse est autorisée mais possédant un statut de conservation défavorable en Europe. Le Conseil de l'Europe et de nombreux pays œuvrent de manière similaire (Conseil de l'Europe, 1997-98).

Le passage de la mise au point de projets à leur mise en œuvre s'avère fréquemment difficile et frustrant, essentiellement en raison de coûts financiers et de difficultés administratives et techniques. Dans certains cas toutefois, des financements internationaux ont été octroyés; par exemple par le biais du fonds communautaire LIFE Nature (CCE, DG XI, 1998).

8.4.2. Protection et enregistrement des habitats

La protection générale des habitats a été intensifiée dans de nombreux pays à la suite de la convention de Ramsar pour la protection des terres humides d'importance internationale pour les oiseaux aquatiques migrateurs. Progressivement, l'accent a également été placé sur d'autres types d'habitats et d'écosystèmes menacés, entraînant la mise en place d'instruments officiels tels la convention de Berne et les directives communautaires sur les oiseaux et les habitats, avec leur liste précisément ciblée d'habitats importants pour la conservation de la nature. Divers instruments nationaux pour la protection de types d'habitats spécifiques ont également été mis au point pour inclure des types autres que les terres humides: habitats naturels et semi-naturels, landes, prairies riches en espèces, peuplements vieux, etc.

La stratégie paneuropéenne sur la diversité biologique et des paysages s'est concentrée sur les principaux types d'habitats et d'écosystèmes ou de zones mixtes: terres humides (écosystèmes côtiers et marins, cours d'eau, lacs et terres humides intérieures), prairies (en particulier naturelles ou semi-naturelles), forêts (particulièrement peuplements vieux et peu influencés), montagnes et agriculture, en soulignant le besoin pressant d'intégration des mesures de protection et d'amélioration dans d'autres politiques sectorielles. Le premier rapport d'activité général sera publié en 1998.

Depuis le Sommet de la Terre, qui n'a pu établir une convention forestière mondiale, un Groupe intergouvernemental sur la protection des forêts a été mis sur pied pour poursuivre la discussion et la coordination des initiatives et possibilités forestières, telles que la sauvegarde de la biodiversité forestière, des peuplements vieux et de l'aménagement forestier traditionnel. En Europe, les pays participant au processus d'Helsinki travaillent à un aménagement forestier durable sur le continent, englobant la protection de la biodiversité.

Quelques pays commencent à développer des listes de livres rouges des habitats comme base d'une compréhension du statut de la biodiversité nationale pour le développement de

plans d'action généraux dans le cadre de la convention sur la diversité biologique (EEA-ETC/NC b, en préparation).

L'interprétation et l'établissement de rapports sur l'état et l'évolution des types d'habitats couverts par la législation ou analysés pour l'évolution environnementale sont rendus difficiles par la variété des définitions et des classifications utilisées. Des outils communs sont actuellement mis au point afin de vaincre les principales difficultés (EEA-ETC/NC, en préparation).

8.4.3. Régions désignées

La désignation de régions pour la protection de la nature constitue l'une des mesures les plus anciennes et les plus communément utilisées pour la protection de la nature, remontant à plus de 150 ans dans certains pays, comme la République tchèque. Étant donné l'intérêt croissant pour les habitats, la protection des régions est désormais orientée vers la création d'un espace suffisant pour les habitats proprement dits ainsi que vers la fourniture d'un espace vital pour les espèces préoccupantes et pour la protection des ressources génétiques.

La figure 8.9 présente les régions désignées d'Europe, dont la superficie totale augmente rapidement depuis 1950 (UICN CNPPA, 1994), bien qu'il existe d'importantes différences entre les pays, en fonction des politiques, des instruments juridiques disponibles et de la nature du pays.

La désignation de régions constitue une obligation dans le cadre des directives communautaires et des divers conventions et accords internationaux (encadré 8.4), et ce, bien que les régions varient fortement en termes de degré de protection accordé. Les directives communautaires fournissent la protection juridique la plus importante.

Les régions (sites) désignées conformément aux directives communautaires sur les oiseaux et les habitats constitueront la base du futur réseau NATURA 2000, fondé sur une liste communautaire de sites contenant des types d'habitats et d'espèces présentant un intérêt dans l'UE. Le processus de proposition des sites s'est avéré difficile et a été retardé de plusieurs années dans presque tous les pays. Les sites désignés sont en cours de validation sur une base biogéographique plutôt que pays par pays.

Initiative née dans le cadre de la convention de Berne, le réseau EMERALD vise à étendre le réseau NATURA 2000 pour couvrir l'ensemble de l'Europe (Conseil de l'Europe, 1997).

De 1985 à 1991, les pays de l'UE ont mis en œuvre le programme pilote d'enregistrement des biotopes CCE CORINE pour les régions d'habitats et d'espèces (EEA-ETC/NC, 1996). Les données issues de ces enregistrements ont été utilisées par certains des pays communautaires en tant que base pour l'identification de sites de NATURA 2000. Le projet des biotopes CORINE est actuellement étendu pour l'enregistrement des sites dans tous les pays PHARE. Ces données très récentes peuvent servir de base pour les sites de NATURA 2000 dans les pays candidats ou pour le réseau EMERALD dans d'autres pays.

Ces divers procédés devraient accroître le nombre de régions protégées, bien que de nombreux pays désignent des régions bénéficiant déjà d'une certaine forme de protection.

Figure 8.9 Pourcentage de superficie des pays couverts par des zones protégées

Liechtenstein
République fédérale d'Allemagne
Autriche
Royaume-Uni
Luxembourg
France
Islande
Italie
Portugal
Espagne
Danemark
Belgique
Norvège
Suède
Pays-Bas
Grèce
Finlande
Irlande

Remarque: Les régions faisant l'objet d'une protection de la nature générale ne sont pas incluses.

Sources: Common Database on Designated Areas (Conseil de l'Europe, WCMC, EEA). Accès en décembre 1997 par EEA-ETC/NC

Avec l'augmentation du nombre d'instruments juridiques, les propriétaires terriens sont moins enclins à accepter des protections strictes de nouvelles régions pour la conservation de la nature, ce qui complique les désignations et les protections consécutives. L'utilisation d'autres instruments de protection, tels que des contrats de gestion ou des subventions, s'est avérée plus efficace dans de nombreux pays. Les ONG jouent un rôle considérable dans de nombreux pays dans la promotion de la protection des régions, tout comme certains particuliers et fondations propriétaires de régions précieuses.

La désignation des régions protégées n'aura que peu de valeur si ces dernières ne sont pas réellement protégées et gérées. Bien que les connaissances soient incomplètes, nous savons qu'un grand nombre de régions protégées sont gérées ou protégées de façon inadéquate. Le nombre de régions protégées désignées n'indique donc pas la mesure de préservation de la biodiversité. Il est essentiel d'améliorer la protection, principalement par le biais d'une action nationale accompagnée d'un soutien financier international tel que le fonds communautaire LIFE Nature ou des liens avec des initiatives pour d'autres secteurs d'utilisation des sols.

8.4.4. Initiatives pour l'ensemble de l'environnement

La préservation de la biodiversité ne peut être réalisée si elle est isolée des décisions concernant d'autres secteurs économiques. Même les espèces et régions les mieux protégées et gérées ne sont pas indépendantes de leur environnement. Aussi vitale que soit la protection des régions, elle doit donc être accompagnée de mesures plus générales pour maintenir la répartition et l'abondance des espèces dans l'ensemble de l'environnement et préserver la biodiversité générale. Le manque d'intégration des problèmes de biodiversité dans les autres domaines politiques constitue actuellement l'un des principaux obstacles à la garantie des objectifs de préservation. La préservation de la biodiversité est fréquemment considérée comme moins importante que les intérêts de divers autres secteurs.

Le concept d'intégration internationale des problèmes de préservation de la biodiversité dans les politiques d'autres secteurs est exprimé dans le rapport de 1997 de la CCE intitulé "Caring for our Future Action for Europe's Environment" (Examen de nos actions futures pour l'environnement en Europe), qui indique que "l'agriculture et la protection de l'environnement sont par définition inextricablement liées" (CCE, 1997a).

Il n'existe aucune étude des conséquences de l'utilisation de fonds de développement international et d'autres fonds sur la biodiversité. Cela pourrait constituer un outil important pour l'évaluation de l'intégration des exigences de préservation de la biodiversité dans des plans de développement régionaux et ruraux (BirdLife International, 1995; CCE, 1997b).

Des évaluations des incidences sur l'environnement (EIE) sont désormais régulièrement effectuées pour divers développements en fonction de la législation nationale et de la directive communautaire 85/337. Toutefois, les EIE ne sont pas actuellement requises pour les grands projets sylvicoles et agricoles; ces évaluations ne sont pas obligatoires en vertu

de la législation actuelle internationale ni, dans la plupart des cas, nationale. En outre, les normes varient, et une étude récente a conclu que les questions écologiques sont rarement prises en compte de façon adéquate dans les EIE (Treweek, 1996).

Il existe actuellement des initiatives dans de nombreux pays visant à sensibiliser le public à la manière dont il peut contribuer à la préservation de la biodiversité, par exemple, par le biais de l'attribution de labels écologiques et la certification des produits. Le Forest Stewardship Council a mis au point 10 principes fondamentaux pour la certification des forêts et les informations sur les produits provenant de forêts certifiées.

Bibliographie

Ansell, D.J. and Vincent, S.A. (1994). *An Evaluation of Set-aside in the European Union with Special Reference to Denmark, France, Germany and the UK*. Centre for Agricultural Strategy. University of Reading, UK.

Baldock, D. (1990). *Agriculture and Habitat Loss in Europe*. WWF International.

Baldock, D., Beaufoy, G., Brouwer, F., Godeschalk, F. (1996). *Farming at the Margins: Abandonment or redeployment of agricultural land in Europe*. Institute for European Environmental Policy. London/Agricultural Economics Research Institute, The Hague, the Netherlands.

BCIS (Biodiversity Conservation Information System):
<http://www.biodiversity.org/members.html>

Beaufoy, G., Baldock, D. and Clark, J. (1995). *The Nature of Farming: Low intensity farming systems in nine European countries*. IEEP, London, UK.

Bignal, E.M., McCracken, D.I. and Curtis, D.J. (1992). *Nature Conservation and pastoralism in Europe*. Proceedings of the third European Forum on Nature Conservation Pastoralism, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.

Bina, O., Briggs, B. and Harley, D. (1994). *Transport and Biodiversity : A discussion paper*. Royal Society for the Protection of Birds, Sandy, UK.

BirdLife International/European Bird Census Council (EBCC), *European Bird Database*. Accessed May 1997, the Netherlands.

BirdLife International (1994). *Putting biodiversity on the map*, BirdLife International, Cambridge, UK.

BirdLife International (1995). *The Structural Funds and biodiversity conservation* (non publié), BirdLife International. Cambridge, UK.

Bohn, U. (1996). *Natürliche Vegétation Europas*. Map, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Germany.

Bournerias, J. (1989). *Problèmes relatifs à la conservation des orchidées de la flore française. Colloque sur les plantes sauvages menacées*. Brest, 1989, Lavoisier, France.

Campbell, L.H., Avery, M.I., Donald, P., Evans, A.D., Green, R.E. and Wilson, J.D. (1997). *A review of the indirect effects of pesticides on birds*. JNCC Report No 277. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.

CCE et Conseil de l'Europe (1987). *Map of natural vegétation of the Member States of the European Communities*. Luxembourg.

CCE (1995a). *Situation et perspectives de l'agriculture dans les pays d'Europe centrale et orientale: Rapport succinct*. DGVI, Bruxelles, Belgique.

CCE (1995b). *La situation de l'agriculture dans l'Union européenne: Rapport 1995*. DGVI, Bruxelles, Belgique.

CCE (1997a). *Caring for our Future - Action for Europe's Environment*. Bruxelles et Luxembourg.

CCE (1997b). *The impact of structural policies on economic and social cohesion in the Union 1989-99*. Regional policy and cohesion. Luxembourg.

CCE (1998). *Stratégie communautaire en faveur de la diversité biologique*. Communication COM (98) 42 final. Luxembourg

CEC-DG VI, 1997: <http://europa.eu.int/en/comm/dg06/envir/> et <http://europa.eu.int/en/comm/dg06/res/gen/> CEC-DG XI, 1998: <http://europa.eu.int/en/comme/dg11/dg11home.html>

Collar, N.J., Crosby, M.J. and Stattersfield, A.J. (1994). *Birds to watch 2 : the world list of threatened birds*. BirdLife International, Cambridge, UK.

Convention sur la diversité biologique, 1997: <http://www.biodiv.org/convtext>

Conseil de l'Europe (éd.) *et al.* (en prép.). *Rapport relatif à la carte sur les sites de conservation de la nature désignés en application des instruments*. Strasbourg, France.

Conseil de l'Europe, WCMC, EEA (1997). *Common Database on Designated Areas*, accès en décembre 1997 par EEA-ETC/NC

Conseil de l'Europe (1997). *Le réseau EMERAUDE – réseau européen des zones d'intérêt spécial pour la conservation*. TPV96\TPVS75SER.96. Secrétariat de la convention de Berne, Strasbourg, France.

Conseil de l'Europe (1997-8). *Lignes directrices pour les plans d'action en faveur des espèces animales*. T-PVS-(ACPLANS)(97) 8. Secrétariat de la convention de Berne, Strasbourg, France.

Conseil de l'Europe (projet final décembre 1997). *Red Data Book of European Vertebrates*, T-PVS (97) 61. Secrétariat de la convention de Berne. Strasbourg, France.

Crofts, A. and Jefferson, R.G. (eds) (1994). *The Lowland Grassland Management Handbook*. English Nature/The Wildlife Trusts.

Davis, S.D., Heywood, V.H. and Hamilton, A.C. (1994). *Centres of plant diversity*. Vol. 1 Europe, Africa, southwest Asia and the Middle East. WWF and IUCN.

Dauvin, J.C. (1997). *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantique, Manche et Mer du Nord: synthèse, menaces et perspectives*. Service du Patrimoine Naturel/IEGB/MNHN.

Doody, J.P. (ed) (1991). *Sand dune inventory of Europe*. Joint Nature Conservation Committee/European Union for Coastal Conservation. Peterborough, UK.

EEA-ETC/NC (1995). *Biodiversity and Nature Conservation: a European general approach*. (rapport interne).

EEA-ETC/NC (1996). *CORINE Biotopes Sites. Database Status and Perspectives 1995*. Topic Report 27.

EEA-ETC/NC (en prép.). *Existing Red Books on Species and Habitats of European Concern*.

EEA-EFI/INIMA (1997). *Forest fire reports*. Interne, EFI European Forest Institute, Finland, INIMA, Spain.

EEA-ETC/NC (en prép.). *EUNIS Habitat classification*.

EEA (1997). *The UN Convention on Biological Diversity. Follow-up in EEA Member Countries 1996*. Topic Report 9/1997, European Environment Agency, Copenhagen. ISBN 92-9167-062-6.

EEA (monographie en prép.). *Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems*. European Environment Agency -ETC/IW, Copenhagen, Denmark.

EEA (en prép.). *EEA Landcover 1998*. European Environment Agency-ETC/LC, Copenhagen, Denmark.

EFMA (1997). *Tables of fertiliser consumption by country* (non publié). European Fertiliser Manufacturers' Association, Brussels.

EUCC (1993). *European Coastal Conservation Conference, 1991*. Proceedings. EUCC, the European Union for Coastal Conservation, The Hague/Leiden, the Netherlands.

EUFORGEN, 1997; European Forest Genetic Resources Programme:
<http://www.cigar.org/ipgri/euforgen/>

Parlement européen (1997). *Le Parlement européen et la politique de l'environnement de l'Union européenne*. Direction générale des études, Luxembourg.

Eurostat (1995). *Europe's Environment. Statistical compendium for the Dobbris assessment*. Luxembourg. ISBN 92-827-4713-1.

Eurostat (1996). *Agriculture annuelle statistique: 1996*. Luxembourg.

Firbank, L.G., Arnold, H.R., Eversham, B.C., Mountford, J.O., Radford, G.L., Telfer, M.G., Treweek, J.R., Webb, N.R.C. and Wells, T.C.E. (1993). *Managing Set-aside for Wildlife*. ITE Research Publication 7, Institute for Terrestrial Ecology, UK.

Fridtjof Nansen Institute (1997). *Green Globe Yearbook of International Co-operation on Environment and Development. Main Focus: Nature Conservation*. Oxford, UK.

Fuller, R.J. (1995). *Bird life of woodland and forest*. Cambridge University Press, UK.

Furness, R.W., Greenwood, J.J.D. and Jarvis, P.J. (1993). Can birds be used to monitor the environment? *Birds as monitors of environmental change*. Chapman & Hall, London, UK.

Hagemeijer and Blair (eds.) (1997). *EBCC (European Birds Census Council) Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance*. T & A.D. Poyser, London, UK.

Heywood, V.H. and Zohary, M. (1995, updated 1997). A catalogue of the wild relatives of cultivated plants native to Europe. *Flora Mediterranea* 5.

Hill, D. and Hockin, D. (February 1992). Can roads be bird friendly? *Landscape Design*.

IMO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA/UN/UNEP (1997). *Opportunistic settlers and the problem of the alien species *Mnemiopsis leidyi* invasion in the Black Sea*. Reports and Studies 58. IMO/UNEP. London, UK.

IUCN (1993). Biological Diversity Conservation and the Law _ Legal Mechanisms for Conserving Species and Ecosystems. In *Environmental Policy and Law Paper No 29*, Bonn.

IUCN CNPPA (Commission des parcs nationaux et des aires protégées) (1994). *Parcs pour la vie*. IUCN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni.

IUCN (1996). *IUCN Red List of Threatened Animals*. IUCN, Gland, Suisse.

IUCN (1997). *Catégories pour les listes rouges*. Comme approuvé lors de la 40^e réunion du Conseil de l'IUCN, 1994, IUCN Species Survival Commission, Gland, Suisse.

IUCN (sous presse). *IUCN Red List of Threatened Plants (Europe)*. IUCN Species Survival Commission, Gland, Suisse.

- Lambinon, J. (1997). Les introductions de plantes non-indigènes dans l'environnement naturel. In *Sauvegarde de la nature*, No. 87, Council of Europe. Strasbourg, France.
- Leten, M. (1989). Distribution dynamics of orchid species in Belgium: Past and present distribution of thirteen species. *Mém. Soc. Roy. Belg.*, 11 Belgium.
- Mace, G. and Stuart, S. (1994). *Draft IUCN Red List Categories*. Version 2.2, species 21-22.
- McCracken, D.I., and Bignal, E.M. (1995). Farming on the edge: the nature of traditional farmland in Europe. *Proceedings of the 4th European Forum on Nature Conservation Pastoralism*, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- Meinesz, A. (1997). *L'implacable avancée de la Taxifolia*. In *La Recherche*, 297. France.
- Minelli, A., Ruffo, S. and La Posta, S. (1996). *Checklist delle specie della fauna d'Italia*. Edizione Calderini, Bologna, Italy.
- Nordic Council of Ministers (1997). *Indicators of the State of the Environment in the Nordic Countries*. Copenhagen, Denmark.
- OCDE (1995). *Examens des performances environnementales: Pologne*. OCDE, Paris, France.
- Pain, D.J. and Pienkowski, M.W. (eds) (1997). *Farming and birds in Europe; the Common Agricultural Policy and its implications for bird conservation*. Academic Press, London, UK.
- Pawlowski, B. (1970). Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates. In *VegÉtatio*, Vol. 21.
- Petty, S.J. and Avery, M.I. (1990). *Forest bird communities* (occasional paper 26). Forestry Commission, Edinburgh, UK.
- Przybylski, Z. (1979). The effects of automobile gases on the antropods of cultivated plants, meadows and orchards. In *Environmental Pollution*, No 19.
- Ramade, F. *et al.* (1997). Conservation des écosystèmes méditerranéens: Enjeux et prospective. *Economica*.
- Rayment, M. (1996). *The World Grain Market: Working Paper Two on arable policy*. RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds), UK.

- Reijnen, R. and Foppen, R. (1994). The effects of traffic on breeding bird populations in woodland. 1, Evidence of reduced habitat quality for willow warblers *Physoscopus trochilus* breeding close to a highway. In *J. Applied Ecology*, No 31.
- Ribera, M.A. *et al.* (1996). *Second International Workshop on Caulerpa taxifolia*. December 1994. Barcelona, Spain.
- Rodwell, J. (1991). *British Plant Communities: Vol. 1 - Woodland and scrub*. Cambridge University Press. UK.
- Societas Europaea Herpetologica - Gasc, J.P. *et al.* (ed.) (1997). *Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe*. Museum National d'Histoire Naturelle, IEGB, Service du Patrimoine Naturel. Paris, France.
- Societas Europaea Mammologica (sous presse). *Atlas of European Mammals*.
- Treweek, J. (1996). Ecology and environmental impact assessment. In *J. Applied Ecology*, No 33.
- Tucker, G.M. and Evans, M. (1997). *Habitats for birds in Europe: a conservation strategy for the wider environment*. BirdLife International, BirdLife Conservation Series 6. Cambridge, UK.
- Tucker, G.M. and Heath, M.F. (1994). *Birds in Europe: their Conservation Status*. BirdLife International. Cambridge, UK.
- Tyler, T. and Olsson, K.A. (1997). Förändringar i Skånes flora under perioden 1938-1996. In *Svensk Botanisk Tidskrift*, No 91. Sweden.
- CEE/CCE (1997). *État des forêts en Europe, 1997 Rapport de synthèse, élaboré par l'Institut national de la recherche forestière (BFH), Allemagne*.
- CEE/FAO (1997). *Analyse des ressources forestières en l'an 2000 (zone tempérée et zone boréale). Enquête, termes et définitions*, Genève, Suisse.
- UNEP, Heywood, V.D. (ed.), Watson, R.T. (1995). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press, UK.
- Valdes *et al.* (1997). Conservation of the wild relatives of cultivated plants native to Europe. In *Bocconea* 7.

van Dijk, G. (1991). The status of semi-natural grasslands in Europe, Goring *et al.*, *The conservation of lowland dry grassland birds in Europe*. JNCC, UK.

van Dijk, G. (1996). The role of land ownership in nature conservation in the Netherlands and other countries. Eds: K. Mitchell, L. Hart, D. Baldock and K. Partridge. *Agriculture and Nature Conservation in Central and Eastern European Countries: Procès-verbal d'un séminaire organisé à Debbie, Pologne 1996*, IEEP, London.

van der Zande, A.N., ter Keurs, W.J. and van der Weijden, W.J. (1980). The impact of roads on the densities of four bird species in an open-field habitat - evidence of a long distance effect. In *Biological Conservation*, No 18.

Wiens, J.A. (1989). *The ecology of bird communities: foundations and patterns 1*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

9. Eaux intérieures

Aspects principaux

Une réduction générale des prélèvements totaux d'eau a été enregistrée dans de nombreux pays depuis 1980. Dans la plupart d'entre eux, le prélèvement industriel diminue lentement depuis 1980 en raison de la délocalisation des industries fortes consommatrices d'eau, de la croissance du secteur tertiaire, des progrès techniques et de l'intensification du recyclage. Il se pourrait toutefois que la demande dans les régions urbaines dépasse toujours la disponibilité et que, dans un proche avenir, des pénuries d'eau surviennent. Les futurs approvisionnements en eau peuvent également être affectés par le changement climatique.

L'agriculture est le premier consommateur d'eau dans les pays méditerranéens, essentiellement à des fins d'irrigation. Les zones irriguées et le prélèvement d'eau pour l'irrigation augmentent régulièrement depuis 1980. Dans les pays d'Europe méridionale, 60 % de l'ensemble des prélèvements d'eau sont utilisés pour l'irrigation. Dans certaines régions, le prélèvement d'eau de la nappe souterraine dépasse le taux de recharge, ce qui entraîne une baisse de la surface de la nappe souterraine, la perte de zones humides et l'invasion d'eau de mer. Les outils de limitation de la demande future d'eau incluent l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau, le contrôle des prix et la politique agricole.

En dépit de l'introduction d'objectifs de qualité de l'eau dans l'UE et de l'attention accordée à la qualité de l'eau dans le programme d'action écologique pour l'Europe centrale et orientale, aucune amélioration globale de la qualité des cours d'eau n'est constatée depuis 1989/90. Les pays européens font état d'évolutions différentes sans structure géographique cohérente. Certaines améliorations dans les cours d'eau les plus gravement pollués sont néanmoins enregistrées depuis les années 1970.

Le phosphore et l'azote continuent d'engendrer l'eutrophisation des eaux de surface. L'amélioration du traitement des eaux résiduaires et la réduction des émissions provenant de grandes industries entre 1980 et 1995 se sont traduites par une diminution des déversements totaux de phosphore dans les cours d'eau de 40 à 60 % dans plusieurs pays. Les concentrations de phosphore dans les eaux de surface ont considérablement diminué, en particulier dans les zones auparavant les plus gravement touchées. D'autres améliorations sont escomptées, dans la mesure où la période de rétablissement, en particulier celle des lacs, peut s'étendre sur plusieurs années. Les concentrations de phosphore de près d'un quart des sites de surveillance des cours d'eau sont toujours environ dix fois supérieures à celles de l'eau de bonne qualité. L'azote, dont la source principale est l'agriculture, constitue moins un problème dans les cours d'eau que s'il est déversé en mer; les émissions nécessitent une poursuite des contrôles pour protéger le milieu marin.

La qualité de la nappe souterraine est affectée par l'augmentation des concentrations de nitrates et de pesticides provenant de l'agriculture. Les concentrations de nitrates sont faibles en Europe septentrionale, mais élevées dans plusieurs pays orientaux et occidentaux, avec un dépassement fréquent des concentrations maximales admissibles dans l'UE.

L'utilisation de pesticides dans l'UE a diminué entre 1985 et 1995, mais cela n'indique pas nécessairement une baisse de leur incidence sur l'environnement, dans la mesure où l'éventail de pesticides utilisés a changé. Les concentrations de certains pesticides dans la nappe souterraine dépassent fréquemment les concentrations maximales admissibles dans l'UE. De nombreux pays ont également fait état d'une importante pollution causée par les métaux lourds, les hydrocarbures et les hydrocarbures chlorés.

Des politiques intégrées pour la protection des eaux intérieures sont en vigueur dans de nombreuses régions d'Europe, par exemple la mer du Nord, la mer Baltique, le Rhin, l'Elbe et le Danube. Malgré l'obtention de nombreux résultats, une meilleure intégration des politiques environnementales et économiques reste un défi pour l'avenir.

La politique agricole, en particulier, constituera la clé pour réduire les apports issus de sources diffuses, mais il s'agit toujours là d'un sujet difficile tant au niveau technique que politique. Bien que la réforme dans le cadre de la politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne soit utilisée pour intégrer les mesures visant à réduire les apports de nutriments, il reste encore un long chemin à parcourir, par exemple, veiller à ce que des politiques, comme la mise en jachère de terres agricoles, soient conçues pour maximiser les bénéfices environnementaux.

Les directives communautaires relatives au traitement des eaux urbaines résiduaires et aux nitrates devraient engendrer une amélioration considérable de la qualité, mais leur succès dépend de la mesure dans laquelle les États membres désigneront des zones sensibles et vulnérables. La proposition d'une directive-cadre sur l'eau nécessitera des programmes intégrés de gestion et d'amélioration. Si elle est mise en œuvre de façon comparable dans l'ensemble de l'UE, cette directive, associée à un passage à une gestion orientée vers la demande, devrait entraîner des améliorations notables de la qualité de l'eau et une gestion durable des ressources en eau.

9.1. Introduction

En Europe, la plupart des habitants bénéficient d'un approvisionnement adéquat en eau douce et pure. Toutefois, les ressources en eau sont menacées par de nombreuses activités humaines et, dans plusieurs régions du continent, la santé, le bien-être et le développement économique sont affectés par une pénurie d'eau de bonne qualité.

Pendant des siècles, les eaux intérieures européennes ont été utilisées pour la consommation, l'irrigation, l'élimination des eaux résiduaires, la pêche, la production d'énergie et les transports. Les eaux intérieures de surface constituent également une partie importante du paysage européen, et les écosystèmes qui en dépendent revêtent une importance cruciale pour la biodiversité (voir chapitre 8). Ces dernières années, la croissance démographique, l'industrialisation, l'intensification de l'agriculture, la canalisation, la construction de réservoirs et le développement de l'utilisation à des fins de loisirs ont sensiblement accru les pressions exercées sur les eaux intérieures européennes, et un nombre croissant de conflits émerge entre les différents utilisateurs et utilisations. Les sécheresses et les inondations viennent s'ajouter à la liste des problèmes, dans la mesure où elles font partie des catastrophes naturelles les plus répandues (voir chapitre 13). Le besoin d'une gestion durable de l'eau est évident.

Ce chapitre présente des données et des informations sur la quantité et la qualité de l'eau en Europe et sur les pressions qui la menacent. L'acidification, qui affecte considérablement la qualité des cours d'eau et des lacs dans de nombreuses régions d'Europe, est abordée au chapitre 4.

Au cours des 25 dernières années, différentes initiatives politiques ont eu pour objectif de combattre la pollution de l'eau au niveau européen. Certains progrès ont été enregistrés depuis l'évaluation de *Dobris* au niveau de la réduction de la pollution des eaux de surface par l'industrie et les ménages. Par exemple, plusieurs pays ont réduit leurs émissions de phosphore de 40-60 % depuis le milieu des années 1980. L'agriculture demeure toutefois une source importante de pollution phosphorée dans de nombreux pays, et la pollution par les nitrates et les pesticides constitue toujours un problème dans l'ensemble de l'Europe.

9.2. Ressources en eau

L'écoulement annuel moyen d'eau douce en Europe correspond à approximativement 3 100 km³, soit environ 4 500 m³ par habitant chaque année pour une population de 680 millions d'habitants (EEA, 1995). À l'échelle continentale, les ressources en eau semblent donc abondantes. Elles sont néanmoins très inégalement réparties, tant dans l'espace que dans le temps (Gleick, 1993), et la demande locale dépasse fréquemment l'offre locale, ce qui entraîne régulièrement des problèmes de surexploitation dans les régions à forte densité de population et à précipitations limitées.

Encadré 9.1. Définition des régions européennes

Les analyses régionales de ce chapitre ont été effectuées en fonction des regroupements suivants:

Nord (NO): Finlande, Islande, Norvège, Suède

Est (EA): Biélorussie, Bulgarie, République tchèque, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Moldavie, Pologne, Roumanie, Fédération de Russie, République slovaque, Ukraine

Sud (SO): Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Chypre, Grèce, Italie, Malte, Portugal, République fédérale de Yougoslavie, Slovénie, Espagne et ex-République yougoslave de Macédoine (FYROM)

Ouest (WE): Autriche, Belgique, Danemark, France, Allemagne, Irlande, Liechtenstein, Luxembourg, Pays-Bas, Suisse, Royaume-Uni

L'Europe jouit d'un réseau relativement dense de stations météorologiques et hydrométriques (jaugeage des cours d'eau) fournissant des données à long terme de bonne qualité (OMM, 1987; EEA-ETC/IW, 1996). Les méthodes de calcul de la disponibilité des ressources en eau douce varient toutefois considérablement d'un pays à l'autre, rendant toute comparaison difficile. La carte 9.1, qui utilise une méthode cohérente pour évaluer les ressources renouvelables en eau douce, illustre la grande variabilité en Europe, les écoulements annuels moyens allant de 3 000 mm dans l'ouest de la Norvège à 100 mm dans de grandes régions d'Europe orientale, voire moins de 25 mm à l'intérieur de l'Espagne.

Une grande partie de l'Europe est parcourue par un vaste réseau hydrographique qui traverse plusieurs frontières internationales. Les ressources totales en eau douce d'un pays sont constituées par les eaux maintenues en stockage dynamique dans les cours d'eau, les lacs, les réservoirs et les couches aquifères. Elles comprennent les eaux en provenance des pays voisins se déversant dans ces réservoirs. Comme le démontre la figure 9.1, les flux transfrontières contribuent largement à l'ensemble des ressources en eau douce (exprimées par habitant) de plusieurs pays. En Hongrie, par exemple, l'eau douce provenant des pays voisins représente 95 % de l'ensemble des ressources. Aux Pays-Bas et en République slovaque, ce chiffre est de plus de 80 %, tandis qu'en Allemagne, en Grèce, au Luxembourg et au Portugal, l'eau importée représente 40 % des ressources. Bien qu'il existe des accords internationaux pour contrôler la quantité et la qualité de l'eau importée (voir tableau 9.3), des tensions apparaissent inévitablement, en particulier là où les ressources sont limitées.

Carte 9.1 Écoulements annuels moyens en Europe

Écoulements annuels moyens
plus de 2 000
moins de 50

Remarques: Préparée avec une résolution de grille de 10 km x 10 km, cette carte illustre les écoulements moyens, avec un léger lissage des détails locaux. Elle est basée sur les données jaugées des réseaux hydrométriques. Les écoulements des régions non jaugées sont estimés à partir d'une relation empirique mettant en rapport les écoulements avec les précipitations et l'évaporation potentielle (Budyko et Zubenok, 1961).

Source: Rees *et al.*, 1997, à l'aide des données des débits des cours d'eau des archives hydrographiques européennes FRIEND (Gustard, 1993) et des données climatologiques de l'unité de recherche climatologique de l'université d'East Anglia (Hulme *et al.*, 1995)

Figure 9.1 Disponibilité d'eau douce en Europe

Hongrie	
Pays-Bas	
Belgique	
Allemagne	
République tchèque	
Chypre	
Bulgarie	
République slovaque	
Grèce	
Luxembourg	
Danemark	
Royaume-Uni	
Italie	
Espagne	
France	
Croatie	
Portugal	
Turquie	débits fluviaux des autres pays
Lituanie	eau produite au sein du pays
Suisse	
Autriche	
Slovénie	
Irlande	
Suède	
Finlande	
Norvège	
Islande	

Source: Eurostat; OCDE, 1997.

Figure 9.2 Prélèvements d'eau douce en Europe 1980-95

Europe occidentale	Pays nordiques
Europe méridionale	Europe orientale

Source: OCDE, 1997; Eurostat.

Selon le système global de classification de la figure 9.1, plus de la moitié des pays peuvent être considérés comme ayant une faible disponibilité d'eau par habitant. Tel est le cas de certains pays d'Europe occidentale (Danemark, Allemagne et Royaume-Uni) qui enregistrent des précipitations modérées mais présentent de fortes densités de population. La disponibilité en eau douce est très faible en République tchèque, en Pologne et en Belgique. Ce n'est que dans les pays nordiques à fortes précipitations et à la population clairsemée (voir encadré 9.1) que la disponibilité en eau est considérée comme forte.

L'eau de surface constitue la principale source d'eau douce en Europe et représente plus de 80 % de l'ensemble des prélèvements dans deux tiers des pays (OCDE, 1997 et données d'Eurostat). La partie restante provient principalement des sources de nappes souterraines, la contribution du dessalement de l'eau de mer étant négligeable (par exemple, Italie, Espagne et Monaco). À Chypre et Malte, le dessalement est plus important et représente respectivement 5 et 46 % des ressources totales. L'Islande prélève toutefois 91 % de ses eaux dans ses importantes réserves de nappes souterraines.

Les prélèvements des nappes souterraines sont en général de qualité supérieure à ceux des eaux de surface; ils exigent moins de traitements et ont toujours constitué une source d'eau potable locale et peu coûteuse. Dans les pays possédant des réservoirs d'eaux souterraines suffisants (Autriche, Danemark, Portugal, Islande et Suisse), plus de 75 % de l'eau destinée au réseau public de distribution d'eau sont prélevés dans les nappes souterraines, cette proportion étant comprise entre 50 et 75 % en Belgique (Flandre), Finlande, France, Allemagne et Luxembourg, et inférieure à 50 % en Norvège, Espagne, Suède, et au Royaume-Uni (données d'Eurostat). Les sources des nappes souterraines subissent une pression croissante, avec des signes manifestes de surexploitation dans certaines régions (section 9.3, ci-après).

Figure 9.3 Utilisation sectorielle de l'eau en Europe

***Portugal
 *Grèce
 Espagne
 *Italie
 France
 ***Allemagne
 Turquie
 Hongrie
 ***Pays-Bas
 Finlande
 Pologne
 **Norvège
 Autriche
 République tchèque
 République slovaque
 Suède

Irlande
Danemark
Luxembourg
***Suisse
Royaume-Uni
Islande
Réseau public de distribution d'eau
Irrigation
Industrie (sauf refroidissement)
Refroidissement (électricité)

Remarque: Certains pays incluent le prélèvement à des fins d'utilisation en tant qu'eau de refroidissement pour la production d'électricité dans l'industrie.

Source: OCDE, 1997; Eurostat

9.3. Prélèvement et utilisation d'eau

Prélèvement d'eau douce

La consommation mondiale d'eau a été multipliée par sept depuis le début du 20^e siècle (Kundzewicz, 1997). Les prélèvements ont généralement augmenté parallèlement à la demande.

Comme le montre la figure 9.2, en dépit d'une grande variation, l'ensemble des prélèvements d'eau a enregistré une baisse générale dans de nombreux pays européens depuis 1980. Cette diminution est la plus sensible depuis 1990, et plus prononcée en Europe orientale que dans d'autres régions. Dans certains pays d'Europe occidentale, elle peut être attribuée à une évolution générale de la stratégie de gestion, abandonnant l'accroissement de l'approvisionnement par la construction de réservoirs au profit d'une gestion plus efficace de la demande en eau (gestion axée sur la demande) par la réduction des pertes, l'utilisation plus efficace de l'eau et le recyclage. En Europe orientale, les bouleversements politiques de 1989-1990 et le passage d'une économie centralisée à une économie de marché ont exercé une influence importante sur la réduction de la demande.

Les comparaisons entre l'ensemble des prélèvements d'eau douce et les ressources totales disponibles (OCDE, 1997) indiquent que tous les pays européens disposent potentiellement de ressources suffisantes pour répondre à la demande nationale, étant donné les taux de réapprovisionnement de leurs ressources. Plus de 60 % des pays analysés prélèvent moins d'un dixième de leurs ressources totales, les autres en prélevant moins d'un tiers, à l'exception de la Belgique (40 % de ses ressources).

Utilisation de l'eau douce

La figure 9.3 démontre que le prélèvement d'eau douce en Europe est principalement utilisé pour le réseau public de distribution d'eau, l'industrie, l'agriculture et en tant qu'eau de refroidissement dans la production d'électricité (OCDE, 1997). Les comparaisons nationales tendent toutefois à être compliquées en raison de la variation des définitions de l'utilisation d'eau entre les pays.

Le réseau public de distribution d'eau englobe l'eau destinée à plusieurs usages. L'utilisation ménagère tend à dominer et représente environ 44 % de la distribution publique d'eau au Royaume-Uni, 57 % aux Pays-Bas et 41 % en Hongrie (ICWS, 1996). Le réseau public de distribution d'eau constitue le secteur d'utilisation dominant dans de nombreux pays nordiques et d'Europe occidentale, mais est moins important en Europe méridionale et orientale. Les prélèvements pour la distribution publique d'eau ont augmenté régulièrement à partir de 1980-1990 dans la plupart des pays, du fait de la croissance démographique et de l'accroissement de la consommation par habitant, parallèlement à l'amélioration du niveau de vie. La consommation ménagère devrait se stabiliser, voire diminuer à l'avenir, reflétant par là l'évolution démographique et

l'utilisation accrue d'appareils économes en eau. Cette tendance peut toutefois se modifier avec la croissance permanente du nombre de ménages (voir chapitre 1).

Dans la plupart des pays, la demande agricole est dominée par l'irrigation. Dans les pays méditerranéens, l'agriculture constitue le principal utilisateur d'eau prélevée, représentant environ 80 % de l'ensemble de la demande en Grèce, 50 % en Italie, 70 % en Turquie, 65 % en Espagne et 52 % au Portugal (OCDE, 1997). Cette situation contraste vivement avec le reste de l'Europe où, en moyenne, moins de 10 % des ressources sont destinées à l'irrigation.

La figure 9.4 démontre que la superficie des terres irriguées ne cesse de croître depuis 1980, dans les pays méditerranéens et d'Europe occidentale, ainsi que sur l'ensemble du continent. En Europe orientale, une croissance rapide a été enregistrée jusqu'en 1988, suivie d'une baisse régulière. En 1994, un peu moins de 5 % des terres des pays d'Europe orientale étaient irriguées, contre plus de 8 % pour le groupe méditerranéen et un peu plus de 2 % pour le groupe d'Europe occidentale. À l'heure actuelle, les pratiques agricoles de l'UE sont uniquement dictées par l'offre et régies par la politique agricole commune (PAC). En Europe orientale, la demande agricole en eau a chuté à la suite de problèmes économiques et de changements de propriété des terres (ICWS, 1996).

L'utilisation industrielle de l'eau varie fortement d'un pays à l'autre, les comparaisons étant rendues difficiles par la probable inclusion de l'eau de refroidissement. La quantité de l'eau prélevée à cette fin est en général nettement supérieure à celle utilisée par les procédés industriels (par exemple, 95 % de l'ensemble de l'utilisation industrielle d'eau en Hongrie concerne le refroidissement).

Figure 9.4 Régions irriguées en Europe, 1980-94
pourcentage de la superficie des terres

Source: FAO

Carte 9.2 Demande urbaine en tant que proportion des eaux de ruissellement annuelles moyennes

Demande urbaine en tant que proportion des eaux de ruissellement annuelles moyennes

Pourcentage d'eaux de ruissellement indéfini

hors de la zone d'étude

Remarque: Carte basée sur les données concernant les eaux de ruissellement annuelles moyennes à long terme (carte 9.1), en association avec les données relatives au degré d'urbanisation Eurostat/GISCO.

Source: Rees *et al.*, 1997

L'eau de refroidissement n'est pas modifiée par le processus, à l'exception d'une hausse de température et de l'évaporation d'une proportion relativement faible. Elle est donc considérée comme une utilisation d'eau "non-consommatrice".

Dans de nombreux pays européens, le prélèvement industriel enregistre une baisse progressive depuis 1980, en raison de la diminution de la production industrielle au cours de cette période, d'une évolution générale des industries fortes consommatrices d'eau telles que le textile et la sidérurgie vers le secteur tertiaire qui consomme moins d'eau, et des améliorations de l'efficacité de l'utilisation d'eau et de l'intensification du recyclage (ICWS, 1996). Le prélèvement industriel en Bulgarie et en Hongrie (ICWS, 1996) diminue également depuis 1990, à la suite de la baisse de la production industrielle et des problèmes économiques.

Pénuries d'eau

Les statistiques présentées ci-dessus décrivent la situation nationale des ressources et de l'utilisation. Ces informations tendent toutefois à occulter les problèmes locaux ou régionaux. La plus forte demande d'eau est normalement concentrée dans les zones très peuplées des grandes conurbations.

Carte 9.3 Répartition de la valeur Q90

Flux en mm
plus de 500
moins de 25

Remarque: Carte préparée à une résolution de grille de 10 km x 10 km. Valeur Q90 dérivée de données jaugées et modélisées.

Source: Gustard *et al.* 1997

La carte 9.2 indique les endroits où la demande urbaine d'eau douce peut dépasser la disponibilité locale à long terme des ressources, le plus particulièrement en Europe méridionale et dans les centres industriels. Dans ces régions, la demande actuelle ne peut être satisfaite sans renforcer les ressources locales par des mesures telles que des transferts d'eau entre les bassins et le stockage dans des réservoirs.

Même dans les régions où les ressources en eau à long terme sont suffisantes, les variations saisonnières ou annuelles de la disponibilité de leurs ressources peuvent parfois entraîner des pénuries. Pour les planificateurs des ressources en eau, les décisions concernant la distribution d'eau sont fréquemment fondées sur les ressources prévues pendant les périodes de sécheresse ou de faible débit fluvial. Le débit du 90^e percentile (Q90) constitue à cet égard un indicateur précieux, dans la mesure où il représente les ressources en eau douce disponibles pendant 90 % du temps en moyenne. La carte 9.3 illustre la répartition de la valeur Q90 en Europe et permet d'identifier les régions qui pourraient souffrir de pénuries d'eau saisonnières, en particulier la péninsule ibérique.

En Europe, la prise de conscience de la nécessité de préserver les ressources en eau pour l'avenir va croissant. Bien que l'analyse des tendances futures soit spéculative, la demande étant régie par de nombreux facteurs, fréquemment conflictuels, les prélèvements devraient continuer à se stabiliser, en particulier en ce qui concerne l'utilisation ménagère. Des fuites d'eau se produisent dans les systèmes de distribution de tous les pays européens, les pertes pouvant être considérables (50 % en Moldavie et en Ukraine) ou mineures (environ 10 % en Autriche et au Danemark, par exemple) (EEA-ETC/IW, 1998). De nombreux pays, en particulier en Europe orientale, devraient enregistrer une croissance industrielle (ICWS, 1996), bien que la demande accrue en eau soit partiellement contrebalancée par le recyclage, le développement de technologies économes en eau et d'autres mesures de préservation, telles que la gestion axée sur la demande. La demande agricole sera influencée par les améliorations de l'efficacité de l'irrigation, la politique agricole et le contrôle des prix. De nouvelles structures tarifaires et d'autres mesures financières d'encouragement devraient être mises en place pour réaliser des économies dans tous les secteurs utilisateurs d'eau. En raison de l'importance de l'utilisation des eaux souterraines comme eau potable dans de nombreux pays européens, la question de la qualité de l'eau gagne en importance depuis 1990 environ.

9.4. Qualité de la nappe souterraine

La nappe souterraine en Europe est menacée et polluée de diverses manières. Au nombre des problèmes figurent la pollution par les nitrates, les pesticides, les métaux lourds et les hydrocarbures, responsables de l'eutrophisation, les incidences toxiques dans d'autres parties du milieu aquatique et les possibles conséquences sur la santé. D'autres sources de pollution et de prélèvement excessif peuvent également avoir des conséquences importantes sur les ressources en eaux souterraines. L'abaissement de la nappe phréatique peut entraîner une intrusion d'eau salée dans la nappe souterraine des zones côtières (chapitre 11, section 11.5).

9.4.1. Nitrate

La carte 9.4 présente les résultats de la surveillance des concentrations de nitrates dans la nappe souterraine de 17 pays. Quatre bandes de concentration ont été sélectionnées. Des concentrations de 2,3 mg N/l maximum sont considérées comme proches des valeurs naturelles. Le niveau de référence de 5,6 mg N/l (25 mg NO₃/l) et la concentration maximale admissible de 11,3 mg N/l (50 mg NO₃/l) dans l'eau destinée à la consommation humaine, telle que définie par la directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (80/778/CEE), constituent deux autres bandes de concentration. Des niveaux élevés de nitrates sont uniquement le fruit des activités humaines, en particulier l'utilisation d'engrais azotés et de fumier, même si la pollution locale générée par les sources industrielles ou urbaines peut également être importante. Parmi les pays pour lesquels nous disposons de données, il semble que la Slovénie présente les niveaux de nitrates les plus élevés dans ses eaux souterraines, 50 % des sites de prélèvement d'échantillons comportant des concentrations supérieures à 5,6 mg N/l. Ce niveau de 5,6 mg N/l est dépassé dans environ 25 % des sites de huit pays; en Roumanie, 35 % des sites de prélèvement d'échantillons dépassent la barre des 11,3 mg N/l.

La carte 9.5 donne une vue d'ensemble des régions d'Europe dont la nappe souterraine est affectée par de fortes concentrations de nitrates.

Les données de surveillance font état de tendances diverses dans plusieurs pays d'Europe occidentale dans les années 1990 (tableau 9.1). Dans certains pays, aucune nouvelle augmentation des concentrations de nitrates n'a été enregistrée au cours de cette courte période, mais il est sans doute prématuré d'en conclure que la situation se stabilise.

9.4.2. Pesticides

L'utilisation d'environ 800 substances actives est recensée en Europe, même si en pratique, seul un petit nombre d'entre elles sont employées. La surveillance efficace des résidus de pesticides dans l'environnement est complexe et coûteuse. Bien que les fabricants proposent des méthodes analytiques pour leurs substances lors de leur homologation, les capacités financière et analytique peuvent limiter la fourniture d'informations quantitatives détaillées dans de nombreux pays.

De nombreux pesticides ne sont pas détectés dans la nappe souterraine tout simplement parce qu'ils ne sont pas recherchés. Une fois qu'un pesticide est recherché, il est fréquemment trouvé (voir encadré 9.2), et ce, même si sa concentration est inférieure à la concentration maximale admissible de 0,1 µg/l spécifiée dans la directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (80/778/CEE).

Les pesticides les plus répandus dans la nappe souterraine sont l'atrazine et la simazine (tableau 9.2), la concentration d'atrazine étant fréquemment supérieure à 0,1 µg/l dans plus de 25 % des sites de prélèvement d'échantillons en Slovénie, dans 5 à 25 % de ces sites en Autriche et, au niveau régional, en France et au Royaume-Uni. De la déséthylatrazine a été détectée à des niveaux supérieurs à 0,1 µg/l dans 5 à 25 % des sites de prélèvement d'Autriche et d'Allemagne et dans plus de 25 % d'entre eux en Slovénie.

Une récente étude couvrant quatre pays communautaires a dégagé une situation similaire (Isenbeck- Scröter *et al.* 1997). De l'atrazine a de nouveau été détectée relativement souvent dans des échantillons prélevés dans les quatre pays (22 % en France et 9 % au Royaume-Uni). Du bentazone a également été découvert dans une proportion relativement grande d'échantillons prélevés au Royaume-Uni (15 %). L'atrazine, la simazine et le bentazone sont des herbicides à large spectre très souvent utilisés à des fins domestiques, industrielles et agricoles. Leur usage est actuellement fortement limité, voire interdit dans de nombreux pays.

Carte 9.4 Concentration de nitrates dans la nappe souterraine

Concentration de NO₃/l (en mg)

en Moldavie et Roumanie

Hongrie

nombre de sites d'échantillonnage

aucune donnée disponible

Source: EEA-ETC/IW

Carte 9.5 Régions affectées par de fortes concentrations de nitrates dans la nappe souterraine

Régions polluées en NO_3/l (en mg)

Zones peu polluées avec distribution uniforme de NO_3/l (en mg)

zone d'étude

aucune donnée disponible

Remarque: Carte basée sur celles fournies par les points focaux nationaux

Source: EEA-ETC/IW

Tableau 9.1 Nitrate dans la nappe souterraine, évolution entre le début et le milieu des années 1990

	<i>Nombre de sites</i>	<i>Hausse (%)</i>	<i>Inchangé (%)</i>	<i>Baisse (%)</i>
Autriche	979	13	72	15
Danemark	307	26	61	13
Finlande	40	27	43	30
Allemagne	3 741	15	70	15
Royaume-Uni	1 025	8	80	12

Source: EEA-ETC/IW

Tableau 9.2 Résultats des sites de prélèvement d'échantillons de pesticides dans certains pays européens

AT DK FR DE ES LU NO UK CZ SK SL Somme

Pourcentage des sites de prélèvement d'échantillons ayant présenté des concentrations de pesticides > 0,1 µg/l.
(Entre parenthèses: nombre de sites de prélèvement)

Atrazine

Simazine

Lindane

Déséthylatrazine

Heptachlore

Metolachlore

Bentazone

DDT

Dichlorprop

Méthoxychlore

MCPA

Désisopropylatrazine

Hexazinone

Remarque: * Données ne couvrant que certaines régions du pays

Source: EEA-ETC/W

Même si seul un petit pourcentage des sites dépasse la concentration maximale admissible, une grande proportion peut présenter des concentrations plus faibles. La concentration maximale admissible est un indicateur opérationnel établi sur la base de limites de détection d'anciennes méthodes analytiques. Elle ne fournit aucune information sur les dangers pour la santé publique ou l'environnement. À mesure de l'amélioration des méthodes analytiques, les pesticides peuvent être détectés à des concentrations de plus en plus faibles. Les informations sur les basses concentrations peuvent contribuer à dresser un tableau plus détaillé et à réaliser une analyse plus fiable de l'évolution. La lixiviation continue des pesticides dans la nappe souterraine justifie que l'on accorde une attention continue à la garantie de la protection de cette ressource vitale.

Encadré 9.2. Pesticides dans les eaux souterraines et de surface danoises

Le programme danois de surveillance des eaux souterraines comporte un dépistage systématique de huit pesticides. Un ou plusieurs pesticides ont été détectés dans 12 % des dépistages et la concentration maximale admissible (CMA) a été dépassée dans 4 % d'entre eux (GEUS, 1997). Les substances les plus répandues étaient l'atrazine, la simazine, le dichlorprop et le mechlorprop.

En raison de la répartition géographique étendue des pesticides dans les eaux souterraines danoises, le programme de surveillance a récemment été enrichi pour couvrir 105 pesticides. Les résultats de 517 dépistages représentatifs du Danemark montrent une occurrence de 35 de ces pesticides ou de leurs métabolites, 22 d'entre eux dépassant la CMA dans 13 % des dépistages surveillés.

Par comparaison avec les eaux souterraines, nous ne disposons que de peu de données sur la pollution des eaux de surface par les pesticides. Sur l'île danoise de Funen, où se pratique une agriculture très intensive, les évaluations annuelles de la qualité des cours d'eau dans environ 900 sites ont prouvé que les épisodes d'intoxication aiguë de la faune des cours d'eau avaient considérablement augmenté entre 1984 et 1995.

Pour étayer cette affirmation, 84 échantillons d'eau ont été prélevés en 1994 et 1995 dans six cours d'eau avec trois types d'utilisation de sols différents (forêt, agriculture et mixte) (Pedersen, 1996). Vingt-cinq substances différentes ont été relevées dans des concentrations dépassant le seuil de détection, qui, pour la plupart des substances, est de l'ordre de 0,05 et 0,1 µg/l. Les concentrations les plus élevées ont été enregistrées au printemps et en automne, ce qui coïncide avec l'utilisation de pesticides dans les champs. Les niveaux de pesticides des cours d'eau parcourant des zones agricoles et mixtes étaient plus élevés que dans ceux s'écoulant dans les forêts. La concentration maximale d'une seule substance était de 7 µg/l et la CMA de l'ensemble des pesticides et de leurs résidus, fixée à 0,5 µg/l par la directive du Conseil 80/778/CEE, était dépassée dans environ 35 % des échantillons prélevés dans les cours d'eau des zones agricoles et mixtes.

9.4.3. Autres types de pollution

La pollution des nappes souterraines par les métaux lourds a été considérée comme un problème dans 10 pays (Bulgarie, Estonie, France, Hongrie, Moldavie, Roumanie, République slovaque, Slovaquie, Espagne et Suède) parmi les 22 dont nous avons pu obtenir des informations (EEA, 1998a). Les métaux lourds proviennent en grande partie de sources ponctuelles, telles que les décharges, les activités minières et les rejets industriels (voir section 11.2 pour plus d'informations sur les sols contaminés).

Les hydrocarbures sont d'importants polluants de la nappe souterraine en Estonie, en France, en Allemagne, en Hongrie, en Lituanie, en Moldavie, en Roumanie, en République slovaque

et au Royaume-Uni, à l'instar des hydrocarbures chlorés en Autriche, en France, en Allemagne, en Hongrie, en Roumanie, en République slovaque, en Slovénie, en Espagne et au Royaume-Uni. Les hydrocarbures chlorés sont largement répandus dans la nappe souterraine d'Europe occidentale, tandis que les hydrocarbures et, en particulier, les huiles minérales sont à l'origine de graves problèmes en Europe orientale. Les sources ponctuelles de contamination sont généralement les mêmes que celles des métaux lourds. Les usines pétrochimiques et les sites militaires sont également responsables de la pollution de la nappe souterraine par les hydrocarbures. Les sources ponctuelles de contamination ne menacent généralement que des zones limitées de la nappe souterraine.

9.5. Qualité des cours d'eau

9.5.1. *Évaluation de la qualité des cours d'eau*

De nombreux pays européens évaluent la qualité de leurs cours d'eau et présentent les résultats sous la forme de classifications. Le nombre de subdivisions utilisées et de paramètres mesurés, les méthodes de calcul et la nature de la classification (caractéristiques physico-chimiques, biologiques ou physiques) peuvent varier d'un pays à l'autre. Faute de programme de surveillance harmonisé dans l'ensemble de l'Europe, les données d'évaluations nationales ont été regroupées à l'aide des quatre catégories définies dans l'encadré 9.3.

Encadré 9.3. Critères de classification de la qualité des cours d'eau

Bonne qualité: tronçons rectilignes du cours d'eau possédant une eau pauvre en nutriments et des niveaux bas de matières organiques; eau saturée d'oxygène dissous; riche faune d'invertébrés; zone de frai appropriée pour les salmonidés.

Qualité acceptable: tronçons rectilignes du cours d'eau avec teneur en nutriments et pollution organique modérées; bonnes conditions d'oxygène; faune et flore riches; grands bancs de poissons.

Qualité médiocre: tronçons rectilignes du cours d'eau avec pollution organique importante; concentration en oxygène généralement faible, sédiments localement anaérobies; présence massive occasionnelle d'organismes insensibles à l'appauvrissement en oxygène; bancs de poissons réduits ou inexistant; destruction périodique de poissons.

Mauvaise qualité: tronçons rectilignes du cours d'eau avec pollution organique excessive; périodes prolongées de très faible concentration en oxygène ou de désoxygénation totale; sédiments anaérobies, apport toxique grave; absence de poissons.

Remarque: Les classifications biologiques ont été utilisées pour les informations de l'Autriche, de la Belgique (Flandre), du Danemark, de l'Allemagne et de l'Irlande, et les classifications physico-chimiques pour la plupart des autres pays. Dans certains cas, tels que celui de la République slovaque et de la Norvège, des classifications physico-chimiques et microbiologiques ont été conjointement utilisées.

Au moins 70 % des stations de surveillance ou des tronçons de cours d'eau classifiés ou étudiés sont classés comme de bonne qualité en Autriche, en Irlande, en Norvège et au Royaume-Uni. En France et en Roumanie, plus de 50 % des cours d'eau sont de bonne qualité, tandis qu'en Bosnie-Herzégovine, en Allemagne, en Lituanie et en Slovénie, plus de 50 % des cours d'eau voient leur qualité considérée comme acceptable. Plus de 25 % des cours d'eau sont de qualité médiocre ou mauvaise en Belgique, en Bulgarie, en Bosnie-Herzégovine, en République tchèque, au Danemark, en ex-République yougoslave de Macédoine, en Lituanie, en Pologne et en République slovaque. Les cours d'eau de la plus mauvaise qualité se situent en République slovaque, où la qualité de plus de 90 % des cours d'eau est qualifiée de mauvaise. Il n'existe aucun modèle géographique cohérent indiquant une amélioration ou une détérioration de la qualité des cours d'eau, et les différences considérables entre les tendances nationales empêchent de déceler une évolution claire de la situation générale.

9.5.2. Matières organiques dans les cours d'eau

La teneur en matières organiques de l'eau est généralement mesurée en tant que demande biochimique en oxygène (DBO) et/ou demande chimique en oxygène (DCO). Ces termes, DBO et DCO, ne sont pas directement comparables; en effet, la DCO inclut des fractions de matières organiques n'étant pas aisément oxydées par des mécanismes biologiques.

Carte 9.6 Matières organiques dans les cours d'eau européens, 1994-96

Concentration annuelle moyenne de matières organiques dans les cours d'eau

Moyenne annuelle

Moyennes annuelles présentées pour 1994, 1995, 1996. Si les données relatives au BOD5 ne sont pas disponibles, BOD7 ou COD Cr ou COD sont présentés.

Source: EEA-ETC/IW

Dans les cours d'eau non pollués, les valeurs habituelles de DBO et de DCO correspondent respectivement à moins de 2 mg O₂/l et 20 mg O₂/l. En 1992-96, 35 % de l'ensemble des stations des cours d'eau enregistraient une DBO annuelle moyenne inférieure à 2 mg O₂/l, et 11 % une DBO supérieure à 5 mg O₂/l, ce qui indique une pollution organique importante. Dans les pays nordiques, les matières organiques ne sont généralement mesurées que par la DCO et sont la plupart du temps restreintes. Dans le reste de l'Europe, des DBO supérieures à 5 mg O₂/l sont enregistrées, particulièrement dans les cours d'eau soumis à une activité humaine et industrielle intense.

Les eaux résiduaires constituent la principale source de matières organiques des cours d'eau. Les matières organiques y sont facilement décomposées et ce processus nécessite de l'oxygène. Or, une désoxygénation importante peut affecter la vie aquatique. La décomposition est également à l'origine d'une libération d'ammonium, qui intoxique les poissons s'il se transforme en ammoniac. La concentration en matières organiques, en oxygène et en ammonium constitue donc un bon indicateur de la pollution organique.

La concentration en matières organiques des cours d'eau européens chute depuis 1975-81, en particulier dans les cours d'eau les plus pollués (carte 9.6). Des réductions importantes ont été enregistrées dans les pays dont les niveaux étaient auparavant les plus élevés, tels que la Belgique, la Bulgarie, la République tchèque, l'Estonie, la France, l'ex-République yougoslave de Macédoine, la Hongrie et la Lettonie, grâce à l'amélioration du traitement des eaux usées ménagères et des déchets industriels. L'amélioration des concentrations en oxygène dans les cours d'eau européens, en particulier dans ceux présentant les pires conditions d'oxygène, correspond aux réductions des concentrations en matières organiques.

Les améliorations générales au niveau de la teneur en matières organiques et de la concentration en oxygène dissous occultent les modèles locaux complexes, détaillés par l'EEA (EEA, 1998b). Les différentes régions d'Europe (voir encadré 9.1) présentent une évolution différente, dépendant de leur état initial, comme l'illustre la figure 9.5. Dans les pays d'Europe occidentale, le nombre de résultats de mauvaise qualité a chuté et ceux de bonne qualité augmenté. Dans les pays nordiques, les sites de mauvaise qualité sont toujours peu fréquents. En Europe méridionale, la situation est relativement stable, de nombreux cours d'eau étant encore de mauvaise qualité. La situation générale en Europe orientale est similaire, une réduction de la proportion des sites de mauvaise qualité ayant toutefois été enregistrée.

La teneur en ammonium des cours d'eau intacts est généralement inférieure à 0,05 mg N-NH₄/l. Cette valeur est dépassée dans la majorité des sites des cours d'eau européens: dans 92 % des sites, la concentration annuelle moyenne est supérieure et dans 78 %, la concentration maximale plus élevée.

L'évolution des concentrations en ammonium est assez proche de celle des matières organiques. Dans les pays occidentaux et nordiques (voir figure 9.6), les sites enregistrant de fortes concentrations en ammonium s'améliorent et ceux présentant de faibles concentrations

se dégradent. Dans les pays méridionaux, la situation générale s'aggrave peu à peu et dans les pays orientaux, les proportions de sites de bonne et de mauvaise qualité sont en régression.

9.5.3. Nutriments dans les cours d'eau

Le phosphore et l'azote dans les cours d'eau peuvent entraîner une eutrophisation, accompagnée d'une croissance excessive des plantes nuisibles, du phytoplancton ou des algues sessiles et, ensuite, l'appauvrissement en oxygène dans les eaux marines et intérieures.

Figure 9.5 Matières organiques dans les cours d'eau européens, exprimées en tant que pourcentage des stations en fonction de leur concentration

Europe occidentale Pays nordiques
Europe méridionale Europe orientale

Source: EEA-ETC/IW

Les composés azotés peuvent également être directement préjudiciables: le nitrate peut affecter la qualité de l'eau potable tandis que l'ammoniac consomme de l'oxygène et est toxique pour la faune aquatique. Dans les zones non polluées, les concentrations de phosphore et d'azote sont faibles et déterminées principalement par le sol, la roche sous-jacente et les précipitations.

Phosphore

Le phosphore dans l'eau est mesuré en tant que phosphore total ou dissous. Même si les plantes ne consomment que du phosphore dissous, la concentration totale en phosphore est un bon indicateur de la disponibilité du phosphore à long terme. Dans les cours d'eau non pollués, les concentrations totales de phosphore sont généralement inférieures à 25 µg P/l. Les minerais naturels peuvent, dans certains cas, contribuer à une élévation du niveau. Les concentrations supérieures à 50 µg P/l sont généralement considérées comme le fruit d'activités humaines; nettement plus de la moitié des stations des cours d'eau dépassaient ce niveau. Les concentrations de phosphore dissous supérieures à 100 µg P/l peuvent entraîner une saturation de l'eau par les algues et les plantes nuisibles, qui à son tour, engendre une pollution organique secondaire. Les informations provenant d'environ 1 000 sites de cours d'eau européens indiquent que seuls 10 % de l'ensemble des cours d'eau enregistrent des concentrations moyennes totales de phosphore inférieures à 50 µg P/l (EEA, 1998b).

Les plus faibles concentrations de phosphore sont enregistrées dans les pays nordiques, où 91 % des sites présentent des moyennes annuelles inférieures à 30 µg P/l et, pour 50 % d'entre eux, inférieures à 4 µg P/l (carte 9.7), reflétant par là des sols pauvres en nutriments et une assise rocheuse, de faibles densités de population et de fortes pluies. Des concentrations de phosphore élevées sont enregistrées dans une bande s'étendant du sud de l'Angleterre à la Roumanie (et à l'Ukraine) et traversant l'Europe centrale. Les pays d'Europe occidentale et orientale présentent des schémas de répartition identiques. Les pays méridionaux enregistrent des valeurs plus faibles que les pays orientaux, ce qui est peut-être dû au fait qu'une proportion relativement importante de la population d'Europe méridionale déverse directement ses eaux résiduaires dans la mer.

Les concentrations de phosphore dans les cours d'eau européens ont généralement sensiblement diminué entre les périodes 1987-91 et 1992-96 (figure 9.7). Les moyennes annuelles et les maxima de phosphore total et dissous présentent les mêmes schémas. L'évolution des maxima indique toutefois que des concentrations excessives peuvent être enregistrées même dans des sites connaissant une amélioration générale. Dans les années 1990, des améliorations sensibles ont été observées en Europe occidentale et dans certains pays d'Europe orientale. Dans les pays nordiques, les concentrations sont en général très faibles. L'amélioration globale en Europe méridionale est le fait d'une réduction des émissions de phosphore, en particulier grâce à l'amélioration du traitement des eaux résiduaires (figure 9.17) et à la réduction de l'utilisation de phosphore dans les détergents. La diminution de la pollution provenant de sources ponctuelles doit toutefois s'accompagner d'une réduction de la contribution agricole, qui devient désormais relativement plus importante.

Nitrate

L'azote inorganique dissous, en particulier le nitrate et l'ammonium, constitue la plus grande partie de l'azote dans les cours d'eau, le nitrate représentant environ 80 % (EEA, 1995).

Figure 9.6 Ammonium dans les cours d'eau européens, exprimé en tant que pourcentage des stations en fonction de leur concentration annuelle maximale

Europe occidentale	Pays nordiques
Europe méridionale	Europe orientale

Source: EEA-ETC/IW

195 Eaux intérieures

Le niveau moyen de nitrate dans les cours d'eau non pollués correspond environ à 0,1 mg N/l (Meybeck, 1982), mais les niveaux d'azote des cours d'eau européens relativement intacts varient entre 0,1 et 0,5 mg N/l en raison de l'importance des dépôts d'azote atmosphérique (EEA, 1995).

À l'exception des cours d'eau des pays nordiques, où 70 % des sites enregistrent des concentrations inférieures à 0,3 mg N/l, 68 % des sites de l'ensemble des cours d'eau européens ont présenté des concentrations annuelles moyennes de nitrate dépassant 1 mg N/l pendant la période 1992-96. Des concentrations maximales dépassant 7,5 mg N/l ont été observées dans environ 15 % des sites. Les concentrations les plus élevées ont été enregistrées dans le nord de l'Europe occidentale, reflétant par là l'agriculture intensive de ces régions. Des concentrations élevées sont également observées en Europe orientale, tandis que l'Europe méridionale présente généralement des concentrations plus faibles.

La principale source de nitrate est généralement la pollution diffuse provenant de l'agriculture (figure 9.15). La lixiviation à partir des terres agricoles dépend fortement des précipitations. Les concentrations en nitrate varient d'une année à l'autre, en raison des facteurs climatiques, et les changements observés dans les années 1990 ne correspondent pas nécessairement à ceux des activités humaines.

Entre 1970 et 1985 environ, les concentrations en nitrate ont enregistré un taux de croissance annuel de 1 à 10 % dans 25 à 50 % des stations.

Carte 9.7 Phosphore dans les cours d'eau européens, 1994-96

Concentration annuelle moyenne de phosphore dans les cours d'eau
Phosphore total en $\mu\text{g P/l}$
moyennes annuelles 1994-1996

Orthophosphates totaux en $\mu\text{g P/l}$
moyennes annuelles 1994-1996

Les moyennes annuelles ont été fournies pour 1994, 1995, 1996. Lorsque le total de phosphore n'est pas disponible, celui d'orthophosphates est présenté.

Source: EEA-ETC/IW

Depuis 1987-91, le nombre de sites où la qualité s'est améliorée est contrebalancé par le nombre de ceux où elle s'est dégradée.

Les données utilisées indiquent qu'après deux décennies d'augmentation rapide, les maxima annuels vont bientôt se stabiliser, voire s'améliorer dans les cours d'eau d'Europe occidentale. Dans le même temps, les minima tendent à augmenter dans tous les cours d'eau européens, notamment dans les cours d'eau septentrionaux (EEA, 1995), ce qui indique une dégradation générale probable des cours d'eau dont la qualité était auparavant acceptable. La figure 9.8 illustre cette évolution à long terme.

Malgré la réduction générale de la pollution organique et l'amélioration conséquente des conditions d'oxygène, l'état de nombreux cours d'eau européens demeure médiocre. Des concentrations excessives en nutriments, en particulier en phosphore, constituent un problème potentiel dans les grands cours d'eau à débit lent. Même dans les cours d'eau à débit rapide, de fortes concentrations en phosphore sont synonymes de problèmes potentiels. En effet, l'eau est entraînée vers des tronçons de cours d'eau ou des lacs en aval pouvant s'avérer plus sensibles à l'eutrophisation. Dans environ 25 % des sites de cours d'eau, les concentrations en phosphore devraient être ramenées à environ 10 % de leur valeur actuelle pour approcher le niveau de qualité naturel de l'eau ($< 25 \mu\text{g P/l}$). L'azote ne constitue un problème que dans une minorité des cours d'eau, rendant l'eau impropre à la consommation. L'azote est généralement moins préjudiciable en termes d'eutrophisation des eaux intérieures, mais des concentrations élevées peuvent engendrer des problèmes lors du déversement dans la mer. Des réductions des émissions d'azote seraient donc nécessaires pour préserver la qualité des eaux intérieures et protéger l'environnement marin (voir chapitre 10, section 10.2).

Les données résultant de longues périodes d'observation dans des stations de sections plus basses de six des plus grands cours d'eau européens (figure 9.9) confirment la situation générale, consistant en une baisse du phosphore total et des matières organiques, aucune tendance claire ne pouvant être dégagée pour le nitrate.

9.6. Qualité de l'eau des lacs naturels et artificiels

Les principaux problèmes affectant la qualité écologique des lacs et des réservoirs européens sont l'acidification due aux dépôts atmosphériques (chapitre 4) et l'augmentation des niveaux de nutriments, entraînant une eutrophisation.

Pendant des années, l'eutrophisation des lacs dans les régions fortement peuplées a été presque entièrement due aux eaux usées, avec une très faible contribution de l'agriculture. La situation évolue, la pollution par les eaux urbaines résiduelles régressant et une attention accrue étant accordée à la contribution de l'agriculture (voir également section suivante sur le phosphore provenant de l'agriculture).

De grandes différences sont observées dans les teneurs en nutriments, comme l'illustre la concentration en phosphore en Europe (carte 9.9). Les lacs pauvres en nutriments sont

principalement situés dans les régions peu peuplées, comme le nord de la Scandinavie, ou les régions montagneuses telles que les Alpes, où de nombreux lacs sont éloignés des zones peuplées ou alimentés par des cours d'eau non pollués.

Figure 9.7 Concentration moyenne en phosphore dissous en tant que pourcentage des stations en fonction de leur concentration moyenne annuelle

Europe occidentale	Pays nordiques
Europe méridionale	Europe orientale

Remarque: Données provenant de 25 pays.

Source: EEA-ETC/IW

Dans les régions fortement peuplées, principalement en Europe occidentale et centrale, une grande proportion des lacs sont affectés par les activités humaines et, par conséquent, relativement riches en phosphore.

Une amélioration générale de la qualité environnementale des lacs a été constatée ces dernières décennies (figure 9.10). La proportion de lacs riches en phosphore a chuté, et le nombre de ceux proches de la qualité naturelle (moins de 25 µg P/l) augmenté.

Bien que la qualité des lacs européens semble s'améliorer progressivement, la qualité de l'eau de nombreux lacs est encore médiocre dans une grande partie de l'Europe et nettement inférieure à celle des lacs naturels ou dans un bon état écologique. D'autres actions seraient nécessaires pour améliorer la situation générale, notamment pour préserver les lacs de très bonne qualité écologique des apports de phosphore provenant de l'agriculture, de la sylviculture et des mauvaises pratiques de gestion des sols.

9.7. Évolution des émissions

Les polluants affectant les eaux intérieures – les matières organiques consommant l'oxygène de l'eau, les nutriments entraînant l'eutrophisation, les métaux lourds, les pesticides et autres substances toxiques – sont générés par de nombreuses activités humaines. Les eaux urbaines résiduaires, les déversoirs d'orage, l'industrie et l'agriculture sont tous des sources importantes.

Carte 9.8 Nitrate dans les cours d'eau européens, 1994-96

Concentration annuelle moyenne totale en nitrate dans les cours d'eau

Nitrate en mg de N/l

Moyennes annuelles 1994-1996

Source: EEA-ETC/IW

Une grande partie des déversements dans les eaux de surface provient de sources ponctuelles aisément identifiables, telles que les stations de traitement des eaux résiduaires ou les points de rejet industriels. L'agriculture constitue la principale source diffuse de pollution des eaux souterraines. Certains polluants pénètrent dans l'environnement aquatique par le biais de dépôts atmosphériques.

9.7.1. Phosphore

Les principaux facteurs contribuant à la pollution phosphorée sont généralement les sources ponctuelles, qui représentent souvent plus de 50 % des émissions de phosphore (figure 9.11). Elles englobent les sources industrielles et les eaux urbaines résiduaires. Les déchets humains sont riches en phosphore et en azote et de nombreux détergents utilisés par les ménages renferment également de grandes quantités de phosphore.

Les émissions de phosphore diminuent dans de nombreuses régions d'Europe. Les résultats d'importants captages effectués dans des cours d'eau ou d'inventaires nationaux des émissions indiquent une réduction généralement de l'ordre de 30 à 60 % depuis le milieu des années 1980 (figure 9.13). Les émissions des secteurs industriels du Danemark et des Pays-Bas ont chuté de 70-90 %. Néanmoins, la contribution anthropique aux émissions de phosphore est généralement nettement supérieure à celle des sources naturelles dans la plupart des régions d'Europe. D'autres réductions des émissions de phosphore provenant de sources ponctuelles et diffuses seraient nécessaires pour lutter contre l'eutrophisation.

Phosphore provenant des détergents

Les détergents constituent une source majeure de phosphore dans les eaux urbaines résiduaires. Pour réduire les émissions, la teneur en phosphore des détergents a été abaissée, en partie en la remplaçant par d'autres substances. L'utilisation de phosphore dans les détergents est frappée d'une interdiction légale en Italie et en Suisse, et des accords volontaires sont conclus avec l'industrie des détergents afin d'éliminer progressivement les détergents à base de phosphates dans d'autres pays (par exemple, Allemagne, Pays-Bas, pays scandinaves) (EEA, 1997). Dans l'ex-Allemagne de l'Ouest, par exemple, la teneur en phosphore des détergents a été réduite de 94 % depuis 1975. Ces mesures ont entraîné une baisse considérable de l'apport par les détergents de phosphore dans l'environnement aquatique.

Phosphore provenant de l'industrie

Certaines grandes infrastructures industrielles, en particulier les producteurs d'engrais phosphatés, émettent fréquemment des quantités de phosphore comparables à l'ensemble des émissions de petits pays. Les émissions de telles infrastructures ont baissé considérablement entre 1990 et 1996 (figure 9.13) du fait de l'amélioration de la technologie et du traitement des eaux résiduaires.

Phosphore provenant de l'agriculture

L'agriculture est une source considérable de pollution phosphorée dans de nombreux pays. En dépit d'une réduction de 42 % de l'utilisation d'engrais phosphatés dans l'UE depuis 1972, le stock de phosphore des sols ne cesse d'augmenter. L'excédent de phosphore provenant de l'agriculture (la différence entre les apports et les éliminations) a été estimé à environ 13 kg

P/ha/an dans l'UE (Sibbesen et Runge-Metzger, 1995). Les excédents les plus élevés sont enregistrés aux Pays-Bas, en Belgique, au Luxembourg, en Allemagne et au Danemark. L'excédent de phosphore accroît le potentiel de transfert du phosphore des sols agricoles vers l'environnement aquatique. Les pertes de phosphore provenant des exploitations agricoles et du lavage du fumier épandu pendant ou avant une période humide constituent également une source importante de pollution phosphorée.

Figure 9.8 Nitrate moyen exprimé en tant que pourcentage des stations en fonction de leurs concentrations

Europe occidentale Pays nordiques
Europe méridionale Europe orientale

Remarque: Données pour 30 pays

Source: EEA-ETC/IW

L'érosion peut également jouer un rôle important dans certaines régions.

9.7.2. Azote

La pollution azotée est généralement dominée par les sources diffuses, en particulier l'agriculture (figure 9.14). Le nitrate est très mobile dans le sol et est aisément lixivié dans les eaux de surface et souterraines.

Le nitrate lixivié à partir des sols agricoles constitue une cause importante d'eutrophisation marine (voir section 10.2). L'utilisation totale d'azote dans les engrais et le fumier a augmenté parallèlement à l'intensification de l'agriculture (voir figure 8.6). Une grande partie de l'azote utilisé ne disparaît pas au moment de la récolte; une partie s'échappe dans l'atmosphère sous forme de N₂ inoffensif, mais une autre partie est lixiviée, principalement sous forme de nitrate, dans les eaux de surface ou souterraines et peut nuire à l'environnement aquatique.

Un facteur important déterminant la lixiviation potentielle est le bilan azote, à savoir la différence entre l'ensemble des apports (engrais commerciaux, fumier, dépôts atmosphériques, fixation de l'azote) et l'ensemble des éliminations (récoltes).

Figure 9.9 Matières organiques, nitrate et phosphore total dans les grands cours d'eau européens

Vistule	Oder
Rhin	Danube
Pô	Douro

Source: EEA-ETC/IW et Phare Topic Link

200 L'Environnement en Europe

Des études sur le bilan azote des terres agricoles de l'UE ont démontré que l'excédent (la différence entre les apports et les éliminations) varie entre plus de 200 kg N/ha/an aux Pays-Bas et moins de 10 kg N/ha/an au Portugal (figure 9.15). En général, l'augmentation des apports entraîne l'accroissement des excédents et, potentiellement, de la lixiviation. De nombreux autres facteurs, notamment les caractéristiques du sol, le climat et les pratiques agricoles (type de culture, quantité et manipulation du fumier, mise en jachère de terres, etc.) jouent également un rôle dans la lixiviation de l'azote.

Dans de nombreuses régions, les sources ponctuelles contribuent également dans une large mesure à la pollution azotée. L'utilisation accrue de techniques modernes de traitement des eaux résiduaires (figure 9.17) peut améliorer la désazotation si des infrastructures sont prévues à cet effet, entraînant ainsi un accroissement de l'importance de l'agriculture en tant que source majeure de pollution azotée. La réduction de la pollution azotée nécessiterait une diminution importante de la contribution agricole.

Traitement des eaux urbaines résiduaires

Les infrastructures traditionnelles de traitement des eaux résiduaires ont été initialement conçues pour réduire les matières organiques, la teneur en nutriments étant en grande partie ignorée. Les techniques modernes de traitement des eaux résiduaires ont considérablement amélioré l'élimination des nutriments.

Carte 9.9 Concentrations en phosphore dans les lacs et réservoirs européens

Concentration en $\mu\text{g/l}$

Lettonie

nombre de lacs et réservoirs dans lesquels la concentration de phosphore a été mesurée

Remarque: Nombre de lacs par pays: A(26), BG(4), CH(22), D(~300), DK(28), EE(156), E(96), FIN(70), F(27), HU(4), IRL(18), I(7), LV(10), ARYM(3), NL(112), NO(401), PL(290), P(18), RO(33), S(2992), SI(4), UK(66).

Source: EEA-ETC/IW

À l'heure actuelle, le pourcentage de la population bénéficiant de services de traitement des eaux résiduaires varie d'environ 50 % en Europe méridionale et orientale à environ 80 % en Europe septentrionale et occidentale (figure 9.16).

Le traitement des eaux urbaines résiduaires en Europe s'est considérablement amélioré au cours des 10-15 dernières années, particulièrement en Europe méridionale. Une proportion plus importante de la population a été reliée à des infrastructures de traitement et le niveau de traitement a changé. Les pays d'Europe orientale et méridionale ont enregistré un changement marqué du traitement primaire (mécanique) au traitement secondaire (biologique). En Europe occidentale et septentrionale, l'introduction du traitement tertiaire, comprenant généralement la déphosphoration, a gagné en importance ces dix dernières années.

9.7.3. Métaux lourds et autres substances toxiques

Le problème de la pollution par les métaux lourds et autres substances toxiques est reconnu depuis de nombreuses années (voir chapitre 6).

Les mesures prises dans les pays nordiques et d'Europe occidentale ont considérablement réduit les émissions de métaux lourds dans les eaux intérieures et les zones marines (figure 9.17).

Les pesticides pénétrant dans l'environnement aquatique peuvent affecter les communautés biologiques et limiter l'utilisation de l'eau potable.

L'épandage de pesticides par hectare de terrain agricole varie considérablement suivant les pays européens. En 1985-91, les pays nordiques présentaient l'épandage de pesticides le plus faible, les pays orientaux, un épandage intermédiaire et les pays méridionaux et occidentaux, l'épandage le plus élevé (EEA, 1995). L'épandage de loin le plus important a été enregistré aux Pays-Bas. Le type de pesticide utilisé dépend des conditions climatiques et des cultures. Dans les pays d'Europe centrale et septentrionale, les herbicides prédominent (comme cela a été mesuré par la quantité d'ingrédients actifs), tandis que dans les pays méridionaux et occidentaux, ce sont les insecticides et les fongicides qui sont les plus répandus.

La vente de pesticides a généralement diminué ces 10 dernières années (figure 9.18). Des pesticides nouveaux et plus efficaces, ayant le même effet biologique avec une dose de pesticide nettement inférieure, ont été mis au point au cours de cette période. La diminution observée dans les ventes de pesticides n'est donc pas nécessairement synonyme de baisse de l'efficacité de la protection des cultures, et l'incidence sur l'environnement peut avoir été réduite dans une moindre mesure que ne semble suggérer la réduction des ventes.

Figure 9.10 Évolution dans le temps de la répartition des classes de phosphore dans les lacs européens sélectionnés

Classes de concentration du phosphore

Remarques: Pour éviter une influence disproportionnée des lacs danois et finlandais, ils ont été pondérés avec des facteurs de 0,25 et 0,1 respectivement. Nombre de lacs par pays: A(3), CH(2), CZK(1), D(4), DK(20), FIN(70), F(1), HU(3), IRL(3), LT(1), LV(2), NL(2), NO(3), PO(1), S(9), SI(1).

Source: EEA - ETC/IW

Figure 9.11 Répartition des sources d'émissions de phosphore

Remarque: Les dépôts atmosphériques ne sont pris en compte que pour certains bassins hydrographiques. Les barres inférieures correspondent à la proportion la plus élevée de sources ponctuelles de pollution.

Source: Données réunies par l'EEA-ETC/IW à partir des rapports sur l'état de l'environnement: Windolf, 1996; Swedish EPA, 1994; Umweltbundesamt, 1994;

BMLF, 1996; Ibrekk *et al.*, 1991; ministère italien de l'Environnement, 1992.

Certaines substances récemment mises au point sont néanmoins plus sélectives sur des organismes cibles et ont donc une incidence plus faible sur l'environnement en général.

Les composants microbiologiques, tels que les bactéries, les champignons ou les virus, sont de plus en plus utilisés pour la lutte antiparasitaire dans de nombreux pays plutôt que des substances chimiques, en particulier dans les serres. Ces méthodes ne sont toutefois pas encore répandues (par exemple, au Danemark, moins de 1 % de l'ensemble des ventes d'agents antiparasitaires sont microbiologiques), mais leur utilisation va probablement croître à l'avenir.

La poursuite de la croissance de l'agriculture biologique, qui évite toutes les substances chimiques synthétiques pour la lutte antiparasitaire, devrait contribuer à réduire les apports de pesticides dans l'environnement.

9.8. Politiques et mesures de protection et de gestion des ressources en eau de l'Europe

Ces 25 dernières années, plusieurs mesures et initiatives politiques générales ont été développées afin de protéger et de gérer les ressources en eau en Europe. Citons par exemple le cinquième programme d'action écologique de l'UE, le plan d'action du Danube, le plan d'action du Rhin et la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux.

Le tableau 9.3 définit les principaux objectifs de ces programmes, indique la façon dont les mesures ont été mises en rapport avec les objectifs (le cas échéant) et les progrès réalisés depuis l'évaluation de *Dobris*. Plusieurs accords internationaux, plans d'action et conventions, concernant la mer Baltique, la mer du Nord, la mer Noire et la Méditerranée (voir chapitre 10) ont des implications importantes pour la gestion des cours d'eau se jetant dans ces mers.

Comme pour les autres domaines abordés dans le présent rapport, le succès des politiques relatives aux eaux intérieures dépend de leur mise en œuvre effective. Si elle est mise en œuvre de façon cohérente dans l'UE, la proposition de directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau (voir ci-dessous) devrait se traduire par des améliorations considérables de la qualité de l'eau et une gestion durable des ressources en eau. Cette dernière section décrit ensuite plusieurs initiatives spécifiques de l'UE, des pays de l'ECO et des NEI.

Figure 9.12 Évolution des rejets de phosphore depuis le milieu des années 1980

Sources: RIVM, 1995; Miljøstyrelsen, 1996; Windolf, 1996; SFT, 1996;
Données britanniques fournies par le WRc.

Figure 9.13 Émissions de phosphore de quelques grands secteurs

Remarque: La charge totale du Danemark a été additionnée à des fins de comparaison.

Sources: Pages d'accueil des sociétés sur Internet; Windolf, 1996.

Figure 9.14 Répartition des sources d'émissions d'azote

Remarque: Les dépôts atmosphériques ne sont pris en compte que pour quelques bassins hydrographiques. Les charges stabilisées sont incluses dans l'agriculture pour les cours d'eau néerlandais. Les barres inférieures correspondent à la proportion la plus élevée de pollution agricole.

Sources: Windolf, 1996; Swedish EPA, 1994; Umweltbundesamt, 1994; BMLF, 1996; Ibrekk *et al.*, 1991; ministère italien de l'Environnement, 1992; RIVM, 1992; Löfgren & Olsson, 1990.

Politiques de l'Union européenne

a) Utilisation de l'eau

Peu de politiques communautaires abordent de manière spécifique le problème de la consommation d'eau. Le *règlement concernant un système communautaire d'attribution de label écologique* (règlement 880/92), dont l'un des objectifs consiste à minimiser la consommation des ressources naturelles, et le programme d'action pour la gestion et la protection intégrées des eaux souterraines devraient toutefois contribuer à un meilleur équilibre entre utilisation et disponibilité des eaux souterraines.

L'un des objectifs de la proposition de *directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau* (COM(97) 49 final) consiste à garantir que le prix de l'eau reflète plus fidèlement les coûts économiques, notamment les coûts environnementaux et d'appauvrissement des ressources, ainsi que les coûts liés à la fourniture des services nécessaires.

b) Qualité de l'eau

La *directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine* (80/778/CEE) définit les normes décrites à la section 9.4. Les politiques visant à améliorer la qualité des eaux se concentrent non seulement sur la réduction des rejets des secteurs industriel, agricole et ménager, mais également sur la protection d'utilisations spécifiques de l'eau. Les propositions et politiques spécifiques (au cours de la période 1992-95) suivantes visent les principaux secteurs responsables de la pollution de l'eau:

- La *directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires* (91/271/CEE), qui fixe des normes minimales de collecte, traitement et déversement des eaux urbaines résiduaires (égouts et effluents industriels). Ses exigences doivent être mises en œuvre progressivement au cours de la période 1998-2005.
- La *directive concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles* (91/676/CEE), qui vise à réduire ou empêcher la pollution de l'eau par l'épandage et l'accumulation d'engrais minéraux et de fumier sur les terres agricoles. Les États membres doivent identifier des zones vulnérables au nitrate, ainsi que concevoir et mettre en œuvre des programmes d'action pour leur protection d'ici à 1995. La CCE a récemment publié un rapport soulignant le manque manifeste de progrès effectués par les États membres dans la mise en œuvre de cette directive.
- La proposition de *programme d'action pour la protection et la gestion intégrées des eaux souterraines* (COM(96) 315 final), adoptée par la Commission en août 1996, et la proposition de *directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau* (COM(97) 49 final), publiée en février 1997, qui vise à protéger les eaux souterraines, les eaux de surface intérieures, les estuaires et les eaux côtières, formeront le cadre de l'ensemble de la politique relative à l'eau.

Figure 9.15 Bilans azote à la surface du sol pour les terres agricoles de l'UE, 1993

Pays-Bas
Belgique
Luxembourg
Danemark
Italie
Allemagne
France
Grèce
Irlande
Royaume-Uni
Espagne
Portugal

Remarque: Les apports comprennent l'engrais et le fumier. Les éliminations comprennent la récolte. Les pays en tête du graphique sont ceux qui enregistrent l'excédent annuel le plus élevé par hectare.

Source: Eurostat, 1997

Figure 9.16 Traitement des eaux résiduaires dans les régions européennes entre 1980/85 et 1990/95

Pourcentage de la population

Nord	Ouest	Est	Sud
tertiaire			
secondaire			
primaire			

Remarque: Seuls les pays possédant des données pour les deux périodes ont été inclus dans les analyses, le nombre de pays est indiqué entre parenthèses.

Source: EEA-ETC/IW

La directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau exigerait des États membres qu'ils préparent un programme de mesures pour parvenir à un état "correct" des eaux souterraines et de surface d'ici à la fin 2010.

- Les réformes récentes de la PAC devraient avoir des conséquences sur l'utilisation des engrais et donc sur la qualité de l'eau. Les réductions proportionnelles de la perte générale de nutriments pourraient toutefois ne pas se produire, des hausses pourraient même être enregistrées, par exemple dans la lixiviation des nitrates provenant des sols non cultivés et soumis à une agriculture plus intensive.
- Le système d'attribution de label écologique (voir ci-dessus) devrait encourager une diminution de l'utilisation de phosphate dans les détergents.

Pays de l'ECO et NEI

Le programme d'action écologique pour l'Europe centrale et orientale (1993) a identifié les problèmes essentiels et fixé pour les 10 prochaines années des priorités qui reflètent la limitation des ressources disponibles. Parmi les principes préoccupants, citons le préjudice à la santé provoqué par la qualité médiocre de l'eau, y compris l'incidence sur la santé du nitrate dans l'eau provenant d'exploitations agricoles et de parcs d'engraissement entretenus et conçus de façon inadéquate, les épandages inadéquats d'engrais et les fosses septiques rurales.

L'évolution de l'agriculture abordée à la section 8.3 a entraîné une réduction sensible de l'utilisation de produits chimiques agricoles. L'utilisation d'engrais en Pologne a chuté de pratiquement 70 % entre 1989 et 1992. En Roumanie, les apports de nutriments baissent de plus de 50 % depuis 1989.

Figure 9.17 Évolution des émissions de métaux lourds provenant de plusieurs sources entre 1980 et 1990 environ

somme de plusieurs métaux
mercure
cadmium

Sources: Pages d'accueil des entreprises sur Internet; IKSr, 1994; RIVM, 1995; Swedish EPA, 1993; SFT, 1996; DoE, 1997.

Figure 9.18 Ventes totales de pesticides dans l'UE, 1985-95

indice 1991=0,0

Remarque: Indice basé sur la quantité de substances actives présentes dans le pesticide. Pays communautaires, à l'exception de la Belgique et du Luxembourg.

Source: ECPA, 1996

Tableau 9.3 État des mesures dans le domaine de la qualité et de la quantité d'eau, 1992-97
--

Objectifs	Mesures prises
a) Cinquième programme d'action écologique de l'Union européenne	
<i>Aspects quantitatifs</i>	
<ul style="list-style-type: none"> · Eaux souterraines et eau douce de surface – intégration des critères d'utilisation durable et de préservation des ressources dans d'autres politiques, notamment l'agriculture, l'utilisation des sols, la planification et l'industrie. 	<ul style="list-style-type: none"> · La Commission a adopté une proposition de programme d'action pour la protection et la gestion intégrées des eaux souterraines. Ce projet prend en compte les aspects qualitatifs et quantitatifs de la gestion de l'eau. L'un des principaux thèmes du programme est l'intégration des exigences de protection des eaux souterraines dans d'autres domaines politiques, en accordant une attention particulière à la PAC et à la politique régionale. · Propositions de directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau (COM(97)49 final) afin de protéger l'eau douce, les estuaires, les eaux côtières et les eaux souterraines.
<i>Aspects qualitatifs</i>	
<ul style="list-style-type: none"> · Eau douce de surface – vers une meilleure qualité écologique et la préservation de la qualité élevée existante · Examen de la nécessité d'une directive visant la réduction des phosphates · Élaboration de normes d'émission spécifiques pour encourager le développement de processus et de normes afin de prévenir les conséquences néfastes sur l'eau (à l'aide des normes cibles et de la MTD). · Propositions de remplacement et de limitation progressifs des pesticides nocifs. 	<ul style="list-style-type: none"> · Propositions relatives à la qualité écologique des eaux de surface (COM(93)680) incluse dans la directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau. · Révision de la directive sur les eaux de baignade. · Aucune directive élaborée; efforts de réduction du phosphore dans les eaux urbaines résiduaires considérés comme adéquats. · Adoption de la directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de

la pollution (IPPC) (96/61/CEE). La Commission étudie la meilleure façon de réviser la directive sur les substances dangereuses pour réduire les déversements en provenance d'installations non IPPC.

b) Accords internationaux

Plan d'action du Danube

Pour 1997:

- élaboration de plans d'action nationaux pour mettre en œuvre le Plan d'action du Danube
- adoption de limites d'émission pour les usines d'engrais, les nouvelles entreprises industrielles et les exploitations d'élevage
- instauration d'objectifs nationaux de réduction des déversements pour les cours d'eau hautement prioritaires
- évaluation des déversements de nutriments du Danube dans la mer Noire
- Jusqu'à présent, un seul plan d'action national a été rédigé.
- Aucun plan de gestion intégrée n'a été terminé
- L'évaluation des déversements de nutriments n'a pas été entreprise

Pour 2005:

- réglementation pour l'accumulation, la manipulation et l'épandage des engrais
- réformes de la politique agricole respectueuses de l'environnement
- meilleure pratique environnementale pour l'utilisation d'engrais et de pesticides
- achèvement et mise en pratique de projets pilotes et de démonstration pour la manipulation, l'accumulation et l'élimination du fumier
- interdiction des détergents phosphatés
- investissement dans des usines de traitement des eaux résiduaires prioritaires

Plan d'action du Rhin

- réduction de 50 % de l'azote et du phosphore total, ainsi que d'autres polluants prioritaires pour 1995
- 90 % des communautés reliées à des
- réduction de 50 % du phosphore atteinte 3 ans à l'avance.
- Réduction de seulement 20-30 % de

réseaux d'égouts avec traitement
biologique ultérieur

- Réintégration d'ici à l'an 2000 d'espèces aquatiques supérieures auparavant présentes (telles que le saumon) -- projet "Salmon 2000"

l'azote prévue pour l'an 2000

- Apports diffus, en particulier d'azote, très difficiles à atteindre, entraînant une incapacité à respecter l'objectif de réduction de 50 %
- Pour la moitié des substances, réduction des déversements des sources ponctuelles de 80-100 % pour 1992
- Coût prévu > 25 milliards DM, et réduction des déversements dans la mer du Nord
- Des progrès ont été réalisés, mais il reste un long chemin à parcourir

Objectifs

Résultats

Programmes d'action de l'Elbe

- Premier programme d'action de 1992 à 1995 visant à réduire sensiblement les charges du bassin hydrographique de l'Elbe dans la mer du Nord, à revenir à un écosystème aquatique quasi naturel et à rendre le cours d'eau adapté à la pêche, aux loisirs, etc.
 - Programme d'action à long terme à partir de 1996 visant la poursuite de la réduction de la pollution de l'Elbe.
- Amélioration sensible de la qualité de l'eau de l'Elbe et baisse des concentrations dans la mer du Nord

Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux

- Prévenir, surveiller et réduire la pollution de l'eau entraînant ou susceptible d'entraîner une incidence transfrontière.
 - Veiller à ce que les eaux transfrontières soient utilisées dans l'objectif d'une gestion de l'eau rationnelle et respectueuse de l'environnement, de la préservation des ressources en eau et de la protection de l'environnement
 - Veiller à ce que les eaux transfrontières soient utilisées de manière raisonnable et équitable, en tenant particulièrement compte de leur caractère transfrontière, dans le cas d'activités entraînant ou susceptibles d'entraîner une incidence transfrontière.
 - Garantir la préservation et, le cas échéant, le rétablissement des écosystèmes
- Mesures requises pour la prévention, la surveillance et la réduction de la pollution de l'eau
 - Convention signée par 15 pays d'Europe occidentale (à l'exception de l'Islande, de l'Irlande et du Liechtenstein) et 10 pays de l'ECO. Par ailleurs, la Croatie et la Moldavie l'ont ratifiée mais pas signée.
 - La Convention est entrée en vigueur le 6 octobre 1996.
 - Informations sur les progrès réalisés non disponibles

Strategic Action Plan for the Rehabilitation and Protection of the Black Sea (Plan d'action stratégique pour la remise en état et la protection de la mer Noire) (octobre 1996)

-
- Réduction des déversements de nutriments dans les cours d'eau (en particulier le Danube) jusqu'à la satisfaction des objectifs de qualité des eaux de la mer Noire
 - Réduction de la pollution des sources ponctuelles d'ici à 2006; le premier rapport d'activité est prévu pour 2001
 - Chaque État de la mer Noire doit établir un plan stratégique national pour la réduction des sources ponctuelles
 - Réduction sensible des apports d'eaux d'égouts insuffisamment traitées provenant des grandes régions urbaines d'ici à 2006
 - Mesures inconnues, proposition de stratégie à l'échelle du bassin (liens avec le plan d'action du Danube)
 - Élaboration d'une liste des sites hautement prioritaires ("points névralgiques") développée
 - Progrès inconnus.
 - Progrès dans le développement d'études nationales complètes inconnus.

**Helsinki Convention – Baltic Sea
Joint Comprehensive Environmental Action Programme
(Convention d'Helsinki – Programme d'action
écologique conjoint complet
sur la mer Baltique)
(de 1993 à 2012)**

- Identification de toutes les principales sources ponctuelles de pollution ("points névralgiques")
- Mise en œuvre de mesures correctrices (préventives et curatives) aux "points névralgiques"
- 132 "points névralgiques" initialement identifiés, dont 47 dotés du statut prioritaire pour les actions; 66 % dans les pays en transition
- Progrès inégalement répartis; bonne progression dans les pays scandinaves, en Finlande et en Allemagne et fervent soutien dans les pays baltes et en Pologne.
- Les mesures aux "points névralgiques" devraient réduire les déversements d'environ 40 % pour le phosphore et 30 % pour l'azote au cours de la période 1991-2000

Déclaration ministérielle de la Convention d'Helsinki, 1988

- réduction de 50 % de l'ensemble des
- Bien que certains pays aient atteint

déversements de nutriments, de métaux lourds et de composés organiques toxiques, persistants et bio-accumulables dans la mer Baltique pour 1995

l'objectif, la réduction totale de 50 % ne sera pas satisfaite avant l'an 2020

- Dans certains pays de l'ECO, la baisse des déversements de nutriments a été atteinte, principalement par la réduction de l'utilisation d'engrais et de la production agricole due à des changements structurels et à des difficultés économiques. La reprise économique pourrait entraîner une nouvelle augmentation des eaux de ruissellement agricoles.

Oslo and Paris Commission (OSPAR) – North Sea Ministerial Conferences. Hague Conference 1990 (Commission d'Oslo et de Paris (OSPAR) - Conférences ministérielles sur la mer du Nord Conférence de La Haye 1990)

- Réduction de 70 % des apports des substances les plus dangereuses (dioxines, cadmium, mercure et plomb) pour 1995
- Réduction de 50 % des apports de 36 substances prioritaires pour 1995
- Élimination progressive de l'utilisation de certains groupes de pesticides
- Pour 1995, réduction d'environ 50 % des apports d'azote et de phosphore dans des zones susceptibles d'entraîner une pollution
- En 1995, année de la conférence ministérielle d'Esbjerg, des progrès considérables avaient été réalisés en ce qui concerne la satisfaction des objectifs pour les substances les plus dangereuses.
- De nombreux États membres devraient atteindre cet objectif en 1995
- En 1995, nous avons la preuve que 3 des 16 groupes de pesticides identifiés avaient été éliminés dans les États membres
- La plupart des pays devraient parvenir à une réduction de 50 % des apports de phosphore et de 20-30 % de ceux d'azote pour 1995
- L'objectif de réduction global des apports d'azote n'a pas été atteint, principalement en raison du fait que les pertes de l'agriculture se sont révélées plus difficiles à influencer que prévu et que les mesures adoptées ont été inadéquates ou mises en œuvre de façon inadaptée

Plan d'action pour la Méditerranée

- Prendre toutes les mesures appropriées pour prévenir, diminuer et lutter contre la pollution de la mer Méditerranée.
- Informations sur les progrès réalisés non disponibles ou difficiles à évaluer.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (Programme de surveillance et d'évaluation arctique)

- Réduire et finalement éliminer la pollution atmosphérique et maritime, notamment celle engendrée par les métaux lourds, les gaz à effet de serre, les PCB, le DDT et les hydrocarbures chlorés
- Un rapport sur l'état de l'environnement arctique a été publié en 1997
- Il est encore trop tôt pour évaluer les progrès.

Bibliographie

BMLF (1996). *Gewässerschutzbericht 1996*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Budyko, M.I. and Zubenok, L.I. (1961). The determination of evaporation from the land surface. *Izv. Akad. Nauk SSSR. In Ser. Geogr.*, No 6, p. 3-17.

DoE (1997). *The Environment in your Pocket 1997*. Department of the Environment, Transport and the Regions, London.

ECPA (1996). *European Crop Protection: Trends in Volumes Sold, 1985-95*. Rapport de l'Association européenne pour la protection des cultures à l'Agence européenne pour l'environnement. ECPA, Bruxelles.

EEA (1995). *L'Environnement de l'Europe, L'évaluation de Dobris*. Ed.: D. Stanners et P. Bourdeau. Agence européenne pour l'environnement, Copenhague.

EEA (1997). *Environmental Agreements - Environmental Effectiveness*. Environmental Issues series No 3, Vol. 1. 93 pages, ISBN 92-9167-052-9.

EEA (1998a). *Groundwater Quality and Quantity*. À paraître dans la série des monographies environnementales de l'EEA. Agence européenne pour l'environnement, Copenhague.

EEA (1998b). *Effects of Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems*. À paraître dans la série des monographies environnementales de l'EEA. Agence européenne pour l'environnement, Copenhague.

EEA-ETC/IW (1996). *Surface Water Quantity Monitoring in Europe*. EEA Topic Report No 3/1996, 72 pages, EEA, Copenhague, ISBN 92-9167-002-2.

EEA-ETC/IW (1998). *Sustainable Water Use in Europe: Part 1: Sectoral Use of Water*. À paraître dans la série des rapports thématiques de l'EEA (EEA Topic Report). Agence européenne pour l'environnement, Copenhague.

Eurostat (1997). *Réunions du sous-groupe sur les bilans d'azote du groupe de travail "Statistics on the Environment" (statistiques sur l'environnement)*. Luxembourg 13-14 février 1997.

GEUS (1997). *Grundvandsovervågning 1997*. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet, 101 pages. Copenhague.

Gleick, P.H. (1993). An introduction to global freshwater issues. In *Water in Crisis - A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Ed: P. H. Gleick, 1993. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Stockholm Environment Institute.

Gustard, A. (ed.) (1993). Flow Regimes from International Experimental and Network Data (FRIEND). In *Hydrological Studies*, Vol. 1. Institute of Hydrology, Wallingford, UK.

Gustard, A., Rees, H.G., Croker, K.M., and Dixon, J.M. (1997).

Using regional hydrology for assessing European water resources. In *FRIEND 97: Regional Hydrology - Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management*. IAHS proceedings of the 3rd International FRIEND Conference, Postojna, Slovénie.

Hulme, M., Conway, D., Jones, P.D., Jiang, T., Barrow, E. and Turney, C. (1995). Construction of a 1961-90 European climatology for climate change modelling and impact implications. In *Int. Jnl. Clim.*, Vol. 15, p. 1333-1363.

Ibrekk, H.O., Molvær, J. & Faafeng, B. (1991). Nutrient loading to Norwegian coastal waters and its contribution to the pollution of the North Sea. In *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 24, p. 239-249.

IKSR (1994). Aktionsprogramm Rhein - *Bestandsaufnahme der punktuellen Einleitungen prioritärer Stoffe 1992*. Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, Koblenz.

ICWS (1996). *Long-range study on water supply and demand in Europe - Integrated Report*. International Centre of Water Studies, Amsterdam, the Netherlands. Report 96.05 to the CEC-Forward Studies Unit.

Isenbeck-Scröter, M., Bedbur, E., Kofod, M., König, B., Schramm, T. and Mattheß (1997). *Occurrence of pesticide residues in water: assessment of the current situation in selected EU countries*. Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen, No 91.

Ministère italien de l'Environnement (1992). *Report on the state of the Environment*. Rome.

Kundzewicz, Z.W. (1997). Water resources for sustainable development. In: *Hydrological Sciences - Journal des Sciences Hydrologiques*, Vol. 42(4), p. 467-497.

Löfgren, S. and Olsson, H. (1990). *Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland*. Report No 3692 from Naturvårdsverket, Stockholm.

Meybeck, M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. In *American Journal of Science*, Vol. 282, pp. 402-450.

Miljøstyrelsen (1996). *Punktkilder 1995*. Orientering fra Miljøstyrelsen No 16/1996. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen.

Morris, D.G. and Kronvang, B. (1994). *Report of a study into the state of river and catchment boundary mapping in the EC and the feasibility of producing an EC-wide river and catchment boundary database*. Report to the EEA-TF, January 1994.

OCDE (1997). *OECD Environmental Data Compendium 1997*. OCDE, Paris.

- Pedersen, S.E. (1996). Pesticidundersøgelser i fynske vandløb 1994-1995. *Tidsskrift for Landøkonomi*, Vol. 183, p.122-128.
- Rees, H.G., Croker, K.M., Reynard, N.S. and Gustard, A. (1997). Estimating the renewable water resource. In *Estimation of renewable water resources in the European Union*. Eds: H.G. Rees, and G.A. Cole, 1997. Institute of Hydrology, Wallingford, UK. Final Report to Eurostat (SUP-COM95, 95/5-441931EN).
- RIVM (1992). *National Environmental Outlook 1, 1990-2010*. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, the Netherlands.
- RIVM (1995). *Milieubalans 95*. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, the Netherlands.
- SFT (1996). *Pollution in Norway*. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo.
- Shiklomanov, I.A. (1991). The World's Water Resources. In *International Symposium to commemorate the 25 years of IHD/IHP*. UNESCO, Paris, 1991, p. 93-126.
- Sibbesen, E. and Runge-Metzger (1995). Phosphorus balance in European agriculture - Status and policy options. In *SCOPE*, Vol. 54, p. 43-60.
- Swedish EPA (1993). *Metals and the environment*. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- Swedish EPA (1994). *Eutrophication of soil, fresh water and the sea*. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- OMM (1987). *Service de référence concernant l'information hydrologique - INFOHYDRO*. Rapport des activités de l'OMM n°28, OMM-No.683.
- Windolf., J. (ed.) (1996). *Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995*. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 pages. Faglig rapport fra DMU nr 177, Copenhagen.
- Umweltbundesamt (1994). *Daten zur Umwelt 1992/93*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

10. Milieu marin et littoral

Aspects principaux

Les mers les plus menacées sont la mer du Nord (surpêche, concentration élevée de nutriments et de polluants), les mers ibériques (la partie de l'Atlantique située le long du plateau de l'Atlantique Est, comprenant le Golfe de Gascogne: surpêche, métaux lourds), la mer Méditerranée (concentration élevée de nutriments au niveau local, haute pression sur les côtes, surpêche), la mer Noire (surpêche, augmentation rapide de la concentration de nutriments) et la mer Baltique (concentrations élevées de nutriments, polluants, surpêche).

Résultant principalement des excédents de nutriments dans l'agriculture, l'eutrophisation est une source de préoccupation majeure dans certaines parties de nombreuses mers européennes. Le niveau des concentrations de nutriments est généralement identique à celui du début des années 1990. Les augmentations de rejets d'azote et les concentrations résultantes dans l'eau de mer de certaines côtes occidentales d'Europe semblent être liées aux précipitations élevées et inondations qui ont été enregistrées entre 1994 et 1996. Dans la plupart des autres mers, aucune tendance claire concernant les concentrations de nutriments n'a pu être identifiée. Les concentrations de nutriments dans la mer Noire, provenant principalement du bassin du Danube, ont néanmoins décuplé entre 1960 et 1992.

La contamination des sédiments et des biotes par des produits chimiques anthropiques semble être monnaie courante dans pratiquement l'ensemble des mers européennes. Seules des données limitées étaient disponibles, couvrant principalement l'Europe occidentale et du nord-ouest. Des concentrations élevées (supérieures aux niveaux de fond) de métaux lourds et de PCB ont été constatées dans le poisson et les sédiments, avec des niveaux élevés à proximité des sources ponctuelles d'émission. La bioaccumulation de ces substances peut représenter une menace pour les écosystèmes et la santé (comme décrit dans la section sur les produits chimiques).

La situation globale de la pollution par les hydrocarbures est extrêmement fragmentaire, et il est impossible de réaliser une évaluation fiable de l'évolution générale. La principale source est terrestre, atteignant les mers par les rivières. Bien que le nombre annuel de marées noires diminue, des déversements réduits, ou parfois importants, dans les zones à forte circulation de navires entraînent d'importants dommages locaux, principalement la couverture des plages et des oiseaux marins, et des obstacles à la pêche de poissons, de crustacés et de coquillages. Il n'existe toutefois aucune preuve de dommages irrévocables aux écosystèmes marins, qu'il s'agisse de grandes marées noires ou de sources chroniques d'hydrocarbures.

De nombreuses mers continuent de faire l'objet d'une surpêche, avec des problèmes particulièrement sérieux dans la mer d'Islande, la mer du Nord, les mers ibériques, la Méditerranée et la mer Noire. Il existe une surcapacité critique de la flotte de pêche, et

une réduction de 40 % de la capacité serait nécessaire pour égaler les ressources de poissons disponibles.

10.1. Introduction

Les mers et le milieu littoral européens sont d'importantes ressources écologiques et économiques. Pendant des siècles, des quantités importantes de déchets et de polluants provenant des activités humaines ont atterri dans les mers: rejets, déversements directs et accidentels, transport fluvial et retombées atmosphériques. Ces déchets sont en grande partie dilués et largement dispersés dans les eaux profondes. Les eaux côtières et les zones marines présentant peu ou aucune liaison avec la haute mer sont toutefois plus susceptibles d'être affectées par ces déchets. Environ un tiers de la population européenne vit dans un rayon de 50 km des eaux côtières; les développements touristiques, industriels et urbains se traduisent par une importante dégradation et une intensification des pressions exercées sur des zones déjà soumises à rude épreuve.

L'évaluation de Dobris a mis en lumière plusieurs problèmes, dont l'absence de réglementation efficace, de limitation et de gestion des captages, la dégradation des zones côtières par la pollution, l'urbanisation et la destruction de l'habitat, les conflits d'utilisation, la surexploitation des ressources, la perte de la biodiversité et les effets possibles du changement climatique. En général, ces problèmes persistent, en dépit de certaines mesures prises au niveau européen pour protéger le milieu littoral et marin.

210 L'Environnement en Europe

Dans cette liste complète de problèmes de dégradation et de gestion, les principaux sujets de préoccupation traités dans ce chapitre sont les suivants:

- l'eutrophisation ;
- la contamination, en particulier par les métaux lourds, les polluants organiques rémanents (POR) et les hydrocarbures;
- la surpêche;
- la dégradation des zones côtières.

L'érosion côtière, les effets de l'exploitation des ressources minérales côtières et les perturbations dues aux activités en mer sont généralement des problèmes localisés qui ne sont pas abordés dans ce chapitre. La section 2.2 du chapitre 2 traite des effets possibles du changement climatique sur le niveau de la mer.

L'emplacement des mers mentionnées dans ce chapitre est indiqué sur la carte du deuxième de couverture.

10.2. Eutrophisation

L'eutrophisation marine a été décrite comme "l'une des principales sources de préoccupation immédiate du milieu marin" (GESAMP 1990). Bien que les données couvrant l'eutrophisation soient incomplètes, elle n'en demeure pas moins un phénomène courant dans les mers européennes et ses effets ont été observés dans plusieurs régions.

Les principaux nutriments végétaux marins susceptibles d'entraîner l'eutrophisation sont l'azote et le phosphore, mais d'autres nutriments, tels que la silice et les éléments-traces, jouent également un rôle important. L'enrichissement en nutriments se traduit par un accroissement de la productivité primaire d'algues dans les couches superficielles et sur les fonds marins, puis par une hausse de la productivité secondaire d'animaux marins. Si un certain enrichissement en nutriments peut donc s'avérer bénéfique, il peut, s'il est excessif, provoquer d'importantes proliférations et la croissance d'algues, la raréfaction de l'oxygène et la production d'hydrogène sulfuré, toxique pour la vie marine et cause de mortalité importante. Les phénomènes d'eutrophisation affectent également la santé humaine et l'usage des zones côtières marines à des fins de divertissement.

La concentration seuil de nutriments au-delà de laquelle l'eutrophisation devient un problème environnemental dépend de la topographie et de la nature chimique et physique de la mer. En

général, les concentrations varient de niveaux élevés en hiver à un niveau proche de zéro après le printemps.

Plusieurs projets de recherche sur les effets de l'eutrophisation et les niveaux seuils ont été lancés, principalement dans le cadre du programme communautaire relatif aux sciences et technologies marines - MAST III. Les figures 10.1 et 10.2 dressent un aperçu des données sur les concentrations en nitrate/nitrite et phosphate (les nutriments biologiquement disponibles pour les algues) dans la couche superficielle aquatique, principalement pour les mers du Nord et Baltique. Les données disponibles pour le nord-est de l'océan Atlantique sont limitées (encadré 10.1).

Les concentrations en surface de nitrate/nitrite dans la plupart des zones d'échantillonnage en mer du Nord étaient plus élevées en 1995/96 qu'en 1980, peut-être à la suite d'inondations exceptionnelles de la plupart des cours d'eau du bassin hydrographique de la mer du Nord en 1995. Les concentrations en mer Baltique ne révélaient pas la même tendance. Des concentrations élevées ont été enregistrées dans certaines régions britanniques, mais les concentrations de 1996 étaient inférieures à celles des années précédentes.

Eutrophisation dans la mer Baltique, la mer du Nord et l'Atlantique du Nord-Est

Encadré 10.1: Épisodes d'eutrophisation:

Côtes de la Manche et de l'Atlantique:

1975-88, Baie de la Seine (France): 46 proliférations d'algues et quelques "marées rouges";

1978-91, Baie de St. Brieuc (France): proliférations d'algues;

1978-88, et 1991, Baie de Lannion (France); prolifération d'algues;

1983-95, Côte atlantique de la France: croissance d'algues toxiques;

Chaque année, au printemps et au début de l'été, de nombreuses baies en Bretagne sont recouvertes d'algues vertes

(Graneli *et al.*, 1990, Belin *et al.*, 1989, Belin 1993, Belin *et al.*, 1995).

Mer du Nord:

Incidences majeures régulières dans les eaux côtières,

dont la côte entre la Belgique et Skagen (Danemark), les criques danoises, le long de la côte ouest de la Suède et l'extérieur du fjord d'Oslo;

Effets sur la croissance de macroalgues dans certains estuaires britanniques (Task Force "Mer du Nord", 1993)

Mer Baltique:

Anoxie dans la majeure partie du bassin profond de la mer Baltique;

Modifications des communautés végétales dans d'importants alevinages;

Aucune prolifération exceptionnelle d'algues dans la mer Baltique en

1995 et occurrence plus sporadique d'une espèce toxique en 1995 par rapport aux années précédentes.

Sources: Rosenberg *et al.*, 1990; Baden *et al.*, 1990; Ambio 1990a; HELCOM 1996; Leppänen *et al.*, 1995

Dans la partie septentrionale de la mer du Nord et dans l'estuaire de la Tamise, les concentrations en phosphate semblent avoir été légèrement plus élevées au milieu des années 1990 qu'au début des années 1980. Les niveaux dans l'estuaire du Rhin et dans la baie d'Helgoland à Helgoland Reede ont diminué entre 1985 et 1994, tandis que les autres régions des mers du Nord et Baltique et l'Atlantique du Nord-Est ne présentaient qu'un changement mineur, voire nul.

Le long temps de séjour de l'eau dans le bassin de la mer Noire rend cette mer très sensible à l'eutrophisation (encadré 10.2). On a assisté à un passage important, des diatomées à la prolifération d'espèces non diatomées, probablement en raison de la diminution sensible du taux de silice/azote. Les concentrations moyennes de nitrate et de phosphate dans la mer Noire ont augmenté, respectivement d'un facteur d'environ 7 et 18, en hiver et entre 1960 et 1992, probablement du fait de l'accroissement des apports du Danube, du Dniepr et du Dniestr (Cociasu *et al.*, 1996).

Figure 10.1 Concentrations annuelles moyennes de nitrite/nitrate dans les eaux de surface de la mer du Nord, de la Baltique et de certaines zones de l'Atlantique du Nord-Est, 1980-96

Source: EEA-ETC/MC

Eutrophisation dans la mer Noire

Encadré 10.2: Épisodes d'eutrophisation:

Depuis le début des années 1970: hausse importante de la fréquence de prolifération d'algues et réduction sensible des espèces des petits fonds;

1980-90: 42 proliférations enregistrées, accompagnées d'une nette augmentation de la prolifération de non-diatomées;

Réductions de certaines populations végétales de petits fonds et des zones de répartition des espèces de zostères marines à longue durée de vie, d'algues brunes et rouges pérennes et de toute leur faune associée, mais multiplications de certaines espèces opportunistes;

Mortalité massive de nombreuses espèces des fonds marins;

Développement important de méduses et d'espèces gélatineuses nuisibles;

Chaque été: enregistrement de phénomènes d'hypoxie et d'anoxie, effets les plus graves dans la zone nord-ouest.

Sources: Mee, 1992; Gomoiu 1992; Bodenau, 1992; Cociasu *et al.*, 1996; Leppakoski et Mihnea, 1996

L'on estime que les apports de nutriments dans la mer Méditerranée sont nettement inférieurs aux rejets traversant le détroit de Gibraltar, ce qui en fait l'une des mers les plus oligotrophes (pauvre en nutriments) du monde. Les problèmes d'eutrophisation surviennent toutefois dans des baies semi-fermées, principalement en raison d'une gestion médiocre des eaux (encadré 10.3). De nombreuses baies côtières reçoivent encore de grandes quantités d'eaux usées non traitées. Dans l'est de la Méditerranée, l'expansion incontrôlée de la pisciculture risque de poser problème. La zone la plus menacée est toutefois la côte septentrionale et occidentale de l'Adriatique, qui reçoit la charge de nutriments du Pô. Les données sont généralement limitées, seuls certains "points névralgiques" étant surveillés en permanence. Les concentrations en phosphate et en nitrate à proximité de la surface sont très faibles et tendent à s'accroître rapidement en deçà de 200 m (Bethoux *et al.*, 1992).

10.2.1. Rejets de nutriments

La section 9.7 du chapitre 9 décrit les principales sources de nutriments à l'origine de ces problèmes d'eutrophisation dans les mers européennes. Les nutriments aboutissent dans la mer après leur rejet direct par l'industrie, l'agriculture et les égouts, par le transport fluvial et les retombées atmosphériques.

Figure 10.2 Concentrations annuelles moyennes de phosphate total dans les eaux de surface de la mer du Nord, de la mer Baltique et de certaines zones de l'Atlantique du Nord-Est, 1980-96

Source: EEA-ETC/MC

Eutrophisation dans la mer Méditerranée

Encadré 10.3: Périodes d'eutrophisation:

Depuis le début des années 1970: eutrophisation dans les baies semi-fermées: 34 cas le long de la ligne de côte, 21 dans les lagunes, mais l'enregistrement est incomplet;

1975-97, mer Adriatique: prolifération de flagellés, suivie d'une anoxie et la destruction de poissons;

Depuis 1975, chaque année, augmentations de la fréquence; extinction de 15 espèces de mollusques et 3 de crustacés.

Sources: Montanari *et al.*, 1984; Margottini & Molin 1989; Rinaldi *et al.*, 1993; PNUE (OCA)/MED, 1996

Ces rejets sont mesurés ou estimés dans le cadre de plusieurs programmes de surveillance. Les données sont plus ou moins complètes et précises suivant les pays et les mers.

Il n'est possible de dégager des tendances que pour quelques séries de données à long terme (figure 10.1 et tableau 10.1). Les apports de nutriments (en rejets annuels totaux) provenant de Belgique, des Pays-Bas et d'Allemagne étaient relativement élevés en 1994 et 1995 (figure 10.3). Cette valeur élevée correspond aux précipitations et aux débits importants des principaux cours d'eau pendant ces années. Les apports annuels totaux de composés azotés n'ont pas changé dans les autres mers. En outre, les dépôts d'azote provenant de l'atmosphère mesurés dans les mers du Nord, Noire et Méditerranée sont restés stables depuis 1990 (figure 10.4). L'Atlantique du Nord-Est affiche des niveaux variables d'apports de nutriments, et la mer Baltique reçoit moins de nutriments qu'en 1990-91. Nous ne disposons d'aucune donnée pour les quatre autres mers.

Les données sur la mer du Nord révèlent une augmentation des rejets de nitrate et de phosphore, principalement du fait du ruissellement de l'excédent de nutriments émanant de l'agriculture. Les rejets sur la côte ibérique ont été variables, ceux des mers d'Irlande et Celtique sont réguliers depuis 1991, et ceux des trois mers les plus septentrionales n'ont pas enregistré de changements majeurs. Pour les mers Noire et Méditerranée, nous ne disposons que d'estimations des rejets totaux de phosphore et d'azote, en raison de la discontinuité des données.

Les figures 10.3 et 10.4 présentent les apports totaux par mer et les tableaux 10.2 à 10.4 montrent les rejets des pays voisins. Pour la mer du Nord, nous disposons des données sur les rejets totaux, tandis que pour les autres mers, seuls les rejets fluviaux sont connus. En 1995, le dépôt total d'azote dans la mer Baltique était de 260 000 tonnes, l'apport atmosphérique semblant en régression.

Les rejets d'azote et de phosphore sont de 270 000 et 24 000 tonnes/an dans la région adriatique, qui inclut des rejets d'Italie, de Croatie et de Slovénie (PNUE, 1996). Polat & Turgul (1995) estiment que le nord de la mer Égée reçoit annuellement 180 000 tonnes d'azote et 11 000 tonnes de phosphore en provenance de la mer Noire, valeurs comparables avec les apports de sources terrestres au nord-est de la Méditerranée (Yilmaz *et al.*, 1995).

Dans la région de la mer Noire, les rejets annuels du Danube seul étaient estimés à 230 000 tonnes d'azote total et 40 000 tonnes de phosphate (FEM/BSEP, 1997). Les rejets annuels totaux d'azote et de phosphore provenant de l'ensemble des pays voisins de la mer Noire représentent moins de la moitié des rejets totaux émanant des cours d'eau internationaux (Danube, Dniepr, Dniestr, Coruh, Don) (tableau 10.3).

10.2.2. Réponses au problème de l'eutrophisation

L'eutrophisation affecte la biodiversité marine et les stocks de poissons, de même que la santé humaine et l'usage des zones côtières marines à des fins de divertissement. Les zones les plus touchées sont la mer Noire, qui connaît des effets anoxiques importants à l'échelle des bassins dus à l'augmentation des rejets de nutriments provenant principalement du Danube; la mer Baltique, en raison de l'excédent de nutriments, de sa topographie et de sa nature physique et chimique; la mer du Nord, du fait de l'importance des rejets de nutriments, notamment de

phosphore; la mer Méditerranée, mais uniquement aux "points névralgiques" dans les eaux côtières et les petits fonds recevant d'importants rejets de nutriments et présentant des conditions physico-chimiques favorables; et, à l'échelle des bassins, l'Adriatique.

Figure 10.3 Rejets d'azote et de phosphore issus de rejets directs et d'apports fluviaux

Mer de Norvège	Mer de Barents
Grande mer du Nord	Mer Celtique
Skagerrak et Kattegat	Eaux arctiques
Golfe de Gascogne et côte ibérique	

Source: EEA-ETC/MC

Il convient de prendre des mesures contre l'eutrophisation à l'échelle internationale, en raison de la nature transfrontière de ce phénomène. Cela nécessitera l'établissement de définitions uniformes et l'harmonisation des critères d'évaluation de l'eutrophisation et de sa notification. Couvrant l'Atlantique du Nord-Est, la mer du Nord, la mer de Norvège et certaines parties de la mer de Barents, l'OSPARCOM (Oslo and Paris Commission) a lancé un processus d'harmonisation de la notification des rejets de nutriments provenant de sources diffuses et ponctuelles dans la mer du Nord. La Commission européenne (CCE) et l'Agence européenne pour l'environnement soutiennent cette action afin que ce processus soit adapté à d'autres États membres.

L'objectif politique de la région OSPAR et des régions HELCOM (Helsinki Commission) couvrant la mer Baltique consiste à réduire de moitié les rejets de nutriments lorsque ces apports sont susceptibles, directement ou indirectement, de provoquer une eutrophisation.

En mer Méditerranée, l'eutrophisation de certaines zones ("points névralgiques"/baies semi-fermées) est source de préoccupation. Les priorités de l'évaluation du Plan d'action pour la Méditerranée sont l'établissement d'un inventaire des sources terrestres et l'encouragement de mesures concernant les facteurs limitant l'eutrophisation, sur la base des connaissances scientifiques du fonctionnement de l'écosystème.

Le Programme pour l'environnement de la mer Noire accorde la priorité à la réduction des apports de nutriments, provenant essentiellement du ruissellement des cours d'eau.

Figure 10.4 Dépôts atmosphériques d'azote oxydé

Mer Baltique	Mer du Nord
Atlantique du Nord-Est	Méditerranée
Mer Noire	

Source: EMEP.

Tableau 10.1 Rejets annuels dans la mer du Nord et l'Atlantique du Nord-Est

total	Azote total				Phosphore		
	1991 1992	1993	1992 1994	1993 1995	1994	1995	1991
milliers de tonnes/an							
Belgique ¹⁾ 2/3	28/38 2,0	36/43 2,0	35/49 4/5	41/47	47/52	2,0	
Côte belge 2,0	16,2	15,3 1,8	13,2	-	10,1	2,0	1,6
Danemark 1,6	63,3 1,5	61,6 2,2	56,9 2,0	74,1	57,7	2,3	
France ²⁾ -	67 -	67 -	67 -	67	67/120	-	
Allemagne 11,1	159,3 15,5	230,3 12,5	237,3 11,5	355,0	284,6	11,6	
Irlande ³⁾ 6,4	172,1 7,8	127,1 10,5	165,0 7,3	179,1	151,2	6,3	
Pays-Bas ⁴⁾ 21,1	310,0 27,5	400,0 34,1	360,0	490,0	580,0	17,0	20,
Norvège 3,8	88,5 3,6	101,1 4,1	93,8 3,9	97,2	105,6	3,3	
Portugal 3,0	17,9 5,8	8,4 14,2	17,7 3,1	15,7	9,7	3,1	

Suède ⁵⁾	6,1	5,9	32,5	6,9	40,1	0,2
0,2	0,7	0,3	1,3			
Royaume-Uni ⁶⁾	321/323	383/391	358/370	376	356/358	39/40
38	33	35/36	36			

Remarques: rejets directs dans la mer plus apports fluviaux

- 1) Estimation faible/élevée
- 2) Apports fluviaux uniquement et estimations identiques chaque année
- 3) Estimations identiques pour les rejets directs chaque année
- 4) Aucune donnée n'était disponible pour les rejets directs en 1993/94. Le niveau estimé est d'environ 5 000 tonnes/an pour N, et de 1 000 tonnes/an pour P
- 5) Aucune donnée n'était disponible pour les apports fluviaux en 1990/91/92/94. Le niveau estimé est d'environ 30 000 tonnes/an pour N, et de 1 000 tonnes/an pour P. Données pour la région OSPAR uniquement.
- 6) Les apports de phosphore interviennent sous forme d'orthophosphate. Les données concernent l'ensemble des mers entourant le Royaume-Uni. Aucune donnée disponible pour la Manche.

Source: OSPARCOM

10.3. Contamination

Pratiquement tous les polluants chimiques décrits au chapitre 6 peuvent être présents dans l'eau, les sédiments et le biote des mers européennes. Les contaminants suscitant une préoccupation particulière sont les métaux lourds, les polluants organiques rémanents (POR) et les hydrocarbures. Les effets de ces contaminants sur l'écosystème et les incidences éventuelles sur la santé des personnes consommant des produits de la mer sont complexes et mal compris. Les programmes de surveillance sont généralement axés sur les concentrations de polluants dans le biote – en particulier, les poissons, les crustacés et coquillages et les mammifères marins – pour permettre, d'une part, une corrélation entre les niveaux de contamination et les apports de contaminants et, d'autre part, une comparaison entre les concentrations dans les produits de la mer et les limites de sécurité définies pour la santé.

Hormis les contaminants présentés ci-dessous, les mers européennes sont polluées par des radionucléides. Les rejets en mer pratiqués par les installations de retraitement de combustibles nucléaires au Royaume-Uni (Sellafield) et en France (La Hague) baissent en général sensiblement depuis 1990. Plusieurs années sont nécessaires pour que les radionucléides émis atteignent les zones côtières de Scandinavie et de l'Arctique. Récemment, la Norvège a demandé de prêter attention à l'accroissement des rejets de technetium-99 à période longue provenant de Sellafield, cette substance n'étant pas supprimée de manière efficace par l'installation d'épuration. Du technetium-99 a été décelé dans des espèces marines le long de la côte norvégienne (Brown *et al.*, 1998). Les réacteurs navals et d'autres déchets déversés dans les mers arctiques et l'Atlantique du Nord-Est peuvent représenter une source potentielle de contamination radioactive future (EEA, 1996).

Les principales sources de données sur les niveaux de contamination dans l'eau de mer et les sédiments, les moules et les poissons de nombreux estuaires et eaux côtières d'Europe occidentale proviennent de programmes de surveillance nationaux et internationaux et de bases de données comme l'OSPARCOM et l'HELCOM, ainsi que du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM). La base de données du Programme pour la surveillance continue et la recherche en matière de pollution dans la Méditerranée (MEDPOL) comprend des informations sur les métaux lourds présents dans le biote en mer Méditerranée; les données sur les sédiments semblent être très limitées, tandis qu'il n'en existe aucune pour l'eau proprement dite. Très peu d'informations sont disponibles sur les contaminants présents dans les poissons, les crustacés et coquillages et les sédiments dans les mers Noire ou Caspienne. Les données provenant des

programmes de surveillance internationaux antérieurs à 1992 sont trop fragmentaires pour indiquer une évolution temporelle de la contamination des sédiments.

10.3.1. Métaux lourds

Comme mentionné au chapitre 6, les métaux lourds toxiques s'accumulent dans la chaîne alimentaire et pourraient menacer les espèces se trouvant en fin de chaîne alimentaire, dont l'être humain. Des mesures sont donc prises pour réduire les apports dans l'environnement, notamment l'élimination progressive de leur utilisation dans des produits et des changements de technologies, comme la suppression de l'utilisation du mercure dans l'industrie du chlore et de la soude caustique (voir également chapitre 6, section 6.3).

Les concentrations en métaux lourds ont été mesurées chez les moules (figure 10.5), les poissons (figure 10.6) et les sédiments (figure 10.7) provenant de sites localisés dans des zones propres et contaminées.

Tableau 10.2 Rejets annuels dans la région de la mer Baltique, 1990-95

	Azote total			Phosphore total		
	1990	1992	1995	1990	1992	1995
	milliers de tonnes/an					
Danemark	83	70	66,5	5,3	3,9	2,3
Estonie	59	51	46,5	2,8	1,6	1,3
Finlande	72	85	66,1	3,4	4,7	3,6
Allemagne	14	16	21,4	1,2	1,6	0,6
Lettonie	94	89	91,1	3,2	1,8	2,2
Lituanie	19	20	36,8	1,7 1)	1,6	1,4

Pologne	120	140	214,7	15	12	14,2
Russie	81	32	84,6	9,5	6,5 ²⁾	7,1
Suède	119	134	130,9	4,0	4,3	4,7
Total	661	637	758,6	46,1	38	37,4

¹⁾ Les données pour le P total fluvial de la Lituanie sont manquantes; Les chiffres de 1987 ont été utilisés pour les calculs

²⁾ Les données pour le P total fluvial de la Russie sont incomplètes pour 1992

Source: HELCOM

Tableau 10.3 Rejets annuels dans la région de la mer Noire, milieu des années 1990

	Azote total	Phosphore total
milliers de tonnes/an		
Bulgarie	4,5	1,12
Géorgie	1,6	0,43
Roumanie	89,7	0,51
Turquie	18,7	3,97
Russie	13,5	1,04
Ukraine	41,8	5,43

Cours d'eau internationaux	236,2	43 274
----------------------------	-------	--------

Total	406	54,93
-------	-----	-------

Source: Programme pour l'environnement de la mer Noire

Cadmium

Les concentrations de cadmium dans les moules étaient de l'ordre de 10 à 1 700 µg/kg pf (poids frais), sans que puisse être dégagée une évolution temporelle claire. Des concentrations jusqu'à 300 µg/kg environ pouvant être observées même loin des points de rejet connus, les résultats indiquent des degrés de contamination faibles à modérés. Les maxima ont été enregistrées dans des moules ramassées à proximité de l'embouchure du Rhin.

Les concentrations dans les poissons variaient d'une valeur très faible, de maximum 15 µg/kg pf dans le golfe de Finlande, le golfe de Botnie et au large de la Méditerranée centrale, à 560 µg/kg dans des échantillons prélevés sur les côtes grecques.

Les concentrations dans les sédiments étaient comprises entre 10 et 9 000 µg/kg ps (poids sec). À l'exception de certains échantillons prélevés à proximité de sources ponctuelles, les maxima ont été enregistrés près de l'embouchure du Rhin. En général, les concentrations inférieures à 200 µg/kg peuvent être considérées comme des niveaux de fond.

Plomb

Les concentrations de plomb dans les moules varient considérablement, de la valeur très faible de 15 µg/kg pf en Islande à 1 200 µg/kg à l'embouchure du Rhin et jusqu'à 3 300 µg/kg sur la côte espagnole en Méditerranée. Les niveaux de fond sont généralement inférieurs à 500 µg/kg.

En général, les concentrations de plomb dans le biote marin ont diminué d'environ 5 % par an, ce qui coïncide avec une réduction de l'utilisation d'essence au plomb.

Les concentrations de plomb dans les sédiments oscillent entre 1 700 et 167 000 µg/kg ps. La concentration de fond du plomb dans les sédiments est généralement de 30 000 µg/kg maximum, ce qui semble indiquer que les concentrations observées dans la plupart des sites surveillés sont proches des valeurs de fond. Des niveaux élevés ont été enregistrés dans le fjord d'Oslo et près de Göteborg.

Mercur

Le mercure est un sujet particulièrement préoccupant du fait de sa toxicité élevée (en tant que méthylmercure organique présent dans les produits de la mer). Les concentrations de mercure dans les moules variaient de 7 à environ 900 µg/kg pf, avec des niveaux de fond généralement inférieurs à 30-40 µg/kg. Les concentrations étaient proches du niveau de fond dans la plupart des sites, avec 120 µg/kg sur la côte atlantique de l'Espagne, 420 µg/kg

maximum à l'est de l'Adriatique et 910 µg/kg maximum en Méditerranée nord-occidentale.

Les concentrations de mercure dans les poissons étaient modérées à faibles, soit environ 20 à 100 µg/kg pf, des niveaux de 135 µg/kg ayant été enregistrés à l'embouchure du Rhin et de 200 µg/kg en Méditerranée.

En Méditerranée, une population de thon rouge à forte teneur en mercure, dont les concentrations atteignaient 4 300 µg/kg, soit 4-5 fois supérieures à celles du thon rouge en Atlantique, pourrait avoir une origine naturelle, étant donné que le thon migre et se nourrit sur de vastes zones, loin des sources de pollution anthropiques éventuelles (Bernhard, 1988) et que la Méditerranée fait partie du cercle circumpacifique-Méditerranée-Himalaya présentant une assise rocheuse mercurifère. (Moore et Ramamoorthy, 1984).

Les concentrations de mercure dans les sédiments variaient entre 10 et 1 180 µg/kg ps. Les concentrations de fond sont généralement inférieures à 100 µg/kg. Les maxima ont été enregistrés dans les échantillons prélevés dans le fjord d'Oslo (probablement à proximité d'une source ponctuelle), le Rhin, la Tamise et la baie d'Helgoland.

Dans l'ensemble, les concentrations de cadmium, de plomb et de mercure dans les moules et poissons sur les sites d'Europe nord-occidentale diffèrent généralement peu de celles des sites "propres" (éloignés des sources de pollution) et ne semblent pas évoluer avec le temps. Les concentrations semblent être régies principalement par la distance par rapport aux sources ponctuelles d'émission, et il n'existe aucune évolution temporelle significative. Les métaux lourds ne représentent pas une source de préoccupation majeure pour la mer Baltique. En mer Méditerranée, aucune incidence majeure ne semble se dégager, mais le problème spécifique du mercure, en particulier dans les produits de la mer prélevés dans des zones limitées à proximité de sources anthropiques, devrait faire l'objet d'un contrôle. Les concentrations de métaux lourds en mer Noire sont généralement faibles et proches des niveaux de fond, mais certaines régions connaissent des concentrations élevées dues à une activité industrielle importante. Une étude plus détaillée est nécessaire à cet égard (FEM/BSEP, 1997).

10.3.2. Composés organiques rémanents

Les polluants organiques rémanents (POR) sont présents dans l'ensemble des mers européennes, principalement du fait de leur dépôt par l'atmosphère, parfois après un transport sur de longues distances à partir de leur point d'origine. Ils sont particulièrement préoccupants en raison de leur toxicité, leur biodisponibilité et leur rémanence dans l'environnement. La figure 10.6 présente les données relatives à un type de PCB.

Les concentrations de PCB dans les eaux côtières européennes, le biote et les sédiments sont généralement faibles, sans qu'il soit possible de dégager une évolution temporelle claire. Dans la partie septentrionale de la mer de Barents, les niveaux de PCB chez les ours polaires de Svalbard sont néanmoins les plus élevés observés dans la région. Dans la mer Baltique, les niveaux de PCB dans les organismes diminuent depuis 1970, mais sont deux fois supérieurs à ceux des organismes de la côte occidentale de la Suède (HELCOM, 1996). Des niveaux élevés de PCB ont été enregistrés dans les mers Baltique et de Barents, chez des mammifères marins en fin de chaîne alimentaire (Ambio, 1990b; Olsson *et al.*, 1992).

Récemment, les ministres de l'environnement des parties contractantes ont demandé à l'OSPARCOM et à la CCE de mener des recherches et de réaliser des évaluations des risques pour améliorer les connaissances sur les effets des substances, telles que les POR, soupçonnées d'avoir des effets endocriniens ou hormonoïdes, et en conséquence d'adopter et de mettre en œuvre les mesures nécessaires d'ici à l'an 2000 au plus tard (pour connaître l'incidence écologique des POR, se reporter au chapitre 6, section 6.4).

10.3.3 Pollution par les hydrocarbures

Les principales sources de pollution marine par les hydrocarbures sont les suivantes:

- les ruissellements et rejets terrestres;
- le transport maritime;
- la prospection pétrolière et les activités de production;

Figure 10.5 Métaux lourds dans les tissus mous des moules bleues, 1980- 96

Cadmium, mercure et plomb dans les tissus mous des moules bleues

Source: EEA-ETC/MC à l'aide de données issues de bases de données de programmes de surveillance internationaux.

218 L'Environnement en Europe

- les dépôts atmosphériques;
- les marées noires accidentelles;
- les suintements naturels d'hydrocarbures.

L'importance relative de ces sources diffère d'une mer à l'autre. Pour la mer du Nord, par exemple, le ruissellement des cours d'eau contribue à environ 45-60 % de l'apport annuel total d'hydrocarbures; la prospection et la production en mer à presque 20-30 %; et les dépôts atmosphériques à près de 10 % (GESAMP, 1993; OLF, 1991). La mer Baltique voisine reçoit environ 90 % de ses hydrocarbures de sources terrestres, principalement par le ruissellement des cours d'eau et les dépôts atmosphériques, et 10 % de sources maritimes (HELCOM, 1996).

Les hydrocarbures sont produits naturellement et utilisés par les organismes marins, ce qui se traduit par un niveau naturel d'hydrocarbures marins susceptible d'être accru par l'infiltration naturelle du fond marin. Les niveaux de fond généraux sont inférieurs à 0,005 mg/l dans l'eau de mer et à 10 mg/kg dans les sédiments.

Les données sur la teneur en hydrocarbures des eaux et des sédiments de la région septentrionale d'Europe sont raisonnablement complètes, mais en raison du manque de données sur les autres mers, le panorama au niveau européen est fragmenté. En outre, l'évaluation de l'évolution générale et la réalisation de comparaisons sont entravées par les différences au niveau des méthodes analytiques et d'étude, de l'instrumentation, des mesures utilisées et de la notification.

Figure 10.6 Mercure et un type de PCB dans les poissons, 1980-96

Mercure et PCB 153 dans les poissons

Source: EEA-ETC/MC à l'aide de données issues de bases de données de programmes de surveillance internationaux.

Mer Blanche

Dans la mer Blanche, la teneur en hydrocarbures de l'eau en 1995 était comparable aux niveaux enregistrés en 1989 dans l'évaluation de *Dobris*. En 1995, les niveaux de sédiments benthiques étaient de l'ordre de 4-23 mg/kg, contre 50-320 mg/kg en 1987-92 (AMAP, 1997), ce qui pourrait être lié à une diminution des activités militaires dans cette région. Dans l'ensemble, la pollution par les hydrocarbures dans la mer Blanche régresse.

Mer de Barents

Pour la mer de Barents (au large), les niveaux de sédiments benthiques dans les échantillons prélevés au cours de la période 1987-92 et en 1995 étaient similaires à ceux de la mer Blanche (AMAP, 1997), et la situation s'améliore dans l'ensemble. Les zones portuaires, comme la baie de Kola, sont toujours fortement polluées par les hydrocarbures, des niveaux jusqu'à 0,75 mg/l ayant été enregistrés dans les eaux de surface, et même des niveaux supérieurs à proximité du fond en hiver (AMAP, 1997). D'autres ports de la mer de Barents connaissent une forte pollution par les hydrocarbures, les niveaux de sédiment dépassant 1 000 mg/kg dans 5 des 14 sites le long de la côte arctique de la Norvège (AMAP, 1997).

Mer du Nord

Les rejets totaux d'eau contaminée par des infrastructures de production pétrolière sont en hausse, en raison du vieillissement des exploitations et du nombre croissant d'exploitations en service. La concentration d'hydrocarbures dans l'eau est toutefois faible (< 40 mg/l), et la dispersion et la dilution sont rapides et très élevées: des concentrations d'hydrocarbures excédentaires n'ont été détectées que très près des infrastructures de production.

Figure 10.7 Métaux lourds et un type de PCB dans des échantillons de sédiment de surface, 1991-94

Métaux lourds et PCB153 dans les sédiments de surface

Source: EEA-ETC/MC à l'aide de données issues de bases de données de programmes de surveillance internationaux (CIEM)

Les concentrations maximales en hydrocarbures dans les sédiments ont été enregistrées près des navires de forage côtiers qui ont rejeté des boues de forage contenant des hydrocarbures. Les niveaux devraient baisser à mesure de l'élimination progressive de ces rejets. Les maxima dans les sédiments près des exploitations en mer norvégiennes se situaient dans la plage <30-2 500 mg/kg en 1994 et <50-1 600 mg/kg en 1995 (SFT, 1996;1997), mais les concentrations sont généralement proches des niveaux de fond dans un rayon de 2-6 km des installations.

Le chapitre 13, section 13.2.3 traite des accidents majeurs et des marées noires à l'origine d'une pollution marine à l'échelle mondiale. De 1992 à 1996, une baisse générale a été enregistrée, tant au niveau du nombre d'accidents que de la quantité d'hydrocarbures déversés. En 1991, environ 150 000 tonnes d'hydrocarbures ont été déversées en Méditerranée, mais, à l'exception de deux incidents dans l'Atlantique nord (1992: 71 457 tonnes, 1996: 71 429 tonnes) et un dans la mer de Norvège (1993: 89 286 tonnes) (carte 10.1), le nombre d'accidents dans l'ensemble des mers régionales diminue (figure 10.8).

Dans certaines mers, les marées noires sont surveillées par voie aérienne. Dans la mer du Nord, le nombre de nappes d'hydrocarbures a atteint un niveau maximum de 1 104 en 1989 et diminue régulièrement depuis 1992 (figure 10.9). Les fréquences maximales en 1995 et 1996 – près des côtes belges, néerlandaises et allemandes (BAWG, 1997) – sont liées à la circulation intense dans ces régions. Le nombre de nappes d'hydrocarbures est supérieur à celui des accidents, probablement en raison de rejets illégaux.

Les déversements de petite et moyenne taille (moins de 1 m³ de volume) dus à la circulation maritime intense contribuent largement à la pollution par les hydrocarbures dans la mer Baltique. La surveillance aérienne a détecté 600-700 déversements par an au cours de la période 1988-93. En 1994, ce chiffre a augmenté de 30 % (HELCOM, 1996). Ces déversements sont généralement confinés à des couloirs de navigation et représentent une menace sérieuse pour l'hibernation des oiseaux.

Aucune donnée n'est disponible sur la pollution de l'Atlantique du Nord-Est par les hydrocarbures. Aucun élément n'atteste la présence d'hydrocarbures dans l'eau de la région méditerranéenne, qui compte environ 40 sites pétroliers (terminaux de pipeline, raffineries, plates-formes en mer, etc.) et où l'on charge et décharge chaque année entre 0,55 et 0,15 milliard environ de tonnes de pétrole brut et de produits pétroliers respectivement (estimation).

La majeure partie de la mer Noire est gravement polluée par les hydrocarbures, en particulier à proximité des ports et des embouchures fluviales, les maxima étant enregistrés près de l'embouchure du Danube (Bayona et Maldonado, en préparation). Les niveaux en haute mer sont presque décuplés par rapport à ceux de la Méditerranée occidentale, probablement du fait de l'importante circulation maritime en mer Noire. Les mesures de sédiments semblent révéler que le Danube et l'Odessa sont les principales sources. L'on estime que les rejets illégaux sont considérables.

En dépit d'une longue tradition de pollution pétrolière dans la mer Caspienne, aucune donnée récente sur les niveaux d'hydrocarbures ou de HAP ne semble disponible.

La situation globale de la pollution par les hydrocarbures dans les mers européennes est fragmentaire et il est impossible de réaliser une évaluation fiable de l'évolution générale. Une importante source chronique d'hydrocarbures terrestre est le ruissellement des cours d'eau.

Figure 10.8 Nombre d'accidents dans les différentes mers régionales

Source: ITOPF, 1997

Figure 10.9 Fréquence annuelle des nappes d'hydrocarbures observées par surveillance aérienne en mer du Nord

Source: BAWG, 1997

En outre, de nombreux déversements réduits, et parfois importants, dans les zones à forte circulation de navires, peuvent entraîner d'importants dommages locaux (principalement la couverture des plages, des obstacles à la pêche de poissons et de coquillages et crustacés) et la réduction de la population aviaire). Il est nécessaire de prendre des mesures pour empêcher le rejet illicite d'hydrocarbures en mer. Il n'existe aucune preuve de dommages irrévocables aux ressources marines, qu'il s'agisse de grandes marées noires ou de sources chroniques d'hydrocarbures (GESAMP, 1993).

10.4. Pêche et pisciculture

Il existe une sérieuse surcapacité de la flotte de pêche européenne. Un récent rapport (CIEM, 1996) indique qu'une réduction de 40 % de la capacité est nécessaire pour égaler les ressources de poissons disponibles.

La surpêche peut avoir une incidence majeure sur les écosystèmes marins. Dans la mer du Nord, par exemple, la surexploitation affecte la stabilité et la durabilité de la vie marine. Les incidences peuvent être directes, ou indirectes par le biais de dommages aux habitats des fonds marins dus à l'utilisation de techniques telles que le chalutage à perche. Des conséquences indirectes peuvent également toucher d'autres espèces, notamment les oiseaux et les mammifères marins.

Développée en partie pour répondre au problème de la surpêche, la pisciculture peut se traduire par un accroissement des niveaux de nutriments et une pollution microbiologique du milieu marin.

Carte 10.1 Déversements importants provenant de pétroliers, 1970-96

Informations fournies pour 1970-1979

1980-1989

1990-1996

Source: ITOPF, 1997

Dans la plupart des cas, les cages à pisciculture flottent en mer et forment des zones protégées semi-fermées, dont la topographie ne permet qu'un faible échange d'eau. Ces zones sont particulièrement susceptibles de rejeter des nutriments, des antibiotiques, etc. provenant des exploitations piscicoles. La pisciculture peut entraîner des troubles génétiques de l'écosystème naturel, l'introduction d'espèces étrangères, le transfert de maladies et de parasites et la contamination par produits chimiques.

Même si certaines des incidences sur la pêche sont difficiles à quantifier, les preuves de dommages graves et irréversibles sont suffisantes pour nécessiter l'application du principe de précaution à la gestion des océans, comme l'ont souligné la Déclaration de Rio et l'Action 21.

10.4.1. Prises et stocks de poissons

Ces 15 dernières années, le total annuel est demeuré stable à environ 10-12 millions de tonnes (figure 10.10). Les 17 pays repris dans cette figure représentent 96 % des arrivages totaux européens de poissons de mer.

Les principaux pays en termes d'arrivage sont la Norvège, le Danemark, l'Islande, la Russie, l'Espagne, le Royaume-Uni et la France. L'ex-URSS, la Pologne, la Roumanie et la Bulgarie ont sensiblement réduit leurs activités de pêche hauturière, ce qui s'est traduit par une nette diminution des arrivages. Dans ces pays, la proportion d'arrivages totaux provenant d'activités de pêche hauturière est passée d'environ 40 % en 1983 à près de 20 % en 1993. Les flottes de ces pays sont généralement désuètes et doivent impérativement être modernisées.

Figure 10.10 Arrivages de poissons et production de l'aquaculture, 1980-95

Sources: CIEM, FAO

La principale production de la pisciculture se situe en France, en Norvège, en Espagne, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni. La principale augmentation a été enregistrée en Norvège (principalement la salmoniculture). La production diminue en Espagne, tandis qu'elle augmente dans la plupart des autres pays. En Europe, la production totale de la pisciculture marine est passée d'environ 0,6 à près de 0,9 million de tonnes entre 1980 et 1994, mais elle ne représente encore qu'environ 8 % des prises totales de poissons en Europe.

La figure 10.11 montre les stocks et les prises de poissons annuels pour les grandes zones maritimes d'Europe. Les informations sont basées sur les statistiques de prises et sur les évaluations de stocks fournis par le CIEM et la FAO.

Mer de Barents

La mer de Barents est peuplée par des espèces relativement peu nombreuses (principalement le capelan, le hareng et la morue), dont certaines forment des stocks très importants. Les stocks ne semblent pas poser problème. Les stocks de capelan et de morue de l'Arctique nord sont potentiellement les plus importants pour ces espèces au monde. Le stock de capelan s'est effondré à deux reprises à la suite d'une défaillance de recrutement entre 1985 et 1995, mais lorsqu'il est florissant, il produit des prises importantes (supérieures à 5 millions de tonnes par an).

Mers nordiques et d'Islande

Les mers nordiques (mers de Norvège, d'Islande et du Groenland) constituent une large zone comprenant plusieurs bassins profonds. Le mélange de masses d'eau chaude de l'Atlantique et d'eau froide d'origine polaire se traduit par une productivité biologique intense. Cette zone est dominée par d'importants stocks d'espèces pélagiques: hareng, capelan et merlan bleu. Les stocks de poissons démersaux se trouvent principalement sur le plateau entourant l'Islande et le plateau norvégien.

Les arrivages croissants d'espèces pélagiques ces dernières années sont essentiellement constitués de harengs, dont le stock a connu une reprise après une chute à la fin des années 1960. Les prises de hareng ont été fortement limitées, avec des valeurs quasiment nulles dans les années 1970. À l'heure actuelle, le quota annuel est de 1,5 million de tonnes. De récents accords entre les principaux partenaires de pêche sur les quotas et les prises totales autorisées (CIEM, 1997) permettent d'espérer une gestion désormais plus responsable du stock de hareng.

Les stocks d'espèces pélagiques sont également très florissants dans les eaux islandaises (CIEM, 1997). Certains stocks d'espèces démersales du plateau islandais ont enregistré des baisses record ces dix dernières années, mais une

réglementation stricte semble être favorable au poisson, les stocks de morue et d'autres espèces étant à nouveau en progression (CIEM, 1996).

Mer du Nord

La mer du Nord contient une grande variété de poissons utilisés pour la consommation humaine ou à des fins industrielles (farine de poisson et huile). La prise annuelle totale est passée d'environ 1 million de tonnes au début du siècle à 1,8-2,8 millions de tonnes ces 15 dernières années. Cette prise est actuellement dominée par les espèces utilisées à des fins industrielles. Les arrivages d'espèces pélagiques présentent d'importantes fluctuations, tandis que ceux d'espèces démersales diminuent (CIEM, 1996).

La plupart des stocks de poissons commercialement exploités se trouvent dans une situation grave. Le stock de maquereau a chuté et ne semble pas présenter de signe de reprise. Les espèces industrielles constituent la principale exception, dans la mesure où elles peuvent probablement maintenir les niveaux d'exploitation actuels. La raréfaction d'espèces non recherchées est due aux prises accessoires de la pêche commerciale. La flotte de pêche a légèrement régressé entre 1995 et 1996.

Mer Baltique

L'état de la mer Baltique est contrôlé par d'importants apports d'eau douce provenant des pays environnants et par des échanges significatifs mais rares d'eau de mer, principalement en hiver. Les importants apports de nutriments associés à la stagnation et au manque d'afflux significatifs de la mer du Nord affectent l'ensemble de la mer, et la plupart des bassins profonds sont anoxiques.

Figure 10.11 Biomasse du stock de frai et arrivages dans les grandes zones maritimes régionales, 1980-95

Mer Baltique	Mer de Barents	Mer Noire
Méditerranée		
Mer du Nord	Mer de Norvège	Partie occidentale du R.U.

Remarque: Le stock de frai correspond à la somme des biomasses des principaux stocks de poissons commerciaux évalués.

Sources: CIEM, FAO

Ceci menace les stocks de morue, qui sont également affaiblis par la surpêche. Le saumon de la Baltique est menacé, dans la mesure où il connaît un important échec de reproduction depuis 1970, probablement dû à des polluants organochlorés (CIEM, 1994).

Zone maritime à l'ouest des Iles britanniques

Il s'agit de la zone de frai de deux espèces pélagiques, le merlan bleu et le maquereau, qui s'alimentent tous deux dans les mers de Norvège et du Nord. Plus d'un million de tonnes de merlans bleus et de maquereaux sont capturés chaque année. Le stock de maquereaux est passé d'environ 4 millions de tonnes au début des années 1970 à près de la moitié de cette quantité, et l'on estime actuellement qu'il est à son niveau le plus bas depuis 1972. Les estimations du stock de merlans bleus et de maquereaux varient d'environ 2 millions à près de 5 millions de tonnes, avec une hausse probable du stock de frai (CIEM, 1997). Les stocks de morue et de merlu sont proches de la limite biologique de sécurité.

Golfe de Gascogne et mers ibériques

La région ibérique le long du plateau atlantique oriental est très productive, dans la mesure où les masses d'eau chaude riches en nutriments remontent à la surface. Cette région recèle de nombreuses espèces de poissons commerciaux et non commerciaux. Les stocks de merlu ont atteint un niveau alarmant et ne devraient pas connaître de reprise au rythme actuel de pêche. En diminution depuis de nombreuses années, le stock de sardines est actuellement très réduit et en deçà des limites biologiques de sécurité. Les prises et les stocks de maquereaux ont été relativement stables ces 10 dernières années (CIEM, 1996).

Mer Méditerranée

Le caractère limité des statistiques rend difficile la surveillance des populations marines et l'évaluation des stocks. La surexploitation des stocks d'espèces démersales semble avérée. Les stocks réduits d'espèces pélagiques sont également surexploités, mais l'on estime que l'exploitation de petits poissons pélagiques tels que la sardine et l'anchois en Méditerranée orientale se situe dans les limites biologiques de sécurité. La situation d'espèces pélagiques de plus grande taille, telles que le thon et l'espadon, est préoccupante. De nombreux poissons immatures sont capturés, et il semble que les stocks diminuent.

Mer Noire

En mer Noire, les prises de poisson ont augmenté jusqu'en 1985-86, pour ensuite connaître une baisse sévère. Sur le plateau nord-occidental, les prises d'anchois ont régressé d'un facteur de dix, et la pêche à l'anchois a entièrement cessé dans la mer d'Azov après 1989.

Cette chute des activités de pêche est liée à la surpêche – la flotte étant passée de 1 800 navires en 1976 à 4 000 en 1995 (FEM/BSEP, 1997) – et à une diminution de la qualité de l'eau. Les stocks de la plupart des petits poissons pélagiques, dont l'anchois, connaissent une reprise partielle depuis le début des années 1990 (FEM/BSEP, 1997).

10.4.2. Réponses et perspectives

La politique commune de la pêche de l'UE (PCP) est la plus importante en Europe, son principal objectif étant l'équilibre entre la capacité de pêche, d'une part, et la disponibilité et l'accessibilité des ressources, d'autre part. La surcapacité de la flotte communautaire est considérée comme le seul problème le plus urgent entravant la transition vers la pêche durable. Ce problème fait l'objet d'un ensemble de programmes d'orientation pluriannuels (POP) qui se sont traduits par une réduction de 15 % du tonnage des flottes de 1991 à 1996. De nouveaux objectifs jusqu'à 2002 inclus ont été convenus en 1997: réduction de 30 % des flottes pêchant des stocks présentant un "risque de raréfaction" (par exemple, la morue en mer du Nord), réduction de 20 % des stocks "surexploités" (par exemple, l'espadon en mer Méditerranée) et une croissance nulle de l'effort de pêche pour les stocks restants, à quelques exceptions près.

Le recours aux prises admissibles totales pour limiter la pêche reste l'outil de gestion prédominant dans le cadre de la PCP. Il est combiné à des mesures techniques visant à influencer le type de pêche, par exemple, en limitant la taille des mailles des filets. L'utilisation de ces mesures pour la pêche d'espèces mixtes et le manque d'informations sur l'état de nombreux stocks (en particulier, ceux de petites espèces pélagiques et démersales en Méditerranée) amoindrissent toutefois leur efficacité. Les quotas ne limitent que les arrivages licites; ils n'empêchent pas les prises accidentelles de poissons indésirables ou d'autres espèces ni l'arrivage illicite de poisson "au noir". Étant donné les lacunes des accords actuels, une plus grande attention est accordée à la limitation de la quantité de poissons pêchés par les navires, appelé "limitation de l'effort".

En mer Baltique, les prises admissibles totales et la répartition des quotas nationaux sont convenues par la Commission internationale des pêches de la Baltique. En 1997, la Commission d'Helsinki a donné la priorité à la poursuite du renforcement de la réglementation existante pour s'orienter vers la meilleure technique disponible et la meilleure technique en matière d'environnement et a révisé plusieurs de ses recommandations pour y inclure des exigences supplémentaires ou plus strictes.

En Méditerranée, les pays côtiers ont leurs propres politiques nationales de pêche. L'UE coordonne les politiques de ses membres, en tenant compte des délibérations du Conseil général des pêches pour la Méditerranée. La gestion aux niveaux national et international est axée sur des mesures telles que la limitation des permis et des subventions, plutôt que sur celle des quotas. Les informations sur l'état des stocks font cruellement défaut, en raison essentiellement du caractère limité des statistiques et du manque de coordination.

En mer Noire, il n'existe aucune limitation des quotas ou de l'effort et aucun accord international n'a été conclu sur le niveau adéquat de pêche. Même si la taille de la flotte a diminué au nord de la mer Noire en raison du manque de fonds pour sa maintenance, l'investissement dans la flotte de pêche (qui fonctionne actuellement à perte) représente une menace constante. L'on craint également pour satisfaire la demande que la pisciculture connaisse une croissance rapide, sans que les mesures de protection nécessaires aient été mises en place.

Parmi les autres réponses figure la Conférence des Nations unies sur les stocks transzones et les espèces migratrices, qui devrait contribuer à accroître la préservation de quelque 10 % du total des stocks mondiaux de poissons pêchés en haute mer, ainsi que les stocks couvrant des zones juridictionnelles distinctes. En 1995, une conférence de la FAO (Nations unies) a adopté un code de conduite volontaire sur la pêche responsable.

Les consommateurs des produits de la pêche, en association avec des ONG, ont concentré leur attention sur la gestion durable de la pêche. Les préoccupations des consommateurs quant aux stocks de poissons se sont intensifiées, à la suite de campagnes menées par des ONG, en particulier Greenpeace. En 1996, le WWF et Unilever ont fondé un conseil indépendant de gestion marine (Marine Stewardship Council). L'un de ses objectifs consiste à promouvoir des solutions orientées vers le marché par l'introduction de l'étiquetage des produits de la pêche.

Dans l'ensemble, le tableau brossé ci-dessus fait ressortir que les mesures et politiques existantes de limitation de la pêche sont inadéquates ou ne sont pas mises en œuvre assez efficacement, et que d'autres actions s'imposent pour parvenir à une industrie de la pêche durable en Europe.

10.5. Changements dans les zones côtières et leur gestion

Atouts économiques et écologiques majeurs, les zones côtières d'Europe attirent un large éventail d'activités humaines. La population des agglomérations urbaines côtières compte environ 120 millions d'habitants et

ne cesse de croître, ce qui engendre une intensification de la concurrence pour des ressources limitées, ainsi qu'une pollution, une destruction des habitats et une érosion côtière. La pression continue pour développer des zones côtières à des fins de logement, d'activités industrielles, de tourisme, de pêche et d'autres usages ne fera qu'intensifier ces problèmes. Le tableau 10.4 dresse un aperçu des développements au sein des secteurs socio-économiques des zones côtières européennes.

L'industrie, les transports (dont la navigation et les ports) et l'urbanisation engendrent des incidences environnementales majeures dans toutes les régions (carte 10.2). Le tourisme et les loisirs ont des conséquences importantes en Méditerranée et au sud-ouest de la mer Baltique. La destruction des habitats et de la végétation, ainsi que la perturbation de la faune sont courantes dans les deltas de la zone méditerranéenne (carte 10.3).

La vulnérabilité des zones côtières face à ces développements dépend du caractère de la côte, de la présence d'habitats spéciaux et de la nature des incidences. Les plaines côtières sont généralement plus vulnérables que les côtes rocheuses, et les côtes présentant des marées de faible amplitude sont plus vulnérables que celles dont les marées sont importantes, en particulier en termes de pollution et de changements hydrologiques des eaux de surface et souterraines (Centre CZM, EUCC, 1997).

Les zones côtières ont un caractère dynamique et sont fréquemment sujettes à l'érosion (Bird, 1986).

Tableau 10.4 Aperçu des développements au sein des secteurs socio-économiques sur les côtes de l'Union européenne

Secteurs	Industrie	Énergie	Urbanisation	Tourisme et loisirs	Transport
	Navigation et ports	Pêche	Agriculture		

Région côtière

Baltique	0	+	+	++	++
++	-		0		
Mer du Nord	0	+	++	+	++
+++	--		-		

Arc atlantique 0	+	+	+	++	0
--	-				
Méditerranée 0	0	+++	+++	+++	++
--	-				

+ ++ +++ croissance faible, modérée, importante

0 évolution en cours de stabilisation ou mixte

- - - baisse faible, modérée

Source: EEA, ETC/MC

Elles figurent au nombre des zones les plus susceptibles d'être affectées par les conséquences du changement climatique (Watson, *et al.*, 1995), en particulier par les changements des cycles hydrologiques et, de toute évidence, par l'élévation du niveau de la mer. L'encadré 10.4 décrit certains autres problèmes environnementaux dans les zones côtières.

Parvenir au développement durable des zones côtières, tout en subissant l'influence de la dynamique chimique, biologique et physique du système côtier, est dans une large mesure une question d'aménagement du territoire et de développement régional.

Carte 10.2 Menace probable de l'urbanisation sur des types de zones côtières

Menace probable de l'urbanisation sur des types de zones côtières

mineure

modérée

significative

majeure

montagnes

plaines

(jusqu'à 1m)

(1-2 m)

(plus de 2m)

Source: EEA, ETC/MC

L'évolution de la qualité environnementale et des stocks de poisson décrite dans les paragraphes précédents et les éventuelles réactions politiques à ce sujet peuvent avoir des conséquences majeures pour les communautés locales susceptibles de dépendre dans une large mesure du tourisme ou de la pêche. En outre, de nombreux problèmes côtiers présentent une dimension transfrontière (qualité de l'eau et quantité d'eau douce, pêche, tourisme, dégradation de l'habitat et pollution), ce qui nécessite une planification stratégique. Cette nécessité a donné naissance au concept de gestion intégrée des zones côtières (ICZM).

Carte 10.3 Menace probable du tourisme et des loisirs sur des types de zones côtières

Menace probable du tourisme et des loisirs sur des types de zones

côtières

mineure

modérée

significative

majeure

montagnes

plaines

(jusqu'à 1m)

(1-2 m)

(plus de 2m)

Source: EEA, ETC/MC

Même si la nécessité d'une intégration de ce type est largement acceptée, la mise en œuvre de programmes ICZM ne progresse que lentement dans la plupart des pays européens. Les données nécessaires au développement de programmes de ce genre sont rares et souvent incomparables (WCC'93, 1993). Dans la région de la mer Baltique, les ministres des pays riverains de la mer Baltique ont adopté, au cours de la 4^e conférence ministérielle d'octobre 1996, une série de recommandations communes pour l'aménagement des zones côtières. D'autres régions (par exemple, la mer Noire, la Méditerranée) souffrent d'un manque de stratégie ICZM cohérente.

Plusieurs initiatives communautaires ont pour objet la réalisation du développement durable dans les zones côtières. Un programme européen de démonstration (DG XI) étudie le fonctionnement des procédures de coopération et de gestion intégrées dans 35 zones côtières. Le projet LACOST vise à réaliser une estimation quantitative de l'occupation des terres et des changements de l'utilisation des terres dans les zones côtières pour la période 1975-95, sur la base de données recueillies par télédétection.

Étant donné les changements rapides de certaines zones côtières européennes, il ne serait toutefois pas raisonnable de reporter les initiatives de gestion intégrée des zones côtières jusqu'à ce que l'ensemble des données soient disponibles dans un format commun. L'amélioration de l'aménagement des zones côtières au niveau national pourrait apporter une contribution immédiate et importante à la gestion intégrée des zones côtières.

Encadré 10.4: Études du réseau européen de surveillance des côtes

Menée chaque automne depuis 1989 par le réseau européen de surveillance des côtes, l'étude à grande échelle sur les côtes fournit des informations sur la côte, les rejets d'effluents, les débris, la pollution et la destruction des habitats. Les résultats incluent les points suivants:

Pétrole et goudron sur la côte

Les données sur le pétrole (tout produit hydrocarboné liquide) de 1989 à 1995 révèlent des zones de pollution dans 10,8-15 % des unités étudiées (1 unité = 500 m de longueur de côte, de la laisse de basse mer à l'arrière-pays), et dans 8,6-16,4 % des unités pour le goudron (tout produit hydrocarboné solide), sans évolution temporelle claire.

Oiseaux mazoutés

Le nombre moyen d'oiseaux mazoutés trouvés par 50 km de côte a été enregistré dans 14 pays. En 1994, le nombre le plus important a été recensé en Espagne (28). Venaient ensuite la Lituanie (20), la Pologne (15) et les Pays-Bas et le Portugal (10 chacun), et 6 et 0 ailleurs. Il n'existe aucune corrélation entre le nombre d'oiseaux mazoutés et la

quantité de pétrole et de goudron observée sur les côtes, probablement en raison de l'absence éventuelle de nombreux oiseaux marins en cas de déversements localisés.

Déchets

Dans le milieu littoral et marin, la principale source de détritits est probablement le déversement de déchets par les navires (IMPACT, 1997). Les accords internationaux ratifiés par de nombreux pays n'ont pas amélioré la situation. La plupart des matériaux trouvés sont des remblais (par exemple, décombres de chantier) charriés jusqu'à la côte par les fleuves et les voies navigables intérieures ou déposés intentionnellement dans le cadre de mesures de lutte contre l'érosion individuelles ou officiellement gérées. Les vieux pneus sont également utilisés pour lutter contre l'érosion, ce qui peut expliquer en partie la présence de pneus usagés dans 12-18 % des sites étudiés. Aucune évolution temporelle claire ne se dégage.

Bibliographie

AMAP (1997). A State of the Arctic Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Assessment Report, Chapter 10, Petroleum hydrocarbons. 145-158 pages.

Ambio (1990a). Special Issue No 3: Marine Eutrophication, Vol. 19, 1990.

Ambio (1990b). Special Issue No 7: Current Status of the Baltic Sea, 1990.

Baden S.P., Loo, L.O., Phil, L., Rosenberg, R. (1990). Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish west coast. In *Ambio*, No. 19(3), p.113-122.

BAWG (1997). Annual report on aerial surveillance 1996. Bonn Agreement for Cooperation in dealing with Pollution of the North Sea by Oil and other Harmful Substances. Report 97/3/2-E.

Bayona, J.M., and Maldonado, C. (in prep.). State of knowledge of petroleum hydrocarbons in the Black Sea region. (manuscrit non publié).

Belin, C. (1993). Distribution of *Dinophysis* spp. and *Alexandrium minutum* along French coasts since 1984 and their DSP and PSP toxicity levels. In *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Eds: T.J. Smayda and Y. Shimizu, Y.. Amsterdam, the Netherlands, Elsevier 1993, Vol. 3, p. 469-474.

Belin, C., Berthome, J.P., Lassus, P. (1989). Dinoflagelles toxiques et phénomènes d'eaux colorées sur les côtes françaises: Évolution et tendances entre 1985 et 1988. In *Hydroecol. Appl.* No 1-2, p. 3-17.

Belin, C., Beliaeff, B., Raffin, B., Rabia, M., Ibanez, F., Lassus, P., Arzul, G., Erard Le Denn, E., Gentien, P., Marcaillou Le Baut, C. (eds) (1995). *Phytoplankton time-series data of the French phytoplankton monitoring network: Toxic and dominant species. Prolifération d'Algues Marines Nuisibles.* Paris, France, Lavoisier, 1995, p. 771-776.

Bernhard, M. (1988). Mercury in the Mediterranean. *UNEP-REG.-SEAS-REP.-STUD.* 1988, No 98, 147 pages, J. P. Bethoux, P. Morin, C. Madec, B. Gentilli, 1992. Phosphorus and nitrogen behaviour in the Mediterranean Sea. In *Deep Sea Res.*, No 39, p. 1641-1654.

Bird, Eric C.F. (1986). *Coastline Changes – a Global Review*, J. Wiley & Sons. ISBN 0-471-90646-8.

Bodenau, N. (1992). Algal blooms and the development of the main phytoplanktonic species at the Romanian Black Sea littoral in conditions of intensification of the eutrophication process. *Marine Coastal Eutrophication*. Eds: Vollenweider, R.A., Marchetti, R. and Viviani, R. Elsevier, 1310 pages.

Brown, J., Kolstad, A.K, Lind, B., Rudjord, A.L., Strand, P., (1998). *Technetium-99, Contamination in the North Sea and in Norwegian Coastal Areas 1996 and 1997.* NRPA report 1998:3. Norwegian Radiation Protection Agency, Østerås, Norway.

Cociasu A., Dorogan, L., Humborg, C., and L. Popa (1996). Long Term Ecological Changes in Romanian Coastal Waters of the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, No 32, p. 32-38.

CZM Centre, EUCC, R.A. (1997). *Threats and Opportunities in the Coastal Areas of the European Union, 1997.* National Spatial Planning Agency of the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, the Netherlands.

GEF/BSEP (1997). *Global Environment Facility Black Sea Environment Programme. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis.* United Nations Development Programme. New York, 1997, 142 pages.

GESAMP (1990). *L'État du milieu marin.* Groupe mixte d'Experts Omi/FAO/UNESCO/OMM/AIEA/ONU/PNUE Chargé d'étudier les Aspects

Scientifiques de la Pollution des Mers (GESAMP). In Rapports et études n° 39.

GESAMP (1993). Effets des hydrocarbures et des produits chimiques et déchets connexes sur le milieu marin. Groupe mixte d'Experts Omi/FAO/UNESCO/OMM/AIEA/ONU/PNUE Chargé d'étudier les Aspects Scientifiques de la Pollution des Mers (GESAMP). In Rapports et études n° 50.

Gomoiu, M.T. (1992). Marine eutrophication syndrome in the north-western part of the Black Sea. In Marine Coastal Eutrophication. Eds: R.A. Vollenweider, R. Marchetti and R. Viviani. Elsevier, 1310 pages.

Graneli, E., Wallstrom, K., Larsson, U., Graneli, W., Elmgren, R. (1990). Nutrient limitation of primary production in the Baltic sea area. In Ambio, No 19(3), p. 142-151.

HELCOM (1996). Third Periodic Assessment of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1989-1993. Background document. Balt. Sea Environ. Proc., No 64B.

ICES (1994). Report on the study group on occurrence of M-74 in fish stocks. International Council for Exploration of the Seas, Report C.M. 1994/ENV, No 9.

ICES (1996). The 1996 Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. International Council for Exploration of the Seas, Coop. Res., Rep. No 221.

ICES (sous presse). The 1997 Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. International Council for Exploration of the Seas.

IMPACT (1997). Litter in the marine environment: a serious international problem where joint action is urgently needed. Overview document submitted by Sweden. OSPAR for the prevention of marine Pollution Working Group on Impacts on the Marine Environment (IMPACT), Berlin, 22-24 October, 1997, 30 pages.

Leppakoski, E., Mihnea, P.E. (1996). Enclosed Seas under man-induced Change: a Comparison between the Baltic and Black Seas. In Ambio, No. 25, p. 380-389.

Leppänen, J.M., Hällfors, S. and Rantajarvi, E. (1995). Phytoplankton blooms in the Baltic Sea in 1995. HELCOM EC6 Document.

Margottini, C. and Molin, D. (1989). Fenomeni algali nel Mar Adriatico in epoca storica. R.T. Amb., ENEA.

Mee, L.D. (1992). The Black Sea in Crisis: a Need for Concerted International Action. In *Ambio*, No 21, p. 278-285.

Montanari, G., Nespoli, G., Rinaldi, A. (1984). Formazione di condizioni anossiche nelle acque marine costiere dell'Emilia-Romagna dal 1977 al 1982. In *Inquinamento*, No 11, p. 33-39.

Moore, J.W. and Ramamoorthy, S. (1984). Heavy Metals in Natural Waters. Applied Monitoring and Impact Assessment. Springer-Verlag. Berlin. 268 pages.

North Sea Task Force (1993). North Sea Quality Status Report 1993. Oslo and Paris Commissions, London. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, 132+vi pages.

OLF (1991). Discharges to the Sea. The Norwegian Oil Industry Association (OLF) Environmental Program, Report Phase I, Part B, Stavanger, Norway, 72 pages.

Olsson, M., Andersson, O., Bergman, A., Blomkvist, G., Frank, A., Rappe, C. (1992). Contaminants and diseases in seals from Swedish waters. In *Ambio*. 1992, No 21(8), p. 561-562.

Polat and Turgul (1995). Chemical exchange between the Mediterranean and the Black Sea via the Turkish straits. *Bull. Inst. Ocen. Monaco, ICSEM vol. on Dynamics of the Mediterranean straits.*

Rinaldi, A., Montari, G., Ghetti, A. and Ferrari, C.R. (1993). Anossie nelle acque costiere dell'Adriatico Nord-occidentale. Loro evoluzione e conseguenze sull'ecosistema bentonico. *Biologia Marina, Suppl. Notiziario SIBM*, No 1, p. 79-89.

Rosenberg, R., Elmgren, R., Fleischer, S., Jonsson, P., Persson, G., Dahlin, H. (1990). Marine eutrophication, Case Studies in Sweden. In *Ambio*, No 19(3), p.102-108.

SFT (1996). Environmental surveys in the vicinity of petroleum installations on the Norwegian shelf. Report for 1994. State Pollution Control Authority, Norway, report No 96:15, 72 pages.

SFT (1997). Environmental surveys in the vicinity of petroleum installations on the Norwegian shelf. Report for 1995. State Pollution Control Authority, Norway, report No 97:13, 60 pages.

UNEP (OCA)/MED (1996). Assessment of the state of Eutrophication in the Mediterranean Sea. UNEP(OCA)/MED WG. No 104, 210 pages.

UNEP (1996). The state of the Milieu marin et littoral in the Mediterranean Region. MAP Technical Report Series 100. UNEP, Athens. 142 pages.

Watson, M.C., Zinyowera, R., Moss (editors) (1995). Climate Change, Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC. R. T. ISBN 0-521-56437-9.

WCC '93 (1993). Preparing to Meet the Coastal Challenges of the 21st Century. Report of the World Coast Conference, Noordwijk 1-5 November 1993. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Hague, the Netherlands.

Yilmaz, A., Yemenicioglu, S., Saydam, C., Turgul, S. Basturk, O. and Salihoglu, I. (1995). Trends of pollutants in the north-eastern Mediterranean southern coast of Turkey. (Document présenté à la FAO en 1995 sous la forme d'un chapitre d'un ouvrage à paraître).

11. Dégradation du sol

Aspects principaux

Plus de 300 000 sites potentiellement contaminés ont été identifiés en Europe occidentale, et l'estimation du nombre total pour l'Europe est nettement supérieure.

Bien que le programme-environnement pour l'Europe ait demandé l'identification des sites contaminés, un aperçu complet n'est pas encore disponible pour de nombreux pays. L'étendue du problème est difficile à évaluer, faute de définitions convenues. La Commission européenne prépare un Livre blanc sur la responsabilité environnementale; des actions de suivi pourraient nécessiter des définitions convenues. La plupart des pays d'Europe occidentale ont établi des cadres réglementaires visant à empêcher les incidents futurs et à éliminer la contamination existante.

En Europe orientale, la contamination du sol à proximité des bases militaires désaffectées représente le risque le plus grave. La majorité des pays de la région ont commencé à évaluer les problèmes impliqués. Cependant, de nombreux pays de l'ECO et les NEI doivent encore élaborer le cadre réglementaire et financier nécessaire au traitement des sites contaminés.

Un autre problème grave est celui des pertes en sol en raison de la bétonisation sous les constructions, telles que les installations industrielles et les infrastructures de transport, qui réduit les possibilités d'utilisation du sol pour les générations futures.

L'érosion du sol augmente. Environ 115 millions d'hectares souffrent d'érosion hydrique et 42 millions d'hectares d'érosion éolienne. Le problème est le plus grave dans la région méditerranéenne en raison de ses conditions environnementales fragiles, mais ce problème se pose dans la plupart des pays européens. L'érosion du sol est intensifiée par l'abandon des terres et les incendies de forêt, en particulier dans les zones marginales. Des stratégies, telles le reboisement, visant à lutter contre l'accélération de l'érosion du sol font défaut dans de nombreuses régions.

La salinisation du sol concerne pratiquement 4 millions d'hectares, principalement dans les pays méditerranéens et d'Europe orientale. Les principales causes en sont la surexploitation des ressources en eau à la suite de l'irrigation agricole, la croissance démographique, le développement industriel et urbain et l'expansion du tourisme dans les zones côtières. Dans les zones cultivées, les principales conséquences sont la baisse du rendement des cultures, voire l'absence totale de récoltes. Des stratégies visant à lutter contre la salinisation du sol font défaut dans de nombreux pays.

L'érosion et la salinisation du sol ont accru le risque de désertification dans les zones les plus vulnérables, en particulier la région méditerranéenne. Les informations relatives à l'étendue et à la gravité de la désertification sont limitées; il est nécessaire de mener des

travaux supplémentaires portant sur des stratégies de prévention, probablement dans le cadre de la convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification.

11.1. Introduction

En Europe, comme dans de nombreuses régions du monde, les sols sont dégradés par des activités humaines telles que l'agriculture, l'industrie, le développement urbain et le tourisme.

Bien que le sol soit, en principe, une ressource renouvelable, les processus pédogénétiques naturels sont très lents. Les sols endommagés par une surutilisation ou par d'autres procédés peuvent mettre des milliers d'années à se renouveler totalement. Si les problèmes des sols européens sont généralement moins graves que dans d'autres régions du monde, la contamination localisée des terres, la salinisation, le tassement, les érosions hydrique et éolienne affectent des zones importantes.

Pour donner un exemple du rythme de la perte irréversible en sol européen, le développement urbain des années 1970 s'est traduit par la perte de terres potentiellement productives à un rythme d'environ 120 ha par jour en Allemagne, 35 ha par jour en Autriche et 10 ha par jour en Suisse (Van Lynden, 1995).

Plus de 300 000 sites potentiellement contaminés ont été identifiés en Europe occidentale. L'augmentation des concentrations de sel et l'alcalinité touche presque 4 millions d'hectares de sol, principalement dans les pays d'Europe orientale et de la Méditerranée. En Europe, environ 115 millions d'hectares sont menacés par l'érosion hydrique, 42 millions d'hectares par l'érosion éolienne. L'on observe un phénomène de désertification, en particulier dans la région méditerranéenne, en raison de ses conditions environnementales fragiles.

11.2. Sites contaminés

L'augmentation considérable des déchets et l'utilisation répandue de produits chimiques ces 40 dernières années ont été à l'origine de divers problèmes de sol. Les principales sources de contamination du sol sont les suivantes:

- le dépôt sauvage ou inadéquat de déchets;
- le traitement inapproprié de substances dangereuses (en d'autres termes, pertes, stockage inadéquat);
- l'abandon de sites miniers, militaires et industriels;
- les accidents.

L'encadré 11.1 fournit quelques exemples d'incidences.

11.2.1. Étendue du problème

Les données sur les sites contaminés de différents pays européens sont hétérogènes et ne peuvent être agrégées de manière fiable ou cohérente. Dans certains pays de l'UE, il n'est même pas possible de fournir des données nationales, dans la mesure où la coordination est limitée au niveau régional (par exemple, en Allemagne et en Belgique). En raison de l'absence de définitions convenues des sites contaminés au niveau européen, l'étendue globale du problème de contamination du sol est difficile à évaluer. Puisque L'UE envisage de s'impliquer dans le soutien d'opérations de nettoyage, des définitions convenues sont absolument nécessaires.

Le tableau 11.1 indique l'étendue du problème, en précisant le nombre de sites assurément et potentiellement contaminés dans 14 pays d'Europe occidentale et 4 pays de l'ECO.

Encadré 11.1: Incidences des sites contaminés – cas sélectionnés en Europe

Autriche: En 1993, il a été reconnu qu'une installation traditionnelle de recyclage et de traitement des métaux de la province de Carinthie mettait gravement en danger la santé et l'environnement, et qu'il convenait de prendre des mesures immédiates. Cette installation utilisait et traitait des substances dangereuses depuis plus de 100 ans. Ses activités impliquaient de nombreux fours de grande taille et des décharges. Parmi les incidences majeures figuraient des niveaux élevés de métaux lourds dans les nappes souterraines dus à une élimination inadéquate des déchets, et l'ingestion de particules solides de métaux lourds en provenance de décharges non protégées. La réhabilitation a commencé en 1995 et se poursuivra jusqu'en 2002, à un coût d'environ 37 millions d'ECU (UBA, 1997).

Estonie: À l'ancienne base marine soviétique de Paldiski, un centre de formation sous-marin désaffecté et une fabrique de torpilles ont été identifiés comme deux des principales sources graves de contamination. Différents déchets et des épaves de navires ont été détectés dans le bassin portuaire, et des niveaux élevés de contamination radioactive ont été enregistrés dans les sédiments. La zone portuaire est fortement polluée par différents types de matériaux stockés, en particulier du carburant, des produits chimiques et des torpilles. Le centre de formation sous-marin qui comprend deux réacteurs nucléaires, un bâtiment abritant des chaudières et une station de traitement des eaux résiduaires pose le problème particulier de la contamination nucléaire. Le coût de mesures *ad hoc* nécessaires pour ôter que les réacteurs nucléaires a été estimé entre 55 et 90 millions d'écus (UBA Berlin, 1997).

Finlande: En 1987, des concentrations élevées (70-140 µg/l) de chlorophénols ont été observées dans l'eau de distribution à Järvela, au sud de la Finlande. Par la suite, des concentrations de chlorophénols de 56 à 190 µg/l ont été enregistrées dans les eaux souterraines profondes entre l'unité de prélèvement d'eau et une scierie produisant du contre-plaqué, de l'aggloméré et du bois de sciage. Le tétrachlorophénol a été utilisé de 1940 à 1984 comme principale substance active pour inhiber la croissance de champignons à l'origine du bleuissement du bois. La contamination des nappes souterraines a également affecté un lac voisin. Un taux de risque sensiblement élevé de lymphome non hodgkinien a été détecté chez les personnes ayant consommé du poisson provenant de ce lac (Lampi P., *et al.*, 1992).

Norvège: En 1993, et par la suite, il s'est avéré qu'une zone d'environ 600 000 m² de sédiments à proximité de la station navale d'Hokonsvern à Bergen contenait des concentrations élevées de PCB, de HAP et de métaux lourds (mercure, plomb, cuivre et zinc). Des niveaux élevés de PCB ont été détectés dans les poissons et les crabes, ce qui a donné lieu à une recommandation d'éviter de consommer les poissons et les coquillages provenant de cette zone. La réhabilitation impliquera la réduction de moitié des niveaux de contamination dans la région concernée d'ici à 1998. Les restrictions concernant la capture de poisson seront maintenues pendant 10 années supplémentaires à partir de 1998 (Forsvarets Bygningstjeneste, 1996).

233 Dégradation du sol

Il est évident que la plupart des pays n'en sont qu'au premier stade d'identification et d'enregistrement des sites. Seuls quelques-uns, par exemple, le Danemark, la Suisse et l'Allemagne, ont identifié jusqu'à présent plus de deux tiers du nombre total prévu de sites contaminés.

La plupart des pays d'Europe orientale sont confrontés à des problèmes similaires à ceux de leurs voisins occidentaux, en particulier dans les régions ayant connu une longue tradition d'industrie lourde ou abritant des bases militaires désaffectées. Jusqu'à présent, l'accent a été essentiellement placé sur l'évaluation des dommages environnementaux dans les anciennes bases militaires soviétiques.

Tableau 11.1 Données disponibles sur le nombre de sites assurément et potentiellement contaminés

	Sites industriels contaminés		Décharges Sites contaminés		Sites milit.	Potentiellement désaffectés en exploit. identifiés tot. estim.		identifiés total estimé	
Albanie	•	•		•	•				
			78						
Autriche 000	•	•		•	•	•	28 000		~80
	135		~1 500						
Belg/Flan. 000	•	•		•	•	•	4 583		~9
Belg/Wall.	•	•		•	•		1 000		5 500
		60							

Danemark ~40 000	•	• 3 673 ~	• 14 000	•	•	37 000	~40
Estonie	•	•	•	•	•	~755	
Finlande	•	• 1 200	•	•	•	10 396	25 000
France 000	•	• 895	•	•	•		300
Allemagne 000	•	•	•	•	•	191 000	~240
Hongrie	•	• 600	• 10 000	•	•		
Italie	•	• 1 251	•	•		8 873	
Lituanie	•	•	•	•	•	~1 700	
Luxemb.		• 175	•	•		616	
Pays-Bas	•	•	•	•	•	110 000-120 000	
Norvège	•	•	•	•	•	2 300	
Espagne		• • 370	•	•	•		4 902
Suède	•	• 2 000	•	•	•	7 000	

Suisse	• • • • •	35 000	50 000
	~3 500		

Royaume-Uni		00000	~100
000	~10 000		

• Des sites ont été identifiés dans cette catégorie.

Source: EEA - ETC/S, 1997

Tableau 11.2 Évaluation des anciennes bases militaires soviétiques

Pays	Anciennes bases soviétiques		Superficie (ha)	
	Portée de l'évaluation systém.	Autres bases		
République tchèque	70 bases	2 400, niveau national	toutes les	
Estonie	bases	1 565	81 000	toutes les
Hongrie	bases	171	46 000	toutes les
		100, niveau national		
Lettonie	bases	850	100 000	toutes les
Lituanie	bases	275	67 762	toutes les
Pologne	bases	59	70 000	toutes les
Féd. de Russie		12 800 000	certaines bases	

Slovaquie
bases

18

certaines

Source: UBA Berlin, 1997

Le tableau 11.2 résume les activités d'évaluation actuelles. L'encadré 11.1 décrit un problème de contamination classique dans une ancienne base marine d'Estonie.

Le tableau 11.3 récapitule les informations sur les principales activités polluantes et les contaminants dans 11 pays de l'ECO. Dans la majorité de ces pays, les produits pétroliers et les métaux lourds sont les principaux contaminants, provenant généralement des bases militaires et de l'industrie pétrolière.

11.2.2. Conséquences

La contamination du sol peut avoir différentes conséquences sur la santé, les écosystèmes et l'économie dues aux points suivants:

- émissions de contaminants à la surface du sol, dans les nappes souterraines ou les eaux de surface;
- absorption de polluants par les plantes;
- contact direct des êtres humains avec le sol contaminé;
- inhalation de particules de poussière ou de substances volatiles;
- incendie ou explosion de gaz de décharge;
- corrosion de canalisations souterraines et d'autres éléments de construction due à des lixiviats contaminés ou création de conditions pédologiques défavorables;
- génération de flux de déchets dangereux secondaires ;
- conflit avec l'utilisation proposée des terres.

Conséquences sur les eaux souterraines et de surface

Les contaminants hydrosolubles et volatils du sol peuvent s'infiltrer dans les nappes souterraines par des mécanismes d'échange entre les eaux interstitielles du sol et les eaux souterraines.

Tableau 11.3 Principales activités polluantes et principaux contaminants dans 11 pays de l'ECO.
--

Principales activités polluantes**Principaux contaminants**

<i>Pays</i>	<i>Industrie</i>	<i>Décharges</i>	<i>Sites militaires</i>
Albanie	industries pétrolières, industrie chimique (PVC)	décharges de produits métallurgiques et chimiques	produits pétroliers PVC, métaux lourds
Bosnie-Herzégovine			champs de mine, guerres métaux lourds
République tchèque			fuites de réservoirs de carburant tous types de contamination
Estonie	industrie du schiste bitumineux		pistes d'atterrissage, épaves de navires et réserves de carburant dans les anciennes bases soviétiques phénols, carburant en général
Hongrie	installations de gaz, industrie pétrolière		anciennes bases soviétiques en général produits pétroliers, métaux lourds, composés organiques volatils
Lettonie	transport pétrolier par rail et par route		anciennes bases soviétiques en général métaux lourds, composés organiques volatils, produits pétroliers
Lituanie	industrie pétrolière, sites de stockage de pesticides	décharges en général	anciennes bases soviétiques en général produits pétroliers, métaux lourds, déchets organiques et bactériologiques, produits chimiques divers

Pologne			réserves de carburant dans les bases militaires	produits pétroliers
Roumanie		sites de déchets dangereux		
Fédération de Russie			anciennes bases soviétiques en général	produits pétroliers, PCB
Slovaquie	émissions de l'industrie	amas de déchets	pertes de carburant dans les bases militaires	produits pétroliers, métaux lourds

Source: EEA - ETC/S, 1997

Tableau 11.4 Propriétés des composés classiques des sites contaminés

Composé	Toxicologie		Mobilité et absorption	Applications principales	Sources principales
Benzène	T	C	hautement volatil et hydrosoluble, risque pour les nappes souterraines, risque d'ingestion orale et d'inhalation	synthèse des composés aromatiques	industrie chimique
Trichloro-éthylène	Xn	C		produit dégraissant majeur	industrie des métaux, nettoyage à sec des textiles
Phénol	T			synthèse des composés organiques	industrie chimique, industrie du raffinage du pétrole, installations de gaz
Cadmium		C	faible hydrosolubilité, peut être métabolisé et accumulé dans les plantes, ingestion orale	piles, protection contre la corrosion, pigments pour les plastiques	sites miniers, décharges
Plomb	T		faible hydrosolubilité, inhalation de poussière de plomb	batteries de voiture	sites miniers, décharges

Remarque : Abréviations: T = toxique, XN = toxicité mineure, C = cancérigène

Source: ROEMPP, 1996; EEA-ETC/S, 1997

Les taux de mobilité et d'exposition diffèrent considérablement, selon les polluants, les conditions pédologiques locales, le récepteur cible ou l'écosystème et le climat. De nombreuses espèces sont plus sensibles que les êtres humains aux contaminants et peuvent être affectées par des concentrations de contaminants spécifiques inférieures aux limites fixées pour l'eau potable destinée à la consommation humaine. Le tableau 11.4 décrit la mobilité de certains contaminants importants et fournit des informations sur les principaux risques.

Les contaminants du sol les plus mobiles sont les hydrocarbures chlorés et les produits pétroliers. Les contaminants tels que les métaux lourds disposent d'une mobilité plus limitée, mais peuvent être mobilisés dans certaines circonstances: par exemple, le plomb est plus mobile dans un milieu acide que neutre ou alcalin. En définitive, tous les contaminants peuvent atteindre des couches plus profondes des nappes souterraines, qui constituent la source d'eau potable dans de nombreux pays (voir section 9.2).

Dans de nombreux cas, les usines de prélèvement d'eau ont dû cesser leurs activités pour cause de contamination. Les informations générales relatives aux incidences des sites contaminés sur l'eau potable sont fragmentaires. Les ressources en eau potable de nombreuses régions d'Europe orientale sont affectées par des nappes de carburant provenant d'anciennes bases militaires. Une étude danoise sur la fermeture d'usines de prélèvement a révélé que 17 % des 600 puits ont dû être fermés en raison de la contamination du sol provoquée par les activités industrielles, 60 % pour contamination d'origine agricole et 23 % du fait de la surexploitation des nappes souterraines. Dans les régions rurales, les fermetures sont principalement dues aux nitrates, celles des régions urbaines aux solvants organiques (voir également encadré 11.1 - Finlande).

Exposition directe

Les changements de l'utilisation du sol peuvent se traduire par un accroissement de l'exposition à un sol contaminé. Dans le passé, de nombreux sites industriels et décharges désaffectés ont été réutilisés à d'autres fins, par exemple logement, écoles et centres de loisirs. Les risques d'ingestion de terre ou de contact cutané augmentent avec la fréquence d'exposition et dépendent du type de contamination et de sa toxicité. Les enfants dans les aires de jeu sont considérés comme les cibles les plus vulnérables et exposées.

Les substances volatiles et les particules du sol (par l'intermédiaire de la poussière) provenant de sites contaminés sont susceptibles d'être inhalées. Les sources classiques de substances volatiles sont les anciens sites de stockage ou de traitement pétrolier, tandis que pour les particules, les décharges contenant des déchets de métaux lourds issus des sites miniers et de traitement des métaux voisins (voir encadré 11.1 - Autriche).

Parmi les autres risques, citons les explosions dues au méthane se dégageant d'anciennes décharges et l'exposition au tétrachloroéthylène issu d'installations de nettoyage à sec.

La quantification des conséquences de l'exposition directe n'est que rarement disponible, dans la mesure où les conséquences de l'ingestion de terre et du contact cutané ne sont dans la plupart des cas ni visibles immédiatement ni mesurables, et les connaissances sur les relations dose-effet sont peu nombreuses.

Accumulation dans la nourriture

Les métaux lourds, en particulier le cadmium et le cuivre, peuvent, à un degré élevé, s'accumuler dans les plantes. Ce phénomène est fréquent lorsque les anciennes décharges sont réutilisées à des fins agricoles.

La contamination des eaux de surface peut se traduire par l'accumulation de contaminants dans les poissons. Les composés organochlorés s'intègrent particulièrement aisément dans les tissus adipeux des poissons (encadré 11.1 – Norvège), de même que certains métaux lourds, comme le mercure.

11.2.3. Mesures correctives

Stratégie et législation

Dans la majorité des pays européens, les sites contaminés sont gérés au niveau régional. Ces dernières années, la sensibilisation aux risques représentés par des sites contaminés s'est intensifiée, et plusieurs pays ont lancé des programmes nationaux pour visant à mettre sur pied une stratégie de gestion complète.

La plupart des pays d'Europe occidentale ont récemment établi des cadres législatifs visant à empêcher les incidents futurs et à éliminer la contamination existante. La gestion des sites contaminés est abordée dans différents types de législation, par exemple, celle relative aux déchets, à la protection des nappes souterraines, à la protection de l'environnement en général et à la protection du sol. Seuls quelques pays disposent d'une législation de décontamination spécifique: la Belgique (Flandre), le Danemark, les Pays-Bas, la plupart des Länder allemands et la Suisse. Certains pays agissent par le biais de plans d'action environnementaux (i.e. l'Espagne, la Suède et la Finlande), puisqu'ils ne possèdent pas de cadre législatif spécifique ou que la législation est en préparation.

Dans l'ECO, l'évaluation des dommages environnementaux dans les anciennes bases soviétiques a été et reste primordiale et a été à l'origine du lancement de plusieurs programmes nationaux. La plupart des pays répondent au besoin de protection et de réhabilitation du sol dans leur législation environnementale générale. Plusieurs pays ont mis en place des projets spécifiques. Par exemple, la Hongrie a récemment lancé un programme d'assainissement national, et les anciennes bases militaires soviétiques sont surveillées depuis 1991 dans le cadre d'un programme prioritaire. En Lituanie, les décharges sont systématiquement surveillées et classées depuis 1991 dans le cadre d'un projet commun entre les autorités lituaniennes et l'agence danoise de protection de l'environnement. En Albanie, un plan national de gestion des déchets, terminé en 1996, a été mis en œuvre dans le cadre du programme PHARE de l'UE.

Technologie

Les mesures de réhabilitation impliquent le plus souvent des approches techniques traditionnelles, telles que des barrières de confinement entourant

le site contaminé, ou l'excavation de terres et l'élimination hors site (Visser *et al.*, 1997). La couverture du site avec un matériau relativement imperméable, pour éviter tout contact cutané et réduire la lixiviation vers les nappes souterraines, est également une pratique courante dans de nombreux pays. La remise en état des nappes souterraines implique en général le pompage et le traitement de l'eau sur site. Des technologies plus avancées, telles que les techniques *in situ*, sont rarement utilisées en raison du caractère plus aléatoire de leur succès.

L'excavation du sol et l'élimination hors site – l'approche la plus courante – produisent d'énormes quantités de déchets, fréquemment dangereux. Vu le nombre important de sites contaminés, il est nécessaire de mettre au point d'autres technologies de réhabilitation, afin de réduire cette production de déchets secondaires, qui peut véritablement accroître le risque d'exposition. Une approche développée en Allemagne consiste à classer les terres excavées dans différentes catégories de réutilisation chaque fois que cela est possible (Hämman *et al.*, 1997).

Dans de nombreux cas, les techniques de pompage et de traitement pour assainir les eaux souterraines se sont révélées insuffisantes, en particulier lorsque des solvants organiques, tels que le tétrachloroéthylène, sont impliqués. La recherche et le développement actuels se concentrent sur la mise au point de techniques *in situ*, telles que la réhabilitation par voie biologique, le barbotage à l'air et le chauffage du sol, en vue de combler, en partie, les lacunes des méthodes traditionnelles.

Coûts

De nombreux pays européens ont tenté de calculer les coûts d'assainissement sur une base nationale (tableau 11.5). Les chiffres reposent toutefois sur des hypothèses différentes: certains pays ont calculé les coûts d'assainissement totaux, alors que d'autres n'ont sélectionné que des cas prioritaires. La plupart des pays de l'ECO se concentrent sur la détermination des coûts des mesures de réhabilitation des anciennes bases soviétiques. Les chiffres disponibles, malgré leur incertitude, donnent une idée approximative de l'ampleur du problème et de l'importance des coûts impliqués.

Financement

Dans la plupart des pays d'Europe occidentale, les mesures de réhabilitation sont financées par les impôts généraux. L'Autriche, la Belgique (Flandre), la Finlande, la France et la Hongrie ont créé des taxes spécifiques sur les déchets ou le carburant pour accroître le budget public alloué à la réhabilitation des sites (Visser *et al.*, 1997). Le Royaume-Uni a mis sur pied une organisation publique pour l'aménagement du territoire, qui octroie des prêts à faible intérêt pour des mesures de réhabilitation, afin d'encourager le réaménagement de bâtiments et de terrains contaminés, abandonnés et vacants (English Partnerships, 1995).

237 Dégradation du sol

Au nombre des initiatives spéciales figurent des engagements entre l'industrie et les autorités publiques. Par exemple, l'industrie néerlandaise a convenu de décontaminer des sites industriels par ses propres moyens, et le gouvernement s'est engagé à ne pas intervenir pendant 25 ans (Ulrici, 1995). Au Danemark, aux Pays-Bas, en Suède et en Finlande, l'industrie pétrolière a accepté d'assainir des sites contaminés, le financement provenant d'une petite contribution incluse dans le prix de l'essence.

Certains pays de l'ECO (la République tchèque, l'Estonie, l'ex-République yougoslave de Macédoine, la Lituanie, la Bulgarie et la Slovaquie) ont prévu des fonds écologiques spécifiques pour financer en partie des mesures d'assainissement de sites contaminés. La République tchèque finance partiellement des mesures de réhabilitation du sol d'anciens sites militaires, ainsi que des activités de privatisation.

Prévention ou remède?

La plupart des pays européens disposent de cadres législatifs visant à empêcher toute contamination future. L'héritage du passé subsiste toutefois, et de nombreux sites devront être identifiés, évalués et réhabilités. Un financement considérable devra être consacré à ce processus, et de nombreuses personnes qualifiées y seront impliquées. Il se peut que certains sites ne soient jamais assainis, faute de ressources financières.

L'expérience a souligné l'importance de limiter ou d'éviter la contamination du sol en empêchant la pollution, par exemple par le biais d'une amélioration de la gestion des déchets et des processus de traitement, un meilleur contrôle des déversements industriels et une modernisation des systèmes de sécurité pour la prévention des accidents.

Tableau 11.5 Estimation des coûts d'assainissement par pays ou région

Pays	Coûts	Spécification/coûts totaux	Année de référence
	(millions d'écus)		
Autriche	1 500	300 cas prioritaires sélectionnés	1994
Belgique (Flandre)	6 900	Coûts totaux d'assainissement	1997
République	70-185	réhabilitation des anciennes bases	1997

tchèque		soviétiques	
Danemark	1 138	estimation des coûts totaux d'assainissement	1996
Estonie	4 400	réhabilitation des anciennes bases soviétiques	1997
Finlande	1 000	1 200 sites prioritaires sélectionnés	1997
Allemagne (Bavière)	2 500	estimation des coûts totaux d'assainissement	1997
Allemagne (Saxe-Anhalt)	1 000-1 300	assainissements à grande échelle	1995
Allemagne (Schleswig-Hol.)	100	26 sites prioritaires	1995
Allemagne (Thuringe)	178	3 projets à grande échelle	1995
Hongrie	440	20 % sur les 600 sites contaminés identifiés	1998
Italie	510	référence à 1 250 sites prioritaires sélectionnés	1997
Lituanie	970	coûts totaux d'assainissement	1997
Pays-Bas	23 000-46 000	estimation des coûts totaux d'assainissement	1995
Norvège	375-500	700 sites prioritaires sélectionnés	1997
Pologne	2 100	réhabilitation des anciennes bases soviétiques	1997
Fédération de Russie	34	par an pour les mesures <i>ad hoc</i> dans les anciennes bases soviétiques	1997
Slovaquie	40	9 bases militaires prioritaires	1997
Espagne	800	assainissement de 38 Mm ³ de sol et 9 Mm ³ de nappes souterraines	1996
Suède	3 532	estimation des coûts totaux	1996

d'assainissement

Suisse	31000-3 600	estimation des coûts totaux d'assainissement	1997
--------	-------------	---	------

Royaume-Uni	13 000- 39 000	référence à 10 000 ha de terres contaminées	1994
-------------	-------------------	--	------

Source: EEA-ETC/S, 1997; UBA Berlin, 1997

11.3. Érosion hydrique et éolienne du sol

L'érosion est une cause majeure et croissante de la dégradation du sol dans de nombreuses régions européennes (Ernstsen *et al.*, 1995; Blum, 1990).

L'intensification de l'agriculture ces 50 dernières années a contribué dans une large mesure à cette évolution, en particulier en Europe occidentale.

L'augmentation de la mécanisation, le labour sur de fortes pentes, la perte de rotations d'herbes fourragères dans certains systèmes agricoles, le surpâturage et le drainage des terres ont eu des incidences majeures. La disparition de haies, de murs et de clôtures pour élargir les champs et accroître l'efficacité agricole y a également contribué.

Tous les pays européens sont concernés (Van Lynden, 1995) dans une certaine mesure, environ 115 millions d'hectares, soit 12 % de l'ensemble des terres européennes, sont touchés par l'érosion hydrique, et près de 42 millions d'hectares, soit 4 % du total, par l'érosion éolienne (Oldeman *et al.*, 1991) (carte 11.1). Dans l'ensemble de la Fédération de Russie, y compris la région asiatique, 15 % des terres irriguées et 16 % des terres drainées sont sérieusement dégradées (engorgement hydrique, salinisation, érosion) du fait d'une gestion inadéquate de l'eau (ministère russe de la Protection de la nature, 1996). Ce problème est le plus grave dans la région méditerranéenne, où l'érosion hydrique prédomine.

Dans la région méditerranéenne, l'érosion hydrique peut entraîner la perte de 20 à 40 tonnes/ha de sol au cours d'une seule tempête, et plus de 100 tonnes/ha dans des circonstances extrêmes (Morgan, 1992). Plusieurs caractéristiques régionales intensifient ce processus, en l'occurrence:

- de fortes pentes;
- de fréquentes pluies torrentielles;
- la réduction de la couverture végétale due à l'agriculture intensive, la sylviculture non durable, le surpâturage, les incendies et d'autres pratiques (par exemple, le développement industriel et urbain);
- la profusion de sols pauvres très sensibles à l'érosion;
- des périodes pluvieuses décalées par rapport aux périodes de couverture végétale;
- la réduction de l'agriculture durable et extensive;
- l'abandon des terres dû aux changements socio-économiques.

En raison de la fragilité des sols, l'érosion hydrique est devenue irréversible dans certaines régions méditerranéennes (Sanroque, 1987; Rubio, 1987; Van Lynden, 1995). Elle est également un phénomène local important dans d'autres régions européennes (par exemple, l'Islande, l'Irlande, la Fédération de Russie) où l'association de différents facteurs, tels que le climat, les conditions pédologiques et les pratiques agricoles, favorise la perte en sol. En Irlande, le surpâturage sur des tourbières engendre l'érosion de tourbe et d'autres matières pendant les périodes de fortes pluies et de vent. En Islande, la destruction quasi complète des forêts dans le passé et le surpâturage sur des terres volcaniques en pente sont à l'origine de taux élevés d'érosion du sol pendant les périodes de fortes pluies/vent et d'inondations dues à la fonte des glaciers pendant les éruptions volcaniques. De grandes parties du pays ont été dévastées par l'érosion du sol.

La vulnérabilité du sol à l'érosion éolienne est déterminée par des facteurs similaires à ceux de l'érosion hydrique (Prendergast, 1983). En outre, l'érosion éolienne tend à être favorisée par des conditions résultant d'un drainage excessif (Van Lynden, 1995). En Europe, l'érosion éolienne entraîne principalement la perte en couches arables (Van Lynden, 1995).

En Europe, la répartition de l'érosion éolienne (carte 11.2) semble indiquer que des facteurs physiques, en particulier le climat, sont plus importants que l'influence humaine, qui domine généralement l'érosion hydrique. L'érosion éolienne, qui est largement répandue et sévère en Europe du sud-est, en particulier dans les plaines de Russie, résulte probablement de l'association climat continental sec et sols vulnérables et pratiques agricoles inadéquates (Karavayeva *et al.*, 1991). L'érosion éolienne pose également problème dans certaines régions de Laponie, où les sols vulnérables sont partiellement affectés par des activités humaines, telles que le surpâturage des troupeaux de rennes, la sylviculture ou le tourisme.

L'érosion éolienne peut également avoir plusieurs conséquences indirectes, notamment:

- la couverture des surfaces cultivables en deçà des zones érodées;
- la contamination des eaux souterraines et de surface par des sédiments et des substances chimiques (engrais et pesticides);
- la baisse du niveau des nappes aquifères;

239 Dégradation du sol

- le dépôt de matières érodées dans le lit des cours d'eau, les lacs ou les réservoirs artificiels, ce qui accroît le risque d'inondations et modifie le pH des lacs au détriment des poissons;
- l'eutrophisation des écosystèmes voisins;
- des dégâts aux infrastructures, telles que les chaussées, les voies ferrées et les câbles aériens.

L'encadré 11.2 résume les principales forces motrices de l'érosion hydrique et éolienne en Europe.

11.4. Désertification

Selon la définition convenue à Rio en 1992 et adoptée par la convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification, le terme désertification désigne "*la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines*". (Secrétariat provisoire de la Convention (UNCCD), 1997). Cette réduction progressive de la capacité de la terre à accueillir des communautés animales et végétales – l'agriculture et la sylviculture – menace certaines régions méridionales d'Europe, notamment l'Espagne, la Grèce, le Portugal, l'Italie, la France (Corse), Malte et Chypre.

Carte 11.1 Érosion hydrique en Europe, 1993

Érosion hydrique

Disparition de la couche de surface

Déformation du terrain

extrêmement grave

très grave

moyennement grave

peu grave

pas applicable

Source: ISRIC

240 L'Environnement en Europe

Les zones touchées sont généralement caractérisées par des approvisionnements limités en eau douce et des précipitations variant sensiblement tant dans le temps que dans l'espace, accompagnées de périodes fréquentes et récurrentes de sécheresse.

De vastes zones de la région méditerranéenne cultivées pendant de longues périodes se sont si gravement dégradées qu'elles ne peuvent plus accueillir aucune culture rentable, ce qui se traduit par abandon et dépeuplement.

Les principales conséquences de la désertification en Europe méridionale et du sud-est sont les suivantes:

- réduction de la résilience du sol face aux pressions humaines et naturelles;
- diminution de la croissance de la végétation;
- épuisement des ressources en eaux souterraines et de surface en raison de l'accélération du ruissellement en surface et accroissement de la vulnérabilité aux processus de dégradation (contamination, acidification, salinisation);
- perte de la qualité paysagère;
- diminution de la biodiversité.

La désertification peut également avoir des conséquences indirectes sur le climat régional et la migration des oiseaux.

Carte 11.2 Érosion éolienne en Europe, 1993

Érosion éolienne
Disparition de la couche supérieure
extrêmement grave
très grave
moyennement grave
peu grave
pas applicable

Source: ISRIC

Les forces motrices de la désertification en Europe méridionale et du sud-est sont, en de nombreux points, similaires à celles présidant à l'érosion du sol. En effet, l'érosion proprement dite et le déclin physique et chimique des propriétés du sol à la suite de pressions humaines sont, généralement, avec les facteurs climatiques, les principales causes de désertification. La situation ne peut toutefois pas être simplement attribuée à une exploitation technico-environnementale récente, même si son intensification a malheureusement été attestée ces dernières décennies (Pérez-Trejo, 1992). Les problèmes fondamentaux sont la destruction répétée et à long terme de la végétation par les êtres humains et les forces naturelles, telles le feu, la mauvaise gestion des terres, le surpâturage, la surexploitation des forêts et des ressources terrestres, et plus récemment, l'intensification de l'agriculture, l'extraction de ressources minières, l'urbanisation, le tourisme excessif et l'évolution démographique.

Un autre facteur renforçant la désertification est la demande élevée en eau pour diverses activités économiques et sociales (voir section 9.3). Cette demande a été à l'origine d'une baisse inquiétante du niveau de la nappe phréatique, augmentant par là le coût d'irrigation des terres agricoles, ce qui engendre leur abandon lorsqu'elles ne sont plus rentables et crée des conditions favorables à l'intrusion d'eau de mer, avec de surcroît une perte en fertilité du sol (voir section 11.5). Des conditions de ce genre frappent la région de l'ancien lac Karla (Thessalie, Grèce), et à proximité de la côte est et sud-est de l'Espagne où la surexploitation des couches aquifères a fait passer le niveau de la nappe souterraine en deçà du niveau de la mer, permettant ainsi une intrusion d'eau de mer.

11.5. Salinisation

L'utilisation d'eau salée à des fins d'irrigation est néfaste pour les sols et les plantes. L'accumulation de sel dans les sols entrave les processus d'absorption par les racines des plantes. En conséquence, les récoltes sont sensiblement réduites, même si le sol contient de l'eau. Dans les zones naturelles, la végétation d'origine est remplacée par une végétation tolérant des niveaux élevés de sel. Une végétation de ce type a généralement peu de valeur économique, dans la mesure où elle est utilisée, par exemple, comme fourrage.

Les conséquences de la salinisation sur le sol sont plus lentes que celles sur la végétation, mais peuvent être plus importantes et dangereuses. Un arrosage répété à l'eau salée augmente les concentrations en sel de la solution du sol, principalement dans les zones peu drainées et présentant un déficit hydrique élevé. A un stade avancé, particulièrement en cas de grave détérioration de la structure du sol, une alcalinisation survient.

Dans le contexte européen, la salinisation et l'alcalinisation affectent essentiellement les sols de la région méditerranéenne et des pays du sud-est (Hongrie, Roumanie) (carte 11.3) et sont le fait de pressions socio-économiques (par exemple, la croissance démographique) et de causes naturelles (par exemple, le climat).

Encadré 11.2: Forces motrice de l'érosion hydrique et éolienne en Europe

<i>Intensification agricole</i>

Des pratiques agricoles non durables sur des terres en pente, comme le manque de mesures efficaces pour lutter contre l'érosion, des systèmes de culture laissant les surfaces du sol à nu pendant la saison des pluies, des systèmes d'irrigation inadaptés, le brûlage des résidus de culture et la monoculture sans protection du sol, accélèrent le rythme d'érosion du sol. Pour les terres en pente, le polissage dans le sens de la pente accroît le ruissellement en surface et le transport de sédiments.
--

L'utilisation de machines lourdes peut provoquer un tassement du sol, qui accroît sa vulnérabilité à l'érosion. Un labourage excessif et dans des conditions de faible humidité du sol peut entraîner une détérioration de la structure du sol et une augmentation de la vulnérabilité à l'érosion. Le surpâturage peut accélérer l'érosion en réduisant la végétation protectrice et la teneur en matières organiques du sol. En Scandinavie, le labourage d'automne accroît le risque d'érosion pendant les périodes de pluies et de fonte des neiges.
--

<i>Abandon de terres agricoles</i>

L'abandon de terres cultivables fragiles, suivi d'un surpâturage, provoque une grave érosion. Il apparaît que l'érosion du sol augmente de manière spectaculaire lorsque les terrasses s'effondrent. De vastes zones de la région méditerranéenne ont été affectées par l'abandon de zones agricoles marginales (Sanroque, 1987; Rubio, 1995).
--

<i>Déboisement</i>

Le déboisement modifie certaines propriétés du sol (teneur en matières organiques, perméabilité, etc.) et réduit la protection du sol par la végétation. Ces changements peuvent accroître le risque d'érosion du sol. Les incendies de forêt (voir chapitre 8, section 8.3.2) sont également une cause importante de dépérissement de la végétation, à l'origine d'une érosion du sol dans de nombreuses régions européennes, notamment en Méditerranée.

<i>Perturbation du sol</i>

Les activités minières, d'extraction en carrière et d'excavation à des fins de mise en décharge peuvent provoquer une érosion du sol en perturbant la couverture végétale et en modifiant la topographie.

Expansion industrielle et urbaine

L'expansion industrielle et urbaine peut engendrer une érosion du sol, principalement par la destruction de la couverture végétale et une conception inadéquate des chaussées et d'autres infrastructures.

Les conditions semi-arides sporadiques de ces pays favorisent ces processus. Dans les NEI, de vastes parties de terres irriguées sont actuellement exposées à une grave salinisation due à l'effondrement des structures agricoles existantes et à une mauvaise gestion (Comité statistique des NEI, 1996). Dans l'ensemble de l'Europe, la zone affectée par la salinisation couvre pratiquement 4 millions d'hectares (Oldeman *et al.*, 1991; Szabolcs, 1991). Le coût de régénération d'une zone aussi vaste serait extrêmement élevé.

11.6. Autres formes de dégradation du sol

Perte de matières organiques

La qualité du sol est dans une large mesure fonction de sa teneur en matières organiques, qui est dynamique et réagit rapidement à des modifications de l'aménagement du sol. Outre les zones connaissant un excédent de fumier, la teneur en matières organiques de nombreux sols cultivés d'Europe diminue du fait de l'intensité de l'agriculture moderne. Les inquiétudes vont croissant quant au risque que les niveaux chutent en deçà de ceux nécessaires pour soutenir un sol stable, fertile et sain, même si les preuves de niveaux critiques de ce genre sont équivoques.

Carte 11.3 Salinisation en Europe, 1993

Salinisation
très grave
moyennement grave
peu grave
pas applicable

Source: ISRIC

Dégradation du sol 243

La figure 11.1 présente les proportions relatives de couches arables cultivées en Angleterre et au Pays de Galles, par rapport à la teneur en carbone organique, en 1980 et 1995. Elle démontre que ces 15 dernières années, il s'est produit une légère baisse du nombre de sites affichant une teneur en carbone organique supérieure à 4 % et une augmentation concomitante de ceux présentant une teneur en carbone organique inférieure à 4 %.

Une chute de la teneur en matières organiques affectera la stabilité et la structure du sol, les propriétés de rétention d'eau, le pouvoir tampon, l'activité biologique, ainsi que la rétention et l'échange de nutriments. Elle peut également, à moyen et à long terme, rendre le sol plus vulnérable à l'érosion, au tassement, à l'acidification, à la salinisation, à la carence en nutriments et à la sécheresse.

Tassement, engorgement hydrique et régression de la structure du sol

La perte en matières organiques, suivie par celle de structure du sol, accroît considérablement le tassement du sol. Il s'agit de la forme la plus répandue de dégradation physique en Europe, touchant quelque 90 % de l'ensemble de la zone affectée (Van Lynden, 1995). Elle est induite par l'utilisation répétée de machines lourdes sur un sol de faible stabilité structurelle, ainsi que par le surpâturage et le surpeuplement. Le tassement affecte les couches arables, dans lesquelles il influence l'absorption de nutriments par les plantes, et les couches plus profondes, où il pourrait engendrer des changements irréversibles de la structure du sol (Van Lynden, 1995).

L'engorgement hydrique est le fait d'inondations dues aux cours d'eau, de l'augmentation du niveau de la nappe phréatique par l'irrigation, et de hausses de la quantité de ruissellement des pluies associées à des taux d'infiltration réduits. Il peut être induit par une intervention humaine, comme au nord de la Russie et dans la vallée inférieure du Danube, ou accidentel. Il engendre une diminution de la structure du sol. La carte 11.4 montre la gravité (extension et degré) de ces processus en Europe.

11.7. Politique, législation et accords relatifs au sol

La législation nationale et internationale relative au sol est peu développée par rapport à celle concernant d'autres éléments, tels que l'air et l'eau. Seules quelques initiatives directement liées au sol ont été mises en œuvre. Dans de nombreux cas, la législation se rapporte à la santé ou à d'autres aspects et ne considère les propriétés du sol qu'indirectement par les fonctions écologiques ou pédologiques liées aux activités humaines.

Prévention de la contamination du sol

Au niveau communautaire, la directive sur le nitrate restreint la concentration de nitrate dans les nappes souterraines employées comme ressources d'eau potable, et fixe une limite pour la quantité d'engrais azoté organique et inorganique pouvant être épandue sur les sols des zones sensibles au nitrate. À la suite de cette directive, tous les pays ont promulgué des lois sur l'eau pour protéger les nappes souterraines et garantir la surveillance à des fins de lutte antipollution. Une directive sur les boues d'épuration propose de réglementer l'utilisation des boues d'épuration en agriculture pour prévenir tout effet nocif sur le sol, la végétation, les animaux et les personnes. Dans certains pays, par exemple, au Danemark, ce type de législation a été élargi pour couvrir l'utilisation de tous les déchets à des fins agricoles. D'autres directives, telles que celles relatives aux habitats, aux eaux souterraines, aux substances dangereuses et aux déchets, incluent certains points relatifs au sol.

Responsabilité environnementale

La Commission des Communautés européennes prépare actuellement un Livre blanc sur la responsabilité environnementale, qui définira les éléments essentiels d'un régime communautaire et donnera probablement lieu à l'élaboration d'une directive-cadre. Ses principaux objectifs consisteront à garantir l'efficacité de l'assainissement des sites contaminés et la restauration des dégâts infligés aux ressources naturelles, ainsi qu'à prévenir les dommages futurs, conformément aux principes de précaution et du "pollueur-payeur". Ce régime comprendrait des objectifs et des normes d'assainissement communs, ainsi que des exigences minimales concernant l'obligation d'assainissement.

Érosion du sol/désertification

Certains pays imposent des restrictions sur l'utilisation des terres afin de garantir leur protection contre l'érosion. L'aménagement matériel est également utilisé aux mêmes fins. Dans certains pays, l'érosion a été endiguée par la plantation d'arbres et l'implantation de pelouses (par exemple, en France, en Autriche et en Islande).

Figure 11.1 Teneur en carbone organique dans les couches arables (%) des sols cultivés en Angleterre et au Pays de Galles, 1980 et 1995

Source: Données provenant du SSLRC (Soil Survey and Land Research Centre), Royaume-Uni 1997, obtenues pour le ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, Londres.

Plusieurs pays pratiquent des restrictions législatives sur le drainage des terres, sur la base d'un ensemble de critères, tels que la protection des équilibres écologiques et des ressources hydriques, ainsi que la prévention de l'érosion.

Au niveau régional, la convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification contraint les parties signataires de la région nord-méditerranéenne (Portugal, Espagne, France, Italie, Malte et Grèce) à préparer des programmes d'action nationaux. Cela implique une coordination des activités de l'ensemble des pays concernés. Quelques recherches spécifiques sur des sites constituent l'essentiel du travail réalisé à ce jour, mais certaines évaluations ont été menées sur l'ampleur du problème, et des programmes de surveillance harmonisés ont été mis sur pied.

Programmes de surveillance

Certains pays utilisent des réseaux de surveillance du sol pour enregistrer les conditions pédologiques, en particulier en ce qui concerne les métaux lourds et les matières organiques. Des programmes de surveillance nationaux, déjà mis en œuvre dans certains pays, sont à l'étude dans un nombre croissant de nations. Jusqu'à présent, les systèmes de surveillance ont toutefois été essentiellement conçus pour des programmes de recherche ou des objectifs spécifiques, tels que la limitation des métaux lourds et des boues d'épuration, ou pour des programmes de nutrition agricole, et sont rarement bien intégrés.

Carte 11.4 Dégradation physique en Europe, 1993

Dégradation physique
Durcissement
Diminution des sols organiques
Exploitation du bois / eau
extrêmement grave
très grave
moyennement grave
peu grave
pas applicable

Source: ISRIC

11.8. Perspectives d'action

Étant donné le caractère limité de la législation directe relative au contrôle de l'incidence de l'utilisation des terres et des activités humaines sur le sol, une protection limitée est obtenue indirectement par le biais de mesures réduisant la pollution de l'eau et de l'air. Toute stratégie visant à améliorer la situation devrait tenir compte des points suivants:

- le sol doit être abordé de manière individuelle en tant que substrat et bénéficier à ce titre de la même attention que l'eau et l'air;
- une coordination et une coopération sont nécessaires aux niveaux international et européen, dans la mesure où les questions relatives au sol (tout en étant principalement un problème local) ne peuvent pas être résolues par des mesures locales uniquement;
- des programmes harmonisés de surveillance du sol doivent être établis, calqués sur ceux relatifs à l'air et l'eau, et orientés vers l'évaluation de l'état du sol sur de vastes zones, en tenant compte de nombreux paramètres.

Les domaines dans lesquels des actions sont envisageables sont les suivants:

- l'analyse et l'évaluation des problèmes, avec une définition des causes et des incidences;
- la surveillance des changements dans le temps;
- la limitation des problèmes par l'introduction de mesures préventives (notamment l'éducation, l'adaptation écologique et des pratiques agricoles plus durables, et l'aménagement du territoire);
- la réhabilitation, le cas échéant et si possible.

Bibliographie

Blum, W.E.H. (1990). The challenge of soil protection in Europe. In *Environmental Conservation*, No 17, p. 72-74.

Ernstsen, V., Jensen, J., Olesen, S.E., Sidle, R. (1995). *Scoping study on establishing a European Topic Centre for Soil*. Geological Survey of Denmark, Service Report No 47.

English Partnerships (1995). *Investment Guide*. English Partnerships, London, UK.

Forsvarets Bygningstjeneste (1996). Opprydding av forurensede sjøsedimenter og forurenset grunn på Håkonsvern, Orlogsstasjon i Bergen kommune, *Statusrapport pr. 31.12.1996*. Norway.

Hämman M., Hohl R., *et al.* (1997). *Evaluation plan for the Reuse of Excavated Soil*, R'97 Recovery, Recycling, Re-integration 3rd International Congress and Exhibition, 4-7.2.1997, Geneva, Suisse.

Karavayeva, N.A., Nefedova, T.G., Targulian, V.O. (1991). Historical Land Use Changes and Soil Degradation on the Russian Plain. In *Land Use Changes in Europe. Processes of Change, Environmental Transformations and Future Patterns*. Eds: F.M. Brouwer, A.J. Thomas and M.J. Chadwick. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Lampi, P., *et al* (1992). *Archives of Environmental Health*, Vol. 47 (No 3).

Ministry of Nature Protection of Russian Federation (1996). *National report on the State of the Environment in Russian Federation in 1995*. Moscow.

Morgan, R.P.C. (1992). Soil Erosion in the Northern Countries of the European Community. EIW Workshop. *Elaboration of a Framework of a Code of Good Agricultural Practices*, Brussels, 21-22 May, 1992.

Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. (1991). *World Map of the status of human-induced soil degradation, an explanatory note* (second revised edition), Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), ISRIC, Wageningen; UNEP, Nairobi.

Pérez-Trejo, F. (1992). *Desertification and land degradation in the European Mediterranean*, Commission of the European Communities, Environment and Quality of Life.

Rubio, J.L. (1987). La Desertificación del territorio valenciano. In *El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana*. Ed: Generalitat Valenciana. Valencia, Espagne.

Rubio, J.L. (1995). Soil erosion effects on burned areas. In: R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis and J.L. Rubio (eds.), *Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects*. Commission of the European Communities, ECSC-EC-EAEC, Brussels, Belgique.

Sanroque, P. (1987). La erosión del suelo. In *El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana*. Ed: Generalitat Valenciana. Valencia, Espagne.

Soil Survey and Land Research Centre (UK) *et al.* (1997). *Further analysis on presence of residues and impact of plant protection products in the EU. Possibilities for future EC environment policy on plant protection products, PES-A/Phase 2*. Report for the Commission of European Communities and the Dutch Ministry for the Environment.

Szabolcs, I. (1991). Salinisation potential of European soils. In *Land use changes in Europe: processes of change, environmental transformations and future patterns*. Eds: F.M. Brower, A. Thomas, M.J. Chadwick. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, p. 293-315.

Statistical Committee of the CIS (1996). *Environment in CIS countries*. Moscow.

UBA (1997). *Atlas/Atlas/Register on Contaminated Sites according to the Law for the Clean-up of Contaminated Sites*. Umweltbundesamt, Vienna, Autriche, 1997.

Ulrici, W. (1995). *International Experience in Remediation of Contaminated Sites, Synopsis, Evaluation and Assessment of Applicability of Methods and Concepts*. Federal Ministry of Education, Science, Research and Technology; Germany.

UNCCD Interim Secretariat (1997). *United Nation Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. Text with Annexes. Geneva, Suisse.

Van Lynden, G.W.J. (1995). European soil resources. Current status of soil degradation, causes, impacts and need for action. Council of Europe Press. *Nature and Environment*, No 71, Strasbourg, France.

Visser W., Elkenbracht E. *et al.* (1997). *Analysis of the Amsterdam Questionnaire*, Tauw Milieu (NL), Nottingham Trent University (UK), A&S Associates (UK), R³ Environmental Technology Ltd. (UK), Report for the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague, the Netherlands.

12. Environnement urbain

Aspects principaux

L'urbanisation se poursuit, en dépit du fait que près des trois quarts de la population d'Europe occidentale et des NEI et un peu moins de deux tiers de celle de l'ECO, vivent déjà dans des villes.

La croissance rapide des transports privés et la consommation à forte intensité de ressources constituent d'importantes menaces pour l'environnement urbain et donc pour la santé et le bien-être. Dans de nombreuses villes, les voitures représentent désormais plus de 80 % des transports mécanisés. Les prévisions de la croissance des transports en Europe occidentale indiquent que, pour un scénario de maintien du statu quo, les demandes de transport routier de passagers et de fret pourraient pratiquement doubler entre 1990 et 2010, le nombre de voitures augmentant de 25 à 30 % et le nombre annuel de kilomètres par voiture progressant de 25 %. La croissance actuelle de la mobilité urbaine et de la possession de voitures dans les villes de l'ECO devrait s'accélérer au cours de la prochaine décennie, avec des augmentations correspondantes de la consommation d'énergie et des émissions liées aux transports.

Dans l'ensemble, la qualité de l'air s'est améliorée dans la plupart des villes européennes. Les concentrations annuelles en plomb ont fortement chuté dans les années 1990 en raison de la réduction de la teneur en plomb de l'essence, et des signes semblent attester une baisse de la concentration d'autres polluants. Certaines villes de l'ECO ont toutefois fait état de légères augmentations de la concentration en plomb ces cinq dernières années, dues à l'intensification du trafic. L'élimination progressive envisagée de l'essence au plomb devrait résoudre ce problème.

L'ozone demeure un problème majeur dans certaines villes, des concentrations élevées étant toutefois enregistrées pendant tout l'été. La majorité des villes fournissant des données font état de dépassements des valeurs indicatives de l'OMS pour le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les matières particulaires. Peu de données étaient disponibles sur le benzène, mais le dépassement des valeurs indicatives de l'OMS relatives à la qualité de l'air semble monnaie courante.

L'extrapolation des résultats déclarés à l'ensemble des 115 grandes villes d'Europe indique que près de 25 millions de personnes sont exposées au smog d'hiver (dépassement des directives relatives à la qualité de l'air pour le SO₂ et les matières particulaires). Le nombre correspondant de personnes exposées au smog d'été (lié à l'ozone) est de 37 millions, presque 40 millions de personnes subissant au moins un dépassement des directives de l'OMS chaque année.

En Europe occidentale, les principales sources de pollution atmosphérique - précédemment les procédés industriels et la combustion de charbon et de combustibles à haute teneur en soufre - sont désormais les véhicules automobiles et l'utilisation de

combustibles gazeux. Les transports devant augmenter considérablement, les émissions liées aux transports devraient également croître, et par là, intensifier la pollution atmosphérique urbaine. Dans l'ECO et les NEI, une évolution similaire est enregistrée, quoique plus lente.

Environ 450 millions de personnes en Europe (65 % de la population) sont exposées à des niveaux sonores environnementaux élevés (supérieurs aux niveaux de pression acoustique équivalents (Leq) 24h 55 dB(A)). Près de 9,7 millions de personnes sont exposées à des niveaux sonores inacceptables (supérieurs à Leq 24h 75 dB(A)).

Dans plusieurs villes européennes, la consommation d'eau a augmenté: environ 60 % des grandes villes européennes surexploitent leurs ressources en eaux souterraines et leur disponibilité en eau, et la qualité de l'eau pourrait de plus en plus affecter le développement urbain dans les pays souffrant de pénuries, en particulier en Europe méridionale. Plusieurs villes d'Europe septentrionale ont toutefois réduit leur consommation d'eau. En général, les ressources en eau pourraient être utilisées plus efficacement, étant donné que seul un faible pourcentage de l'utilisation domestique d'eau sert à la consommation en tant que boisson ou à la cuisson, et que de grandes quantités (de 5 à plus de 25 %) sont perdues en raison de fuites.

Les problèmes urbains ne sont pas limités aux villes proprement dites. De plus en plus de terres sont nécessaires pour fournir aux populations des grandes villes toutes les ressources dont elles ont besoin et absorber les émissions et les déchets qu'elles produisent.

En dépit des progrès de l'application de la gestion environnementale dans les villes européennes, de nombreux problèmes restent en suspens. Ces cinq dernières années, les autorités urbaines sont de plus en plus nombreuses à se pencher sur des méthodes destinées à atteindre un développement durable dans le contexte des politiques des Actions locales 21, qui pourraient inclure des mesures visant à réduire l'utilisation d'eau, d'énergie et de matériaux, à améliorer la planification de l'utilisation des sols et des transports et à utiliser des instruments économiques. Plus de 290 villes se sont déjà associées à la campagne européenne "Villes et agglomérations pour un développement durable".

Les données concernant de nombreux aspects de l'environnement urbain - par exemple, consommation d'eau, production de déchets urbains, traitement des eaux résiduaires, nuisances sonores et pollution atmosphérique - sont toujours incomplètes et inadéquates pour une évaluation approfondie de l'évolution de l'environnement urbain en Europe.

12.1. Introduction

Plus de deux tiers de la population européenne vit dans des zones urbaines et l'influence des villes s'étend bien au-delà de leurs limites, ce qui se traduit par des incidences régionales et mondiales considérables en raison de leurs demandes en ressources naturelles, de leurs déchets et de leurs émissions dans le sol, l'eau et l'atmosphère. L'"empreinte écologique" d'une ville peut être plus de cent fois supérieure à la superficie de la ville proprement dite (encadré 12.1).

Le concept d'écosystème urbain proposé dans l'évaluation de *Dobris* (EEA, 1995) définit un cadre à l'évaluation de l'environnement urbain européen (voir figure 12.1). Ce chapitre analyse la qualité de l'environnement urbain, les flux de ressources soutenant les activités urbaines et les schémas de développement urbain influençant la qualité urbaine et les flux de ressources. Il passe également en revue les réponses aux niveaux local, national et régional et les stratégies visant à atteindre des schémas urbains durables.

Les connaissances de l'état de l'environnement urbain européen sont limitées. Des informations comparables à l'échelle européenne ne sont disponibles que pour les aspects de l'environnement urbain pour lesquels un réseau de surveillance européen a été établi, par exemple, la qualité de l'air. Les données sur d'autres indicateurs de la qualité environnementale, les flux de ressources et les schémas urbains sont de plus en plus disponibles dans de nombreuses villes européennes, mais leur comparaison est difficile.

Figure 12.1 Cadre de l'évaluation de l'environnement urbain

Qualité de l'environnement urbain

- Qualité de l'air
- Qualité acoustique
- Zones vertes
- Biodiversité
- Trafic routier

Schémas urbains

- Structure démographique
- Schémas d'utilisation des sols
- Schémas de mobilité
- Infrastructure
- Modes de vie

Flux urbains

- Matériaux
- Energie
- Emissions
- Eaux résiduaires
- Déchets solides

Réponse politique

- Programme Actions locales 21
- Planification urbaine
- Gestion environnementale
- Instruments économiques
- Surveillance/Notification

En effet, alors que de nombreuses villes européennes consacrent une grande énergie et de nombreuses ressources dans la collecte d'informations environnementales, aucun cadre commun n'a encore été établi au niveau européen pour mesurer et interpréter une évolution commune de l'environnement urbain.

De nombreux problèmes urbains sont étroitement liés aux thèmes abordés dans d'autres chapitres, en particulier le smog photochimique (chapitre 5) et les déchets (chapitre 7), mais également le changement climatique (chapitre 2), l'acidification (chapitre 4), les eaux intérieures et côtières (chapitres 9 et 10) et les sites contaminés (chapitre 11).

Un questionnaire a été distribué dans certaines villes européennes, notamment dans toutes les villes ou conurbations comptant plus de 500 000 habitants, ce qui représente un total d'environ 165 millions de personnes, soit près de 24 % de la population européenne. L'objectif de ce questionnaire consistait à rassembler des données spécifiques sur les zones urbaines. Ce chapitre est essentiellement basé sur les réponses reçues.

12.2. Qualité de l'environnement

Les principales préoccupations concernant la qualité de l'environnement urbain en Europe sont la pollution atmosphérique, les nuisances sonores et les embouteillages, l'augmentation du trafic routier constituant la principale source de ces problèmes. Selon les estimations, les embouteillages, définis comme le "temps supplémentaire consacré aux déplacements", coûtent 2 % du PIB dans les villes de l'OCDE (Quinet, 1994). Ils augmentent également les émissions et la consommation de carburant. Une récente étude sur les déplacements urbains dans les villes montre que la vitesse de circulation moyenne diminue dans la plupart des villes de l'OCDE (OCDE/CEMT, 1995).

Les zones vertes et la biodiversité sont de plus en plus menacées par le développement urbain. La qualité de la vie dans les villes européennes est également affectée par la transformation de la structure historique et la détérioration du paysage urbain. Ces problèmes trouvent tous leur origine dans l'évolution actuelle vers une urbanisation incontrôlée et la séparation de la fonction urbaine.

12.2.1. Qualité de l'air

La pollution atmosphérique demeure un problème crucial dans la plupart des villes européennes, malgré le succès en matière de réduction de certains polluants. L'importance relative de plusieurs polluants et sources a changé. Dans les villes d'Europe occidentale, les principales sources de pollution atmosphérique, auparavant la combustion de charbon et de combustibles à haute teneur en soufre et les procédés industriels, sont désormais les véhicules automobiles et l'utilisation de combustibles gazeux. Dans de nombreuses villes d'Europe centrale et orientale, cette évolution est assez récente et, dans certaines villes, les sources originales de pollution prédominent toujours.

Les valeurs de référence de la qualité de l'air utilisées dans ce chapitre pour évaluer si les concentrations ambiantes sont susceptibles d'affecter la santé et si une nouvelle étude s'avère nécessaire sont les valeurs indicatives de l'Organisation mondiale de la santé relatives à la qualité de l'air (OMS-AQG) (OMS, 1987; OMS, 1998; EEA, 1997). Le tableau 12.1 présente ces valeurs et les conséquences qu'elles visent à prévenir. Il convient de reconnaître que les données de ce tableau sont des valeurs indicatives basées sur les conséquences pour la santé ou l'environnement et ne constituent pas des normes de qualité. D'autres considérations, comme les mesures de réduction des sources, les stratégies antipollution et les conditions économiques et sociales, sont généralement prises en considération lors de l'établissement de normes nationales.

L'exposition réelle de la population urbaine aux polluants atmosphériques est difficile à estimer, étant donné que les concentrations varient dans le temps et l'espace et que les absorptions dépendent de facteurs tels que la localisation et le niveau d'activité physique de la population exposée.

Encadré 12.1: Empreintes écologiques

L'empreinte écologique d'une ville est la superficie productive écologique nécessaire pour subvenir aux besoins de sa population (Rees, 1992). Elle comprend toutes les ressources, renouvelables ou non, nécessaires à son approvisionnement en aliments, en énergie, en eau et en matériaux et à l'absorption de ses émissions et déchets. Depuis toujours, les villes dépendent des ressources d'autres régions. À l'heure actuelle, l'importance de l'empreinte écologique d'une ville est considérable. Même s'il est complexe et ardu de mesurer les empreintes écologiques, certaines estimations ont été réalisées pour les villes baltes et Londres.

22 millions de personnes vivent dans 29 villes baltes situées dans 14 pays différents. La satisfaction des besoins de cette population nécessite, selon les estimations, une superficie 200 fois supérieure à celle de l'ensemble des villes proprement dites (Folke *et al.*, 1996).

Londres a besoin d'une superficie 125 fois supérieure à la sienne, si l'on tient compte uniquement de sa consommation d'aliments et de produits forestiers, et de sa capacité à assimiler les émissions de dioxyde de carbone. L'empreinte écologique totale de Londres, selon cette définition, correspond à 94 % de la surface productive de la Grande-Bretagne ou à 81,5 % de la superficie totale de la Grande-Bretagne (IIED, 1995).

Ces données n'étant pas disponibles, la qualité de l'air urbain en Europe est évaluée en termes de concentrations de polluants dans l'atmosphère et du nombre de personnes y étant exposées.

Le tableau 12.2 présente des indices de pollution atmosphérique mis au point sur la base d'une comparaison des concentrations avec les OMS-AQG pour 45 villes européennes, comptant 80 millions d'habitants. Près de 28 millions (35 %) de ces personnes vivent dans les environs immédiats des zones urbaines et environ 12 millions d'entre elles (43 %) ont été exposées, au moins une fois en 1995, à des niveaux de concentration dépassant les valeurs indicatives relatives à la qualité de l'air à court terme pour le SO₂ et/ou les matières particulaires (smog d'hiver). L'extrapolation à l'ensemble des 115 villes européennes résulte en une estimation de 25 millions de personnes exposées au smog d'hiver au moins une fois par an. Le nombre correspondant de personnes exposées au smog d'été (voir chapitre 5) est de 37 millions, tandis que 39,5 millions de personnes ont connu au moins un dépassement des valeurs indicatives.

Les habitants des villes d'Europe centrale et orientale sont souvent exposés à des concentrations de pollution atmosphérique supérieures aux valeurs indicatives de l'OMS. De récentes études indiquent que l'espérance de vie dans les zones urbaines de Pologne et de la République tchèque est nettement inférieure à la moyenne de l'ensemble de ces pays (Herzman, 1995). La faible espérance de vie dans les villes de la Fédération de Russie suscite également de nombreuses inquiétudes. Bien que les causes en demeurent incertaines, la pollution atmosphérique urbaine dans ces pays peut y contribuer.

Outre ses conséquences sur la santé, la pollution atmosphérique affecte les bâtiments et les matériaux de construction dans les villes européennes. L'extrapolation des données issues d'une étude indique que les coûts des dégâts infligés par le dioxyde de soufre aux bâtiments et aux matériaux de construction dans l'ensemble de l'Europe pourraient se situer aux environs de 10 milliards d'écus par an (Kucera *et al.*, 1992). L'incidence de la pollution atmosphérique sur les bâtiments et monuments historiques, en particulier ceux fabriqués en marbre, grès calcaire, ou autres matériaux sensibles aux détériorations, est également source de nombreuses préoccupations dans la plupart des villes européennes. Nombre de ces bâtiments sont situés dans des zones fortement ou modérément polluées et sont donc exposés à de graves dégâts. Citons en exemple l'Acropole d'Athènes, la cathédrale de Cologne, ainsi que des villes entières, comme Cracovie et Venise, sur la liste du patrimoine culturel de l'UNESCO.

12.2.2. Épisodes de smog d'hiver et d'été

Les dépassements à court terme des OMS-AGQ pour le SO₂ et les matières particulaires ont été utilisés comme indicateurs du smog d'hiver. En 1995, la valeur indicative relative à la qualité de l'air à court terme pour le SO₂ (125 µg/m³) a été dépassée dans 37 % des 41 villes européennes pour lesquelles nous disposons de données (tableau 12.2). En 1990, 43 % de 76 villes ont fait état de dépassements survenant uniquement pendant quelques jours chaque année. Les concentrations maximales de SO₂ ont été enregistrées à Katowice et à Sofia (374 et 373 µg/m³ respectivement).

Tableau 12.1 Sélection de valeurs indicatives de l'OMS relatives à la qualité de l'air et de concentrations efficaces

Indicateur	type de pollution/valeur indicative ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temps d'intégration	Concentration efficace	Conséquences
<i>À court terme</i>				
O ₃	120	8 heures	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; classification: faible	Amoindrissement de la fonction respiratoire, symptômes respiratoires, inflammation
SO ₂	500	10 min	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; classification: modérée	Amoindrissement de la fonction respiratoire; accroissement de l'utilisation de médicaments pour les enfants sensibles
		125	24 heures	
NO ₂	200	1 heure		
CO	100 000	15 min		
	60 000	30 min		
	30 000	1 heure		
<i>À long terme</i>				
NO ₂	40	1 an		
Plomb	0,5	1 an		Effets sur l'hématopoïèse, lésions rénales; effets neurologiques et cognitifs
SO ₂	50	1 an		Symptômes respiratoires, maladies respiratoires chroniques

Remarque: Cette sélection n'inclut que les valeurs indicatives des contaminants évalués dans ce chapitre.

Source: OMS, 1998

Tableau 12.2 Indices de pollution atmosphérique dans de grandes villes européennes en 1995

Ville	Dépassement ¹		Exposition ²		Au moins un dépassement pour les polluants classiques
	Smog d'hiver	Smog d'été	Smog d'hiver	Smog d'été	
	SO ₂ +matières part.	O ₃	SO ₂ +matières part.	O ₃	
Anvers					
Athènes					
Barcelone					
Berlin					
Birmingham					
Brème					
Bruxelles ³					
Budapest					
Copenhague					
Dublin					
Francfort					
Glasgow					
Hambourg					
Hanovre					
Istanbul					
Katowice					
Kharkov					

Cracovie
Leeds
Lille³
Lisbonne
Liverpool
Ljubljana
Lodz
Londres
Lyon
Manchester
Milan³
Munich
Nuremberg⁴
Oslo
Prague
Riga
Sarajevo
Sofia
Stockholm
Stuttgart
ThesThessalonique
Tirana⁴
Turin³
Valence
Vienne

Vilnius

Varsovie

Zurich

¹Dépassement

Concentrations inférieures à la moitié de la valeur indicative de l'OMS

Concentrations correspondant à 0,5-1 fois la valeur indicative de l'OMS

Concentrations correspondant à 1-2 fois la valeur indicative de l'OMS

Concentrations correspondant à 2-3 fois la valeur indicative de l'OMS

Concentrations correspondant à 3-4 fois la valeur indicative de l'OMS

Concentrations correspondant à 4-5 fois la valeur indicative de l'OMS

Concentrations supérieures à 5 fois la valeur indicative de l'OMS

²Exposition

Moins de 5 % de la population

Entre 5 et 33 % de la population

Entre 33 et 66 % de la population

Plus de 66 % de la population

³Données disponibles pour 1996

⁴Données disponibles pour 1992-1993

Remarques: Les indices sont mis au point en comparant les concentrations aux valeurs indicatives de l'OMS relatives à la qualité de l'air

*=données incertaines

Source: EEA-ETC/AQ

Londres est un exemple de ville enregistrant auparavant des smogs d'hiver fréquents et importants. Ils sont actuellement nettement moins nombreux, les concentrations de SO₂ ayant été sensiblement réduites par des mesures législatives, des changements d'associations de combustibles et la réimplantation ou l'interruption de nombreuses activités polluantes. Les concentrations annuelles moyennes de SO₂ ont enregistré une chute spectaculaire, de 300-400 µg/m³ dans les années 1960 à 20-30 µg/m³, une valeur nettement inférieure aux valeurs

indicatives de l'OMS. Des épisodes de pollution importante (moyenne de 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 10 minutes et de 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) surviennent toutefois encore en hiver.

La tendance à la baisse des concentrations annuelles moyennes de SO_2 observée à la fin des années 1980 s'est poursuivie entre 1990 et 1995 dans la plupart des villes européennes. En 1995, la valeur indicative de l'OMS à long terme (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) n'a été dépassée qu'à Katowice et à Istanbul (contre 10 villes en 1990). Les concentrations annuelles moyennes de SO_2 sont généralement les plus faibles en Europe septentrionale, les valeurs les plus élevées étant enregistrées en Europe centrale et dans certaines villes d'Europe méridionale. Les concentrations moyennes de SO_2 sur 24 heures tendent également à diminuer. En 1995, la valeur indicative à court terme a été dépassée dans 71 % des villes, contre 86 % en 1990. La figure 12.2 présente l'évolution à long terme des concentrations de SO_2 pour plusieurs villes, ainsi que la valeur indicative de l'OMS.

La situation de la pollution atmosphérique induite par les matières particulaires, l'autre cause majeure du smog d'hiver, s'améliore également, dans la mesure où ni la valeur indicative de l'OMS à long terme pour la fumée noire (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ni la limite communautaire pour l'ensemble des particules en suspension (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est dépassée dans aucune des villes surveillées. Les concentrations de fond urbaines moyennes sur 24 heures maximum dépassaient les OMS-AQG à court terme dans 69 % des villes (86 % en 1990). Cette évaluation est néanmoins insuffisante pour cerner les questions de santé. Les effets préjudiciables potentiels de particules plus petites et de nouvelles méthodes de mesure sont pris en compte dans une proposition de la Commission européenne visant à établir de nouvelles limites pour l'air ambiant (CCE, 1997a). Ces valeurs sont généralement dépassées dans la plupart des villes européennes (EEA, 1997) et des zones rurales.

Des épisodes de smog d'été se produisent chaque année dans de nombreuses villes européennes. Les comparaisons avec les données antérieures indiquent que les niveaux moyens d'ozone (principale cause du smog d'été) à long terme au-dessus de l'Europe ont doublé depuis le début du siècle, la majeure partie de cette augmentation ayant eu lieu depuis les années 1950 (Borrell *et al.*, 1995).

Parmi les 62 villes ayant répondu au questionnaire (voir section 12.1), 41 ont fourni des informations sur les concentrations d'ozone (tableau 12.2). En 1995, la valeur indicative de l'OMS pour la concentration en ozone (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) a été dépassée dans 27 de ces villes.

Figure 12.2 Concentrations urbaines en SO_2 , 1976-95

Athènes
Barcelone
Aalborg
Zagreb
Prague
Minsk
Amsterdam
Londres
Conseil de l'OMS

Source: APIS, AIRBASE

Figure 12.3 Oxydes d'azote et ozone à Athènes, 1984-95

centre-ville
industriel
banlieue

O₂ en centre-ville
semi-rural
banlieue
centre-ville

Remarque: Le graphique de l'ozone illustre l'exposition cumulative à l'O₃ par rapport à la valeur seuil de 60 ppb (en ppb/h). Les courbes correspondant aux stations semi-rurales et suburbaines se rapportent à l'axe gauche et la courbe correspondant au centre-ville, à l'axe droit.

Source: EEA-ETC/AQ

Les villes les plus gravement touchées étaient Athènes, Barcelone, Francfort, Cracovie, Milan, Prague et Stuttgart, des concentrations pouvant atteindre 400 µg/m³ ayant été mesurées à Athènes et à Barcelone.

Les concentrations d'ozone élevées fréquemment enregistrées à Athènes (Moussiopoulos *et al.*, 1995) sont le fait de l'association d'un trafic intense, d'émissions industrielles et de conditions topographiques et météorologiques défavorables. Les améliorations observées dans les années 1990 (figure 12.3) peuvent, du moins partiellement, résulter d'une augmentation de la proportion de véhicules plus récents équipés de convertisseurs catalytiques, de la mise en œuvre de mesures visant à limiter les émissions des automobiles, de réductions de la teneur en soufre des combustibles et de l'amélioration de la réduction des sources fixes. En 1995, la pollution atmosphérique à Athènes a été qualifiée de faible à modérée 95 % du temps, contre 89 % en 1993 et 1994. 1995 a également été la première année depuis 1984 au cours de laquelle la limite percentile P98 de 200 µg/m³ pour le NO₂ n'a pas été dépassée pour l'ensemble de la zone urbaine. L'ozone demeure néanmoins un problème majeur, des concentrations élevées étant enregistrées durant tout l'été.

12.2.3 Autres polluants atmosphériques

Les niveaux urbains de pollution atmosphérique sont surveillés dans certaines rues de la plupart des villes européennes, et les résultats montrent que les concentrations maximales à court terme de NO₂, de CO et de TPS (total des particules en suspension) dépassent occasionnellement les valeurs indicatives relatives à la qualité de l'air d'un facteur de deux à quatre, selon les conditions de circulation et de dispersion.

Dioxyde d'azote

Les concentrations maximales de NO₂ sur une heure présentaient une tendance à la baisse de 1990 à 1995, à l'exception d'Helsinki, de Londres et de Vienne (figure 12.4). Des dépassements de la valeur indicative de l'OMS à court terme (correspondant à 200 µg/m³ en tant que valeur horaire maximale) entre 1990 et 1995 ont toutefois été observés dans 15 des 27 villes ayant fourni des informations sur les valeurs horaires.

Cette tendance à la baisse ressort également de la figure 12.5, qui présente le pourcentage de villes affichant des concentrations de NO₂ réparties dans trois catégories. Toutefois, les concentrations annuelles moyennes de NO₂ n'affichent généralement pas une évolution claire.

En 1995, la valeur indicative relative à la qualité de l'air à long terme ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassée dans 16 des 38 villes faisant état de leurs concentrations annuelles en NO_2 . Les villes d'Europe méridionale enregistrent des concentrations annuelles moyennes nettement plus élevées que dans le reste de l'Europe.

Figure 12.4 Concentrations maximales de NO_2 sur une heure pour les 25 villes européennes les plus touchées

Lisbonne
Manchester
Helsinki
Sofia
Milan
Londres
Vienne
Turin
Athènes
Vilnius
Barcelone
Leeds
Katowice
Thessalonique
Hambourg
Liverpool
Cracovie
Glasgow
Bruxelles
Oslo
Stuttgart
Berlin
Zurich
Varsovie
Stockholm

Valeur indicative de l'OMS

Remarque: Les valeurs de concentration pour Milan et Turin concernent l'année 1996.

Source: EEA-ETC/AQ

Figure 12.5 Concentrations annuelles moyennes de NO_2 dans les villes, 1990 et 1995

valeur indicative dépassée par au moins un facteur deux ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

valeur indicative dépassée ($40-79 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

valeur indicative non atteinte

Valeur indicative dépassée d'un facteur de deux minimum ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ minimum)

Valeur indicative quelque peu dépassée ($40-79 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Concentration inférieure à la valeur indicative

Remarque: Pourcentage de villes dans chaque catégorie de concentrations de NO_2 (valeur indicative de l'OMS = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Source: EEA-ETC/AQ

Monoxyde de carbone

Les données sur les concentrations annuelles moyennes de CO dans les villes européennes (figure 12.6) indiquent une tendance générale à la baisse pour la période 1990-1995. En 1995, la valeur indicative de l'OMS à court terme (moyenne de 10 mg/m³ sur 8 heures) a été dépassée dans 13 des 27 villes ayant fait état de valeurs sur 8 heures; la plupart ont toutefois enregistré en 1995 des niveaux de concentration en CO inférieurs à ceux de 1990, à l'exception de Ljubljana, Reykjavik, Séville, Stuttgart et Varsovie. Le nombre de dépassements de la valeur indicative de l'OMS sur 8 heures suscite des inquiétudes dans de nombreuses villes.

Plomb

La principale source de pollution atmosphérique par le plomb dans la plupart des zones urbaines est l'essence au plomb (voir chapitre 4, section 4.6.2 et chapitre 6, section 6.3). Dans la plupart des pays européens, la teneur maximale en plomb de l'essence a été réduite à 0,15 g/l et la part de marché de l'essence sans plomb croît rapidement. Les concentrations annuelles moyennes en plomb dans la plupart des villes européennes pour lesquelles nous disposons de données de surveillance ont donc fortement chuté après 1986 et, plus progressivement, au cours de la période 1990-95 (figure 12.7).

Les concentrations dans quelques villes d'Europe centrale et orientale (par exemple, Katowice, Vilnius) ont néanmoins légèrement augmenté ces cinq dernières années, essentiellement du fait de l'intensification du trafic et de l'utilisation continue de carburants au plomb dans la plupart des pays de l'ECO. Les concentrations annuelles moyennes aux points névralgiques (essentiellement dans les rues très fréquentées) se situent en deçà de la limite inférieure des valeurs indicatives de l'OMS, aucune ville n'enregistrant de dépassement de la valeur indicative de 0,5 µg/m³ depuis 1993.

Benzène

Peu de données sont disponibles sur les concentrations de benzène dans les villes, dans la mesure où seules 10 des 62 villes ayant répondu au questionnaire ont fourni des informations sur le benzène. À l'exception d'Anvers, des dépassements de la valeur OMS-AQG à long terme (correspondant à 2,5 µg/m³ en tant que valeur annuelle moyenne) ont été observés dans toutes les villes concernées.

12.2.4 Bruit urbain

De nombreuses études sur les conséquences du bruit sur la santé indiquent que le niveau extérieur de bruit ne devrait pas dépasser un niveau de pression acoustique équivalent diurne (Leq) de 65 dB(A), niveau auquel de graves incidences du bruit sont observables (EEA, 1995). Même les zones urbaines exposées à des niveaux sonores situés entre Leq 55 dB(A) et Leq 65 dB(A) sont considérées comme "zones grises". L'exposition à des niveaux sonores supérieurs à Leq 75 dB(A) est considérée comme inacceptable, dans la mesure où elle peut engendrer des pertes d'acuité auditive.

Environ 113 millions de personnes en Europe (17 % de la population) sont toutefois exposées à des niveaux sonores environnementaux supérieurs à Leq 65 dB(A), et 450 millions (65 % de la population), à des niveaux supérieurs à Leq 24 h 55 dB(A) (OCDE/CEMT, 1995). Environ 9,7 millions de personnes sont exposées à des niveaux sonores inacceptables dépassant Leq 24 h 75 dB(A). Dans les grandes villes, le pourcentage de personnes exposées à des niveaux

inacceptables est deux à trois fois supérieur à la moyenne nationale (données de l'OCDE). Les données limitées ne permettent pas de dégager une évolution de l'exposition à différents niveaux sonores dans les principales villes européennes. Des dépassements du niveau maximal acceptable de 65 dB(A) surviennent néanmoins dans la plupart des villes (figure 12.8).

Figure 12.6 Concentrations maximales de CO sur huit heures pour les 25 villes européennes les plus touchées

Saragosse
Turin
Athènes
Kharkov
Cracovie
Porto
Lisbonne
Londres
Helsinki
Ljubljana
Barcelone
Sofia
Reykjavik
Vienne
Manchester
Stuttgart
Riga
Hambourg
Bruxelles
Katowice
Berlin
Varsovie
Copenhague
Glasgow
Zurich
Thessalonique
Stockholm

Remarque: Les valeurs de concentration pour Reykjavik et Turin concernent l'année 1996 et celles pour Berlin, l'année 1994.

Source: EEA-ETC/AQ

12.2.5 Zones vertes

Les zones vertes améliorent le climat urbain, absorbent les polluants atmosphériques et permettent aux résidents de pratiquer des exercices physiques et de s'adonner à des loisirs. Il a été estimé que les arbres des villes améliorent la qualité de l'air en éliminant chaque année jusqu'à 0,7 tonne de CO, 2,1 tonnes de SO₂, 2,4 tonnes de NO₂, 5,5 tonnes de PM₁₀ et 6 tonnes d'O₃ par hectare d'espace vert (McPherson et Nowak, 1994). Ils jouent également un rôle important dans l'éducation et la recherche, de même que sur le plan esthétique.

La taille, le type et la répartition des espaces verts dans les villes européennes varient considérablement au sein de la structure urbaine. Les zones vertes couvrent 2 % de l'ensemble

de la superficie urbaine à Bratislava et Gênes, contre 68 % à Oslo et Göteborg. Ces deux dernières villes présentent également la plus grande surface verte par habitant, soit environ 650 m², tandis que Gênes (2,3 m²) et Athènes (4,5 m²) comportent la superficie la plus faible (figure 12.9). Il convient toutefois de considérer ces chiffres avec circonspection, dans la mesure où les définitions d'espace vert et de limites urbaines diffèrent d'une ville à l'autre. Les réponses à l'enquête de l'EEA indiquent que, dans la plupart des villes européennes, la majorité des habitants vivent à moins de 15 minutes de marche d'au moins une zone verte.

L'importance des zones vertes et, en particulier, des arbres dans les villes augmente parallèlement à la taille de ces dernières. Dans de nombreuses villes, des zones vertes vitales sont menacées par la croissance de l'urbanisation et la pression de la pollution en résultant. Le développement de parcours verts reliant les zones vertes urbaines et la campagne est considéré comme la meilleure approche de l'association des objectifs écologiques et récréatifs.

Plusieurs villes européennes, notamment Rome, développent des stratégies visant à protéger la biodiversité dans le cadre de plans d'action environnementaux locaux. Les résultats de l'aménagement du paysage à Berlin ont été importants pour la protection des espaces verts ouverts existants et la création de nouveaux. La plupart des villes des Pays-Bas ont réalisé des progrès considérables en matière de gestion et de développement écologiques des espaces verts. Le projet écologique de la ville d'Aarhus insiste sur la protection des zones vertes au sein de la structure urbaine et sur le développement de parcours verts pour les relier à la campagne environnante. Une caractéristique importante de cette approche consiste à créer une zone forestière à proximité de la ville pour servir de parcours à la vie sauvage, absorber la pollution atmosphérique, et offrir une protection contre les inondations. De même, la plantation d'essences indigènes et la gestion des espaces verts sans pesticide sont désormais monnaie courante. De nombreuses villes européennes ont adopté des programmes de plantation d'arbres.

12.3 Flux urbains et incidences

Les niveaux de pollution atmosphérique, les niveaux sonores et l'étendue des zones vertes sont les indicateurs les plus directs de la qualité de l'environnement urbain. La cause fondamentale de la plupart des problèmes environnementaux urbains est néanmoins l'appétit féroce des villes en énergie et matériaux et les flux résultants qui traversent le système urbain.

Figure 12.7 Concentrations annuelles de plomb pour certaines villes européennes, 1982-96

Anvers
Athènes
Barcelone
Bruxelles
Copenhague
Dublin
Helsinki
Katowice
Valence
Turin

Source: EEA-ETC/AQ

Figure 12.8 Dépassement des niveaux sonores dans certaines villes européennes

supérieur à 65 dB (A)
supérieur à 70 dB (A)
65-70 dB (A)
inférieur à 70 dB
inférieur à 65 dB (A)

Source: EEA

La plupart des villes européennes réalisent des progrès considérables en termes de rendement énergétique et donc de réduction des émissions de polluants atmosphériques par unité d'activité. Au cours de la dernière décennie, la consommation totale de ressources naturelles, les émissions et la production de déchets ont toutefois augmenté à la suite d'accroissements du niveau général d'activité urbaine et du changement de mode de vie.

12.3.1 Énergie

Les villes représentent la part la plus importante de la consommation totale d'énergie dans la plupart des pays. Environ trois quarts de l'énergie totale en Europe sont consommés par les activités industrielles et commerciales, le chauffage et le transport dans les agglomérations urbaines. Si la consommation totale d'énergie demeure stable depuis 1990 (en Europe occidentale) ou diminue (en Europe orientale), les secteurs suivent des schémas différents. Dans les villes d'Europe occidentale, l'énergie est essentiellement utilisée par le secteur résidentiel.

L'utilisation de l'énergie par le transport a augmenté en valeur absolue et en tant que fraction de l'utilisation totale, tandis que celle des secteurs industriels a diminué considérablement au cours de la dernière décennie. L'utilisation de l'énergie continue d'être dominée par les combustibles fossiles.

Plusieurs villes européennes participant à la campagne des villes pour la protection du climat organisée par l'ICLEI (International Council for Environmental Initiative) ont mis au point des plans d'action visant à réduire les émissions de CO₂ par le biais de diverses stratégies comprenant l'utilisation croissante de sources d'énergie renouvelable, la récupération d'énergie provenant de l'incinération de déchets urbains, la production combinée électricité-chaaleur, les transports publics et la plantation d'arbres. Plusieurs villes européennes ont déjà obtenu d'excellents résultats. Sarrebruck, par exemple, a enregistré une réduction de 15 % des émissions de CO₂ depuis 1990, grâce à une initiative décennale complète en matière d'énergie et est devenue un modèle pour un programme national allemand (ICLEI, 1997).

Figure 12.9 Zones vertes dans certaines villes européennes

Göteborg
Oslo
Dresde
Bruxelles
Zurich
Düsseldorf
Nuremberg
Brême
Vilnius
Helsinki

Stockholm
Riga
Berlin
Stuttgart
Cologne
Varsovie
Amsterdam
Hanovre
Barcelone
Paris
Dublin
La Haye
Lisbonne
Turin
Porto
Reykjavik
Athènes
Budapest
Tirana
Kavage
Vienne
Gênes
Bratislava
Setubal

pourcentage de l'aire totale
m² pat habitant

Source: EEA

12.3.2 Autres émissions

Comme évoqué à la section 12.2.1, la pollution atmosphérique dans la plupart des villes européennes provient désormais essentiellement des véhicules automobiles et de l'utilisation de combustibles gazeux, bien que la fumée produite par la combustion du charbon demeure un problème dans certaines villes d'Europe centrale et orientale. La figure 12.10 présente les principales sources d'émissions de SO₂ et de NO₂ pour certaines villes européennes comptant plus de 500 000 habitants.

Dioxyde de soufre

D'importantes sources ponctuelles (centrales électriques, grandes infrastructures industrielles) et d'autres industries sont les principales sources d'émissions de SO₂ dans la plupart des zones urbaines de l'UE. La contribution du trafic dans la région méridionale de l'UE est toutefois nettement supérieure à la moyenne en raison de la teneur en soufre relativement plus élevée du carburant diesel. La gazéification industrielle et d'autres techniques visant à restreindre les émissions produites par la combustion dans l'industrie (par exemple, pétrole à basse teneur en soufre) ont, ces dix dernières années, réduit les émissions industrielles de SO₂ dans de nombreuses villes européennes (par exemple, Prague, Sofia, Ljubljana, Leipzig, Berlin, Stockholm et Helsinki). La baisse de l'activité industrielle peut également avoir contribué à cette réduction dans certaines de ces villes, de même qu'à Bucarest. Dans quelques villes (par exemple, Ljubljana et Leipzig), le chauffage domestique se traduit toujours par des émissions considérables de SO₂.

Oxydes d'azote

Les données sur les émissions urbaines de NO_x varient moins que celles pour le SO₂, mais certaines villes industrialisées se démarquent par des émissions élevées provenant de l'industrie et de la production d'énergie (par exemple, Bratislava, Rotterdam, Anvers, Helsinki). Les émissions du trafic dominant dans la plupart des autres villes, les émissions par habitant de NO_x provenant du trafic se situant généralement aux alentours de 10-20 kg/a. Dans les villes portuaires comme Rotterdam, la circulation maritime contribue aux importantes émissions de NO_x.

Les émissions de NO_x ont légèrement baissé ces 5-10 dernières années dans la plupart des villes, principalement à la suite de réductions des émissions provenant du chauffage domestique et de l'industrie. Les émissions du trafic ont généralement peu évolué, mais de sensibles diminutions ont été enregistrées dans certaines villes, probablement grâce à des programmes efficaces de limitation du trafic (par exemple, à Zurich) ou à l'amélioration de l'épuration des gaz d'échappement des voitures, camions et autobus, et à l'utilisation de zones environnementales (par exemple, à Stockholm). Athènes et Paris ont connu des augmentations substantielles des émissions de NO_x provenant du trafic. À Paris, par exemple, un épisode de concentration particulièrement élevée de NO₂ en octobre 1997 a entraîné l'introduction de mesures spéciales en matière de transports pour satisfaire la nouvelle législation sur la pollution atmosphérique. Suite à une alerte au smog, seules les voitures munies d'un numéro d'immatriculation spécifique (pair/impair) étaient autorisées à circuler de façon alternée, et les transports publics ont pu être empruntés gratuitement.

Matières particulaires

Les données urbaines concernant les émissions de matières particulaires en suspension (PM) sont indisponibles pour de nombreuses villes, mais il existe à l'échelle nationale des données

officieuses sur les émissions, basées sur des estimations d'experts, relatives aux PM₁₀ (particules d'un diamètre inférieur à 10 µm, considérées comme présentant la plus grande incidence sur la santé) pour 25 pays d'Europe (Berdowski *et al.*, 1996). Les principales sources anthropiques sont la combustion fixe, les procédés industriels et les transports (notamment la remise en suspension de la poussière de la route).

En Europe centrale et orientale, les émissions de PM sont généralement dominées par les sources de combustion fixe. Les données ne peuvent brosser qu'un tableau général, mais indiquent des concentrations élevées de PM₁₀ dans les villes industrialisées d'Europe centrale et orientale, avec une réduction sensible des émissions de PM₁₀ de 1990 à 1993 dans certains pays, notamment l'Allemagne (réductions dans l'ex-Allemagne de l'Est), la Bulgarie et la Hongrie, et une augmentation considérable dans d'autres, par exemple, la République tchèque/Slovaquie et la Pologne. Dans l'UE, les émissions de PM₁₀ ont peu évolué entre 1990 et 1993, excepté en Irlande, où elles ont chuté.

La formation secondaire de PM (sous forme de particules de sulfate et de nitrate) à l'échelle régionale signifie que les concentrations régionales de PM₁₀ peuvent être élevées, voire dépasser la contribution directe des villes aux concentrations de PM₁₀, en particulier dans les régions centrales d'Europe. Cette constatation influe sur les stratégies antipollution de ces régions, puisqu'il convient de réduire tant les émissions régionales que directes des villes.

12.3.3 Eau

La consommation d'eau courante par habitant a augmenté ces 15 dernières années pour passer de 30 à 45 % de la consommation totale d'eau. Environ 60 % des grandes villes européennes surexploitent leurs ressources en eaux souterraines (EEA, 1998) et la disponibilité de l'eau pourrait de plus en plus affecter le développement urbain dans les pays souffrant de pénuries, en particulier en Europe méridionale (voir également chapitre 9, section 9.3). La consommation quotidienne d'eau par habitant dans les villes européennes varie de 60 litres à Cologne à 440 litres à Turin. La consommation d'eau en Europe a augmenté parallèlement à l'élévation du niveau de vie et à la réduction de la taille des ménages. Plusieurs villes parviennent à améliorer l'efficacité de l'utilisation d'eau (figure 12.11). Certaines d'entre elles, telles que Reykjavik, Stockholm et Zurich, figurent toutefois parmi les villes utilisant quotidiennement plus de 350 litres par habitant (EEA, 1998). Il existe un potentiel considérable d'accroissement de l'efficacité de l'utilisation d'eau dans les villes européennes, étant donné que seul un faible pourcentage de l'utilisation domestique d'eau sert à la consommation en tant que boisson ou à la cuisine et que de grandes quantités (par exemple, 27 % au Royaume-Uni, 5 % aux Pays-Bas) sont perdues en raison de fuites avant d'atteindre les foyers.

Figure 12.10 Émissions de SO₂ et de NO_x par habitant pour certaines villes européennes, 1985-95

Anvers
Athènes
Berlin
Bratislava
Brême
Bruxelles
Bucarest
Budapest

Duisburg
Essen
Francfort/Main
Hambourg
Helsinki
Kharkov
Cologne
Leipzig
Ljubljana
Londres
Milan
Oslo
Paris
Prague
Reykjavik
Riga
Rotterdam
Sofia
St Péterbourg
Stockholm
Stuttgart
Thessalonique
Vienne
Saragosse
Zurich
industrie
ménages
trafic
émissions / habitant (kg/a)

Source: EEA-ETC/AQ

12.3.4 Eaux résiduaires

La majeure partie de la charge excessive de phosphore dans les eaux de surface en Europe provient d'installations de traitement des eaux résiduaires urbaines. Bien que le traitement se soit amélioré dans de nombreux pays, il varie considérablement d'une ville européenne à l'autre. Dans les pays d'Europe septentrionale, plus de 80 % de la population loge désormais dans des maisons ou appartements reliés à un système d'égouttage, contre 50 % seulement dans le Sud, et ce, même si 80 % de l'eau traitée est actuellement soumise à un traitement biologique ou secondaire impliquant une dégradation efficace des matières organiques par les bactéries (EEA, 1998).

La proportion d'eaux résiduaires traitées dans les villes d'Europe centrale et orientale demeure inconnue. Certaines villes, par exemple en Albanie, sont dépourvues de station d'épuration des eaux usées, et les effluents municipaux et industriels non traités sont directement déversés dans la Méditerranée.

Dans la majorité des villes européennes, les eaux résiduaires sont toujours collectées avec l'eau de pluie et déversées dans des masses d'eau sans purification. L'eutrophisation résultant de charges excessives de nutriments est particulièrement alarmante dans les estuaires urbains où l'apport des villes est important. La mer Baltique reçoit les effluents de plus de 70 millions de personnes et de leurs activités connexes et semble de plus en plus agressée (voir également sections 9.7 et 10.2).

12.3.5 Déchets

En 1995, environ 195 millions de tonnes de déchets urbains ont été générées uniquement dans les pays européens de l'OCDE, ce qui équivaut à une production annuelle de 425 kg par habitant, soit une augmentation de 35 % depuis 1980 (voir également chapitre 7). La production annuelle de déchets par habitant dans les villes européennes varie de 260 kg à Nuremberg et Oslo à 500 kg à Göteborg, Vilnius, Bruxelles, Stockholm et Leipzig (figure 12.12). Plusieurs villes (Sarajevo, Berlin, Cracovie, Riga, Düsseldorf, Brème, Dresde et Varsovie) enregistrent des valeurs annuelles par habitant supérieures à une tonne, ce qui indique que les quantités rapportées peuvent inclure des déchets autres que ceux généralement définis comme urbains.

Figure 12.11 Utilisation de l'eau dans certaines villes européennes en 1993 et 1996 environ

Reykjavik
Zurich
Budapest
Cracovie
Riga
Copenhague
Amsterdam
Helsinki
Hanovre
Bruxelles
Vienne
Ljubljana
Barcelone
Berlin
Tirana
Paris

changement vers 1993-1996

consommation vers 1996

l/habitant/jour

Source: EEA

En moyenne, la majorité des déchets (72 %) en Europe aboutissent dans des décharges, 17 % sont incinérés, 5 % compostés et 4 % recyclés. Il existe toutefois des différences majeures d'une ville à l'autre (figure 12.13). Dans certaines villes d'Europe septentrionale, les programmes de réutilisation et de recyclage des déchets urbains se sont multipliés au cours de la dernière décennie, notamment en ce qui concerne le papier, le verre, le plastique et les déchets organiques.

Dans la zone métropolitaine d'Helsinki, par exemple, le tri des déchets en flux utilisables et le compostage d'un pourcentage important de déchets organiques ont sensiblement réduit la mise en décharge et produit des sols utilisables. Environ 11 000 tonnes de déchets biologiques sont collectées chaque année dans les régions qui pratiquent le tri des déchets, dont 50 % sont récupérées. L'objectif consiste à étendre la collecte sélective des déchets biologiques pour qu'elle couvre l'ensemble de la zone métropolitaine d'ici à 1998 et à recycler 60 % des déchets biologiques générés par les ménages et d'autres immeubles d'ici à l'an 2000.

12.4 Schémas urbains

La qualité de l'environnement dans les villes est influencée autant par la densité de population, la structure et la configuration des villes que par les flux urbains évoqués à la section précédente. Ces facteurs sont particulièrement importants en tant qu'indicateurs des besoins de transports et de mobilité personnelle, à l'origine d'un grand nombre de problèmes environnementaux urbains.

Figure 12.12 Production de déchets urbains dans les villes européennes

changement vers 1993-1996

production vers 1996

tonnes/habitant/an

Source: EEA

Figure 12.13 Élimination de déchets urbains dans les villes européennes

décharge

incinération

recyclage

autre

Source: EEA

Les villes européennes continuent à croître, et ce, en dépit du fait qu'environ trois quarts de la population d'Europe occidentale et des NEI et un peu moins des deux tiers de celle d'Europe centrale et orientale vit déjà dans des centres urbains (données des NU). L'Europe occidentale et l'ECO se situent néanmoins à des stades très différents du processus d'urbanisation (figures 12.14 et 12.15). Ces différences sont accentuées par les changements politiques dans l'ECO depuis 1989 (voir également chapitre 1).

Ces dix dernières années, l'Europe occidentale a enregistré la croissance démographique la plus faible et l'augmentation de l'urbanisation la plus limitée au monde, de nombreuses personnes quittant les grandes villes et les zones métropolitaines pour des centres urbains plus petits. Dans les pays de l'ECO, en revanche, la croissance démographique et la migration de la campagne vers les villes se sont poursuivies, bien que nettement plus lentement que dans d'autres régions du monde. La croissance démographique dans les grandes zones métropolitaines et les villes se traduit par des taux locaux élevés de chômage, de pauvreté et d'abandon urbain, liés à de nombreux problèmes sociaux et environnementaux qui rendent l'objectif de développement durable de plus en plus difficile à atteindre.

En périphérie des grandes zones métropolitaines, le processus de tertiairisation s'est accéléré, des entreprises dynamiques et des organisations de services internationales s'y installant. Ces changements reflètent la transition des industries traditionnelles vers les services et les industries manufacturières axés sur la connaissance dans de nombreux pays. La croissance rapide du secteur financier contribue à revitaliser l'économie de nombreuses villes qui ont pu changer de cette manière. Le déclin urbain affecte essentiellement les villes dépendant d'industries lourdes et de ports, bien que certaines d'entre elles développent actuellement une nouvelle base économique.

12.4.1 Structure démographique

Les principaux facteurs démographiques influençant l'utilisation des ressources naturelles et d'autres pressions environnementales dans les zones urbaines européennes sont les changements au niveau de la taille et de la composition des ménages. Le nombre de ménages en Europe est passé de 263 à 270 millions entre 1990 et 1995 (données des NU). Environ deux tiers de cette augmentation sont dus à la croissance démographique et environ un tiers aux changements de la taille et de la composition des ménages.

La taille moyenne d'un ménage dans la majeure partie de l'Europe est désormais inférieure à trois personnes. Plus d'un quart de l'ensemble des ménages ne compte qu'une seule personne et au moins une famille sur 10 est monoparentale (NU/CHS 1996). Le nombre de ménages devrait augmenter régulièrement ces 50 prochaines années, en dépit de la baisse prévue de l'ensemble de la population. Les ménages de plus petite taille prédominent dans les zones urbaines. En Norvège, par exemple, où la taille moyenne d'un ménage est de 2,4 personnes, la moyenne des ménages urbains est de 2,3 et celle des ménages ruraux de 2,7. En Pologne, où les ménages comportent en moyenne 3,2 personnes, la moyenne des ménages urbains est de 2,9 et de 3,6 pour les ménages ruraux. L'accroissement du nombre de ménages affecte les marchés du logement et les habitudes de consommation. En effet, les ménages plus petits utilisent l'eau et l'énergie moins efficacement et ont besoin de davantage de surface, ce qui se traduit par une augmentation de l'utilisation des ressources par habitant.

12.4.2 Schémas d'utilisation des sols urbains

La vitesse à laquelle les terres, ressources limitées, sont consommées par le développement urbain en Europe est source de préoccupations. Selon les estimations, 1,3 % de la superficie des terres de l'Angleterre sera consacrée à des utilisations urbaines d'ici à l'an 2016 (ministère britannique de l'Environnement, des Transport et des Régions, 1996).

La densité et l'implantation des bâtiments et des activités urbaines affectent la quantité d'énergie utilisée dans les villes, tant directement que par leurs effets sur les schémas de mobilité et donc la consommation de carburant. Les schémas d'utilisation des sols varient considérablement d'une ville européenne à l'autre (EEA, 1995). La figure 12.16 représente la variation de la densité de population urbaine dans certaines villes, bien que ces chiffres puissent être influencés par des définitions différentes des limites de la ville. Plusieurs caractéristiques communes affectant la qualité de la vie urbaine et son incidence sur l'environnement se sont toutefois dégagées depuis l'évaluation de *Dobris*, notamment:

- la décentralisation des activités économiques traditionnellement situées dans les centres urbains;

- les mouvements de population vers les banlieues liés à la possession accrue de voitures particulières;
- la séparation des fonctions urbaines et la compartimentalisation des zones résidentielles, commerciales, industrielles et récréatives.

Les systèmes de planification de l'utilisation des sols sont considérés comme des mécanismes clés pour encourager une utilisation plus durable des ressources en sols en Europe. De nombreuses villes encouragent la réutilisation des sols urbains à des fins de logement et de développement commercial afin de réduire les pressions sur la campagne. Dans certaines villes, par exemple, au Royaume-Uni, la réutilisation des sols constitue entre 40 et 50 % de l'ensemble du changement d'utilisation des sols urbains. Toutefois, dans certaines villes, la contamination du sol et l'assainissement nécessaire ralentissent ce processus.

Figure 12.14 Proportion de la population urbaine dans certains pays européens

Source: EEA, 1997

Figure 12.15 Population urbaine en Europe, 1950-2030

million de personnes

Nouveaux États indépendants
 Europe centrale et orientale
 Europe occidentale

Source: NU

Figure 12.16 Densité urbaine dans les villes européennes, 1995

milliers d'habitants par km²

Source: EEA

12.4.3 Mobilité urbaine

Le développement urbain et le passage à des modes de vie à plus forte intensité de ressources ces dix dernières années se traduisent par un accroissement de la mobilité et de la possession de voitures, le trafic dans les villes européennes augmentant en termes de nombre et de longueur des déplacements (voir chapitre 4, section 4.6.1). Dans de nombreuses villes, les voitures représentent actuellement plus de 80 % des transports mécanisés (OCDE/CEMT, 1995). Si la bicyclette est considérée comme un moyen de transport alternatif par certaines villes – le cyclisme représentant plus 30 % de l'ensemble des déplacements dans certaines villes favorables à la bicyclette, telles que Groningue (NL), Münster (G) et Vasteras (S) (Eurostat, 1997) –, ce point de vue ne semble pas faire l'unanimité. L'utilisation de la bicyclette a légèrement diminué dans les villes de l'UE depuis le milieu des années 1980, tandis que les déplacements en bicyclette sont, d'une manière générale, moins nombreux en Europe centrale et orientale qu'en Europe occidentale (CCE, 1997b). Le tableau 12.3 met en évidence certaines tendances cruciales et les rapports entre l'utilisation des sols et la mobilité dans certaines villes d'Europe occidentale (Newamn et Kenworthy, 1991; Kenworthy et Laube, 1996; Car Free City Network, 1997).

Le nombre de voitures particulières et de véhicules utilitaires a augmenté dans la plupart des villes européennes, tendance qui devrait se poursuivre. Les prévisions de la croissance des transports en Europe occidentale indiquent que, pour un scénario de maintien du statu quo, les

demandes de transport routier de passagers et de fret pourraient pratiquement doubler entre 1990 et 2010, le nombre de voitures augmentant de 25 à 30 % et le nombre annuel de kilomètres par voiture progressant de 25 % (données de l'UE). La croissance actuelle de la mobilité urbaine et de la possession de voitures dans les villes de l'ECO devraient s'accélérer au cours de la prochaine décennie, parallèlement à l'accroissement de l'activité économique et à l'élévation du niveau de vie, avec des augmentations correspondantes de la consommation d'énergie et des émissions liées aux transports.

L'une des conséquences les plus significatives du changement de mode de vie et de la structure urbaine concerne la longueur des trajets en navette et le choix du transport. Les déplacements entre le domicile et le travail dans les villes européennes ont sensiblement augmenté ces dix dernières années et cette tendance devrait se poursuivre. La réduction de la taille des ménages et l'augmentation de la main-d'œuvre et des revenus ont également entraîné une hausse de l'utilisation de la voiture particulière. La décentralisation de l'emploi et de l'activité commerciale a accru la distance des trajets entre les lieux qui, pour la plupart, ne sont pas desservis par les transports publics (OCDE/CEMT, 1995).

Au Royaume-Uni, par exemple, la longueur du trajet moyen entre le domicile et le lieu de travail est passée de 8,5 km en 1975/6 à 12 km en 1992/94, soit une augmentation d'environ 40 %. Une proportion croissante de ces déplacements sont effectués en voitures particulières. La longueur du trajet moyen entre le domicile et les centres commerciaux est passée de 4,2 km en 1975/76 à 5,6 km en 1992/94, soit une augmentation de 35 %. Cet accroissement résultait essentiellement de la multiplication des centres commerciaux situés hors des villes (UK-DOE, 1997).

12.5 Réponses et opportunités

Ces cinq dernières années, un nombre croissant d'autorités locales en Europe ont envisagé des moyens de parvenir à un développement durable en réduisant l'utilisation des ressources, les émissions et les déchets, tout en améliorant les conditions de vie de leurs habitants. Certains de ces exemples se sont vus décerner des récompenses à l'occasion de la conférence Habitat II "Le Sommet de la ville" (encadré 12.2) et de la campagne "Villes et agglomérations pour un développement durable".

En principe, le potentiel de ce développement est considérable, étant donné que les villes concentrent les populations et les activités économiques, et que leur densité élevée permet une réduction de la consommation des sols et de l'utilisation des véhicules automobiles, une utilisation plus efficace des ressources naturelles, ainsi que la réutilisation et le recyclage des matériaux. Elle fournit également des opportunités pour l'établissement de systèmes efficaces de transports, de production d'électricité et de gestion des déchets, ainsi que pour la réduction du coût lié à la fourniture d'une infrastructure essentielle (CCE, 1996).

Évolution de l'utilisation des sols et des transports dans certaines villes européennes

Tableau 12.3

	1980	1990	% changement
Utilisation des sols			
Densité urbaine (habitants/ha)	54	50	-7
Densité CBD (habitants /ha)	89	78	-12
Densité du centre ville (habitants /ha)	91	87	-2
Infrastructure des transports privés			
Longueur de route/habitant (mètres)	2,2	2,4	+9
Places de stationnement CBD/1000 emplois	191	216	+13
Caractéristiques des transports privés			
Voitures particulières/1000 personnes	332	392	+18
Total véhicules/1000	382	452	+18
Km véhicule annuels/habitant	3526	4519	+28
Km pass. véhicule annuels/habitant	5646	6516	+15
% de travailleurs se déplaçant à pied ou à bicyclette	20,8	16,7	-4,1
Caractéristiques des transports publics			
Km service annuels/habitant	80	93	+16
Voyages transit annuels/ habitant	283	322	+14
Pass. transit annuels /km/ habitant	1673	1908	+14
Proportions transports publics/privés			
% de l'ensemble des déplacements motorisés de passagers effectués sur les systèmes de transit	23,5	22,9	-0,6

Remarques: L'échantillon de villes européennes inclut: Hambourg, Francfort, Zurich, Stockholm, Bruxelles, Paris, Londres, Copenhague, Vienne et Amsterdam.

CBD = centre d'affaires

Source: Kenworthy et Laube, 1997

Encadré 12.2: Désignation des pratiques primées (*) et des meilleures pratiques (+) à l'occasion de la conférence Habitat II "Le Sommet de la ville", villes européennes

- | | |
|---------------------|--|
| * Lublin, Pologne | Développement d'un cadre visant à faciliter l'engagement d'actionnaires privés et publics dans des partenariats de partage des coûts afin de développer l'infrastructure et de financer les améliorations environnementales. |
| * Tilburg, Pays-Bas | Le modèle de Tilburg: une vision stratégique pour l'avenir qui apporte la solution au développement de la ville et à l'organisation de son administration. |

• Tampere, Finlande	La coalition d'ONG TAMPERE 21 a amorcé un dialogue entre les citoyens et les décideurs dans le cadre d'une action locale visant à prévenir le changement climatique. Ce travail s'est traduit par une nouvelle politique environnementale pour la ville de Tampere.
• Oslo, Norvège	Projet pour la vieille ville d'Oslo, par le biais de l'implication des citoyens et de partenariats entre autorités nationales, municipales et locales et organisations communautaires, pour améliorer les conditions environnementales, sanitaires et de logement et créer des emplois.
• Katowice, Pologne	Le projet encourage une régénération et un développement social, économique et physique durable de l'agglomération de Katowice.
• Glasgow, Écosse	Le programme "Action for Warm Housing" (action pour un logement chaud), consacré à l'investissement dans le rendement énergétique pour le logement urbain, vise à fournir du chauffage et de l'électricité pour l'ensemble du logement à un coût ne dépassant pas 10 % des revenus nets des ménages.
• Cordoue, Espagne	Création d'une usine de recyclage et de production de compost. Les déchets sont renvoyés dans le cycle de production par le biais des entreprises, avec le soutien financier du Conseil, et le compost sera utilisé dans l'agriculture locale.
• Göteborg, Suède	Projet visant à améliorer les cadres de vie par le biais d'une politique locale complète.

Actions locales 21

Le chapitre 28 du programme Action 21 signé à Rio de Janeiro en 1992 engageait 179 États signataires à développer des plans d'action locaux afin de parvenir à une durabilité:

"Un nombre si important de problèmes et de solutions abordés par le programme Action 21 trouvant leur origine dans les activités locales, la participation des autorités locales constituera un facteur déterminant dans la satisfaction de ses objectifs. Les autorités locales construisent, gèrent et soutiennent des politiques et règlements économiques, sociaux et environnementaux et contribuent à la mise en œuvre de politiques environnementales nationales et subnationales. En tant qu'instances gouvernementales les plus proches des citoyens, elles jouent un rôle vital dans l'éducation, la mobilisation et l'écoute du public afin de promouvoir un développement durable" (CNUED 1992).

L'année 1996 a été fixée comme année cible pour le lancement par la majorité des autorités locales d'un processus consultatif en vue de développer des Actions locales 21. Dans ce cadre, plusieurs villes européennes ont adopté une charte de ville européenne, "Vers une durabilité",

en mai 1994, lors de la première conférence européenne pour les villes durables à Aalborg (encadré 12.3). Une deuxième conférence s'est tenue à Lisbonne en octobre 1996 afin d'évaluer les progrès des villes européennes vers la mise en œuvre de la charte d'Aalborg et le développement d'un plan d'action.

Une étude récente des progrès réalisés par les autorités locales (ICLEI, 1996; 1997) révèle que 1 579 autorités locales en Europe ont pris des initiatives visant à mettre en œuvre des Actions locales 21. La majorité de ces initiatives (87 %) sont concentrées dans les six pays ayant établi des campagnes nationales, en particulier en Norvège (415 initiatives) et en Suède (307 initiatives). Les autorités locales britanniques ont également fait preuve d'un dynamisme remarquable: plus de 70 % des autorités locales du Royaume-Uni se sont engagées dans le processus des Actions locales 21 (LGMB, 1997).

Encadré 12.3: Charte des villes européennes "Vers un développement soutenable"

Une *Charte* des villes européennes "Vers un développement soutenable" a été approuvée à Aalborg, Danemark, en mai 1994 par 80 villes participant à une conférence des villes européennes. La charte se compose de trois principaux éléments:

a) une déclaration de consensus reconnaissant l'importance du rôle des villes européennes pour parvenir à une soutenabilité. Elle définit les principes de soutenabilité et les stratégies locales visant à intégrer ces principes dans les politiques urbaines. Les principaux points de cette déclaration sont les suivants:

- investir dans le capital naturel;
- créer des emplois contribuant à la soutenabilité des communautés urbaines;
- s'orienter vers une utilisation soutenable des sols urbains et des modèles de mobilité;
- agir de façon responsable face au climat mondial;
- empêcher les émissions de substances toxiques et dangereuses;
- assurer le droit à une autoréglementation selon le principe de subsidiarité.

b) une initiative des Actions locales 21 invitant les villes signataires à chercher un consensus au sein de leurs communautés concernant une Action locale 21 pour la fin 1996 selon le mandat établi par l'Action 21. Les principaux éléments du processus sont les suivants:

- identification des problèmes prioritaires;
- consultation et participation étendues;
- prise en compte d'une grande variété d'options stratégiques;
- définition d'objectifs mesurables;
- élaboration d'un plan de mise en œuvre; établissement de systèmes et procédures pour la surveillance et la notification.

c) une campagne des villes européennes soutenables invitant les autorités locales à se joindre à la campagne vers un développement soutenable. Elle comprendra les éléments suivants:

- faciliter le soutien mutuel entre les villes européennes dans la conception et la mise en œuvre de politiques de soutenabilité locales;
- rassembler et diffuser des informations sur les bonnes pratiques;
- formuler des recommandations politiques à l'attention de la Commission européenne;
- coordonner les actions avec l'UE dans le domaine de l'environnement urbain, et le travail du groupe d'experts sur l'environnement urbain;
- soutenir les décideurs locaux dans la mise en œuvre de la législation communautaire;
- organiser un prix annuel "Ville soutenable";
- éditer un bulletin de campagne.

Cette campagne avait pour participants les signataires municipaux de la charte d'Aalborg. Les organismes qui la soutiennent sont les principaux réseaux et associations européens d'autorités locales, notamment le Conseil des Communes et Régions d'Europe (CCRE), Eurocities, ICLEI, la Fédération mondiale des villes jumelées (FMCU) et "Villes saines", qui coordonnent leurs efforts par le biais d'un comité de coordination.

À ce jour, 289 villes et comtés européens ont signé la charte d'Aalborg et donc rejoint la campagne.

Le soutien national, sous la forme de la fourniture de ressources essentielles, a été crucial aux progrès dans ces pays. L'échange d'expérience et d'expertise entre les villes est facilité par le European Network for Sustainable Urban Mobility (réseau européen pour la mobilité urbaine durable) (centres-villes sans voitures) qui apporte son soutien à la mise en œuvre de projets tels que l'auto-partage et les plans de transport pour les trajets entre le domicile et le lieu de travail.

Planification urbaine

La planification structurelle et de l'utilisation des sols est de plus en plus reconnue en tant que soutien puissant à l'amélioration de la durabilité des villes.

Plusieurs villes européennes envisagent diverses méthodes d'intégration des principes écologiques dans la planification de l'utilisation des sols et des transports. Amsterdam, Berlin, Copenhague, Leicester, Stockholm et Solingen en constituent de bons exemples. Le département des affaires environnementales d'Amsterdam, par exemple, développe une politique intégrée orientée vers les régions. Au niveau de la planification urbaine, les stratégies doivent:

- minimiser la consommation d'espace et de ressources naturelles et protéger les espaces ouverts;
- rationaliser et gérer efficacement les flux urbains;
- protéger la santé de la population urbaine;
- assurer un accès équitable aux ressources et services;
- maintenir la diversité culturelle et sociale.

Dans l'Union européenne, le cinquième programme d'action écologique accorde un rôle essentiel à la planification structurelle et de l'utilisation des sols en définissant le cadre et les règles générales du développement socio-économique et de la santé écologique. Le programme établit que la planification doit assurer l'optimisation de l'"association" des industries, de l'énergie, du transport, du logement humain, des loisirs et du tourisme, des services complémentaires et de l'infrastructure de soutien, en conformité avec la capacité limite de l'environnement, en recherchant un équilibre des logements, emplois et installations dans chaque quartier par le biais des divers systèmes de zonage et d'affectation des sols à utiliser dans chaque contexte particulier.

L'utilisation des sols urbains constitue l'une des dimensions importantes actuellement reconnues par les politiques régionales de la Communauté, avec la préparation du schéma de développement de l'espace communautaire qui aborde la question d'une politique de planification communautaire des sols intégrée. Dans le même ordre d'idées, le rapport du groupe d'experts sur les villes durables européennes souligne la nécessité d'intégrer les considérations environnementales dans des systèmes de planification et d'étendre l'application de l'évaluation de l'incidence environnementale afin d'évaluer la durabilité des projets de développement urbain (l'encadré 12.4 en présente un exemple).

Gestion environnementale

La conception de systèmes de gestion environnementale urbains efficaces se situe également au centre des réponses politiques émanant des gouvernements locaux européens. La gestion des flux urbains tels que l'eau, l'énergie et les transports fournit des opportunités de mise en œuvre d'une approche d'écosystème.

Encadré 12.4: Planification intégrée de l'environnement et de l'utilisation des sols, Reggio Emilia, Italie

La ville italienne de Reggio Emilia a développé une approche unique pour l'aménagement de l'espace afin d'intégrer les problèmes environnementaux dans la planification de l'utilisation des sols au niveau local. Cette approche utilise une méthodologie d'analyse environnementale visant à classifier les zones urbaines sur la base de leur capacité à régénérer l'eau, le sol et l'air.

Le projet d'analyse environnementale s'est traduit par l'identification et l'adoption des critères et stratégies environnementaux suivants à appliquer à la planification de l'utilisation des sols:

- extension du réseau d'assainissement et mise en œuvre d'un réseau à deux conduites;
- extension de pistes cyclables et de bandes pour les transports publics;
- extension et connexion de zones délimitées et classifiées dans le zonage environnemental;
- préservation des liens entre les zones vertes urbaines et rurales;
- protection de zones avec capacité d'atténuation des conséquences (en particulier le long des cours d'eau);
- prévention de projets de construction dans les zones sensibles sur le plan environnemental et dans les zones perméables;
- identification de zones rurales où les déchets de l'élevage intensif sont susceptibles d'être utilisés;
- définition d'un indice de faible densité de construction dans certaines régions à des fins de renouvellement et de nouveaux développements;
- définition de normes environnementales spécifiant les proportions minimales de zones "perméables" et non développées dans l'espace total disponible, le nombre d'arbres le long des routes et l'espace consacré aux zones de stationnement.

Le projet a démontré que les méthodes novatrices peuvent parvenir à l'intégration de la planification de l'environnement et de l'utilisation des sols au niveau local.

Source : EURONET/ICLEI 1997

En Europe, les villes danoises présentent les exemples les plus novateurs de fourniture d'énergie décentralisée et de systèmes de gestion. Les municipalités possèdent fréquemment, en totalité ou en partie, des centrales permettant la mise en œuvre de systèmes d'énergie en circuit fermé tels que les centrales mixtes électrocalogènes (PCCE) et de chauffage urbain. D'autres exemples d'expérimentation de systèmes de gestion environnementale locale émergent dans différentes villes. À Breda, Dordrecht et Zwolle, aux Pays-Bas, l'élaboration de principes de gestion écologique fournit un cadre pour le développement urbain. En Italie, plusieurs autorités locales mettent sur pied des projets d'énergie locaux. En France et au Royaume-Uni, la politique en matière d'énergie est actuellement développée par le gouvernement central, mais exécutée par le biais de services publics et privés, ne laissant que peu d'opportunités aux initiatives urbaines.

Instruments économiques

L'émission des signaux corrects par le biais de mesures basées sur le marché est de plus en plus reconnue comme l'approche la plus directe à l'encouragement de mouvements vers une durabilité urbaine. Le rapport de politique sur les villes européennes durables (1996) identifie six instruments économiques:

- les taxes, redevances et prélèvements environnementaux locaux;
- les structures de tarification;
- la réglementation des services;
- l'évaluation des investissements;
- les considérations environnementales en termes de budget;
- les critères environnementaux en matière d'achat et d'appel d'offres.

Les mécanismes de tarification dans différents secteurs comme l'énergie, l'eau et les transports sont mis en œuvre dans différentes villes européennes. Un exemple représentatif dans le secteur de l'énergie est fourni par l'adoption des "prix progressifs de l'énergie" à Vienne, Saarbrücken et Zurich. Les prix progressifs de l'énergie correspondent à un taux linéaire, qui comporte un prix minimum pour de très faibles niveaux de consommation et une surtaxe pour celles excédant un montant donné d'environ 6 000 kWh par an. Le succès de la réduction de la consommation d'électricité dans ces villes montre que le comportement du consommateur peut être positivement influencé par les structures tarifaires.

Les instruments économiques dans le secteur des transports urbains vont des redevances de stationnement aux péages routiers urbains. Des programmes de tarification routière se sont révélés efficaces à Bergen et Oslo et leur application est envisagée à Stockholm et dans plusieurs villes suisses et néerlandaises. La Commission européenne a également développé des mesures d'encouragement économiques visant à améliorer l'environnement urbain. Les nouvelles initiatives communautaires à cet égard vont de l'harmonisation des systèmes de redevance à la très ambitieuse réforme fiscale écologique.

Bibliographie

Berdowski, J.J.M., Mulder, W., Veldt, C., Vissechedijk, A.J.H., Zandveld, P.Y.J. (1996). *Particulate emissions (PM₁₀ - PM₂₅ PM_{0.1}) in Europe in 1990 and 1993*. First Draft, August.

Borrell P., Builtjes P., Grennfelt P., Hov O., van Aalst R., Fowler D., Mégie G., Moussiopoulos N., Warneck P., Volz-Thomas A. and Wayne R. (1995). Photo-oxidants, Acidification and Tools: Policy Applications of EUROTRAC Results. In *Air Pollution III*. Eds: H. Power, N. Moussiopoulos and C.A. Brebbia. Computational Mechanics Publications, Southampton, Vol. 1, p. 19-26.

Car Free Cities (1997) *Car Free Cities Report*. Brussels.

CCE (1996). *Villes durables européennes*. Rapport du groupe d'experts sur l'environnement urbain.

CCE (1997a). *Proposition de directive du Conseil relative à des valeurs limites pour l'anhydride sulfureux, les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant*. COM (97) 500 final, 08/10/97.

CCE (1997b). *Transport demand of modes not covered by international transport statistics*. UITP pour la DG VII.

EEA (1995). *L'Environnement de l'Europe, L'évaluation de Dobrás*. Eds: D. Stanners et P. Bourdeau. ISBN 92-826-5409-5. EEA, Copenhague.

EEA (1997). *Air Pollution in Europe 1997*. Rapport préparé par le Centre thématique européen pour la qualité de l'air et le Centre thématique européen pour les émissions atmosphériques. ISBN 92-9167-059-6. EEA, Copenhague.

EEA (1998 – monographie en prép.). *Groundwater Quality and Quantity*. A publier dans la série de monographies environnementales de l'EEA.

Eurostat (1997). *European Transport in Figures*. Luxembourg.

Folke, C., Larsson, J., et al. (1996). *Renewable Resource Appropriation by Cities*. Getting Down to Earth: Practical Applications of Ecological Economics. R. Costanza, O. Segura and J. Martinez-Alier. Island Press, Washington D.C., p. 201-221.

Herzman, C. (1995). *Environment and Health in Central and Eastern Europe*. The World Bank, Washington D.C.

ICLEI (1996). *Report on Local Agenda 21*. The International Council for Local Environmental Initiative. Toronto.

ICLEI (1997) *Cities for Climate Protection*. The International Council for Local Environmental Initiative. Toronto.

IIED (1995). *Citizens Action to Lighten Britain's Ecological Footprint*. International Institute for Environment and Development, London.

Kenworthy, J.R., and Laube, F.B. (1996). *Automobile Dependence in Cities: An International Comparison of Urban Transport and Land Use Patterns with Implications for Sustainability*. *EIA Review*, Vol. 16, no 4-6, p. 279-308.

Kucera, V., Henriksen, J., Knotkova, D., Sjoström, Ch. (1992). *Model for Calculations of Corrosion Cost Caused by Air Pollution and its Application in Three Cities, in Progress in the Understanding and Prevention of Corrosion*. Ed: Costa, J.M. and Mercer, M.D. The Institute of Materials, London, p. 24-32.

LGMB (1997). *Local Agenda in the UK – The first 5 Years*. The Local Government Management Board. London, UK.

McPherson, E.G., Nowak, D.J., et al. (1994). *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. Radnor, PA, Northeastern Forest Experiment Station.

Moussiopoulos, N., Sahm, P., Kessler, Ch. (1995). Numerical simulations of photo-chemical smog formation in Athens, Greece - A case study. In *Atmos. Environ.* N° 29, p. 3619-3632.

Newman, P.W.G. and Kenworthy, J.R. (1991). Transport and Urban Form in Thirty-Two of the World's Principal Cities. In *Transport Reviews*, Vol. 11, No 3, p. 249-272.

OCDE/CEMT (1995). *Transports urbains et développement durable*, Paris.

Quinet, E. (1994). *The Social Cost of Transport: Evaluation and Links with International Policies*. OECD, Paris.

Rees, W. (1992). Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out. *Environment and Urbanization*, Vol. 4, N° 2, p. 121-130.

UK Department of the Environment, Transport and the Regions (1996). *Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom*. DETR, London.

UN/CHS (1996). *An Urbanizing World: Global Report on Human Settlements*. Oxford University Press, UK.

UNEP/WHO (1992) *Urban Air Pollution in Megacities of the World*, Blackwell, Oxford, UK.

WHO (1987). *Air quality guidelines for Europe*. WHO Regional Publications, European Series N° 23. World Health Organization, Copenhagen.

WHO (1998). *Revised WHO Air Quality guidelines for Europe*. Second edition, 6 February 1998. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven, the Netherlands.

13. Risques naturels et technologiques

Aspects principaux

Dans l'UE, le nombre d'accidents industriels majeurs rapportés chaque année est relativement constant depuis 1984. La signalisation des accidents et le niveau d'activités industrielles ayant augmenté depuis, il est probable que le nombre d'accidents par unité d'activité ait diminué. Aucune base de données sur les accidents ne couvre actuellement l'ECO ou les NEI.

Sur la base de l'échelle internationale des événements nucléaires (INES) de l'Agence internationale de l'énergie atomique, aucun "accident" (niveaux INES 4-7) ne s'est produit en Europe depuis 1986 (Tchernobyl – niveau INES 7). La plupart des événements déclarés étaient des "anomalies" (niveau INES 1), ainsi que quelques "incidents" (niveaux INES 2-3).

À l'échelle mondiale, une importante réduction du nombre annuel de grandes marées noires a été enregistrée ces dix dernières années, mais les quelques très grandes marées noires qui se sont produites ont été à l'origine d'une grande part du pétrole répandu. Le nombre annuel de grandes marées noires (plus de 700 tonnes) depuis 1980 environ a chuté à près de deux tiers de celles de 1970.

L'intensité de nombreuses activités susceptible d'entraîner de graves accidents va croissant, et certaines de ces activités et infrastructures sont de plus en plus vulnérables aux risques naturels. Avec son importante couverture géographique, sa nature complète et sa concentration sur la prévention des accidents, la directive Seveso II fournit une grande partie du cadre nécessaire à une meilleure gestion des risques. Elle doit désormais être mise en œuvre par les industries et les autorités de planification et de réglementation. Elle propose également un modèle pour l'Europe orientale, où il n'existe aucun cadre transnational aussi large.

Un nombre exceptionnellement important d'inondations se sont produites dans les années 1990, occasionnant de nombreux dégâts et décès. Alors que l'explication la plus probable est celle des variations naturelles des écoulements d'eau, il est possible que les effets aient été amplifiés par l'incidence humaine sur le cycle hydrologique.

13.1. Introduction

La plupart des incidences environnementales décrites dans le présent rapport résultent d'activités humaines habituelles, telles que la production et l'utilisation d'énergie, l'industrie, les transports et l'agriculture. Toutefois, la santé et l'environnement peuvent également être affectés par des accidents technologiques majeurs et des phénomènes naturels extrêmes.

Ces accidents et phénomènes constituent une catégorie unique de problème environnemental. Ils suscitent des préoccupations particulières en raison de l'étendue potentielle de leurs effets (d'où l'intérêt qu'ils génèrent auprès des médias et du public), de leur imprévisibilité (d'où le

manque de contrôle perçu et la difficulté de garantir un état de préparation adéquat), et des incertitudes quant à leurs conséquences. Les connaissances sont souvent peu nombreuses sur le cheminement dans l'environnement des substances susceptibles d'être émises et sur leur incidence sur la santé et l'environnement; des interactions imprévisibles peuvent également se produire avec le milieu environnant lors de ces phénomènes, ce qui ajoute encore à l'incertitude.

Même si les statistiques sur les événements passés peuvent fournir certaines indications quant aux futures occurrences possibles, la complexité des causes de ces événements (liées à des facteurs sociétaux et à des problèmes environnementaux complexes tels que le changement climatique) empêche toute prévision de l'éventualité de ces futurs événements et de leur localisation dans le temps et l'espace. Ces incertitudes, associées à celles liées à la nature et à l'importance des incidences en résultant, signifient que les accidents technologiques majeurs et les phénomènes naturels extrêmes doivent être considérés comme des sources importantes de "risques" à des fins d'évaluation et de gestion.

Ce chapitre examine quatre catégories de ces événements:

- les accidents majeurs dans les installations industrielles;

269 Risques naturels et technologiques

- les accidents dans les installations nucléaires;
- les accidents dans les installations en mer et le transport maritime;
- les catastrophes provoquées par les risques naturels et leur intensification potentielle par des activités humaines.

Ce chapitre dresse un aperçu de ces événements en Europe ces 10 dernières années et couvre l'évolution de leur occurrence, leurs causes et conséquences sur la santé et l'environnement.

13.2. Effets et évolution

Les accidents et les catastrophes naturelles se manifestent de manière assez singulière et imprévisible (encadré 13.1). Certains types d'accidents technologiques majeurs et certaines catastrophes naturelles possèdent un potentiel exceptionnel de provocation d'incidences majeures à court terme et parfois de dommages irréparables aux populations et aux écosystèmes locaux, par exemple en raison des effets aigus de substances hautement toxiques ou de l'incidence d'explosions ou d'émissions de volumes importants de polluants sur une courte période. Dans la plupart des cas, c'est l'incidence aquatique de ces accidents qui est la plus susceptible d'occasionner les principaux dégâts écologiques; les effets sur la santé et les accidents mortels, le cas échéant, sont plus susceptibles de trouver leur origine dans les émissions atmosphériques. L'effet cumulé d'accidents mineurs sur l'environnement, tels que ceux intervenant au cours du transport de substances toxiques – et qui ne sont pas abordés dans ce chapitre faute de données –, peut toutefois être beaucoup plus important que celui des accidents majeurs.

L'éventail des effets sur la santé pouvant être produits par des accidents technologiques majeurs inclut des effets aigus, tels que blessures, brûlures et empoisonnements, et à long terme, ou a posteriori, des conséquences telles que l'augmentation du risque d'affections néoplasiques ou des malformations congénitales chez les enfants dont les parents ont été exposés.

Bien que n'étant pas spécifiquement traitées dans ce rapport, les statistiques sur les accidents ayant des effets sur la santé sont dominées par les accidents de la route, qui ont occasionné 105 000 décès et fait 2,2 millions de victimes pour l'ensemble de l'Europe en 1996 (données CEE). Les accidents industriels et les accidents connus mais imprévisibles, tels que la contamination de la nourriture ou de l'eau potable, sont à l'origine de centaines de décès et de milliers de blessures ou de maladies chaque année en Europe. En outre, ces accidents peuvent affecter l'environnement de la même manière que les émissions habituelles de polluants, par exemple en endommageant différentes parties d'un écosystème affecté par le biais des chaînes alimentaires.

Dans la mesure où il existe différents critères de notification et donc différentes interprétations de la définition d'un accident majeur (sauf dans le cas des incidents/accidents nucléaires à la suite de l'existence de l'échelle internationale des événements nucléaires - INES), il est impossible de déduire une évolution quantitative généralisée pour les accidents majeurs. Bien que la compréhension et la notification régulières des accidents se soient améliorées depuis l'introduction de la base de données MARS (système d'informations sur les accidents majeurs) en 1984 et de l'INES en 1992 (voir ci-dessous), certaines régions géographiques (par exemple, l'Europe orientale) reçoivent toujours moins d'attention que les autres. Certains types d'événements (par exemple, les "quasi-accidents") ne sont souvent pas déclarés du tout. Il est toutefois possible de suivre l'évolution de manière qualitative, et les sections ci-après décrivent les principaux développements en Europe ces dix dernières années dans les différents domaines présentant des risques naturels et technologiques majeurs.

13.2.1. Accidents industriels majeurs

Les informations sur les accidents industriels en Europe ne sont disponibles de manière uniforme que pour l'UE. En Europe centrale et orientale, il n'existe pas de source unifiée d'informations fiables. Cette section se concentre donc sur les informations communautaires disponibles permettant, dans certains cas, d'établir des parallèles pour le reste de l'Europe.

Encadré 13.1: Définition d'un accident

Un accident est un événement involontaire ayant des conséquences négatives, de mineures à catastrophiques. Étant donné la grande diversité des événements pouvant être qualifiés d'accidents, des définitions claires sont nécessaires pour présenter des données sur les accidents technologiques et les catastrophes dues aux risques naturels et débattre de leur nature et de leurs conséquences. Il n'existe toutefois pas de définition unique d'"accident majeur". Les définitions se basent généralement sur plusieurs types de conséquences négatives (nombre d'accidents mortels, de blessés, d'évacués, incidence environnementale, coûts, etc.) et sur un niveau seuil fixé pour chaque type de conséquence.

Pour l'Union européenne, les accidents majeurs sont "*des événements soudains, inattendus, non planifiés résultant de développements incontrôlés pendant une activité industrielle, qui occasionnent, effectivement ou potentiellement, des effets négatifs graves immédiats ou différés (décès, blessures, empoisonnements ou hospitalisation) pour plusieurs personnes présentes à l'intérieur et/ou à l'extérieur d'installations*" (Conseil européen, 1982; CCE, 1988).

Les directives Seveso I et II (Conseil européen, 1982, 1997) imposent aux autorités compétentes des États membres de déclarer à la Commission européenne les accidents majeurs impliquant des substances dangereuses qui se produisent dans leur pays respectif, à l'exception de ceux concernant des sites nucléaires, militaires, miniers, de transport et de décharge. Depuis 1984, ces accidents majeurs ont été déclarés dans le cadre de MARS, qui relève du Centre commun de recherche de la Commission européenne à Ispra.

Bien qu'il n'existe actuellement aucune base de données équivalente pour l'Europe centrale et orientale et les NEI, cette situation peut changer à la suite des projets de coopération de la Commission européenne (PHARE et TACIS) et du travail des centres régionaux de coordination de la CEE pour la prévention des accidents industriels (Budapest) et pour la formation et les entraînements concernant les accidents industriels (Varsovie).

De 1984 à la fin avril 1997, un total de 293 accidents industriels majeurs ont été enregistrés dans la base de données MARS, conformément aux exigences contraignantes de la directive Seveso; 190 d'entre eux se sont produits depuis 1990. Le tableau 13.1 résume les conséquences des accidents déclarés depuis 1984. Environ deux tiers des accidents à l'origine de dégâts écologiques ont impliqué une pollution de l'eau (réservoirs d'eau douce, cours d'eau) et, dans environ la moitié de ces cas, la pollution était due à l'expulsion d'eau provenant d'extincteurs.

Bien que l'attention du public se concentre généralement sur des accidents majeurs relativement rares entraînant des incidences très nettes et spectaculaires, 43 accidents (17 %) aux conséquences négligeables ou inexistantes ont été néanmoins considérés comme "accidents majeurs" par les autorités compétentes des États membres de l'UE et donc déclarés.

Dans l'UE, le taux de notification d'accidents majeurs a été relativement stable au cours des 13 dernières années (figure 13.1). Ces données ne permettent toutefois pas de dégager une évolution temporelle de l'occurrence des accidents, en raison du changement du nombre de pays déclarants (plus important dans la seconde moitié de la période) et de la complétude de la notification d'événements (avec l'acceptation croissante du système). Néanmoins, l'évolution relativement stable des accidents majeurs dans ces circonstances semble indiquer que leur nombre par unité d'activité diminue, dans la mesure où l'intensité des activités industrielles en Europe occidentale, responsables de la plupart des accidents majeurs, augmente (voir chapitre 1, section 1.3.2). Des preuves supplémentaires seraient nécessaires pour étayer cette conclusion, qui pourraient également jeter une lumière utile sur l'efficacité de la gestion et des mesures de prévention et donner naissance à des politiques susceptibles d'engendrer davantage d'améliorations.

Remplaçant et renforçant Seveso I, la directive Seveso II (Conseil européen, 1997) inclut, à des fins de notification, une définition concise et sans équivoque d'un "accident majeur", se fondant sur des critères seuils quantitatifs (voir encadré 13.2). Ceci provoquera probablement un abaissement général des critères seuils de notification d'accident et devrait engendrer une hausse sensible du nombre d'événements déclarés, ce qui ne reflétera toutefois pas

nécessairement une augmentation de la fréquence des accidents. Seveso II exige également la notification des accidents ou "quasi-accidents" que les États membres considèrent comme présentant un intérêt technique particulier pour la prévention d'accidents majeurs et la limitation de leurs conséquences, sans satisfaire aux critères quantitatifs.

L'analyse des accidents déclarés en vertu de MARS révèle que la plupart d'entre eux se produisent dans les industries pétrochimiques, du raffinage et de la transformation, celles de la céramique, du ciment, des revêtements de surface et des colorants étant les moins enclines aux accidents. Les substances les plus souvent impliquées étaient des gaz hautement inflammables, les émissions de chlore et d'ammoniac étant également fréquentes.

Tableau 13.1 Conséquences des accidents dans l'UE et notification à MARS depuis 1984 (état: octobre 1996)

Conséquences	Nombre d'accidents ¹
Inexistantes ou négligeables	43
Accidents mortels	
- sur site ²	47
- hors site	16
Blessures ³	
- sur site	94
- hors site	26
Dégâts écologiques	21
Perte de patrimoine national	0
Pertes matérielles ⁴	
- sur site	5
- hors site	9
Perturbations de la vie communautaire	121

¹ Chaque accident pouvant avoir plusieurs conséquences, le total dépassera le nombre total d'accidents enregistrés sur la période.

² Les accidents mortels et blessures sur site sont ceux affectant le personnel interne, des entrepreneurs et des équipes de secours sur le lieu de l'accident ou à proximité.

³ Les blessures englobent les blessures superficielles et celles demandant 24 heures minimum d'hospitalisation.

⁴ Les pertes matérielles ne concernent que les cas où des estimations crédibles des coûts ont été fournies.
Source: Base de données MARS

Les données indiquent que les accidents industriels majeurs impliquant des substances dangereuses sont généralement dus à plusieurs causes, telles que des erreurs de manipulation, des pannes de composants, des réactions chimiques et des événements hors site; il est en général plus important de clarifier la chaîne des événements que de rechercher une seule cause fondamentale, qui dans la plupart des cas n'existe pas. De récentes analyses détaillées sur les descriptions d'accidents majeurs (Drogaris 1993, Rasmussen 1996) montrent que les pannes de composants et les erreurs de manipulation étaient les deux causes immédiates les plus courantes d'accidents majeurs, tandis que les principales causes fondamentales identifiées étaient des omissions de l'organisation ou de la direction (67 % des accidents).

Bien que, comme mentionné ci-dessus, le nombre d'accidents par unité d'activité semble diminuer, l'évolution des sources, causes et conséquences des accidents majeurs au cours de la dernière décennie n'est généralement pas significative. Ceci indiquerait que bon nombre des "leçons apprises" des accidents passés, apparaissant souvent comme négligeables, n'ont pas été suffisamment mises en œuvre dans les normes et pratiques industrielles.

13.2.2. Accidents nucléaires

Les accidents nucléaires peuvent potentiellement se produire dans plusieurs installations, notamment les infrastructures médicales et militaires, les institutions de recherche ainsi que les installations associées à la production d'électricité dans les centrales nucléaires. Le transport de matières radioactives (par exemple, combustibles nucléaires, sources radio-isotopiques et déchets) constitue également une source potentielle d'accidents radiologiques. Fin 1996, l'on comptait 442 réacteurs nucléaires en exploitation dans le monde entier (218 en Europe), 36 étant en construction (18 en Europe). L'on dénombre également 99 installations recourant au cycle de carburant nucléaire en Europe (données de l'AIEA).

En 1992, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a formalisé l'échelle internationale des événements nucléaires en tant que moyen de communiquer rapidement au public de façon cohérente l'importance, en termes de sécurité, des événements déclarés dans les centrales nucléaires. Les événements ne concernant que la sécurité radiologique ou nucléaire sont classés sur une échelle de zéro à sept; un événement de niveau zéro est appelé "anomalie", les niveaux 1-3 sont des "incidents" et les niveaux 4-7 des "accidents". Seuls les événements des niveaux 5-7 présentent des risques hors site.

Selon les définitions de l'INES, pratiquement tous les événements déclarés à l'AIEA depuis 1990 étaient des "anomalies", avec quelques "incidents" (données de l'AIEA). Aucun "accident" ne s'est produit en Europe depuis 1986 (Tchernobyl - niveau INES 7). Dans le passé, deux accidents très graves ont été enregistrés dans l'ex-Union soviétique: Tchernobyl, et l'accident de Kyshtym en 1957 dans une usine de transformation militaire (niveau INES 6). Les informations sur des incidents en ex-Union soviétique sont toutefois susceptibles d'être incomplètes, en raison de la nature militaire de nombreux navires et usines. En vertu de la nouvelle politique d'information de la Fédération de Russie, des informations sur les anomalies et les incidents sont désormais rapidement communiquées (par exemple, la centrale nucléaire de Saint-Pétersbourg, 1991, niveau INES 2 et l'usine de retraitement militaire de Tomsk, 1993, niveau INES 3).

Encadré 13.2: Critères de notification d'un accident auprès de la Commission européenne (base de données MARS)

Les critères de notification d'un accident concernent les points suivants:

- quantité de substances dangereuses déversées;
- victimes;
- importance et durée de l'évacuation et de l'interruption des services;
- dégâts immobiliers;
- dommages aux habitats terrestres, marins, d'eau douce et aux nappes souterraines;
- dommages transfrontières.

Source: Conseil européen, 1997

Figure 13.1 Nombre cumulé d'accidents majeurs notifiés dans l'Union européenne (1984-05/97)

nombre d'accidents majeurs
avant jusqu'à

Source: Base de données MARS

La plupart des événements anormaux (anomalies et incidents) qui se sont récemment produits dans des centrales nucléaires européennes étaient dus à une erreur humaine au cours de manipulations et ont été suivis par un retour automatique à des conditions de sécurité du réacteur.

Les conséquences de l'accident de Tchernobyl ont été décrites dans l'évaluation de *Dobris* et dans d'autres documents (CCE, 1996; CE/AIEA/OMS, 1996; CCE, 1998). Les effets aigus sur la santé étaient de 31 décès, et près de 140 personnes ont souffert à des degrés divers de la maladie des rayons et de détériorations de la santé – aucune d'entre elles ne faisait partie du public. En termes de stress psychologique et de perturbations socio-économiques, les conséquences (dont l'évacuation de 120 000 personnes) ont été graves et devraient durer longtemps.

En ce qui concerne les effets tardifs sur la santé (cancer), l'on a constaté une hausse réelle et sensible des cancers de la thyroïde chez les enfants vivant dans des régions contaminées de l'ex-Union soviétique, et il se peut également que ce type de cancer connaisse une progression chez les adultes de ces régions. Il est possible que l'incidence maximale de l'accroissement des cancers de la thyroïde ne soit pas encore atteinte. Le taux de mortalité due à ces cancers est faible par rapport à d'autres cancers, environ 1 cas sur 100.

En revanche, aucune augmentation d'autres types de cancers, des leucémies, des malformations congénitales, des fausses couches ou d'autres maladies liées aux radiations qui auraient pu être attribuées à l'accident de Tchernobyl n'a été enregistrée dans la population générale, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'ex-Union soviétique. D'importants programmes épidémiologiques sont en cours pour fournir davantage d'informations quant aux éventuels effets futurs sur la santé. Il est toutefois improbable que l'exposition aux radiations observée se traduise par des effets perceptibles des rayonnements sur la population générale supérieurs à l'incidence naturelle des mêmes maladies, à l'exception des cancers de la thyroïde. Dans le cas de nombreux membres du personnel, essentiellement militaire, ayant participé aux interventions d'urgence sur le site et aux opérations de décontamination ultérieures, les données limitées disponibles ne permettent pas de tirer de conclusions claires.

13.2.3. Accidents majeurs en mer

Les dommages environnementaux dus aux accidents maritimes peuvent varier considérablement selon l'endroit où ils se produisent. Des marées noires spectaculaires ont attiré l'attention du public, mais la taille de la nappe de pétrole ne constitue pas un indicateur de l'incidence finale. Les incidences réelles peuvent varier sensiblement, suivant la proximité ou non du déversement d'hydrocarbures par rapport aux eaux côtières, écologiquement sensibles, les conditions météorologiques en vigueur et le type d'hydrocarbure répandu (voir également chapitre 10, section 10.3.3).

La marée noire la plus récente ayant occasionné des dommages dans les eaux européennes (jusqu'à la fin 1997) a été celle du *Sea Empress* en février 1996, qui s'est produite près de

Milford Haven au Royaume-Uni. Environ 72 000 tonnes de pétrole brut ont été déversées, polluant 200 km de côte. Malgré le lancement d'une opération massive de nettoyage, en mer et sur la côte, des milliers d'oiseaux ont péri. La pêche a été interdite dans cette zone, et bien que les côtes aient été visuellement propres au début de la saison touristique, une pollution pétrolière résiduelle est intervenue pendant le reste de l'année en raison de la remobilisation par les tempêtes du pétrole enfoui.

Dans le monde, entre 1970 et 1996, l'on a enregistré 1 082 marées noires de 7 à 700 tonnes de pétrole répandu et 384 marées de plus de 700 tonnes. (ITOPF, 1997). Les données révèlent les informations suivantes:

- Sur un total d'environ 10 000 incidents déclarés, la majorité (83 %) entre dans la plus petite catégorie, soit < 7 tonnes.
- Le nombre de grandes marées noires (> 700 tonnes) a diminué sensiblement: à la fin des années 1980, la moyenne annuelle du nombre de grandes marées noires a chuté à un niveau correspondant à un tiers de celle de la décennie précédente.
- Les quelques très grandes marées noires qui se sont produites ont été à l'origine d'une grande part du pétrole répandu (par exemple, depuis 1986, sur les 366 grandes marées noires > 7 tonnes, 74 % de la quantité de pétrole provient d'à peine 10 très grandes marées noires).
- Au cours de la dernière décennie, une baisse remarquable du nombre annuel de grandes marées noires a été enregistrée à l'échelle mondiale.

Au niveau européen, le nombre annuel de grandes marées noires diminue, mais pas aussi rapidement qu'à l'échelle mondiale. La figure 13.2 présente le nombre de marées noires supérieures à 700 tonnes survenues dans les eaux européennes à la suite d'accidents impliquant des pétroliers, des transporteurs de vrac mixtes et des barges entre 1970 et 1996. La figure 10.7 du chapitre 10 montre le nombre d'accidents maritimes survenus dans les mers régionales européennes depuis 1987 et la carte 10.1 illustre leur répartition géographique.

Les accidents majeurs en mer (par exemple, les accidents impliquant des pétroliers ou des plates-formes pétrolières, les jaillissements incontrôlés et les incidents de pipeline) peuvent avoir des effets directs sur la santé et occasionner des décès; en 1988, l'explosion du Piper Alpha en mer du Nord a fait 167 morts.

Les nombreux petits accidents et marées déclarés ou non peuvent revêtir une importance à long terme, selon la persistance de la substance répandue. Comme évoqué au chapitre 10, section 10.3.3, il n'existe pas de preuves de dommages irréversibles aux ressources marines dus aux grandes marées noires ou aux sources chroniques de pétrole. La surveillance à long terme des effets biologiques du pétrole sur les différentes formes de vie marine est toutefois limitée. L'on sait que même de petites marées noires peuvent entraîner des dommages importants dans une zone sensible (par exemple, sur la faune, la flore et les sédiments des fonds marins) dans des conditions défavorables, et l'incidence de nombreux produits chimiques toxiques – dont les métaux lourds et les hydrocarbures chlorés – sur le milieu marin est largement inconnue. Une surveillance et des recherches plus approfondies seront nécessaires pour connaître les effets chroniques potentiels des marées noires (ITOPF, 1997).

13.2.4. Catastrophes dues à des risques naturels

Les risques naturels susceptibles de menacer l'environnement et la santé incluent les bourrasques, les ouragans, les tempêtes, les inondations, les tornades, les cyclones, les dommages dus à l'hiver, les vagues de chaleur, les grands incendies, les blizzards, les typhons, les averses de grêle, les séismes et le volcanisme. Certaines formes de dégradation environnementale, telles que le déboisement et la désertification, peuvent contribuer à la création ou à l'extension de certains de ces risques naturels (voir chapitre 11).

Contrairement aux accidents, les risques naturels représentent une "dynamique" importante du processus de modification de l'environnement; il est difficile de fournir des définitions précises en raison de la nature changeante de leur ampleur et de leurs conséquences. Comme pour les accidents technologiques, la nature et l'étendue de leur incidence dépendent des caractéristiques de l'événement proprement dit et de facteurs humains, tels que la densité de population, les mesures de prévention des catastrophes et la planification d'urgence. Les risques naturels peuvent également précipiter ou aggraver les effets d'accidents technologiques.

Comme le révèle la figure 13.3 (OCDE, 1997), le nombre annuel enregistré de catastrophes naturelles qui, en principe, peuvent être influencées par l'activité humaine par le biais de changements climatiques ou du paysage (ce qui exclut donc les séismes et le volcanisme) a augmenté à l'échelle mondiale. L'augmentation de la densité de population dans des zones vulnérables, comme les côtes et les bassins des cours d'eau, associée à une croissance des activités industrielles dans ces zones, a contribué à plusieurs catastrophes humaines.

Figure 13.2 Nombre de marées noires accidentelles dans les mers européennes et quantité de pétrole répandu, 1970-96

nombre de marées noires
répandu en milliers de tonnes

quantité annuelle de pétrole

Remarque: Marées noires supérieures à 700 tonnes uniquement

Source: ITOPF, 1997

Figure 13.3 Nombre de catastrophes naturelles, 1980-1996

nombre de catastrophes
dans d'autres parties du monde
en Europe

Remarque: Inclut les bourrasques, les ouragans, les tempêtes, les inondations, les tornades, les cyclones, les dommages dus à l'hiver, les vagues de chaleur, les grands incendies, les blizzards, les typhons et les averses de grêle. Les séismes et le volcanisme sont exclus.

Source: OCDE, 1997

Bien que la plupart des événements repris à la figure 13.3 soient survenus dans des pays en voie de développement, une tendance similaire se dégage dans certaines régions européennes, en particulier au sud et à l'est.

En Europe, comme à l'échelle mondiale, les tempêtes et les inondations sont les catastrophes naturelles les plus courantes et, en termes de pertes économiques et de sinistres assurés, les plus onéreuses (voir tableau 13.2). Les dommages provoqués par les inondations sont fonction de la durée et de la hauteur des niveaux hydriques, de la topographie et de l'utilisation de plaines d'inondation, des mesures de protection contre les inondations et de la sensibilisation de la population susceptible d'être touchée par une inondation. Les activités humaines peuvent influencer l'incidence et les conséquences d'une inondation, par exemple, le drainage des terres humides et la canalisation des cours d'eau augmentent les débits maximums, et les chaussées peuvent transporter l'eau, provoquant des glissements de terrain. Nombre de ces problèmes étaient à l'origine de l'inondation des bassins de l'Oder et de la Vistule de 1997, décrite dans l'encadré 13.3.

Depuis la fin des années 1980, il semble que les incidences des risques naturels se soient intensifiées (Swiss Re, 1993). Par exemple, dans une ville à la frontière franco-allemande (Kehl), entre 1900 et 1977, les eaux de crue du Rhin ont dépassé de plus de sept mètres le niveau de crue habituel à quatre reprises seulement, soit environ une fois tous les 20 ans. Depuis, ce niveau a été atteint 10 fois, ce qui représente une moyenne d'une fois tous les deux ans (UWIN, 1996). Cette situation engendre une multiplication des pertes économiques. Les données de Munich Re (1997) révèlent qu'en Europe, au cours de la période 1990-96, les pertes économiques dues aux inondations et aux glissements de terrain étaient quatre fois supérieures à l'ensemble de la décennie 1980-89 et 12,5 fois à celles des années 1960. Le sinistre assuré dû aux inondations est passé de 608 millions USD pendant la décennie 1980-89 à 1 815 millions USD pour la période 1990-96. Les dommages économiques et les perturbations sociétales importantes que peuvent occasionner les risques naturels soulignent l'importance d'une attention accrue aux risques naturels et à leur interaction avec les influences humaines sur l'environnement.

13.3. Perspectives d'une meilleure prévention des accidents et d'une réduction des catastrophes naturelles

Les interactions entre la société humaine et le milieu naturel semblent montrer des signes croissants de vulnérabilité aux événements naturels à risque: la tendance à l'accroissement des pertes économiques et des sinistres assurés dus aux catastrophes naturelles se poursuit sans relâche (section 13.2.4). Les sections suivantes traitent des stratégies développées en Europe par des exploitants industriels, des autorités de planification et de réglementation pour gérer les différents types de risques majeurs évoqués ci-dessus.

13.3.1. Accidents industriels majeurs

Les accidents majeurs qui ont révélé la nécessité d'une politique de réglementation des industries potentiellement dangereuses (par exemple, Flixborough en 1974, Seveso en 1976) présentaient plusieurs caractéristiques communes:

Tableau 13.2 Inondations graves dans les années 1990

Inondation (cours d'eau /année)	Décès	Coûts des dommages (en milliards d'écus)*	Remarques
Tazlau (Roumanie) 1992	107	0,05	effondrement du barrage de Tazlau
Ouveze 1992	41		camping
Rhin/Meuse 1993/94	10	1,1	
Pô 1994	63	10	bassin hydrographique recouvert de 60 cm de boue
Rhin 1995		1,6	évacuation de 240 000 habitants aux Pays-Bas
Bassins des cours d'eau Glommen et Trysil (Norvège) 1995		0,3	
Cours d'eau pyrénéen 1996	85		camping
Oder et Vistule 1997	105	5,9	195 000 personnes évacuées importantes pertes matérielles

* estimation

Source: EEA-ETC/IW

275 Risques naturels et technologiques

Les autorités locales ignoraient la nature et la quantité des produits chimiques impliqués, elles ne connaissaient pas suffisamment les processus pour comprendre quelle énergie ou quelles substances chimiques étaient susceptibles d'être produites ou émises en cas d'accident, et la planification d'urgence faisait défaut. Dans ce contexte, la première directive Seveso traitait essentiellement de la production et du contrôle de flux d'informations correctes entre les différents acteurs du processus de gestion des risques. Seveso II comporte de nouvelles exigences importantes (Amendola, 1997), notamment:

- une augmentation des obligations imposées à l'autorité compétente;
- l'élaboration par les entreprises de politiques de prévention des accidents majeurs dans des circonstances spécifiées;
- une nouvelle catégorie de substances dangereuses désignées comme "dangereuses pour l'environnement";
- l'essai de plans d'urgence;
- des critères plus explicites de notification d'accident;
- un meilleur accès du public aux informations.

Encadré 13.3: Les inondations de 1997

Que s'est-il passé?

En juillet 1997, l'Europe a connu l'une des inondations les plus catastrophiques de son histoire. De vastes régions du sud de la Pologne, de l'est de la République tchèque et de l'ouest de la Slovaquie ont été inondées à la suite de pluies exceptionnellement intenses. Dans les endroits les plus durement touchés, les précipitations en quelques jours ont été égales à celles de toute une année en temps normal (par exemple, 585 mm en cinq jours à une station de surveillance tchèque). De nombreuses rivières dans les bassins des fleuves Oder, Labe, Vistule et Morava sont sorties de leur lit et ont inondé les rives. Les crues se sont poursuivies en aval, inondant les communautés et détruisant ponts et habitations. Des déchets industriels et des eaux usées se sont mélangés aux eaux de crue, contaminant tout sur leur passage: terres agricoles, magasins, bureaux et habitations.

Ces inondations ont touché un quart de la Pologne – soit une population de 4,5 millions d'habitants – comprenant pratiquement 1 400 villes et villages. Les villes d'Opole, Klodzko et Wroclaw ont été dévastées. En Pologne seule, 400 000 hectares de terres agricoles ont été affectées, 50 000 habitations détruites, plus de 5 000 cochons et un million de poulets décimés, 170 000 connexions téléphoniques coupées, 162 000 personnes évacuées et 55 tués. Les dommages aux infrastructures ont

concerné 480 ponts, 3 177 kilomètres de routes et 200 kilomètres de voie ferrée. En Pologne, les dégâts totaux ont été estimés à 4 milliards USD.

En République tchèque, les inondations ont occasionné 2,1 milliards USD de dégâts, 40 personnes sont mortes noyées et 10 personnes sont décédées des suites de l'inondation (crises cardiaques, infections). Environ 2 150 habitations ont été détruites, 18 500 endommagées et un total de 26 500 personnes ont été évacuées. En Allemagne, près de 6 500 personnes ont dû quitter leur domicile. Dans la région la plus sévèrement touchée d'Allemagne, le Land de Brandebourg, les coûts ont été estimés à 361 millions USD. Dans de nombreux pays concernés, l'inondation a été une tragédie nationale provoquant un chaos dans les communications, nécessitant une aide humanitaire urgente et révélant des lacunes graves en termes de préparation aux risques et de planification d'urgence.

Les conséquences écologiques incluent une augmentation des concentrations de nutriments et de polluants dans l'estuaire de l'Oder. Des métaux lourds, des huiles minérales et des éléments-traces organiques, tels que la simazine et l'atrazine, ont été transportés par les eaux. La concentration en azote de l'Oder était six à huit fois supérieure à la moyenne de 1996 et celle du phosphate, 16 fois.

Causes fondamentales

Les inondations ont été provoquées par des pluies extrêmement fortes, mais leur effet a été intensifié par les changements apportés par l'homme à son environnement. En particulier, le potentiel de rétention d'eau de plusieurs des bassins inondés a été réduit en raison de l'action de l'homme. La destruction des forêts et des terres humides fluviales, les travaux techniques dans les cours d'eau de montagne, la destruction de la végétation le long des rives, l'élimination des éléments naturels de rétention de l'eau (haies, petites forêts et bosquets) et le drainage des terres agricoles ont tous contribué à amoindrir la capacité d'absorption. Le redressement et le rétrécissement de l'Oder et de la Vistule au cours de la dernière décennie les a rendues plus exposées aux inondations. En conséquence, des débordements importants se sont produits presque régulièrement dans cette région pendant plus d'une décennie, mais ces signaux d'alerte ont été ignorés.

Leçons tirées

Les inondations de 1997 ont révélé plusieurs lacunes dans la protection contre les risques pratiquée dans les régions inondées. L'inefficacité des contrôles de l'utilisation des sols a permis l'établissement d'industries et d'habitations dans des zones inondables, renforçant encore les dommages. Les remblais et les protections contre les inondations étaient en mauvais état. Des systèmes de communication inefficaces et un manque de coordination entre la police, les pompiers, la protection civile et l'armée ont entravé les mesures d'urgence. Des conflits de compétence entre les gouvernements central et local pendant les mesures correctives ont révélé l'inadéquation d'une gestion bureaucratique des inondations et d'une approche réglementaire directe. En pratique, ce sont les gouvernements locaux, les ONG et les entreprises qui ont joué un rôle crucial pour aider les populations à se prendre en charge et à commencer à restaurer les communautés détruites.

Cette expérience contraint les États des régions touchées à repenser leurs approches de

prévention des inondations et de sécurité environnementale. L'on admet qu'un changement d'attitude s'impose: il convient de passer d'une approche considérant la prévention des risques et les réponses à apporter comme un problème essentiellement technique à une approche intégrant ces éléments dans une interaction dynamique entre les personnes et la nature – une approche qui invite à davantage de sensibilisation et une meilleure compréhension des interactions entre les activités humaines et les systèmes naturels.

Sources: REC, 1997; Christine Bismuth et Marian Pohl, Umweltbundesamt; Bismuth *et al.*, 1998.; Points focaux nationaux de République tchèque, Pologne et République slovaque.

La directive Seveso II exige également des politiques d'utilisation des sols en ce qui concerne les risques d'accidents majeurs susceptibles de présenter d'importantes conséquences socio-organisationnelles, en particulier pour les pays ne disposant pas encore de telles exigences:

- un groupe plus large d'autorités, en particulier les autorités de planification locales, seront impliquées dans les décisions concernant la compatibilité des nouveaux développements avec l'utilisation des sols existante;
- le public devra participer au processus de prise de décision et jouer un rôle beaucoup plus actif dans la politique globale de gestion des risques.

La possibilité d'implications transfrontières de la pollution chimique associée à des utilisations industrielles et autres est reflétée dans la convention de la CEE sur l'impact transfrontière des accidents industriels (Helsinki, 1992), qui vient d'être révisée (Genève, 1997). Cette convention aide les parties à prévenir, à se préparer et à réagir aux accidents industriels susceptibles d'engendrer des effets transfrontières. Elle encourage également la coopération internationale dans ces domaines. Elle contraint les parties à mettre sur pied et à appliquer des systèmes de notification d'accident efficaces et compatibles afin d'obtenir et de transmettre des informations pour contrecarrer les effets transfrontières.

Seveso II constitue un modèle pour l'Europe orientale en raison de sa nature complète fondée sur des exigences contraignantes, de son pouvoir d'interdire des activités inacceptables et d'un système de surveillance impliquant des exploitants industriels et des autorités compétentes des États membres et de la Commission européenne. Il n'existe pas d'autre programme transnational similaire.

13.3.2. Incidents/accidents nucléaires

Bien que l'accident de Tchernobyl n'ait pas fourni de leçons mémorables présentant un intérêt spécifique pour la conception et les cadres réglementaires adoptés pour les centrales nucléaires, à l'exception des réacteurs de même type (RMBK), son existence a posé un nouveau défi à l'Europe, en soulignant, par exemple, la nécessité d'une meilleure préparation aux urgences aux niveaux national et international dans le cas d'un important accident nucléaire.

Actuellement, deux objectifs principaux sont poursuivis dans le domaine de la sûreté nucléaire:

- La réduction accrue de la probabilité d'accidents graves dans les nouvelles centrales nucléaires et, en cas d'accident, la limitation de ses effets à l'intérieur du site.
- L'établissement de principes de sécurité généraux acceptés et appliqués par tous les pays. Ce point devrait inclure l'encouragement d'une sensibilisation générale et permanente à tous les niveaux concernant les questions de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement.

Les nouvelles relations tissées au début des années 1990 entre les pays de l'ECO, les NEI et le reste de l'Europe ont établi des conditions favorables pour un meilleur développement de la dimension internationale de la sûreté nucléaire. Adoptée en 1994, la convention internationale sur la sûreté nucléaire visait principalement à atteindre des niveaux de sécurité uniformisés à l'échelle mondiale – et supérieurs – dans les centrales nucléaires. Un groupe de 24 nations, dont des pays d'Europe occidentale, le Canada, les États-Unis et le Japon, débattent de problèmes spécifiques de sûreté nucléaire en Europe orientale, bénéficient d'un engagement financier des programmes PHARE et TACIS de la CCE et voient mettre à leur disposition des prêts de faveur par l'EURATOM et la BERD.

Dans le cadre du programme OSART (Equipe d'examen de la sûreté d'exploitation) de l'AIEA, créé en 1983, des équipes internationales d'experts réalisent des évaluations par des pairs des performances de la sécurité d'exploitation dans différentes centrales nucléaires à la demande du gouvernement d'un pays hôte. À la fin septembre 1997, 89 missions (dont 53 concernaient des réacteurs européens) avaient été menées dans 62 centrales nucléaires de 30 pays. Les missions de l'OSART s'avèrent particulièrement efficaces pour les centrales nucléaires des pays de l'ECO.

Si, malgré ces différentes mesures, une urgence nucléaire se produit, des informations adéquates, fiables et rapides sont nécessaires. À cette fin, l'AIEA et la Commission européenne ont mis sur pied des systèmes de communication pour transmettre des informations radiologiques urgentes entre l'AIEA, la Commission européenne et leurs États membres.

13.3.3. Accidents majeurs en mer

Plusieurs accords internationaux se sont donnés pour objectif la réduction des risques d'accidents en mer et des dommages environnementaux qu'ils peuvent occasionner. En complément des conventions mondiales couvrant ces points (telles que la Convention internationale pour la prévention de la pollution des eaux de la mer par les hydrocarbures, 1954), plusieurs conventions régionales existent, par exemple pour la région de la mer Baltique, l'Atlantique du Nord-Est et la mer Noire.

La convention internationale sur la préparation, les réponses et la coopération en cas de pollution pétrolière, rebaptisée ultérieurement Convention OPRC, dont l'objectif est de prévenir la pollution marine provoquée par les marées noires, impose aux pays membres d'établir un système national d'intervention face aux marées noires, conformément au principe de précaution. Cette exigence implique la mise en place d'un minimum d'équipement de nettoyage pour les marées noires. Les parties s'engagent à se prêter assistance en cas d'urgence en matière de pollution. Une aide peut également être accordée à d'autres pays, par exemple, les pays en voie de développement, afin d'établir des systèmes d'intervention. L'organisation maritime internationale (OMI) assure un soutien de coopération technologique pour permettre aux pays en voie de développement d'adhérer à la convention OPRC. En janvier 1998, 35 parties (dont 11 européennes) avaient pris part à la convention.

La sécurité des pétroliers est une question majeure dans le programme de la protection marine de l'OMI. La flotte mondiale de pétroliers vieillit et l'on constate une corrélation entre l'âge des pétroliers et le taux d'accident. Au niveau mondial, la plupart des pétroliers ayant été construits dans les années 1970, ils ne doivent pas se conformer à bon nombre des normes plus strictes introduites depuis. À l'heure actuelle, seuls 251 des 3 500 pétroliers dans le monde sont équipés d'une double coque. Dans les prochaines années, la majeure partie du tonnage des pétroliers mondiaux devront être munis d'une double coque ou mis au rebut. Selon l'OMI, cette mesure devra toutefois être introduite progressivement sur plusieurs années, en partie en raison de la capacité limitée des chantiers navals.

13.3.4. Catastrophes dues à des risques naturels

L'interaction entre les activités humaines et les risques naturels, décrite à la section 13.2.4, a accru les effets potentiels des risques naturels sur la santé et l'environnement, ce qui souligne le rôle essentiel de l'aménagement du territoire pour atténuer ou éviter ces incidences.

Les Nations unies ont lancé la Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles (IDNDR, 1990-2000) pour informer les personnes de leurs possibilités d'action pour se prémunir des catastrophes naturelles. La conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles, qui s'est tenue en 1994 à Yokohama, a représenté une étape importante dans le processus de sensibilisation de l'IDNDR, et a formulé les principes directeurs suivants pour la prévention, la préparation et l'atténuation des effets des catastrophes naturelles:

- l'évaluation des risques;
- des mesures de préparation et de prévention de catastrophes, s'intégrant dans une politique de développement et des procédures de planification;
- des systèmes d'alerte avancée;
- des mesures préventives impliquant la participation à tous les niveaux, de la communauté locale à l'échelle régionale et internationale en passant par le gouvernement national;

- l'éducation et la formation;
- le partage de technologies pour la prévention, la réduction et l'atténuation des effets des catastrophes.

Les lignes directrices de l'IDNDR fournissent un cadre à des pays et leur permettent de contribuer à une stratégie mondiale permettant de faire face aux risques naturels. De nombreux pays, dont certains européens, ont préparé des plans nationaux pour diverses activités destinées à réduire les incidences des catastrophes naturelles au cours du siècle prochain.

Le chapitre 2 aborde la possibilité d'une traduction de l'effet de serre par une augmentation de la fréquence et de l'ampleur d'effets extrêmes, tels que les ouragans et les inondations, ce qui constitue probablement la principale interaction entre les activités humaines et les catastrophes naturelles. Cette menace, associée aux récentes inondations, a conduit de nombreux pays européens à préparer des "plans de lutte contre les inondations", essentiellement sous forme de tâches spéciales à intégrer dans des programmes de gestion des bassins hydrologiques existants. Les principales recommandations et lignes directrices concernent la rétention des eaux de crue, l'amélioration des techniques de prévision des inondations et la réduction des dommages potentiels (par exemple, la limitation de construction sur des sites inondables). Des mesures sont prises pour sensibiliser davantage le public aux risques d'inondation et fournir des conseils en cas d'inondation.

Bibliographie

Amendola, A. (1997). *Approaches to risk analysis in the European Union*. Séminaire Euroforum: Analyse Quantitative des Risques. Paris, France.

Bismuth, C., Schmitz, E., Wiemann, A. (1998). *Das Oderhochwasser*. Umweltbundesamt. Germany.

CCE (1988). *Rapport sur l'application dans les États membres de la directive 82/501/CEE du 24 juin 1982 concernant les risques d'accidents majeurs de certaines activités industrielles*. COM(88) 261 final. Bruxelles, Belgique

CCE (1996). *Proceedings of the first international conference: The radiological consequences of the Chernobyl accident*. Minsk, 18-22 March 1996. Rapport EUR 16544, 1192 pages. Office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg.

CCE (1998). *Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident*. Rapport EUR 16733. Office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg.

Drogaris, G. (1993). *Learning from Major Accidents Involving Dangerous Substances*. *Safety Science*, No 16.

EC/IAEA/WHO (1996). *Proceedings of an International Conference: One Decade after Chernobyl - Summing up the Consequences of the Accident*. Vienna, 8-12 April 1996. IAEA Vienna, Austria.

Conseil européen (1982). *Directive 82/501/CEE du Conseil concernant les risques d'accidents majeurs de certaines activités industrielles ("Seveso I")*. Journal officiel des Communautés européennes.

Conseil européen (1997). *Directive 96/82/CE du Conseil concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses ("Seveso II")*. Journal officiel des Communautés européennes.

ITOPF (1997). International Tanker Owners Pollution Federation, www-page <http://www.itopf.com/>, London, UK.

Munich Re Insurance Company (1997). Personal communication and *Munich Re - Topics, Annual review of natural catastrophes 1996*.

OCDE (1997). *OECD Environmental Data Compendium 1997*. OCDE, Paris, France.

Rasmussen, K. (1996). *The Experience with the Major Accident Reporting System from 1984 to 1993*. CCE, EUR 16341 EN.

REC (1997). *The Bulletin: Quarterly Newsletter of the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe*, No 2, Vol. 7, Summer 1997.

Swiss Re Insurance Company (1993). *Natural Catastrophes and Major Losses in 1992: Insured Damage Reaches New Record Level*. In *Sigma Economic Studies*. Ed: E. Rudolph.

UWIN (1996). *Worldwatch Paper on River and Wetland Development*. Universities Water Information Network, Southern Illinois University, Carbondale, USA.

14. Intégration des politiques et des mesures de protection de l'environnement dans les secteurs économiques

14.1. Introduction

La Commissaire européenne à l'environnement, Ritt Bjerregaard, a récemment (5 février 1998) fait état du grand fossé qui sépare la façon dont Monsieur Tout-le-Monde perçoit les problèmes environnementaux et la manière dont les législateurs s'y attaquent:

"Nous divisons les problèmes en tranches gérables reflétant les classes établies en termes de compétence et de responsabilité des différents ministères et départements... Les citoyens attendent de nous que nous leur garantissions la propreté de l'eau et de l'air, une alimentation saine, ainsi que la protection de la vie sauvage et des campagnes et que nous préservions ces valeurs pour l'avenir: il s'agit là d'une vision intégrée élargie... Jusqu'à présent, peu de progrès ont été réalisés dans l'incorporation de cette vision intégrée élargie dans notre politique et notre prise de décision."

Jusqu'à présent, cette évaluation s'est principalement attachée aux pressions de la pollution sur l'état de l'environnement et aux incidences conséquentes sur la santé et les écosystèmes. Pour chaque problème, les principales forces motrices (activités humaines) ont été identifiées et certains chapitres du présent rapport ont traité de l'évolution de leur développement. De nombreux problèmes environnementaux sont toutefois dus aux mêmes forces motrices. Comprendre l'incidence globale de ces activités sur l'environnement et s'y attaquer de manière intégrée constituent des étapes fondamentales pour réussir le développement et la mise en œuvre des politiques.

Reprenant des informations déjà présentées dans l'évaluation, ce chapitre propose une synthèse intégrée des principales incidences environnementales des secteurs socio-économiques clés pour ensuite évaluer les progrès accomplis vers l'intégration des considérations environnementales dans les politiques et actions destinées à ces secteurs.

Le tableau 14.1 résume les principales incidences environnementales des secteurs socio-économiques clés. Il dresse un aperçu général des domaines où les différents secteurs engendrent les incidences environnementales les plus graves, et se propose de servir de point de départ à une analyse sectorielle des problèmes environnementaux.

Dans le passé, la plupart des législateurs et des scientifiques ont concentré leurs efforts sur les aspects distincts des problèmes environnementaux repris en tête du tableau 14.1. Les origines de bon nombre de ces problèmes résident toutefois dans les activités des secteurs socio-économiques (la première colonne) – ce changement d'éclairage a été reconnu, par exemple, dans le programme paneuropéen-environnement pour l'Europe de 1995, le cinquième Programme d'action écologique de la Commission européenne de 1992 et le traité d'Amsterdam de 1997 (voir encadré 14.1).

Chaque secteur économique contribuant à plusieurs problèmes environnementaux, généralement par le biais d'un nombre limité de polluants, des mesures de protection de l'environnement au sein d'un seul secteur peuvent profiter à plusieurs domaines. Par exemple, les émissions d'oxyde d'azote par le secteur des transports contribuent à l'ozone troposphérique, à l'acidification et à la pollution atmosphérique urbaine, alors que les émissions de dioxyde de soufre émanant du secteur de l'énergie participent à l'acidification et à la pollution atmosphérique urbaine. En outre, si la maîtrise de la croissance du trafic réduit les émanations provenant des transports, des avantages secondaires sont à prévoir: atténuation du bruit, diminution des accidents et des embouteillages à la suite de la réduction du trafic. La rentabilité perçue des mesures de protection de l'environnement est nettement meilleure si l'on tient compte de ces "polluants multi-effets" et de ces avantages secondaires (voir, par exemple, la section 4.7 pour le nouveau protocole multi-effets/multi-polluants de la Convention de la CEE sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance). Une approche plus intégrée de la lutte antipollution peut également élargir le soutien politique à des mesures de ce genre, source d'avantages pour l'Europe méridionale (réduction du smog d'été) et septentrionale (réduction de l'acidification).

14.2. Incidences sectorielles

Une analyse récapitulative des principales incidences environnementales par secteur figure ci-après. Les chapitres 1 à 13 de cette évaluation décrivent les développements dans ces secteurs, en particulier le chapitre 1, ainsi que les sections 2.5 (énergie), 4.6 (transports), 6.2 (industrie chimique) et 8.3 (agriculture).

Transport

La pollution atmosphérique, le bruit, les embouteillages et l'occupation des terres sont les principales incidences du secteur des transports et de l'accroissement du trafic.

Le transport routier de marchandises dans l'ensemble de l'Europe a augmenté de 54 % (mesuré en tonnes-km) depuis 1980, le transport de passagers en voiture a crû de 46 % (en km-passager) depuis 1985 (UE uniquement), et le nombre de passagers transportés par avion a progressé de 67 % au cours de la même période. En conséquence, le secteur des transports est devenu la principale source des émissions de NOx (60 % en 1995). Les mesures de protection de l'environnement se sont concentrées sur l'amélioration des normes d'émission des véhicules et de la qualité du carburant, ainsi que sur la minimisation de l'incidence environnementale des réseaux routiers et ferroviaires.

Récemment, des améliorations en ont résulté: les émissions de NOx, de CO, de plomb et de COVNM diminuent. À l'avenir, l'introduction de mesures de protection de l'environnement risque toutefois de ne pas suivre le rythme de croissance des transports. Le potentiel de croissance est le plus important en Europe orientale, si ces pays observent les modèles de consommation d'Europe occidentale. Si le trafic ne cesse de croître, les émissions paneuropéennes devraient reprendre leur escalade dans 15 ans environ.

Énergie

L'utilisation de l'énergie, qui constitue la principale force motrice du changement climatique et de plusieurs problèmes de pollution atmosphérique, est restée à un niveau régulièrement élevé en Europe occidentale depuis l'évaluation de *Dobris*.

Encadré 14.1: Principales recommandations du programme-environnement pour l'Europe (EPE – 1995), du cinquième programme d'action écologique de la Commission européenne (1992) et du traité d'Amsterdam (UE –1997)

Programme-environnement pour l'Europe

Assurer l'intégration des considérations environnementales dans l'ensemble des processus décisionnels, en tenant compte des coûts, des avantages et des risques pour l'environnement; appliquer les principes de précaution et du "pollueur-payeur"; encourager les partenariats entre gouvernements, parlements, entreprises et ONG.

Veiller à ce que tous les pays européens atteignent un niveau élevé de rendement énergétique d'ici à 2010.

Renforcer les engagements pris pour réduire les gaz à effet de serre au titre de la convention-cadre sur les changements climatiques et les respecter à l'aide de divers moyens dont des instruments économiques, un meilleur rendement énergétique, la promotion des énergies renouvelables et la valorisation des puits de carbone en agriculture et en sylviculture.

Dans l'industrie, prendre des mesures pour faire progresser les évaluations des cycles

de vie, promouvoir un approvisionnement respectueux de l'environnement et améliorer l'accès au marché des biens et services environnementaux.

Encourager la bonne gestion des produits "du berceau au tombeau", la responsabilité du producteur et l'internalisation des coûts externes.

Dans le secteur des transports, envisager des réductions du volume des transports. Parmi les autres mesures à encourager figurent la promotion des transports publics, une meilleure planification de l'utilisation des terres, l'utilisation intensive de l'évaluation des incidences environnementales et des instruments économiques et le renforcement des normes techniques.

Dans l'agriculture, élaborer des codes de bonne pratique agricole, les mettre en œuvre et les diffuser.

Intégrer la préservation de la diversité biologique et des paysages dans l'ensemble des secteurs économiques.

Cinquième programme d'action écologique de la Commission européenne

" La réalisation de l'équilibre souhaité entre l'activité humaine, le développement et la protection de l'environnement exige... (d') intégrer les préoccupations environnementales dans la définition et la mise en œuvre des politiques économique et sectorielle..."

"s'attaquer aux agents et aux activités qui sont nuisibles à l'environnement et gaspillent les ressources naturelles plutôt que d'attendre... que les problèmes se posent"

se concentrer sur "les vrais problèmes, ceux qui déterminent la dégradation de l'environnement... les modes de consommation et de comportement..."

"responsabilité partagée" par tous les protagonistes, dont le secteur public, les citoyens et les consommateurs...

"élargissement de la panoplie des instruments" politiques...

"prix du marché" qui "(devraient) refléter la totalité des coûts que la production et la consommation font peser sur la société, y compris les coûts écologiques..."

la réussite de cette nouvelle approche "sera très largement fonction de la disponibilité et de la qualité des informations relatives à l'environnement et de leur diffusion parmi les agents économiques et le grand public"

Traité d'Amsterdam

"Les exigences de la protection de l'environnement doivent être intégrées dans la définition et la mise en œuvre des politiques et actions de la Communauté... En particulier afin de promouvoir le développement durable."

281 Intégration des politiques et des mesures de protection de l'environnement dans les secteurs économiques

Tableau 14.1 Principale contribution des secteurs aux problèmes environnementaux												
Problèmes environnementaux	Changement climatique	Ozone stratosphérique	Acidification	Ozone troposphérique	Produits chimiques	Déchets	Biodiversité	Eaux intérieures	Milieu marin et littoral	Sol	Milieu urbain	Risques naturels et technologiques
Secteurs												
Industrie												
Énergie												
Agriculture/ sylviculture												
Pêche												
Transport												
Ménages/ consommateurs												
Tourisme												
Militaire												

Remarque: Ce tableau se propose de ne dresser qu'un aperçu global des principales incidences directes des différents secteurs.

Source: EEA

Pour l'ensemble de l'Europe, l'utilisation d'énergie a diminué de 11 % entre 1990 et 1995, du fait d'une baisse de 23 % en Europe orientale à la suite de la restructuration économique. Les émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants atmosphériques provenant de l'approvisionnement en énergie baissent également depuis 1990, principalement en raison du changement de combustible (réduction de la part du charbon et du pétrole) en Europe occidentale, et du déclin économique en Europe orientale. Des mesures ont été prises pour accroître le rendement énergétique (par l'introduction de centrales mixtes électrocalogènes et l'étiquetage des appareils ménagers) et promouvoir l'énergie renouvelable.

L'intensité énergétique ne décroît toutefois que lentement, à un rythme d'environ 1 % par an. Il subsiste un important potentiel technique pour améliorer le rendement énergétique en Europe occidentale, en particulier dans les secteurs des transports et des ménages; mais l'expérience semble montrer que, tandis que le prix des combustibles fossiles reste bas, des mesures politiques plus strictes seront nécessaires pour parvenir à une amélioration de ce genre. En Europe orientale, la convergence économique avec l'Occident pourrait inverser la tendance actuelle de réduction de la consommation d'énergie et entraîner une reprise de la croissance des émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants atmosphériques, en particulier dans les secteurs de l'industrie, des transports et des ménages.

Industrie

Les principales incidences environnementales de l'industrie européenne – gaz à effet de serre et polluants contribuant à l'acidification, à l'ozone troposphérique et à la pollution de l'eau – diminuent depuis 1990, principalement en raison des mesures de protection de l'environnement prises en Europe occidentale et du déclin économique en Europe orientale. Des sujets de préoccupation subsistent néanmoins. Par exemple, des quantités croissantes de déchets industriels sont produites: entre 1990 et 1995, la hausse moyenne était de 2,5 % par an. Une politique de prévention et de réduction intégrées de la pollution (IPPC) a été introduite pour limiter les incidences environnementales de l'industrie en Europe. Il est toutefois encore nécessaire et possible de tirer d'importants avantages de l'"éco-rentabilité", en particulier pour l'énergie, l'eau et les matériaux, et des petites et moyennes entreprises qui ont une part considérable dans le fardeau communautaire de la pollution industrielle et qui ne sont pas reprises dans la directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

Agriculture

Dans l'ensemble, l'utilisation d'engrais et de pesticides en Europe régresse depuis la fin des années 1980, en raison de l'amélioration des méthodes d'épandage en Occident et de la réduction de la production et des revenus agricoles en Europe orientale. Le nombre de bovins et de porcins a diminué dans l'ensemble de l'Europe, même si le fumier demeure un facteur de pollution en Europe nord-occidentale et est à l'origine de problèmes croissants en Europe méridionale. L'utilisation d'eau à des fins d'irrigation a augmenté, provoquant la perte de terres humides et des pénuries d'approvisionnement dans certaines zones. Le compactage et d'autres formes de dégradation du sol dus à certaines pratiques agricoles (par exemple, la désertification et la salinisation) sont encore largement répandus, en particulier en Europe méridionale et dans les NEI.

Les habitats et les espèces sont de plus en plus menacés par l'agriculture intensive dans toutes les régions d'Europe, mais en particulier dans l'UE, en raison des priorités actuelles de la PAC qui continuent à mettre l'accent sur l'accroissement du rendement. Certaines régions de l'ECO ont connu une hausse de la production de denrées alimentaires sans produits chimiques, pour des raisons économiques. Dans l'UE, l'agriculture biologique est passée, pour des raisons idéologiques, de 1,5 à 6 % du total des terres agricoles entre 1990 et 1995.

Ménages

Les ménages ont des incidences certes diffuses, mais significatives et croissantes sur l'environnement, tant directement qu'indirectement, par le biais de la consommation de biens et de services. Par exemple, selon des études menées dans divers pays de l'UE 10-40 % des gaz à effet de serre, 15-60 % des COV, 5-50 % du phosphore et de l'azote eutrophisant et 40-60 % de la demande en eau peuvent être attribués à ce secteur.

La croissance du nombre de ménages en Europe est moins le fait de la croissance démographique que celui du vieillissement de la population, d'une augmentation du taux de divorce et de la hausse du nombre de personnes souhaitant vivre seules.

Cette évolution contribue à renforcer la pression sur l'environnement à mesure de l'accroissement de la demande en terres, en espaces chauffés et en appareils ménagers. L'éclairage et les appareils ménagers représentent environ 20 % de la consommation d'énergie des ménages d'Europe septentrionale et le chauffage des locaux environ 50 %.

Des améliorations environnementales considérables seraient possibles si les politiques étaient axées sur les ménages et leur comportement, et adoptées aux niveaux européen et national. Par exemple, des économies de 2,7 mtC pourraient être réalisées par les ménages du Royaume-Uni d'ici à 2010 grâce à la seule amélioration du rendement de l'éclairage et des appareils ménagers domestiques, et ce, à un coût économique négatif, étant donné les politiques européennes de soutien relatives aux normes de rendement énergétique, au label écologique et à d'autres mesures (Boardman, B., 1997). Des efforts considérables seraient nécessaires pour améliorer le rendement énergétique des habitations situées dans les régions d'Europe où les températures peuvent être basses et où le parc immobilier est mal isolé, comme dans certaines régions de l'ECO.

La participation du public, en tant que consommateur et citoyen, revêt une importance cruciale pour réduire l'incidence environnementale des ménages, dans la mesure où des instruments politiques tels que la "gestion axée sur la demande" de l'eau, de l'énergie et des transports, le label écologique et les écotaxes nécessitent leur coopération active.

Tourisme

Les incidences significatives sur les habitats alpins et côtiers, la pollution marine, l'approvisionnement en eau et les réseaux d'égout se poursuivent avec l'accroissement du tourisme en Europe, qui accueille 60 % de l'ensemble des touristes internationaux au monde.

Une prise de conscience accrue de ces incidences s'est traduite par des mesures de protection de l'environnement essentiellement volontaires.

L'industrie du tourisme proprement dite a établi des lignes directrices volontaires et des priorités d'action à l'attention des gouvernements et du secteur du tourisme et des voyages; par exemple, pour évaluer les implications environnementales du tourisme, il conviendrait de créer des programmes touristiques durables et de développer des produits touristiques fondés sur la durabilité. Peu d'approches intègrent toutefois le développement économique du tourisme dans les mesures de protection de l'environnement à des niveaux de planification adéquats.

Secteur militaire

La guerre, en cette fin du 20^{ème} siècle, peut présenter un coût humain et environnemental effroyable, ainsi que l'ont démontré les événements de la guerre du Golfe et de Bosnie-Herzégovine (voir encadré 14.2). Cependant, les activités militaires latentes peuvent aussi entraîner de graves conséquences environnementales.

Par exemple, ce n'est que récemment que les gouvernements ont commencé à reconnaître les conséquences environnementales de la guerre froide. La pollution provenant des sites militaires désaffectés et des équipements abandonnés, y compris des sous-marins nucléaires, est largement répandue, en particulier en Europe orientale, et présente des menaces considérables pour la santé et l'environnement. Dans les Länder d'Allemagne de l'Est, le retrait des anciennes troupes soviétiques a laissé plus de 1 000 bases militaires désaffectées et jusqu'à 6 000 sites contaminés (voir section 11.2). En Ukraine, des stocks importants d'armes conventionnelles et nucléaires doivent toujours être éliminés et démantelés.

Dans de nombreux pays européens, les activités et les installations militaires sont exemptées d'une bonne partie de la réglementation environnementale, l'ampleur de la contamination militaire en Europe est donc souvent inconnue. Quelques activités militaires peuvent toutefois avoir des conséquences bénéfiques. Par exemple, dans des pays urbanisés très peuplés tels que le Royaume-Uni et les Pays-Bas, les zones d'entraînement militaire possèdent quelques-uns des habitats les plus riches et les plus préservés et des efforts considérables ont été accomplis ces dernières années pour mettre ces zones en valeur et les protéger des manœuvres militaires.

En 1995, les représentants de 29 pays européens ont approuvé la Déclaration sur les activités militaires et l'environnement du PNUE/CEE, qui a souligné que les installations militaires devraient se conformer aux normes environnementales nationales, en particulier pour le traitement et l'élimination des déchets dangereux.

283 Intégration des politiques et des mesures de protection de l'environnement dans les secteurs économiques

L'OTAN a mis sur pied plusieurs études pilotes sur les problèmes environnementaux liés à la défense, impliquant 23 pays d'Europe orientale.

Secteur financier

Le secteur financier est essentiel pour le développement durable, dans la mesure où il peut influencer une mauvaise gestion environnementale, par le biais de tentatives visant à limiter les responsabilités environnementales, et influencer positivement sur le développement durable en éloignant les capitaux des activités économiques non durables, telles que l'utilisation de combustibles fossiles pour les réorienter vers des activités plus "éco-rentables". Le recours aux caisses de retraite et d'assurance pour promouvoir la durabilité a toutefois été limité, essentiellement en raison du "manque d'informations adéquates permettant d'évaluer les investissements et les entreprises" (Schmidheiny, 1992; Schmidheiny et Zorraquin, 1996). Un rapport adressé à la Commission européenne (CCE, 1997) a confirmé plus récemment cette conclusion.

Si l'incidence environnementale directe des banques, des compagnies d'assurance et des caisses de retraite est faible, leur incidence indirecte par l'intermédiaire du financement de l'activité économique de tous les secteurs est importante. L'investissement public, notamment dans le cadre des Fonds structurels, de cohésion et du programme PHARE, et le financement de la Banque européenne d'investissement et de la Banque européenne pour la reconstruction et le développement ont une incidence indirecte majeure par leur soutien en faveur des infrastructures de l'énergie, de l'eau et des transports. Les mesures de protection de l'environnement du Fonds structurel de 1993, et l'introduction similaire d'une "écologisation" dans d'autres fonds d'investissement publics ont favorisé l'intégration par le biais d'évaluations des politiques et des incidences environnementales. Les mesures de protection de l'environnement ont été lentes dans le secteur financier privé, à l'exception de certaines parties des secteurs bancaires et des assurances, encouragées par le PNUE. Le secteur de la réassurance s'est penché sur les questions relatives au réchauffement de la planète.

Les fonds d'investissement "verts" sont encore en nombre réduit, mais croissant, et connaissent un franc succès lorsqu'ils sont encouragés par des mesures fiscales, comme aux Pays-Bas. Pour parvenir à un progrès important en termes d'intégration des politiques environnementales dans le secteur financier, il sera probablement nécessaire de trouver de nouveaux moyens de mesurer les performances environnementales des institutions publiques et des entreprises, qui valorisent le rendement des ressources, la prévention de la pollution et la bonne gestion des produits (WRI, 1997).

14.3. Progrès vers l'intégration

La nécessité d'intégrer des considérations environnementales dans les décisions déterminant l'activité économique dans les secteurs socio-économiques clés signifie que les efforts visant à améliorer l'environnement délaissent actuellement les problèmes environnementaux proprement dits pour se concentrer sur leurs causes, dès lors qu'il est possible de prendre des

mesures de protection de l'environnement plus rentables. De même que les mesures de protection de l'environnement de "fin de chaîne" sont remplacées par une production plus propre et des activités de conception plus écologiques, l'attention en termes de prise de décision est portée aux ministères du secteur des "forces motrices" au détriment des ministères environnementaux de "fin de chaîne".

Encadré 14.2: Conséquences environnementales de la guerre en Bosnie-Herzégovine

La Bosnie-Herzégovine est l'un des plus petits pays d'Europe, avec une superficie de 51 000 km² pour une population de 4,4 millions d'habitants. Lors de la signature des accords de Dayton en décembre 1995, qui ont mis un terme à trois ans de guerre en Bosnie-Herzégovine, les pertes humaines étaient catastrophiques: 250 000 blessés et 3 millions de réfugiés. Les dommages matériels ont été très élevés: 80 % de la capacité de production électrique ont été détruits ou interrompus; la production industrielle a été réduite à 13 % de sa capacité initiale, et 60 % des habitations ont été endommagées. Le système de production agricole, qui joue un rôle essentiel pour la population de Bosnie-Herzégovine, a été totalement bouleversé, problème auquel s'ajoutait celui des 5 à 6 millions de mines enterrées dans le sol.

Les conséquences directes et indirectes de la guerre sur l'environnement sont multiples. Tous les services d'approvisionnement (eau, traitement des déchets) sont gravement endommagés et la quantité totale de perte d'eau dans le système de distribution a plus que doublé. L'érosion a augmenté du fait du déboisement autour des villes: à Sarajevo, 40 000 arbres ont été coupés pour fournir un matériau de chauffage supplémentaire.

En raison du manque de mesures, il est impossible d'évaluer la portée réelle du nombre important de nouvelles décharges et de la destruction ou de la fermeture de stations de traitement des eaux résiduaires, mais leurs incidences sur l'eau et le sol sont probablement considérables.

La réduction importante (pour ne pas dire l'absence) de l'énergie et des activités de transport et industrielles dans les grandes villes, comme Sarajevo, Senica et Tuzla, a assurément entraîné des améliorations de la qualité de l'air. À Sarajevo, où une station de surveillance fonctionnait pendant le conflit, la concentration annuelle moyenne de SO₂ a diminué pour atteindre 12µg/m³, contre 81µg/m³ avant le conflit.

Source: CEDRE, 1998.

Mesurer les progrès réalisés en termes d'intégration politique environnementale est plus difficile que surveiller la détérioration ou l'amélioration de l'environnement proprement dit. Attendre des preuves tangibles de l'efficacité des politiques peut s'avérer trop long, compte tenu des délais importants entre la prise d'une mesure politique, par exemple relative à la couche d'ozone, et ses résultats quelques décennies plus tard. Il est donc nécessaire d'évaluer les progrès politiques vis-à-vis de l'objectif d'"intégration", ce qui demande des critères convenus pour juger de l'efficacité de l'"intégration". Le tableau 14.2 récapitule les critères pertinents tirés du 5PAE, de l'EPE et de l'Action 21.

L'activité de recherche et d'information nécessaire pour appliquer ces critères aux secteurs-clés n'est pas encore disponible, en particulier dans l'ECO et les NEI. Davantage de données sur les pays de l'ECO pourraient provenir des évaluations des performances environnementales par la CEE et, pour certains pays, de la surveillance par la CCE des progrès réalisés vers les normes communautaires en vue de l'adhésion. Toutefois, même avec ces informations, il est très difficile d'évaluer les progrès globaux accomplis vers un objectif aussi général que l'intégration. Une évaluation de ce genre nécessite l'analyse de l'application des critères, tels que ceux repris au tableau 14.2, dans toutes les parties du secteur concerné, puis la synthèse des résultats afin de dresser un aperçu reconnaissant les progrès de certaines parties d'un secteur donné (par exemple, par taille d'entreprise ou par région d'Europe) sans déformer l'aperçu.

Le tableau 14.3 constitue une première tentative de synthèse des progrès vers l'intégration en Europe, en tenant compte des variations générales et spécifiques pertinentes à chacun des trois stades du processus d'intégration utilisés au tableau 14.3 et décrits ci-dessous:

(1) *Identification/quantification des incidences environnementales* – Dans quelle mesure les deux premiers "critères d'intégration" du tableau 14.2 ont-ils été appliqués au secteur. Les résultats ont-ils été largement acceptés au sein du secteur?

(2) *Action politique* – Dans quelle mesure est-elle volontaire et dans quelle mesure contraignante? Est-elle *appropriée* à la taille et à l'importance des incidences environnementales? Le secteur est-il couvert de manière *adéquate*? Suffit-elle pour résoudre les problèmes environnementaux et connexes?

(3) *Mise en œuvre politique* – Est-elle partielle ou complète aux niveaux géographique et politique appropriés?

Les informations utilisées pour l'élaboration du tableau sont issues des chapitres précédents du présent rapport et de plusieurs autres documents.

Un autre stade du processus d'intégration consisterait à évaluer l'efficacité des mesures politiques. Les informations sur cette étape cruciale font toutefois particulièrement défaut, et ne sont pas évoquées au tableau 14.3. L'OCDE a mené des recherches et publié des rapports

sur l'efficacité des mesures politiques, en particulier celle des instruments économiques (OCDE, 1997), mais une évaluation plus approfondie de l'efficacité politique est nécessaire pour pouvoir contrôler le succès de l'intégration.

Conclusion

L'évaluation provisoire du tableau 14.3 est forcément préliminaire et des informations/recherches supplémentaires sont nécessaires.

Tableau 14.2 Quelques critères d'évaluation de l'intégration des mesures de protection de l'environnement dans les politiques sectorielles

1 Les coûts/avantages environnementaux sont-ils identifiés de manière qualitative?

2 Les coûts/avantages environnementaux sont-ils quantifiés?

3 Tous les coûts externes sont-ils internalisés dans les prix du marché (partie du principe pollueur-payeur)?

4 Les instruments économiques sont-ils conçus pour parvenir à un changement d'attitude plutôt que pour simplement obtenir des recettes?

5 Les subventions aux activités préjudiciables à l'environnement sont-elles supprimées?

6 Les projets sont-ils soumis à une évaluation de leur incidence environnementale avant leur mise en œuvre?

7 Les politiques, plans et programmes font-ils l'objet d'une évaluation environnementale stratégique aux différents niveaux spatiaux ?

8 L'approvisionnement écologique constitue-t-il la pierre angulaire de la stratégie d'achat?

9 Des mesures de gestion environnementale ont-elles été définies au sein du secteur et leur mise en œuvre est-elle contrôlée?

10 Des objectifs et indicateurs d'éco-rentabilité ont-ils été développés et utilisés pour évaluer les progrès ?

Source: EEA

285 Intégration des politiques et des mesures de protection de l'environnement dans les secteurs économiques

L'évaluation est toutefois suffisamment solide pour étayer la conclusion générale selon laquelle des efforts supplémentaires sont nécessaires pour parvenir à une intégration efficace des mesures de protection de l'environnement dans les "forces motrices" des secteurs économiques.

Tableau 14.3 Progrès vers l'intégration des mesures de protection de l'environnement dans les secteurs économiques clés en Europe

Légende: • progrès modeste, + quelques progrès, ++ progrès certain

Le cas échéant, une spécification par région est fournie: Europe occidentale/ECO/NEI

Identification/ Quantification des incidences politiques **Existence de mesures**
Mise en œuvre de politiques

Énergie	++/++/•		+/+/•	+/+/•
Industrie	++/++/+		++/++/+	++/++/+
Transport	+/•/•	+/•/•		+/•/•
Ménages	•	•		•
Tourisme	•	•		•
Agriculture	+/+/•		+/•/•	+/•/•
Pêche	++/+/•	+/+/•		+/+/•

Militaire

•/+/•

•

•

Financier

•

•

•

Source: EEA

Bibliographie

CEC (1997). *The Role of the Financial Institutions in Achieving Sustainable Development*. Commission of the European Communities, Brussels.

CEDRE (1998). *Assessment report on war impacts on Bosnia Herzegovina*. Rapport demandé par l'EEA. Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentales des Eaux, Brest, France.

Boardman, B. (1997). *Decades: 2 Million Tons of Carbon*. Energy and Environment Programme, Environmental Change Unit, Oxford University.

OCDE (1997). *Évaluer les instruments économiques des politiques de l'environnement*. Paris, France.

Schmidheiny, S. (1992). *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*. Business Council on Sustainable Development, Geneva.

Schmidheiny, S. and Zorraquin, F. (1996). *Financing Change*. MIT press.

WRI (1997). *Measuring Up*. World Resources Institute, Washington DC.

Acronymes et abréviations

AOT	Exposition cumulative à l'ozone par rapport à une certaine valeur seuil (paramètre utilisé pour exprimer les effets de l'ozone)
AQG	Valeurs indicatives relatives à la qualité de l'air
MTD	Meilleure technique disponible
DBO	Demande biochimique en oxygène
PAC	Politique agricole commune (UE)
CCE	Commission des Communautés européennes (ou Commission européenne)
ECO	Europe centrale et orientale (voir encadré 1.2 dans l'introduction)
CEFIC	Conseil européen des fédérations de l'industrie chimique
CFC	Chlorofluorocarbone
PCP	Politique commune de la pêche (UE)
CH ₄	Méthane
CLRTAP	Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CEE)
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
DCO	Demande chimique en oxygène
Corinair	Coordination d'information environnementale (ex-programme communautaire); depuis 1995, programme EEA/ETC-AE (Inventaire des sources de polluants atmosphériques)
DGXI	Direction générale XI de la CE (Environnement, sécurité nucléaire et protection civile)
FPEIR	Forces motrices, pressions, état, incidence, réponses
ps	Poids sec
PAE	Programme d'action écologique (5PAE est le cinquième programme d'action écologique de l'Union européenne)
CE	Communauté européenne
ECU	Unité monétaire européenne
EEA	Agence européenne pour l'environnement
AELE	Association européenne de libre-échange
EIE	Évaluation des incidences sur l'environnement
EINECS	Inventaire européen des substances chimiques existantes
EMEP	Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe
EPE	Programme-environnement pour l'Europe
ETC/AE	Centre thématique européen pour les émissions atmosphériques (EEA)
ETC/AQ	Centre thématique européen pour la qualité de l'air (EEA)
ETC/IW	Centre thématique européen pour les eaux intérieures
ETC/LC	Centre thématique européen pour l'occupation des terres
ETC/MC	Centre thématique européen pour le milieu marin et littoral
ETC/NC	Centre thématique européen pour la conservation de la nature
ETC/S	Centre thématique européen pour le sol
ETC/W	Centre thématique européen pour les déchets

UE	Union européenne
Eurostat	Office statistique de l'Union européenne (Luxembourg)
CCCC	Convention-cadre sur les changements climatiques (NU)
FYROM	Ancienne république yougoslave de Macédoine
PIB	Produit intérieur brut
HCFC	Hydrochlorofluorocarbure
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
CIEM	Conseil international pour l'exploration de la mer
ICZM	Gestion intégrée des zones côtières
IIASA	Institut international de l'analyse de systèmes appliquée
GICC	Groupe intergouvernemental sur le changement climatique
IPPC	Prévention et réduction intégrées de la pollution (directive communautaire)
INES	Échelle internationale des événements/incidents nucléaires
kt	kilotonne (mille tonnes)

287 Acronymes et abréviations

Leq	Niveau sonore équivalent
LRTAP	Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (convention CEE)
CMA	Concentration maximale admissible
MARS	Système d'informations sur les accidents majeurs
MEDPOL	Programme pour la surveillance continue et la recherche en matière de pollution dans la Méditerranée
N ₂ O	Hémioxyde d'azote
NH ₃	Ammoniac
NEI	Nouveaux États indépendants (voir encadré 1.2 dans l'introduction)
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
NO ₃	Nitrates
O ₃	Ozone
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Pb	Plomb
PCB	Polychlorobiphényles
PFC	Hydrocarbure perfluoré
PHARE	Pologne, Hongrie – Aide communautaire à la reconstruction économique (actuellement étendue à 13 pays d'Europe centrale et orientale), initiative de l'Union européenne accordant des subventions à ses pays partenaires jusqu'au moment où ils sont prêts à assumer les obligations de l'adhésion à l'Union européenne.
PM	Matières particulaires
POR	Polluants organiques rémanents
ppb	Partie par milliard
ppm	Partie par million
PPP	Principe pollueur-payeur
RIVM	Institut national de la santé publique et de la protection environnementale (Pays-Bas)
SO ₂	Dioxyde de soufre
TACIS	Assistance technique pour la CEI (programme communautaire)
tep	Tonnes d'équivalent pétrole
NU	Nations unies
CEE	Commission économique pour l'Europe
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
COV	Composés organiques volatils
OMS	Organisation mondiale de la santé
OMT	Organisation mondiale du tourisme
pf	Poids frais

Recueil statistique, complément de l'Environnement en Europe, Deuxième évaluation

Produit par Eurostat, l'Office statistique des Communautés européennes, ce *Recueil statistique* est le complément de *l'Environnement en Europe, Deuxième évaluation*. Il a pour objet de fournir des informations supplémentaires pour bon nombre des tableaux récapitulatifs, schémas et cartes du rapport principal.

Les quelque 60 tableaux présentent un large éventail de statistiques décrivant le développement des principales forces motrices à la base des problèmes environnementaux et de la pression environnementale en résultant.

Les tableaux contiennent des séries temporelles au niveau national pour 44 pays en Europe, pour lesquels des données étaient disponibles.

Le *Recueil statistique* fournit également des explications sur les méthodes, les définitions et les sources utilisées pour les différents ensembles de données, qui permettent au lecteur de comprendre les données et de prendre conscience des limites de la fiabilité des données et de la comparabilité pour un domaine particulier.

Le *Recueil statistique* constitue donc une source unique de statistiques sur l'environnement pour l'ensemble de l'Europe.

Le *Recueil statistique* peut être commandé auprès des agents de vente de l'Office des publications officielles des communautés européennes ou via les points de vente Eurostat à Luxembourg et Bruxelles.

Pour plus d'informations sur Eurostat, consulter le serveur Internet Europa (<http://europa.eu.int>).

Index

L'index porte sur les chapitres 1 à 14 du rapport, les numéros de page étant utilisés comme référence.

Les numéros de page en italique indiquent les illustrations (tableaux, figures, cartes) apparaissant sur des pages autres que celles mentionnées pour le texte.

Les numéros de page suivis de "b" renvoient à des informations dans un encadré. Les entrées sont organisées par ordre alphabétique mot par mot, en tenant compte des espaces entre les mots:

- accidents 268-273
 - définition* 269b
 - prévention 274-277
- acidification 72-93
- programme d'action pour la protection et la gestion intégrées des eaux souterraines 203-204
- aérosols 43, 64*b*
- agriculture 27
 - effet sur la biodiversité 146, 148, 164-167
 - effet du changement climatique 42
 - émissions 47, 48, 67, 68, 198-200
 - incidence sur l'environnement 281-282
 - érosion du sol 241*b*
 - utilisation des eaux 184
- qualité de l'air
 - objectifs et seuils 97-103
 - milieu urbain 249-255
- températures de l'air, hausse 39, 40
- transport aérien, effet sur la couche d'ozone 68
- prolifération d'algues *voir* eutrophisation
- ammoniac
 - émissions 73-74, 84, 85
 - stratégies de réduction 90, 92
- ammonium, dans les cours d'eau 193, 194
- animaux
 - effet des POR 117, 118
 - population et diversité 151*b*, 152, 153-156, 158
 - voir également* habitats
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) 207

- benzène, pollution atmosphérique urbaine 254
- transport en bicyclette, milieu urbain 262
- demande biochimique en oxygène (DBO) 192-193
- biodiversité 144-178

définition 145*b*

Convention sur la diversité biologique 145, 169

régions biogéographiques 148, 150, 150*b*

bio-amplification 117-118

oiseaux, population et richesse des espèces 151*b*, 152, 153, 154, 157

Directive sur les oiseaux 172

Triangle noir 77

bromofluorocarbures (halons), effet sur l'ozone 65-66, 69

émissions de cadmium 111-113, 114, 216
voir également métaux lourds

cancer
 effet des produits chimiques, 122*b*, 123
 effet des accidents nucléaires 272
 effet du rayonnement ultraviolet B 60-61, 68, 69

dioxyde de carbone
 contributions au réchauffement de la planète 42, 43, 45
 politiques et mesures 55*b*
 sources des émissions 46-47, 86

monoxyde de carbone, pollution atmosphérique urbaine 254

voitures
 normes d'émission 105
 rendement énergétique 51
 possession et utilisation 85, 86, 262-263

Charte des villes européennes "Vers un développement soutenable" 264*b*

demande chimique en oxygène (DCO) 192-193

produits chimiques 109-129

Tchernobyl, accident 272

hydrocarbures chlorés, pollution des nappes souterraines 191

chlorofluorocarbones (CFC) 65-67
 Protocole de Montréal 69

chrome *voir* métaux lourds

Directive relative à la classification et à l'étiquetage 127

coûts d'assainissement, sites contaminés 236, 237

technologies plus propres 136

changement climatique 37-59

milieu littoral 209-230
 effets du changement climatique 41
 terres humides, biodiversité 160

Politique commune de la pêche (PCP) 224

trajets entre le domicile et le lieu de travail, mobilité urbaine 262-263

compostage, déchets urbains 138-139

consommation 31-34

sites contaminés 232-238

Convention sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination 140

290 L'Environnement en Europe

- Convention pour la protection de la couche d'ozone 69
- Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux 206
- cuivre *voir* métaux lourds
- biotopes CORINE, projet 173
- charges critiques, *définition* 74b
- cultures *voir* végétation
- cyclisme, transport urbain 262

- plan d'action du Danube 205
- déboisement, érosion du sol 241b
- structure démographique 32-34, 260-261
- désertification 239-241
 - définition* 239
 - politiques 243-244
- zones désignées, protection de la nature 172-174
- détergents, émissions de phosphore 198
- dioxines *voir* polluants organiques rémanents
- Directive concernant la pollution de l'air par l'ozone 98
- Directive concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant 98
- Directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (IPPC) 105, 125
- Directive relative à la réduction des émissions résultant du stockage et de la distribution du pétrole 105
- catastrophes naturelles 273-274
 - prévention 277
- maladies *voir* santé
- Directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine 188, 203
- dunes, biodiversité 160-161

- éco-industrie 29-30
- label écologique 32, 203
- empreintes écologiques, villes 249b
- développements économiques 24-36
- écotaxes 54, 127
- programmes d'action de l'Elbe 206
- production d'électricité *voir* énergie, production EMERALD, réseau 172-173
- couloirs d'émissions 56-57
- véhicules hors d'usage, gestion des déchets 135
- substances entraînant des troubles endocriniens 123
- énergie
 - incidence sur l'environnement 280-281
 - prix 50, 52, 266
 - production

- émissions 47, 48, 81
- contributions des combustibles en pourcentage 50, 52
- utilisation
 - effet sur le changement climatique 49-50, 54-55
 - milieu urbain 256
- rendement et intensité énergétiques 50-52, 53, 54-55, 86, 281
- Programme d'action écologique pour l'Europe centrale et orientale 25*b*, 204
- Programme d'action écologique (cinquième)
 - objectifs de réduction des émissions 90-92, 105
 - principales recommandations 280*b*
 - objectif en termes de déchets urbains 141
 - planification urbaine 265
 - quantité et qualité de l'eau 205
- Évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) 174
- responsabilité environnementale 243
- gestion environnementale, milieu urbain 265-266
- Programme-environnement pour l'Europe (EPE), principales recommandations 280*b*
- taxes écologiques 54, 127
- érosion, sol 238-239, 240
- eutrophisation
 - eaux intérieures 196
 - milieu marin et littoral 210-214
- externalités, produits chimiques 126-127

- engrais, effets sur la biodiversité 165-166
- secteur financier, incidence sur l'environnement 283
- incendies (forêt), effet sur la biodiversité 168
- poissons, contaminants chimiques 115, 117, 118, 232*b*
- pêche et pisciculture 221-225
- inondations 274, 275*b*
 - élévation du niveau de la mer 39, 41
- nourriture, accumulations de métaux lourds 235-236
- sylviculture, effet sur la biodiversité 146, 148, 167-168
- forêts
 - seuils pour la qualité de l'air 100, 103
 - biodiversité 161-164
 - définition 161
 - effets de l'acidification 74
 - effets du changement climatique 42
- combustibles fossiles, émissions 46-47
- transport de marchandises 85, 87, 88
- eau douce
 - prélèvement 182, 184
 - effets de l'acidification 75
 - ressources 180-183
 - utilisation 184-186
- combustibles
 - pour la production d'énergie 46-47, 50, 52
- carburants

pour le transport routier 86, 88-90

essence sans plomb 88, 89, 90

glaciers, effet du changement climatique 41-42

verre, recyclage 137

réchauffement de la planète 38-46

transport de marchandises 85, 87, 88

zones vertes, milieu urbain 255, 256

fonds d'investissement "vert" 283

effet de serre 38-39

gaz à effet de serre 42-49, 55-57

produit intérieur brut (PIB) 26, 27

nappes souterraines

prélèvement 183

effets de la contamination du sol 234-235

qualité 187-191

habitats

changements 156-164

répartition 147, 148

effets des infrastructures de transport 169

Index 291

- protection et enregistrement 172
- richesse des espèces 154
- Directive sur les habitats 172
- gaz halogénés 48
 - voir également* chlorofluorocarbones (CFC)
- halons (bromofluorocarbures) 65-66, 69
- déchets dangereux
 - production 134, 136
 - importation et exportation 140
 - infrastructures de gestion 139
- risques, naturels et technologiques 268-278
- santé
 - objectifs et effets pour la qualité de l'air 99-100, 249-250
 - effets des produits chimiques 120-124
 - effets des accidents nucléaires 272
 - effets de l'ozone troposphérique 96-97
- métaux lourds 111-115
 - dans les nappes souterraines 191
 - dans le milieu marin 215-216, 217, 219
 - contamination du sol 232*b*, 235-236
- Convention d'Helsinki, actions pour la quantité et la qualité de l'eau 206
- herbicides *voir* pesticides
- ménages
 - rendement énergétique 52
 - incidence sur l'environnement 282
 - nombre et taille 32-33, 260-261
 - déchets *voir* déchets urbains
 - utilisation des eaux 184
- lait humain, composés organiques rémanents 119-120
- hydrocarbures
 - dans les nappes souterraines 191
 - dans le milieu marin 218
- hydrochlorofluorocarbures (HCFC) 66, 67
- hydrofluorocarbures (HFC) 66, 67
- hydrologie, effet du changement climatique 41-42

- imposexe, effet du tributylétain 115
- incinération des déchets 136, 138, 139-140
- accidents industriels 269-272
 - prévention 274-276
- industrie 28-30
 - effet sur la biodiversité 146
 - effet sur l'érosion du sol 241*b*
 - émissions 46, 47, 48, 198

- utilisation de l'énergie 49-50, 51
- incidence sur l'environnement 281
- utilisation des eaux 184, 186
- eaux intérieures 179-208
- Gestion intégrée des zones côtières (ICZM) 227-228
- planification intégrée des sols 265
- prévention et réduction intégrées de la pollution (IPPC) 281
- intégration de politiques et d'actions 279-285
- Groupe intergouvernemental sur le changement climatique (GICC) 39
- Groupe intergouvernemental sur la protection des forêts 172
- Convention internationale sur la diversité biologique (1992) 145, 169
- Convention internationale sur la sûreté nucléaire 276
- Convention internationale sur la préparation, les réponses et la coopération en cas de pollution pétrolière (convention OPRC) 277
- Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles (IDNDR) 277
- Échelle internationale des événements nucléaires (INES) 271
- irrigation 184

- LACOST, projet 228
- lacs, qualité de l'eau 75, 196-197, 200, 201
- utilisation des terres et perturbation
 - cause de la biodiversité 145-148
 - effet sur l'érosion du sol 241*b*
 - contamination du sol 235
 - milieu urbain 261-262, 263, 265
- Directive concernant la mise en décharge des déchets 135, 140-141
- mise en décharge, élimination des déchets 134, 136, 138, 139, 140-141
- plomb, émissions
 - transport routier 88-89, 112
 - milieu marin 216
 - pollution atmosphérique urbaine 254, 255
 - voir également* métaux lourds
- exploitation d'élevage, effet sur la biodiversité 166-167
- Actions locales 21, durabilité 263-264

- mammifères *voir* animaux
- secteur manufacturier 28-29
 - rendement énergétique 52
 - production de déchets 133-134, 135
- accidents en mer 272-273
 - prévention 276-277
- milieu marin 209-230
 - élévation du niveau de la mer 39, 41
 - polluants organiques rémanents (POR) 115, 117-118
- plan d'action pour la Méditerranée 207
- émissions de mercure 112, 216, 218
 - voir également* métaux lourds
- métaux, recyclage 136
- émissions de méthane 47, 48

politiques et mesures 55*b*
émissions de bromométhane 67-68
secteur militaire, incidence sur l'environnement 232*b*, 233, 282-283, 283*b*
mobilité, milieu urbain 262-263
Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone 68-69
déchets urbains 133
 définition 132
 élimination 138-140, 259, 260
 production 132-133, 134, 259, 260
 dangereux 134
 rapportés au PIB 131
 eaux urbaines résiduelles 200-201, 203, 259

NATURA, réseau 172-173
naturelles, zones 148, 149

292 L'Environnement en Europe

- risques naturels 268-278
- Directive sur les nitrates 203, 243
- nitrate, émissions
 - dans les nappes souterraines 187, 188, 189, 243
 - dans le milieu marin 210, 211
 - dans les cours d'eau 194-196, 197, 198
- azote et oxyde d'azote, émissions 44, 45, 48, 73-74, 81, 82, 84, 85
 - dans l'atmosphère 252, 253, 257, 258
 - des engrais 165-166
 - dans les eaux intérieures 199-200, 202, 203
 - dans le milieu marin 213, 214, 215
 - stratégies de réduction 55*b*, 90, 91-92, 104-106
- bruit, milieu urbain 254-255
- émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) 103-104
 - objectifs de réduction 104-106
- accidents nucléaires 271-272
 - prévention 276
- contamination nucléaire 232*b*, 282
- énergie nucléaire 38, 50

- pollution par les hydrocarbures, milieu marin 217-221, 272-273
- Convention OPRC 277
- OSPARCOM, actions pour la quantité et la qualité de l'eau 206, 214
- surpêche 221, 224
- ozone
 - stratosphérique 60-71
 - troposphérique 94-108
 - pollution atmosphérique urbaine 252-253
- Directive relative à l'ozone 98
- trous d'ozone 62-63

- emballage, déchets 140-141
- Directive relative aux emballages et aux déchets d'emballage 140
- Stratégie paneuropéenne sur la diversité biologique et des paysages 170, 172
- papier, recyclage 137
- matières particulaires (PM) 257
- transport de passagers 85-86, 88
- polluants organiques rémanents (POR) 115-120, 216-217
- pesticides
 - effets sur la biodiversité 166
 - dans les nappes souterraines 187-188, 190-191
 - dans les eaux intérieures 201-202

essence sans plomb 88, 89, 90
phosphore, émissions 198-199, 201, 202
 dans les eaux intérieures 194, 195, 196-197, 200, 201, 202
 dans le milieu marin 211-214
phytoplancton, effet du rayonnement ultraviolet B 61
plantes
 répartition, effet du changement climatique 42
 croissance, effet du rayonnement ultraviolet B 61
 changements de statut de la population 151*b*
 richesse des espèces et endémisme 153-156, 159, 160

 voir également végétation
plastique, recyclage 137*b*
régions polaires, appauvrissement de l'ozone 62-65
politiques
 changement climatique 52-54, 55*b*
 intégration dans les secteurs économiques 279-285
 protection et gestion des ressources hydriques 202-207
 dégradation du sol 243-244
 ozone troposphérique 104-106
"pollueur-payeur", responsabilité environnementale 243
polychlorobiphényles (PCB)
 sites contaminés 232*b*
 dans le milieu marin 217, 218, 219
population 32-34, 260-261
précipitations, changement climatique 41
Programme sur les flux prioritaires de déchets 135
informations sur les produits, produits chimiques 127
production 26-30
 industrie chimique 111
zones protégées 172-174

qualité de la vie, milieu urbain 249

contamination radioactive
 base marine 232*b*
 milieu marin 215
pluie (précipitations) 41
recyclage 136-138
Listes des livres rouges, livres rouges 170-172
fécondité, effet des substances de perturbation endocrinienne 123
affections respiratoires, effet des polluants chimiques 96-97, 122*b*, 123
plan d'action du Rhin 205
évaluation des risques, produits chimiques 124
qualité des cours d'eau 112, 115, 191-196
programmes de tarification routière 266
émissions du transport routier 82, 85-86
 stratégies de réduction 87-92, 105

salinisation, effets sur le sol 241-242
dunes, biodiversité 160-161
déchets de métal, recyclage 136
mer *voir* accidents en mer; milieu marin
habitats agricoles semi-naturels, biodiversité 164
services, secteur 26, 27
gel des terres, effets sur la biodiversité 165
Directives Seveso 127, 270, 274-276
boues d'épuration, élimination dans les eaux 135
cancer de la peau, effet du rayonnement ultraviolet B 60-61, 68, 69
smog photochimique 94, 250-253
sol
 dégradation 231-246
 effets de l'acidification 74
Directive sur les solvants 105
espèces
 diversité et richesse 153-156

Index 293

- populations 148, 151*b*, 152-153
- protection 170-172
- stratosphérique, ozone 60-71
- émissions de soufre et de dioxyde de soufre 73-74, 75-77, 78, 81, 82, 83, 85
 - stratégies de réduction 90, 91
 - milieu urbain 250-252, 257, 258
- eaux de surface
 - prélèvement 183
 - effets de la contamination du sol 234-235
 - qualité 191-197
- développement durable
 - zones côtières 228
 - milieu urbain 264-265
- pétroliers, sécurité 277
- taxes, écologiques 54, 127
- risques technologiques 268-278
- températures, hausse 39, 40
- tourisme 30, 282
 - effets sur la biodiversité 146
 - incidence sur les zones côtières 225, 227
- essai de toxicité, produits chimiques 124
- libéralisation des échanges, effets 28
- embouteillages, *définition* 249
- Réseaux transeuropéens (RTE) 169
- transport
 - cause de l'acidification 82, 85-90
 - effet sur la biodiversité 169
 - utilisation énergétique 49, 51
 - incidence sur l'environnement 279-280, 281
 - mobilité urbaine 262-263
- Traité d'Amsterdam (1997), principales recommandations 280*b*
- troposphérique, ozone 94-108
- pneus (usagés), gestion des déchets 135
- rayonnement UVB (ultraviolet B) 60-61
- Conférence des Nations unies sur les stocks transzones et les espèces migratrices 225
- Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification 244
- Convention de la CEE sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP)
 - 91, 98, 99, 104, 125
- Convention sur l'impact transfrontière des accidents industriels (CEE) 276
- Protocole multi-effets/multi-polluants de la CEE 90, 91-92, 104-105
- UNEP/UNECE Déclaration sur les activités militaires et l'environnement 282-283

Convention-cadre sur les changements climatiques (CCCC) des Nations unies 38, 52-53
sans plomb, essence 88, 89, 90
densité urbaine 261, 262
milieu urbain 247-267
flux urbains et incidences 248, 255-259
mobilité urbaine 262-263
bruit urbain 254-255
schémas urbains 248, 259-263
planification urbaine 265
Directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires 203
urbanisation
 demande en eau 185, 186-187
 effet sur l'érosion du sol 241*b*
 effets sur la biodiversité 146
 incidence sur les zones côtières 225-226

végétation, effets de l'ozone troposphérique 96, 100, 102, 103, 106
véhicules (hors d'usage), gestion des déchets 135
convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone 69

déchets 130-143
 production 131-134, 259, 260
 gestion, traitement et élimination 134-143, 259, 260
Stratégie en matière de déchets 134
eaux résiduaires 200-201, 203, 259
eau
 prélèvement 184
 effets de la contamination du sol 234-235
 érosion du sol 238-239
 qualité 187-197
 politiques 203-204
 ressources 180-183
 effet du changement climatique 41-42
 pénuries 186-187
 utilisation 183, 184-186, 257, 259
 effets sur la biodiversité 146
 politiques 203
Directive instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau 203-204
engorgement hydrique du sol 243, 244
effet "week-end" 95*b*
terres humides
 biodiversité 157-160
 définition 159
Rapport Weybridge 123*b*
faune sauvage *voir* animaux; oiseaux; poissons; *plantes*
érosion éolienne du sol 238-239, 240
Valeurs indicatives de l'Organisation mondiale de la santé relatives à la qualité de l'air 249, 250