

# Dégradation du sol et développement durable en Europe: ayons les pieds sur terre

Un défi pour le XXI<sup>e</sup> siècle

**Notification légale**

Ni l'Agence européenne pour l'environnement, ni le PNUÉ, ni aucune personne ou société agissant pour le compte de l'un de ces organes ne peut être tenu pour responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations présentées dans ce rapport.

©AEE, Copenhague, 2002

Reproduction autorisée moyennant mention de la source.

Agence européenne pour l'environnement  
Kongens Nytorv 6  
DK-1050 Copenhague K  
Danemark  
Tél.: (45) 33 36 71 00  
Télécopie: (45) 33 36 71 99  
Mél: [eea@eea.eu.int](mailto:eea@eea.eu.int)  
Internet: <http://www.eea.eu.int>

PNUÉ Bureau régional pour l'Europe  
Maison internationale de l'environnement 11,  
Chemin des Anémones  
CH -1219 Chatelaine Genève,  
Mél Suisse: [roe@unep.ch](mailto:roe@unep.ch)  
Internet: <http://www.unep.ch>

# Table des matières

Préface .....	5
Note de synthèse .....	6
Messages principaux .....	6
Importance des ressources en sol pour l'Europe .....	7
Résumé des principaux problèmes rencontrés par le sol .....	8
Pourquoi le sol est-il important pour l'Europe? Comment la protection du sol peut contribuer au développement durable .....	10
Le sol: ses fonctions, ses utilisateurs et les multiples menaces qui pèsent sur lui .....	10
Sol et durabilité .....	10
Sol, politique agricole et commerce mondial .....	11
Qu'arrive-t-il aux sols européens? Problèmes essentiels .....	12
La dimension géographique de la dégradation du sol .....	12
Utilisation de la ressource du sol par l'urbanisation .....	13
Disparition du sol due à l'érosion .....	14
Modifications de la stabilité des dénivellements .....	14
Contamination du sol due à la dispersion de produits chimiques .....	15
Où sont les «points chauds» de la dégradation du sol en Europe? Définir les priorités en matière d'intervention .....	20
Imperméabilisation .....	20
Érosion du sol .....	21
Contamination locale .....	22
Contamination diffuse .....	22
Acidification et eutrophisation .....	23
Qu'est-ce qui est entrepris? Initiatives en cours en matière de protection du sol .....	24
Protection du sol dans l'Union européenne .....	24
Initiatives et instruments juridiques internationaux en matière de protection du sol .....	25
Comment faire face aux problèmes du sol? La voie à suivre .....	26
Vers une politique européenne de protection du sol .....	26
Une meilleure information pour une meilleure politique .....	26
Conclusions .....	27
Références .....	28
Remerciements .....	31

# Liste des encadrés

Encadré 1: Qu'est-ce que le sol? .....	6
Encadré 2: «Points chauds» environnementaux en ex-Yougoslavie .....	9
Encadré 3: Pertes économiques provoquées par les inondations au Royaume-Uni .....	15
Encadré 4: Sol et changement climatique .....	17
Encadré 5: Dégradation du sol en Europe centrale et orientale .....	18
Encadré 6: Sensibilisation croissante aux problèmes du sol .....	19

# Préface

Ce troisième message commun du PNUE et de l'AEE vise à attirer l'attention sur l'état des sols européens et à favoriser la discussion sur la nécessité d'une politique paneuropéenne (et mondiale) sur les sols, pour l'élaboration d'une législation et de systèmes de surveillance et de gestion des ressources du sol. Parallèlement, il est également urgent de favoriser et d'étendre la discussion sur le rôle des sols dans les questions environnementales et économiques mondiales tels que le changement climatique, le développement industriel et le commerce.

En de nombreux points du globe, comme en Europe, nous atteignons pour l'heure les limites de la résilience et les capacités multifonctionnelles des sols sont aujourd'hui atteintes. À l'échelle mondiale, près de deux milliards d'hectares sont affectés par la dégradation du sol provoquée par l'activité humaine (ONU, 2000). Les besoins alimentaires d'une population en expansion entraînent une intensification croissante de l'agriculture et de la capacité des sols à rejeter et à absorber les nutriments et les produits chimiques se trouve fréquemment dépassée. L'extension des zones et des infrastructures bâties, notamment dans les grandes agglomérations urbaines, limite considérablement l'utilisation productive du sol. Chaque année, quelque 20 millions d'hectares supplémentaires atteignent un niveau de dégradation trop important pour permettre une production agricole ou sont victimes de l'expansion urbaine anarchique. Les sols subissent une dégradation physique et chimique imputable à l'érosion, à l'épuisement (dû aux carences en nutriments) et à la pollution. Ils deviennent de plus en plus pauvres en organismes vivants, ce qui endommage irrémédiablement leurs capacités de dépollution dans nombre de sites. Parallèlement, l'utilisation abusive des matières organiques des sols ne cesse de compromettre le potentiel de ces derniers à saisir et à stocker temporairement le carbone contenu dans l'atmosphère.

Dans les années à venir, l'utilisation et la gestion durables des sols constitueront un défi majeur pour les utilisateurs et les décideurs politiques, tant en Europe que dans le reste du monde. Les exigences diverses, voire conflictuelles, auxquelles seront soumises les ressources du sol et les relations de ces dernières avec le changement climatique, la biodiversité et les échanges commerciaux nécessiteront des mesures appropriées afin de garder intacte leur qualité et de permettre leur utilisation par les

générations futures.

L'élargissement de l'Union européenne envisagé en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, les prévisions d'augmentation et d'intensification de la production agricole et industrielle dans les nouveaux États membres et l'extension des zones et des infrastructures bâties en Europe exerceront une pression considérable sur les ressources du sol de notre continent. Les politiques et législations actuelles et leurs mécanismes de mise en œuvre pourraient s'avérer inadéquats en vue d'une gestion durable des sols, si des mesures ne sont pas prises pour garantir leur utilisation rationnelle à long terme.

En fin de compte, il s'agit d'un problème de l'interaction des individus et de avec les ressources naturelles dans les limites de l'espace disponible. Ce problème exige des politiques nouvelles, et notamment une tarification équitable, des politiques fiscales et une planification stratégique en matière d'utilisation des terres et des ressources naturelles. Certains groupements d'intérêts économiques s'opposent à ces mesures qui ont la réputation d'entraver la libéralisation et de diminuer les attentes de la spéculation. Cela pourrait devenir le défi majeur en matière de durabilité. Si nous ne parvenons pas à mettre en place une utilisation sur le long terme et appropriée des territoires et du sol — ainsi que de l'eau et des autres ressources naturelles qui y sont liées — il sera impossible de progresser sur la voie du développement durable. Par conséquent, et même si certaines régions du monde et d'Europe — telles que l'UE — disposent d'une approche commune en matière d'environnement, l'absence de politique concernant les questions liées aux ressources de l'espace, du sol et des terres en tant que telles reste préoccupante.

*Domingo Jiménez-Beltrán*

Directeur exécutif

Agence européenne pour l'environnement

*Klaus Toepfer*

Directeur exécutif

PNUE

# Note de synthèse

## Messages principaux

- En Europe, les ressources du sol sont en train de disparaître et de se dégrader irréversiblement et à un rythme sans précédent en raison des demandes croissantes et souvent contradictoires émanant de la quasi totalité des secteurs de l'économie, notamment de l'agriculture, des besoins ménagers, de l'industrie, des transports et du tourisme. Les pressions exercées résultent de la



Les sols contaminés constituent une menace grave pour la santé humaine

concentration des populations et des activités dans des espaces réduits, ainsi que des changements survenus en matière de climat et d'utilisation du sol. Le sol étant une ressource limitée et non renouvelable, il n'est guère aisé de remédier aux dégâts subis, à l'inverse de ceux occasionnés à l'air et à l'eau.

- Les principaux problèmes rencontrés par les sols sont les suivants: pertes irréversibles dues au bétonnage et à l'érosion du sol, problèmes de stabilité des dénivellements, contamination locale et diffuse permanente, et acidification des sols. Dans certaines parties de l'Europe méridionale, centrale et orientale, la dégradation est si grave qu'elle a provoqué une réduction de la capacité du sol à supporter les communautés humaines et les écosystèmes, ainsi que la désertification. L'étendue réelle de cette dégradation demeure méconnue en raison de données insuffisantes, notamment en Europe centrale et orientale.
- L'érosion et la détérioration des sols se poursuivront et connaîtront probablement une accélération, si aucune mesures diligentes et appropriées n'est prise en vue de découpler la progression des différents secteurs économiques de la pression qu'ils exercent sur le sol par l'intégration de mesures de protection spécifiques aux politiques sectorielles.
- Certaines initiatives ayant un effet sur le sol ont été prises au niveau local, national et européen: peu d'entre elles sont immédiates; nombre d'entre elles sont indirectes et toutes ne contribuent pas à la protection du sol. Toutefois, il n'existe aucun cadre politique européen relatif à la protection du sol comparables à ceux déjà en place pour l'air et l'eau. En outre, aucun mécanisme de compte-rendu ne permet d'évaluer si les mesures existantes entraînent une amélioration de l'état des sols pédologique ni de juger du niveau de mise en œuvre de la législation existante.
- Il est urgent de convenir d'un cadre européen en matière de surveillance et d'évaluation des sols. Pour ce faire, il s'agirait d'instaurer une collaboration plus étroite entre les administrations afin d'améliorer l'accès à l'information, de rendre comparable les données et d'éviter toute duplication.

### Encadré 1: Qu'est-ce que le sol?

Le sol joue un rôle fondamental dans l'environnement en l'Europe. Dès lors, la définition adoptée dans ce rapport est vaste et englobe tous les aspects pertinents des sols. Le sol est un corps tridimensionnel qui remplit un large éventail de fonctions socio-économiques et écologiques. C'est un milieu complexe formé d'une matrice poreuse au sein de laquelle l'air, l'eau et les organismes vivants entrent en contact avec les flux de substances et les fluides qui se meuvent entre ces éléments. L'altération des processus du sol entraîne des modifications dans le fonctionnement des écosystèmes et est à l'origine de nombreux problèmes environnementaux qui se manifestent dans d'autres milieux (pour plus de détails sur les fonctions du sol, consulter le chapitre sur la dégradation du sol dans le rapport AEE, 1999a).

## Importance des ressources en sol pour l'Europe

- **Le sol est un milieu plurifonctionnel.** Le sol n'est pas seulement à la base de 90% de l'alimentation humaine, des aliments pour animaux, des fibres et des combustibles, il rend également des services qui vont au-delà de ses fonctions productives. Il constitue la dimension spatiale du développement d'établissements humains et permet la construction de logements et d'infrastructures, de lieux de divertissement et d'installations d'élimination des déchets. Il fournit les matières premières, et notamment les ressources hydriques, les minéraux et les matériaux de construction. Il forme une part essentielle du paysage, conserve les vestiges de notre passé et est en soi un élément important de notre patrimoine culturel.
- **Le sol n'est pas renouvelable.** Le sol de l'Europe est très varié sur le plan spatial: plus de 320 types de sol principaux ont été identifiés. Chacun d'entre eux assume un ensemble différent de fonctions et témoigne d'une vulnérabilité spécifique aux diverses pressions exercées. Le sol est néanmoins une ressource limitée et, si on peut rétablir, de manière limitée, certaines fonctions, le sol doit être considéré comme non – compte tenu du laps de temps nécessaire à sa régénération.<sup>1</sup>
- **La résilience du sol est peut-être le pire ennemi de celui-ci. En raison de la capacité d'absorption du sol,** de sa résilience et de la capacité qu'il a de filtrer et d'absorber des produits contaminants, lorsque les dégâts se manifestent il est déjà souvent trop tard.. C'est sans doute une des raisons majeures pour lesquelles la protection du sol n'a pas bénéficié d'une dynamique comparable à celle de l'air et de l'eau. Cela justifie également la mise en place de moyens de surveillance importants et appropriés. Après des années d'abus, les signes et les répercussions de cette pollution apparaissent désormais plus clairement et des réactions s'imposent, tant sur le plan correctif (mesures coûteuses et pas toujours pleinement réalisables) que préventif, afin de ne pas continuer de léguer ce problème aux générations futures.
- **Concurrence entre différentes utilisations des terres et des sols (production**

**alimentaire, espace vital, infrastructure et production industrielle) en raison de la concentration des activités dans un espace réduit.** Des conflits se manifestent entre l'utilisation publique et privée des ressources du sol. À défaut d'être gérée de manière adéquate et durable, ces demandes contradictoires entraîneront des dégradations supplémentaires (pratiques agricoles non durables, contamination, bétonnage du sol, etc.) et mèneront finalement, par déclin successifs, à une réduction progressive des ressources disponibles. Dès lors se pose la question de la mise en oeuvre d'un développement durable qui n'endommage ou ni n'épuise les ressources du sol: tel est le défi majeur pour les prochaines décennies.

- **Les problèmes du changement climatique, du développement durable, de la qualité de l'environnement et de la dégradation du sol sont clairement liés.** Le sol est affecté par les changements climatiques et ces changements climatiques pourraient entraîner la poursuite de la dégradation du sol. Dans le même temps, le sol joue un rôle important dans le piégeage du carbone de l'atmosphère via le contenu des matières organiques du sol (MOS). La dégradation du sol provoque la disparition de ces matières (ainsi que du carbone d'origine organique), le sol perdant dès lors sa capacité d'agir comme un puits de carbone. Dans les pays en développement, la dégradation du sol réduit la production alimentaire et contribue à augmenter le nombre de réfugiés de l'environnement, ce qui peut avoir un effet indirect sur l'Europe. De plus, le sol étant une ressource vitale pour l'agriculture, sa protection devient l'objet de négociations au sein de l'Organisation mondiale du commerce.
- **La question du sol est intersectorielle.** Les utilisateurs du sol étant multiples, il s'agit d'intégrer le traitement du sol à différents niveaux. Tant les approches en matière d'évaluation des sols que les politiques visant à la protection de ceux-ci doivent faire l'objet d'une intégration administrative (du niveau local au niveau mondial, en passant par le niveau européen), sectorielle (entre les différents secteurs et les autres questions environnementales) et géographique (les différents paysages, les zones urbaines, rurales, montagneuses et côtières). Des mesures appropriées doivent être prises à

<sup>1</sup> Moyennant un très faible taux de formation du sol, toute perte de plus d'une tonne par hectare et par an peut être considérée comme irréversible en l'espace de 50-100 ans (AEE, 1999a)

tous les niveaux administratifs; depuis l'aménagement du territoire au niveau local et régional jusqu'à l'élaboration de politiques environnementales et sectorielles à l'échelon national et européen, en passant par le lancement d'initiatives au niveau mondial.

- **«Ayons les pieds sur terre ou comment revenir aux valeurs fondamentales» — La protection du sol: une clef pour les problèmes d'environnement au niveau européen et mondial** La protection du sol procurera maints avantages. Au niveau européen, la diversité et les fonctions multiples du sol participant à la diversité culturelle et naturelle de l'Europe, la protection du sol contribuera à préserver les ressources du continent, son identité et sa capacité à faire face aux changements. Au niveau mondial, la lutte contre la dégradation du sol aidera à réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorera l'environnement, garantira une nourriture plus abondante à une population plus nombreuse et contribuera au progrès économique des générations futures.

Résumé des principaux problèmes rencontrés par le sol

- **Imperméabilisation (ou artificialisation).** Les taux de pertes réelles en sol dues à l'imperméabilisation (surfaces bétonnées, goudronnées ou compactées), des surfaces via la croissance de l'urbanisation et des infrastructures de transport sont aussi élevés dans plusieurs pays de l'UE, tels que le Benelux et l'Allemagne, ainsi



'Le crete toscane' (sols argileux de Toscane) (Val d'Orcia — Toscane)

qu'en Suisse. Ces pays ont fait l'objet d'une telle urbanisation que les espaces disponibles pour y poursuivre l'extension des villes y sont devenus rares. Dans les pays méditerranéens, l'urbanisation a été particulièrement rapide dans les zones côtières du sud de l'Espagne, des îles méditerranéennes, de la France et de l'Italie, processus lié au développement du tourisme. Ces pressions se maintiendront sans doute — ou augmenteront — dans les années à venir. On prévoit également une augmentation de l'artificialisation des sols dans des pays relativement peu urbanisés tels que le Portugal, la Finlande et l'Irlande, ainsi qu'en Europe centrale et orientale.

- **Érosion.** L'érosion du sol par le vent et l'eau est un problème grave et bien connu en Europe méridionale, ainsi que dans de vastes portions de l'Europe centrale et orientale. Les conséquences en sont encore aggravées par la contamination du sol issue d'anciennes activités industrielles. Bien qu'elle porte moins de conséquences et soit donc perçue avec une moindre acuité, l'érosion est un problème croissant dans les régions agricoles de la ceinture de loess en Europe septentrionale, notamment dans les zones où des sols de grande qualité et plus sensibles à l'érosion sont soumis à une agriculture plus intensive.
- **Stabilité des versants.** Le sol joue un rôle important dans le maintien de la stabilité des versants. La dégradation, l'érosion et, en particulier, le bétonnage du sol peuvent être les causes directes ou indirectes d'événements catastrophiques. Des désastres récents soulignent les répercussions des carences en matière d'aménagement du territoire et d'utilisation des ressources du sol. La fréquence des phénomènes naturels est plus grande dans les zones dotées d'un relief élevé et d'importantes dénivellations, ou affectées par d'intenses précipitations et un climat rigoureux, comme c'est le cas dans les Alpes et la région méditerranéenne. Toutefois, les inondations affectent également les sols dans les zones de plaine.
- **Contamination.** Hormis l'acidification, il n'y a pas de pollution diffuse largement répandue du sol européen. La contamination est cependant importante dans des zones limitées ou des points chauds (agglomérations urbaines et complexes industriels) et provient de sources tant diffuses que localisées. S'il y a eu réduction des émissions et de l'utilisation de certaines substances dangereuses, du fait, essentiellement, de l'application de mesures politiques, ces réductions sont compensées par l'augmentation générale de l'activité

économique. Sur la base des données disponibles, les pertes découlant des activités industrielles et des anciens sites de mise en décharge constituent la cause principale de contamination locale dans la plupart des pays analysés. Le recours le plus intensif aux produits chimiques dans l'agriculture est constaté dans les terres basses de l'Europe occidentale: le Danemark, les Pays-Bas, la Belgique, le Luxembourg et le nord de la France. Dans l'est de l'Europe, les problèmes de contamination diffuse du sol sont les plus aigus en Azerbaïdjan, au Bélarus, en Moldavie, en Russie et en Ukraine.

- **Si l'acidification** résultant des retombées atmosphériques demeure un problème, elle ne devrait pas augmenter en Europe occidentale, grâce au succès des politiques élaborées au cours des trente dernières années. Toutefois, il est difficile, voire impossible, de réhabiliter les sols affectés par une importante acidification. Dans les pays d'Europe centrale et orientale, le problème pourrait continuer d'empirer avant de connaître la moindre amélioration. Pour l'essentiel, l'acidification touche l'Europe du Nord-Ouest et l'Europe centrale.
- **Dégradation du sol en Europe centrale et orientale.** La crise économique qui a suivi l'effondrement de l'ex-Union soviétique a entraîné, de manière générale, une diminution de la pression exercée sur l'environnement et sur le sol en particulier. Avec le rétablissement de l'économie de ces pays, on peut s'attendre, faute de mesures adéquates, à une augmentation des répercussions sur le sol, selon des tendances similaires à celles observées au sein de l'UE au cours des décennies écoulées. Quoi qu'il en soit, les effets des erreurs commises précédemment dans la gestion du sol de ces pays se font encore largement sentir, ce qui en limite aujourd'hui encore l'utilisation dans certaines régions. Dans les nouveaux États indépendants (NEI) par exemple, on observe actuellement une importante dégradation du sol dans des zones spécifiques. Celle-ci peut-être due soit à la contamination par des métaux lourds, des polluants organiques persistants et des dioxines autour de sites industriels et d'agglomérations urbaines soit à la salinisation, aux marées noires ou encore à la contamination par des radionucléides.
- **Données fragmentaires.** Sur la base des rares données disponibles, seule une évaluation générale de l'état du sol en Europe est possible à l'heure actuelle. Il existe, en fait, d'importantes lacunes et l'accès aux données et informations pertinentes est difficile. Au vu de la multiplicité des utilisateurs du sol, les données y afférentes ont été collectées par

#### Encadré 2: «Points chauds» pour l'environnement en ex-Yougoslavie.

En mai 1999, peu après le conflit du Kosovo, un groupe d'étude commun au Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et au Centre des Nations unies pour les établissements humains (HABITAT) sur les Balkans fut mis en place en vue d'évaluer les conséquences du conflit sur l'environnement et les établissements humains. Il s'est notamment concentré sur les conséquences pour l'environnement des frappes aériennes sur des sites industriels, sur les conséquences pour l'environnement du conflit sur le Danube et sur l'utilisation éventuelle de munitions à uranium appauvri au Kosovo (PNUE-UNCH-Habitat, 1999). Ce groupe d'études a découvert des «points chauds» pour l'environnement dans quatre régions (Pancevo, Kragujevac, Novi Sad et Bor), lesquels exigeaient une action immédiate et une surveillance plus approfondie. Une contamination environnementale due aux conséquences du conflit a été notée dans l'ensemble de ces sites. Pour une part, toutefois, la contamination identifiée sur certains sites était antérieure au conflit. Durant les enquêtes, il était parfois difficile de faire la part des choses entre les problèmes dus à une contamination antérieure et ceux découlant du conflit en tant que tel. Parmi les recommandations invitant à une action immédiate, on trouvait notamment le nettoyage des cours d'eau et la décontamination des sols pollués par du mercure, des dioxines et des PCB dans certaines régions. Pour plus d'informations sur les activités de suivi de ce groupe d'étude, consulter le site web du groupe d'études sur les Balkans (<http://balkans.unep.ch>).

différentes organisations, dans des buts divers. Très peu d'entre elles peuvent être utilisées immédiatement à des fins politiques et la plupart concernent des zones géographiques réduites. Ce manque d'informations disponibles limite la possibilité de réaliser une évaluation plus complète.



Le sol est un élément essentiel du paysage et contribue à la sauvegarde de notre patrimoine culturel (paysage de collines près de Pienza, Val d'Orcia — Toscane)

# Pourquoi le sol est-il important pour l'Europe?

## Comment la protection du sol peut contribuer au développement durable

Le sol: ses fonctions, ses utilisateurs et les multiples menaces qui pèsent sur lui

La sauvegarde du sol est une question importante, non seulement au niveau national mais aussi à l'échelon européen et mondial. Le sol n'est pas seulement à la base de 90% de l'alimentation humaine, des aliments pour animaux, des fibres et des combustibles, il rend également des services qui vont au-delà de ses fonctions productives. Il constitue la dimension spatiale du développement d'établissements humains et permet la construction de logements et d'infrastructures, de lieux de divertissement et de mise en décharge. Il forme une part essentielle du paysage, conserve les vestiges de notre passé et est en soi un élément important de notre patrimoine culturel. Il constitue cependant une ressource limitée et non renouvelable et, à l'inverse de l'air et de l'eau, les dégâts qui lui sont occasionnés ne sont pas aisément réparables.

C'est sur cette multiplicité des fonctions du sol que repose son paradoxe: l'importance qu'il revêt pour un large éventail d'activités humaines le rend davantage vulnérable aux dégâts et à l'épuisement. En raison de la capacité d'absorption du sol, notamment des produits contaminants, de sa résilience, les dégâts ne sont pas constatés avant d'être très marqués. Après des années d'abus, des signaux d'avertissement apparaissent désormais plus clairement, tant au niveau local (contamination des sols dans les villes, par exemple) que régional (diminution de la productivité agricole, par exemple). Pour éviter tout dégât supplémentaire et irréversible, des réactions s'imposent, tant sur le plan correctif (mesures coûteuses et pas toujours pleinement réalisables) que préventif, afin de ne pas continuer de transférer ce problème aux générations futures.

La désertification illustre de façon extrême les effets d'une dégradation persistante du sol due à l'interaction de divers facteurs tels que le climat et l'utilisation non durable des ressources hydriques et pédologiques. Elle aboutit, en effet, à la réduction progressive de la capacité du sol à faire vivre les communautés humaines et animales, à permettre la croissance de la végétation et les activités économiques. Cette dégradation a également des répercussions sociales et politiques. Une réponse appropriée à ce problème requerrait donc différents niveaux

d'action — local, national et mondial — et des actions visant à l'intégration sectorielle des politiques environnementales.

La désertification n'est pas un problème limité aux régions du monde soumises à un climat aride (terres arides); elle menace actuellement certaines parties de l'Europe méridionale, centrale et orientale. De vastes zones de la région méditerranéenne ont atteint un tel niveau de dégradation qu'elles ne sont plus en mesure de supporter de façon économiquement viable une quelconque culture, entraînant l'abandon des terres touchées et le dépeuplement (AEE, 1998). Il en résulte, en sus, de très graves problèmes dans les régions avoisinantes, notamment en Afrique du Nord et en Asie centrale.

### Sol et durabilité

Une conséquence importante de la multifonctionnalité du sol et de la disponibilité limitée des ressources — et l'une des causes essentielles de la dégradation du sol — est une concurrence croissante entre les utilisations du sol et des terres: nourrir les populations, étendre l'espace destiné à l'habitat et à la production industrielle, accroître les sources d'énergie, améliorer la mobilité. La question se pose de savoir comment développer durablement ces utilisations sans endommager ou épuiser les ressources pédologiques (Blum, 1998).

En fait, l'augmentation actuelle des pressions exercées sur les ressources du sol au niveau européen et mondial est liée à la demande croissante de ressources en sols et en terres en vue de satisfaire des besoins divers.

Au niveau mondial, la nécessité de garantir la sécurité alimentaire d'une population en expansion exigera davantage de terres agricoles ou, plus probablement, l'intensification de l'agriculture sur les terres actuellement cultivées. D'autre part, l'augmentation globale de la population, les activités industrielles, les modifications des tissus et des comportements urbains (suburbanisation et expansion urbaine anarchique), conjuguées à la nécessité d'une mobilité accrue, nécessiteront également davantage de terres à des fins irréversibles. Ces demandes concomitantes entraîneront, si elles ne font pas l'objet d'une gestion durable, des dégradations supplémentaires (pratiques agricoles non durables, contamination du sol, bétonnage, etc.) qui

mèneront finalement, tombant ainsi dans un cercle sans fin de déclin, à une réduction progressive des ressources disponibles.

Au niveau européen, le manque d'espace disponible, d'ores et déjà patent, pour le développement d'activités humaines exigera à l'avenir une plus grande attention des décideurs politiques lorsqu'ils élaboreront des politiques sectorielles, environnementales, ou d'aménagement du territoire. Certaines régions sont déjà saturées: c'est le cas de la plupart des zones côtières de la Méditerranée, où se fait déjà sentir une vive concurrence pour l'occupation des terres ayant d'importantes conséquences pour les ressources du sol et l'environnement dans son ensemble (cf. sections «Qu'arrive-t-il aux sols européens?» et «Quels sont les «points chauds» de la dégradation du sol en Europe?»).

Il faut également prendre conscience du caractère intersectoriel de la question du sol: un grand nombre de secteurs économiques utilisent les ressources du sol et contribuent, à des niveaux divers, à sa dégradation. pertes en fonctionnalités du sol qui en découle affecte l'environnement dans son ensemble (figure 1).

Promouvoir la protection du sol procurera maints avantages. Au niveau européen, la diversité et les fonctions multiples du sol contribuent à la diversité culturelle et naturelle de l'Europe. La protection du sol permettra donc de préserver les ressources du continent, son identité et sa capacité à faire face aux changements.

Au niveau mondial, la lutte contre la dégradation du sol contribuera à réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorera l'environnement, garantira une nourriture plus abondante à une population plus nombreuse et contribuera au progrès économique des générations futures (cf. encadré 4 sur le sol et le changement climatique).

#### Sol, politique agricole et commerce mondial

Les négociations menées au sein de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) contribuent elles aussi à donner une importance accrue à la protection du sol dans l'agenda politique européen. Le débat actuel témoigne de l'existence de points de vue très différents et contrastés entre l'Union

européenne et d'autres groupes de pays quant à l'importance du sol dans la production agricole. Les États-Unis et le groupe de Cairns (Australie, Argentine, Brésil, Canada et autres), par exemple, envisagent essentiellement le sol comme un substrat destiné à la production agricole, négligeant plus ou moins son importance environnementale pour la protection des eaux souterraines, la biodiversité et d'autres objectifs environnementaux. À l'inverse, l'UE et le Japon tendent fortement, avec d'autres pays, à un usage multifonctionnel du sol, ne considérant l'agriculture que comme une utilisation importante parmi d'autres.

Ces points de vue contrastés sont fort compréhensibles au vu des différentes distributions spatiales des sols agricoles par rapport aux systèmes urbains et industriels et aux infrastructures de transport: les sols agricoles y assument simultanément différentes fonctions importantes. Toutes Ces fonctions sont toutes simultanément importante en Europe, compte tenu de la concentration des activités dans un espace réduit et compétition entre les différentes utilisations écologiques et socio-économiques du sol. Ce n'est pas le cas aux États-Unis, au Canada et chez les autres membres du groupe de Cairns, car la quantité et la distribution spatiale des terres agricoles par rapport aux autres affectations du sol — qu'il s'agisse d'établissements urbains, d'installations industrielles ou de voies de transport — sont très différentes de ce qu'elles sont en Europe<sup>2</sup>. Toutefois, le développement urbain anarchique lié à l'exploitation de sols agricoles autour des villes est un problème désormais reconnu aux États-Unis.

Il importe, dès lors, pour l'Europe, d'être à même de justifier et d'appuyer son point de vue à l'aide d'informations fiables, notamment en ce qui concerne les répercussions des différents secteurs sur l'environnement du sol et l'état pédologique. À cette fin, il est bon de mentionner l'initiative prise par l'OCDE en vue d'élaborer des indicateurs de la qualité du sol dans le contexte d'une agriculture durable.

<sup>2</sup> À titre d'exemple, les surfaces agricoles sont trois fois plus importantes aux États-Unis que dans l'UE, alors que la population et le PIB sont approximativement identiques.

# Qu'arrive-t-il aux sols européens?

## Problèmes essentiels

### La dimension géographique de la dégradation du sol

Les ressources en sol de l'Europe sont menacées de disparition et dégradation en raison de demandes croissantes et souvent contradictoires émanant de la quasi totalité des secteurs de l'économie — qu'il s'agisse de l'agriculture, des besoins ménagers, de l'industrie, des transports ou du tourisme. Les pressions exercées résultent de la concentration des populations et des activités dans des espaces réduits, ainsi que des changements survenus en matière de climat et d'utilisation du sol.

La distribution géographique de cette dégradation dépend de plusieurs facteurs. Les problèmes pédologiques sont influencés par la diversité, la distribution et la vulnérabilité spécifique des sols dans toute l'Europe. Ils dépendent aussi de facteurs géologiques, topographiques et climatiques. Un autre facteur à prendre en compte est la distribution des forces économiques motrices sur le continent et au sein de chaque région ou de chaque zone climatique.

En Europe méridionale, et particulièrement dans le bassin méditerranéen, l'érosion du sol

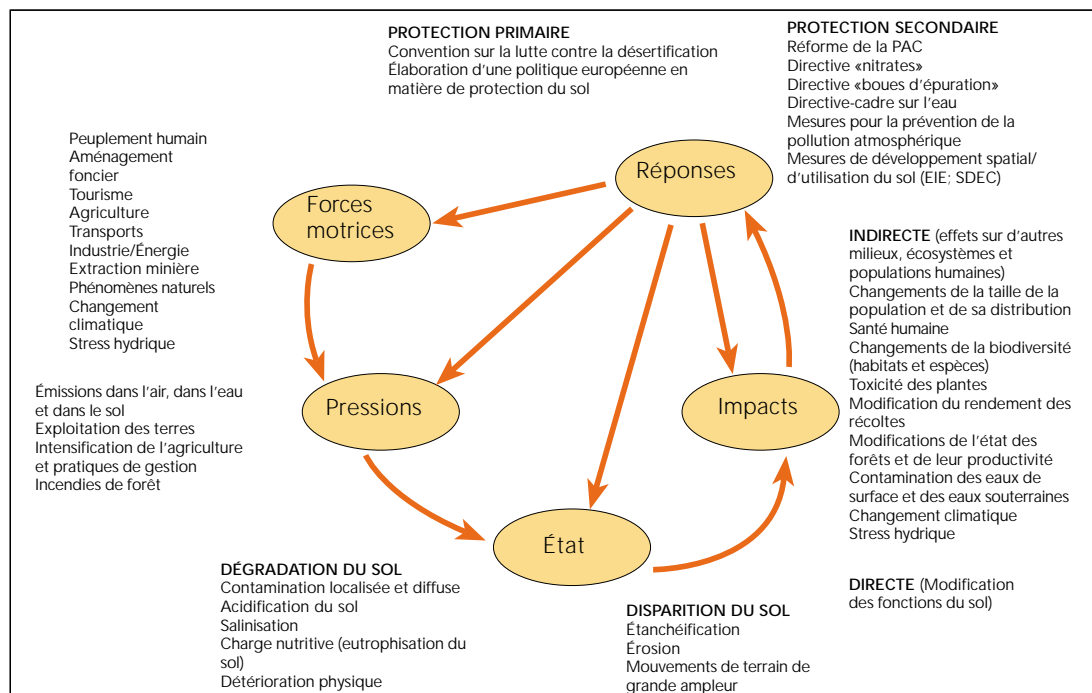
par l'eau et l'air, la salinisation et la dégradation de la faune et de la flore du sol par les incendies de forêt jouent rôle important tandis que, pour l'Europe occidentale, centrale et orientale, la contamination du sol et la pollution issues de l'urbanisation et de l'industrialisation affectent de vastes régions.

La compétition entre les différentes utilisations du sol, qui entraîne contamination du sol et consommation des ressources, s'accroît dans la région méditerranéenne, en raison notamment de l'extension 'augmentation de l'urbanisation et du tourisme. En effet, la Méditerranée est la région touristique la plus populaire du monde, avec quelque 30% des arrivées touristiques internationales, tandis qu'un tiers de sa population est concentrée dans les régions côtières (AEE, 1999a,b).

En Scandinavie, la qualité et les fonctions du sol sont grandement menacées par la pollution atmosphérique acidifiante provenant des activités industrielles et autres en Europe occidentale, centrale et orientale, portée vers le Nord par les vents dominants et déposée dans cette région. De plus, la couverture forestière scandinave filtre les polluants minéraux et organiques présents

Figure 1

Cadre DPSIR appliqué au sol



Source: Agence européenne pour l'environnement

dans l'atmosphère, accélérant la dégradation des sols, qui disposent d'une très faible capacité d'absorption face à l'acidification et de faibles capacités de stockage vis-à-vis de la plupart des polluants.

Les principaux problèmes pédologiques en Europe sont résumés ci-après et comprennent: la disparition des ressources en raison de l'érosion, de l'imperméabilisation, des inondations et des importants mouvements en masse; la contamination localisée et diffuse du sol, notamment dans les zones industrielles et urbaines; l'acidification des sols. Ce rapport ne couvre pas la contamination du sol par les radionucléides.

Le cadre DPSIR appliqué au sol et l'approche fonctions multiples/incidences multiples ont été utilisés afin de procéder à l'évaluation (figure 1; AEE, 1999a).

La distribution géographique des problèmes environnementaux du sol en Europe est étudiée plus avant dans la section suivante. Quant aux aspects spécifiques de la dégradation du sol en Europe centrale et orientale, ils sont décrits dans l'encadré 5.

La couverture d'information assurée par cette évaluation paneuropéenne est incomplète. Son amélioration constituera l'un des principaux objectifs des travaux ultérieurs.

### Utilisation de la ressource du sol par l'urbanisation

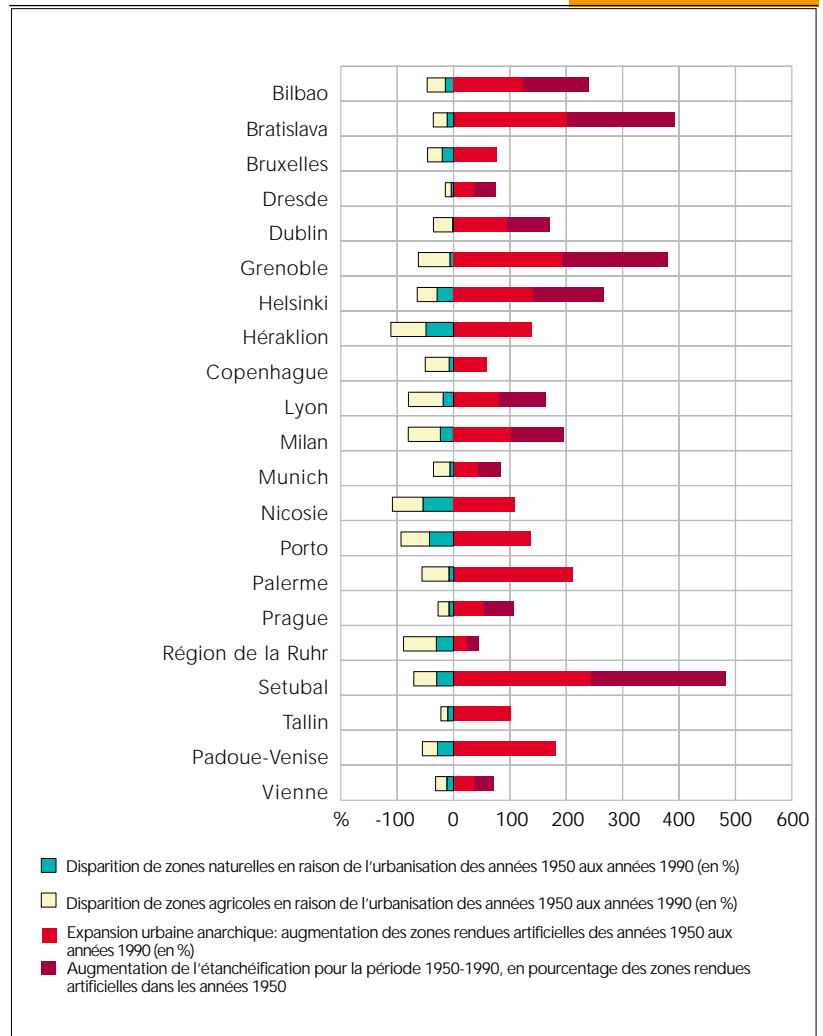
Les taux de pertes réelles en sol dues à l'imperméabilisation des surfaces par le biais de la croissance de l'urbanisation et des infrastructures de transport (routes, aéroports, voies ferrées, ports, etc.) sont élevés dans un même ordre de grandeur pour plusieurs pays de l'UE, tels que le Benelux et l'Allemagne, ainsi qu'en Suisse. En Allemagne par exemple, la perte quotidienne moyenne était de 120 ha en 1997 (AEE, 1999a).

L'imperméabilisation commence à poser problème dans la région méditerranéenne, principalement en raison du développement du tourisme. En 1985, près de 90% des terres urbanisées se trouvaient le long des côtes de l'Espagne, de la France, de l'Italie, de la Grèce et de l'ex-Yougoslavie. Selon le Plan bleu, ce pourcentage devrait augmenter au cours des cinquante prochaines années (AEE, 1999b).

Dans la plupart des pays d'Europe centrale et

Disparition de zones naturelles et agricoles en raison de l'urbanisation pour quelques villes européennes

Figure 2



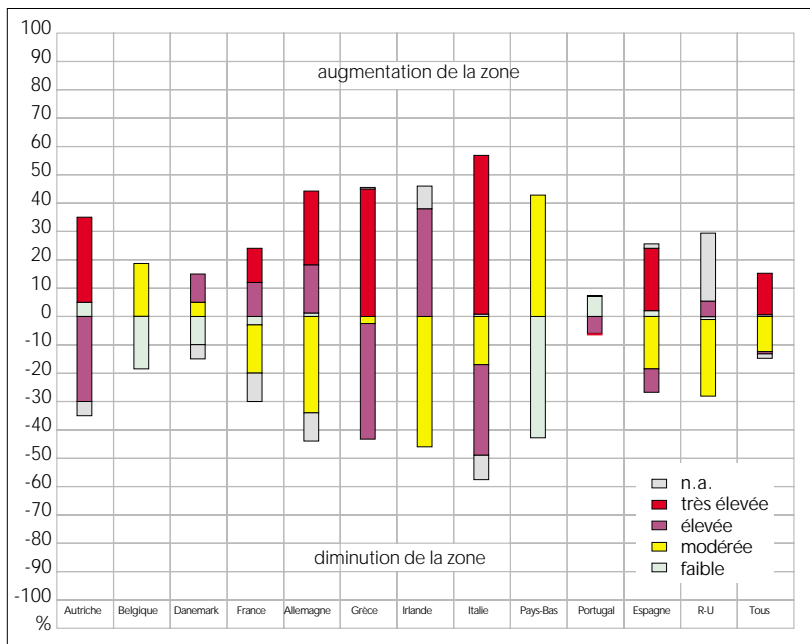
Source: Commission européenne — Centre commun de recherche — AEE projection de données, 2000

Notes: Les données présentées proviennent du projet Murbandy (Monitoring Urban Dynamics — surveillance de la dynamique urbaine) de la Commission européenne, qui vise à étudier l'utilisation passée et présente des terres dans les villes, à surveiller la dynamique urbaine, à élaborer des indicateurs urbains et environnementaux et à échauffer des scénarios de croissance urbaine. Un exemple est fourni afin de faciliter l'interprétation du diagramme. Dans le cas d'Helsinki, pour la période 1950-1998, la superficie des terres naturelles sacrifiées à l'urbanisation équivaut à environ 30% de la superficie totale qu'elles occupaient en 1950. Quant à la perte de terres agricoles, elle était d'environ 35% du total de 1950. Pour la même période, les surfaces rendues artificielles ont augmenté de plus de 140% par rapport à 1950: pour l'essentiel, cette augmentation (près de 130% des zones rendues artificielles de 1950) portait sur des zones étanchéifiées.

orientale, les pertes en sol dues à l'urbanisation et au développement industriel ont été modestes au cours des décennies précédentes. Certaines régions des nouveaux États indépendants subissent cependant une transformation si profonde via l'exploitation minière et l'industrie lourde

Figure 3

Projection de la modification du risque d'érosion par l'eau dans les zones agricoles: 1990-2050 (en% de la superficie totale)



Sources: Commission européenne, 2000a; projection données AEE.

qu'on parle à présent de «désertification industrielle». En Ukraine, par exemple, ce phénomène touche 3% de la superficie du pays (rapport national sur l'état de l'environnement en Ukraine, 1997).

L'imperméabilisation du sol est particulièrement évidente dans les zones urbaines, partout en Europe (cf. figure 2). Au cours des cinquante dernières années, les zones artificialisées ont plus que doublé à Setubal (240%), Palerme (210%) et Bratislava (200%). Dans la région de la Ruhr, où les surfaces artificialisées représentent plus de 78% de la superficie, l'augmentation a par contre été modeste. Au cours de la même période, les pertes totales de zones agricoles et naturelles dues à l'augmentation de zones rendues artificielles ont été constantes dans certaines villes, avec des pics de 41% à Héraklion et de 37% à Milan et Nicosie.

La localisation des zones problématiques en matière d'imperméabilisation figure sous la section suivante.

Le réaménagement des terrains contaminés — c'est-à-dire, la réutilisation de friches industrielles aux fins de développement urbain — s'est révélé être une réponse à la demande croissante de ressources en matière de superficie. Certains pays de l'UE — dont la Belgique, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni — ont lancé de tels projets de réaménagement et certains ont arrêté des objectifs. Toutefois, le sol d'anciens sites industriels peut être fortement pollué et sa réhabilitation pourrait s'avérer irréalisable sur le plan économique ou technique (cf. paragraphe sur la contamination).

## Disparition du sol due à l'érosion

L'érosion éolienne et hydrique est un problème majeur, notamment en Europe méridionale. Elle résulte de la combinaison de plusieurs facteurs: climat rigoureux, importantes dénivellations, faible couverture végétale et pratiques agricoles inadaptées. Les zones les plus gravement touchées par la disparition du sol due à l'érosion par le vent et l'eau se trouvent en Méditerranée, dans la péninsule balkanique et dans les pays qui bordent la mer Noire. En Ukraine, par exemple, 41% des terres agricoles (17 millions d'hectares) ont subi ces formes d'érosion en 1996 (rapport national sur l'état de l'environnement en Ukraine, 1997). En Russie, 57% des terres agricoles, dont 65% sont des terres arables, subissent une érosion importante (SCRFEP, 1998). L'érosion due à l'eau acquiert aussi une importance croissante dans la ceinture de loess septentrionale.

La localisation des zones problématiques en matière d'érosion du sol figure dans le paragraphe suivant. Selon le scénario de base des CE<sup>3</sup>, le risque d'érosion par l'eau devrait augmenter, d'ici 2050, dans près de 80% des zones agricoles de l'UE, à la suite du changement climatique. Cette augmentation se produira principalement dans les zones où l'érosion est importante à l'heure actuelle (AEE, 1999a). La figure 3 illustre le sens dans lequel vont les changements dans les différents pays.

L'érosion du sol a des répercussions sur site (p. ex. disparition des matières organiques et des fonctions du sol) et hors site (p. ex. contamination et perte de la capacité du sol à stocker le carbone atmosphérique). À titre d'exemple, signalons que, à l'heure actuelle, la teneur en matières organiques est faible à très faible dans maintes régions d'Europe où les sols ont été cultivés pendant de longues périodes et soumis à de graves processus de dégradation. En Europe méridionale, notamment, on estime que près de 75% des terres analysées, soit plus de 100 millions d'hectares, ont une faible — voire une très faible — teneur en carbone organique dans la couche supérieure du sol (Commission européenne, 2000b). On trouvera une description des répercussions possibles de la perte de matières organiques sur le changement climatique (en termes de modification du carbone organique contenu dans le sol) dans l'encadré 4.

## Modifications de la stabilité des dénivellements

Le sol joue un rôle important dans le maintien de la stabilité des dénivellements. Sa dégradation, son érosion et, en particulier, son imperméabilisation peuvent être la cause directe ou indirecte d'événements catastrophiques. Inondations et mouvements

<sup>3</sup> Le scénario de base concerne l'UE dans sa composition actuelle et tient compte tant des politiques en vigueur que de celles en préparation en août 1997. Les hypothèses formulées sont tirées du scénario courant pré-Kyoto de la Commission européenne.

en masse du sol peuvent entraîner érosion, pollution et disparition des ressources du sol, dans une interaction complexe des causes et des effets. Des répercussions majeures peuvent atteindre les populations, les activités humaines et les ressources du sol: perte de vies humaines, déplacement de populations, dégâts aux immeubles et aux infrastructures, et perte de terres agricoles.

La fréquence des phénomènes naturels est plus grande dans les zones dotées de reliefs élevés, ou affectées par d'intenses précipitations et un climat rigoureux, comme c'est le cas dans les Alpes et la région méditerranéenne. En Italie, par exemple, plus de 50% du territoire ont été classés comme présentant un risque hydro-géologique élevé ou très élevé, ce qui affecte 60% de la population, soit 34 millions d'habitants. Plus de 15% du territoire et 26% de la population sont soumis à un risque très élevé (ministère italien de l'environnement, 1999). Les répercussions sur la population et les dégâts encourus par l'économie sont conséquents. Au cours des 20 dernières années, les inondations et éboulements ont affecté plus de 70 000 personnes et ont occasionné des dégâts économiques à hauteur de près de 11 000 millions EUR (cf. figure 4). Les répercussions réelles sont sous-estimées, les données n'étant disponibles que pour un nombre restreint d'événements.

Les dégâts causés par les inondations touchent aussi les zones de plaine. Au Royaume-Uni, par exemple, on a noté une augmentation des inondations au cours des trois dernières années (EA, 2000d). L'inondation la plus récente (automne 2000) est considérée comme la pire qui soit advenue de mémoire humaine: la zone inondée dans le Nord-Est de l'Angleterre recouvrait une superficie plus vaste que celle du Lac Windermere, la plus grande étendue d'eau naturelle du pays (EA, 2000b). Les coûts réels doivent encore en être calculés (cf. encadré 3).

**Contamination du sol due à la dispersion de produits chimiques**

Hormis l'acidification, il n'y a pas de pollution diffuse largement répandue<sup>4</sup> du sol européen; toutefois, la contamination est importante dans des zones limitées (points chauds), généralement les zones urbaines et les alentours d'installations industrielles (Bak et al.1997, Gzyl, 1999, Horvath, 1996; Eriksson et al., 1997).

La contamination localisée (sites contaminés) est un problème naissant qui touche en général des zones à forte densité d'agglomération urbaine et dotées d'une longue tradition dans le domaine des industries lourdes, ou qui se produit dans le voisinage d'anciennes installations militaires. La gravité du problème est liée aux

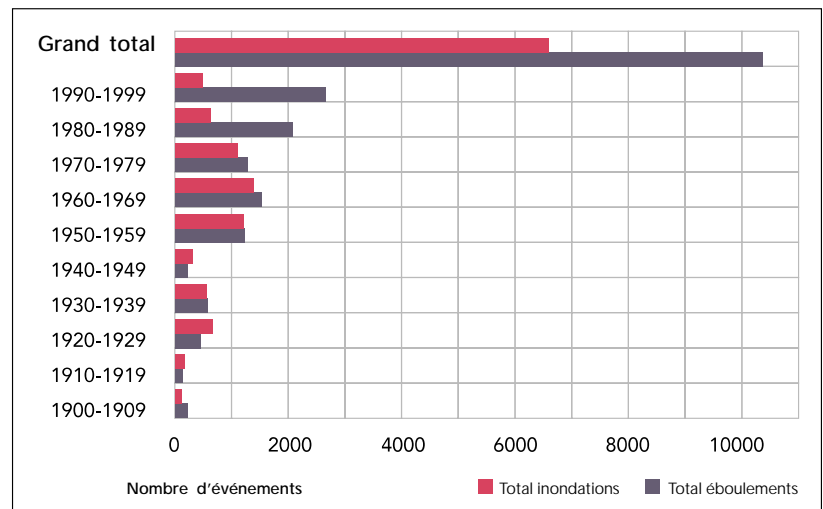
**Encadré 3: Pertes économiques provoquées par les inondations au R-U**

Au R-U, des millions de foyers seraient menacés de l'une ou l'autre forme de risque environnemental, dont deux millions par les inondations (Sunday Times, 2000a). Pour ces derniers, la valeur des propriétés menacées a été estimée à plus de 350 milliards EUR. Les 3,8 millions de foyers supplémentaires prévus au cours des vingt prochaines années pourraient considérablement aggraver le problème \*. (EA; 2000a,c) Au cours de ces quelques dernières années, le total des pertes occasionnées par les inondations en Angleterre et au Pays de Galles est de plus de 100 millions EUR par an. En 1999, les compagnies d'assurances ont versé quelque 85 millions EUR d'indemnités pour les dommages subis par des particuliers à la suite d'inondations et 30 millions EUR pour les seuls trois premiers mois de 2000. (EA; 2000c). Les dégâts liés aux coûts de l'inondation de l'automne 2000 au R-U doivent encore faire l'objet d'une évaluation globale.

\*La projection de l'augmentation du nombre de foyers porte sur la période 1991-2021 en Angleterre (ministère de l'environnement, des transports et des régions, 1999).

**Éboulements et inondations en Italie au cours des cent dernières années**

**Figure 4**



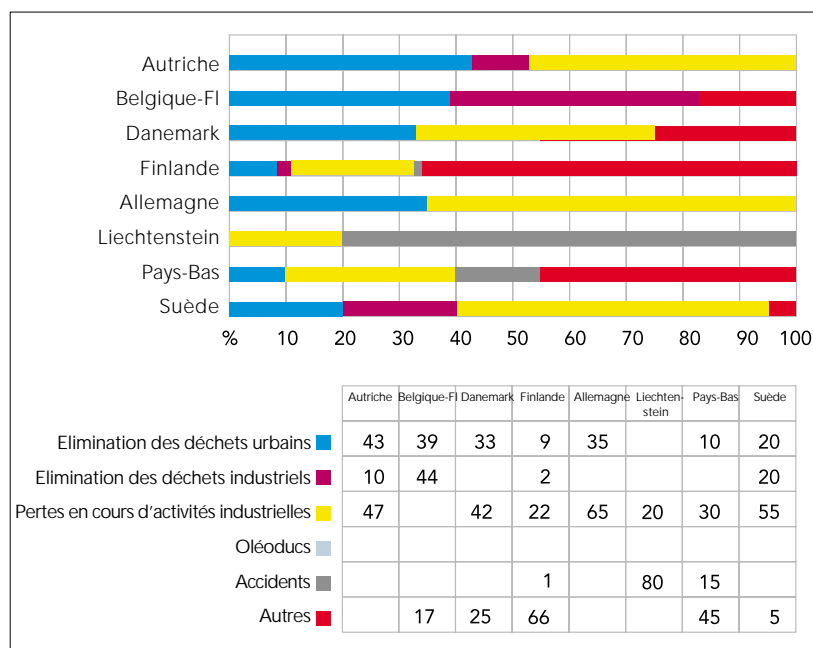
Sources: Projection de données AEE à partir de la base de données AVI mise à jour 30-6-99 Conseil des ministres italien-département de la protection civile & Conseil national de la recherche-Gruppo Nazionale per la Difesa contro le Catastrofi Idrogeologiche. (CNR-GNDCI) (<http://avi.gndci.pg.cnr.it/>)

conséquences qu'il peut avoir sur la santé humaine et les écosystèmes, ainsi qu'à son caractère irréversible. L'impact essentiel est souvent une limitation de l'accès à des ressources telles que de l'eau potable saine.

En règle générale, il est extrêmement difficile et pratiquement ou économiquement impossible de restaurer intégralement la plurifonctionnalité d'un sol dégradé ou pollué. Dans certains pays, des stratégies de remédiation visent à réhabiliter une nombre

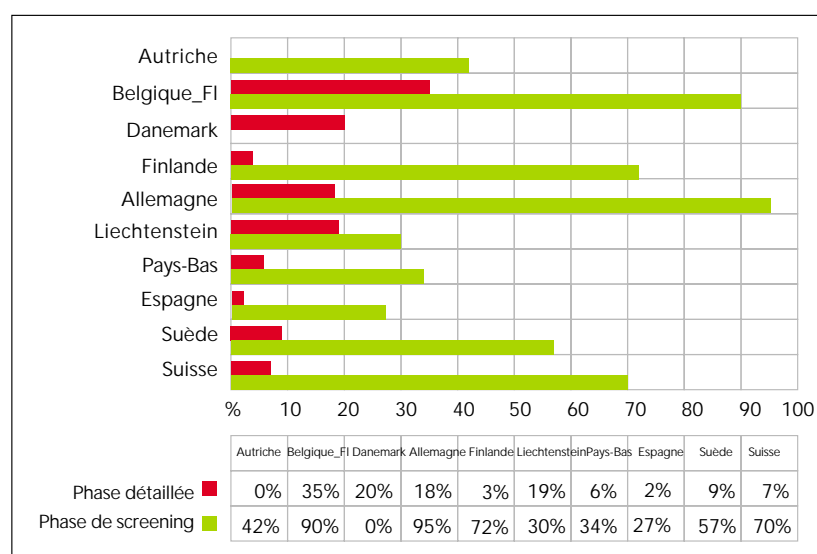
<sup>4</sup> La contamination diffuse et la contamination localisée sont souvent traitées comme des problèmes distincts affectant le sol. La contamination diffuse est généralement provoquée par des contaminants transportés sur de vastes régions, souvent loin de leur source. Elle comprend la contamination par des métaux lourds, l'acidification, l'excédent nutritif (eutrophisation), etc. La contamination localisée (sites contaminés) touche des zones (ou des sites) délimitées situées autour de la source, un lien direct existant avec la source de contamination. Cette distinction a une origine historique et est essentiellement opérée par rapport aux différents aspects concernés en matière de gestion, de droit et de responsabilité. Les deux types de dégradation peuvent être présents au sein de la même zone problématique ou point chaud, telle que, par exemple, les zones hautement contaminées situées autour d'agglomérations, zones dans lesquelles la pollution résulte de sources localisées (p. ex: des décharges) et de sources diffuses (transport routier). Dans les zones agricoles, par contre, le problème essentiel peut provenir du recours excessif aux engrais.

**Figure 5** Causes principales de la contamination dans quelques pays européens



Source: AEE

**Figure 6** Évolution de la gestion des sites contaminés dans quelques pays européens



Source: AEE

Note: L'identification des sites contaminés se déroule en deux phases: une phase de screening, au cours de laquelle on procède à l'identification des sites présentant un potentiel important de contamination et une phase détaillée, au cours de laquelle il est procédé à un examen et à une évaluation détaillés des sites potentiellement contaminés, afin de décider de la mise en œuvre éventuelle de mesures de dépollution. Les estimations livrées pour chaque pays le sont en pourcentage de sites traités au cours de chaque phase par rapport à un nombre de référence (nombre total de sites présentant un intérêt).

limité de fonctions du sol.

Les retombées atmosphériques, le recours abusif aux produits agrochimiques, les fuites liées à des activités industrielles et les modes de délimination inadaptés de déchets sont les causes principales de contamination du sol. Parmi les principaux polluants, on trouve les métaux lourds, les contaminants organiques (HAP, hydrocarbures chlorés, PCB, dioxines et pesticides) et les radionucléides artificiels. On trouvera en figure 5 les causes principales de la contamination localisée dans quelques pays d'Europe occidentale. Les fuites liées aux activités industrielles sont la première cause de contamination localisée dans la plupart des pays analysés.

La contamination des sols et des eaux souterraines autour des sites militaires pose particulièrement problème dans les États baltes, la République tchèque et la Hongrie. En Estonie, par exemple, les bases militaires abandonnées recouvrent près de 1,8% du territoire: des contaminants tels que des produits pétroliers et des composants spécifiques de carburants pour fusées étaient encore signalés dans le sol et les eaux souterraines en 1996 (ministère estonien de l'environnement, 1997).

La figure 6 résume les progrès accomplis dans l'identification des sites contaminés dans quelques pays d'Europe occidentale. Il est impossible, à l'heure actuelle, d'effectuer une évaluation plus complète de l'évolution de la gestion des terres contaminées au sein de l'UE car les informations disponibles sont loin d'être complètes.

L'acidification du sol est la résultante des émissions de polluants acidifiants provenant des transports, des cycles bio-géochimiques industriels et naturels et de leur dépôt à la surface du sol par le biais, essentiellement, (poussières) et des eaux de pluies. À l'heure actuelle, les dépassements de charges critiques d'acidification et d'eutrophisation sur les écosystèmes terrestres découlent principalement des retombées d'azote. La situation n'est pas homogène sur le continent européen et certains points chauds ont été identifiés. Les charges critiques sont notamment dépassées dans une bonne partie de l'Europe septentrionale et centrale.

Aucune aggravation supplémentaire de l'acidification du sol n'est prévue en Europe occidentale, grâce au succès des politiques élaborées au cours des trente dernières années, mais le problème pourrait connaître une nouvelle aggravation avant de s'améliorer dans les PECO (AEE, 1999b).

Il est néanmoins difficile, voire impossible, de réhabiliter les sols frappés par une importante acidification si l'on ne met pas un terme à la pollution. Dans la Fédération de Russie, par exemple, on estime que 5 millions d'hectares de terres arables sont fortement

**Encadré 4:** Sol et changement climatique

Les relations réciproques qu'entretiennent le changement climatique et les modifications de la qualité du sol sont complexes et connues de façon fragmentaire. Les évaluations des répercussions du changement climatique sur les propriétés et les performances du sol et de l'influence du sol sur les changements globaux observés reposent pour l'essentiel sur des scénarios hypothétiques et des données obtenues dans des conditions données. Les prévisions sont donc plus qualitatives que quantitatives et peuvent être sensiblement subjectives.

On estime que les puits de carbone terrestres opèrent une saisie nette moyenne de 2,3 TB de carbone par an (la même quantité est saisie par les puits océaniques), alors que combustibles fossiles et activité industrielle émettent 6,3 TB, pour 1,6 TB en provenance des modifications dans l'utilisation du sol (déforestation pour l'essentiel) et 3,3 TB de carbone qui s'accumulent chaque année dans l'atmosphère (PIGB, 1998) (GICC, 2000).

Les puits terrestres font partie d'un cycle biologique actif, si bien qu'une part

**Tableau 1:** Stocks mondiaux de carbone dans la végétation et réserves de carbone du sol à une profondeur de 1m

Biome	Surface (10 <sup>9</sup> ha)	stocks mondiaux de carbone (TB C)		Total
		Végétation	Sol	
Forêts tropicales	1.76	212	216	428
Forêts tempérées	1.04	59	100	159
Forêts boréales	1.37	88	471	559
Savanes tropicales	2.25	66	264	330
Prairies tempérées	1.25	9	295	304
Déserts et semi-déserts	4.55	8	191	199
Toundras Zones humides	0.95	6	121	127
Terres d'assolement	0.35	15	225	240
	1.60	3	128	131
<b>Total</b>	<b>15.12</b>	<b>466</b>	<b>2 011</b>	<b>2 477</b>

**Notes:** Les nombres mentionnés sont entourés d'une grande incertitude en raison de l'ambiguïté des définitions des biomes mais le tableau offre néanmoins un aperçu de l'ampleur des stocks de carbone dans les systèmes terrestres.

Les biomes sont les grandes communautés régionales de plantes et d'animaux qui peuvent être distinguées à l'échelle mondiale. Ils jouissent de formes de vie et de conditions environnementales similaires. Ils sont identifiés par le type dominant de forme de vie. Il n'y a que 8 à 10 biomes dans le monde, allant des toundras et forêts (boréales, tempérées, tropicales) aux déserts en passant par les prairies, savanes et scrubs. Toutefois, on n'a pas convenu d'une liste unique de ces biomes.

**Source:** GIEC, 2000.

Nombre d'altérations du sol sont lentes et agissent sur le long terme, tandis que d'autres, telles que la disparition du carbone organique du sol (COS), se produisent très rapidement. La disparition du COS entraîne une chute qualitative rapide de nombreuses propriétés du sol, telles que sa structure ou sa biodiversité. Au niveau mondial, la quantité de COS exerce une influence directe sur la modification de la quantité de carbone atmosphérique. D'infimes variations du COS, qu'elles soient positives ou négatives, peuvent avoir un effet sensible sur la teneur en carbone atmosphérique, dont la variation annuelle n'est qu'un faible pourcentage du COS total (Kimble, Lal & Grossman, 1998). Quant aux effets du changement climatique sur le risque d'érosion, ils sont traités au chapitre «Qu'arrive-t-il aux sols européens?»

#### **Le sol: puits de carbone**

La capacité du sol à saisir le carbone atmosphérique pourrait être exploitée afin de contrebalancer les émissions de gaz à effet de serre issues de la combustion de combustibles fossiles et fait l'objet d'une discussion dans le contexte de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCCC).

substantielle du carbone dégagé par les combustibles fossiles et pégé par les écosystèmes terrestres pourrait être libérée dans l'atmosphère dans environ cent ans. Il faut donc envisager les puits terrestres comme des réservoirs importants mais temporaires, qui peuvent faire gagner un temps précieux dans la réduction des émissions d'origine industrielle, mais ne peuvent constituer une solution permanente au problème posé par ces émissions.

Au sein des écosystèmes terrestres, les stocks actuels de carbone sont bien plus importants dans le sol que dans la végétation, notamment dans les écosystèmes non boisés situés en moyenne ou en haute altitude. Dans les forêts boréales, par exemple, les stocks de carbone sont cinq fois plus élevés dans le sol qu'ils ne le sont dans la végétation (tableau 1, GICC, 2000).

En outre, le carbone souterrain a généralement un rythme de renouvellement inférieur à celui du carbone en surface. Son stockage peut donc se poursuivre sur une période plus longue.

**Encadré 4: Sol et changement climatique (suite)**

Le carbone souterrain bénéficie normalement d'une meilleure protection que le carbone en surface en cas d'incendie et d'autres perturbations (PIGB, 1998).

Les pratiques agricoles exercent une influence significative sur la quantité de carbone stockée dans le sol au cours du temps. Des modifications de ces pratiques et des facteurs de production agricole — notamment une modification des variétés cultivées, l'utilisation d'engrais et de fumier, la rotation et les pratiques de labour — influencent l'ampleur et le rythme du stockage ou de la dissémination du carbone dans le sol (Ringius, 1999).

**Saisie de carbone et dégradation du sol**

Une utilisation du sol et des systèmes de gestion du sol qui soient, tant l'une que les autres, tournés vers la conservation permettent, entre autres choses, la saisie de carbone dans le sol et les écosystèmes terrestres via la diminution des pertes de carbone organique contenu dans le sol et l'augmentation de la production de biomasse. (Lal et Kimble, 1998).

Dans ce contexte, il y a un lien économique évident entre la combustion des combustibles fossiles, le changement climatique, la dégradation des terres arides et les flux de carbone. La saisie de carbone peut être envisagée comme le remède à la dégradation du sol; la saisie de carbone augmentant à mesure que diminue la dégradation du sol et vice-versa.

Les projections effectuées en matière de possibilités de stockage de carbone dans les terres arides au cours des 5 à 50 prochaines années laissent à penser que, si des mesures de conservation et de réhabilitation y étaient mises en œuvre, cela entraînerait une piégeage annuel de carbone avoisinant les 1,0 à 1,3 TB (PNUE, 1995, Squires, 1998).

Ces considérations prendront leur sens dès la ratification du protocole de Kyoto<sup>5</sup> en permettant l'échange de crédits d'émission ainsi que la coopération entre les pays de l'annexe I (pays développés) et les autres pays en réduisant les émissions nettes par le biais du mécanisme de développement propre (MDP).

**Encadré 5: Dégradation du sol en Europe centrale et orientale (PECO), y compris au sein des nouveaux États indépendants (NEI)**

En principe, les problèmes de sol dans les PECO ne sont pas différents de ceux qui existent au sein de l'UE. Toutefois, la crise économique qui a suivi l'effondrement de l'ex-Union soviétique a entraîné une diminution des pressions exercées sur l'environnement en général et le sol en particulier. Avec le rétablissement de l'économie de ces pays, on peut s'attendre, faute de mesures adéquates, à une augmentation des répercussions sur le sol, selon des tendances similaires à celles observées au sein de l'UE au cours des décennies écoulées. Quoi qu'il en soit, les conséquences des erreurs commises précédemment dans la gestion du sol de ces pays se font encore sentir aujourd'hui et limitent encore l'accès aux ressources.

Les effets spécifiques de la dégradation du sol dans les PECO comprennent:

- l'absence de contrôle sur la gestion des matériaux polluants (pétrole, composés organiques toxiques, déchets militaires, métaux lourds);
- une pollution agricole modeste par rapport à l'UE (utilisation plus réduite d'engrais, en raison de la situation économique);
- contamination, érosion, salinisation, engorgement et destruction causée par les marées noires.

Dans les NEI, les problèmes de sol sont liés à la surexploitation de petites superficies en raison

du manque de fertilité et de fonctionnalité de zones plus étendues, ce dernier découlant de problèmes tels que l'érosion par l'eau et le vent, le terrassement des terres, le surpâturage, la salinisation et l'engorgement. Dans certaines zones, la dégradation du sol peut être sévère et conjuguée à la contamination par des métaux lourds, des polluants organiques persistants (POP) et des dioxines autour des sites industriels et des agglomérations urbaines, ainsi qu'à des marées noires et à la contamination par des radionucléides. La pression exercée sur de petites parcelles résulte aussi de l'abandon des cultures dans de plus vastes exploitations agricoles par manque de ressources économiques, d'infrastructures techniques et de main-d'œuvre.

Il est difficile de quantifier le problème, notamment au sein des NEI, en raison du manque de données comparables et fiables, ou d'informations sur les méthodes utilisées pour les collecter et les évaluer. C'est là la principale entrave à l'élaboration d'une évaluation pertinente fondée sur l'information disponible.

<sup>5</sup> Le protocole de Kyoto de la CCCC reconnaît la nécessité de tenir compte des activités anthropiques supplémentaires ayant un rapport avec les variations des émissions par les sources et de l'absorption par les puits des gaz à effet de serre dans les catégories constituées par les terres agricoles et le changement d'affectation des terres et la foresterie (CCCC, 1998).

Depuis 1990, des progrès ont été accomplis en matière de réglementation des activités liées à la foresterie (afforestation, reforestation et déforestation) dans ce qu'on appelle les "forêts de Kyoto". À l'heure actuelle, on pousse de plus en plus à l'inclusion de la conservation du sol dans le projet reconnu et réglementé aux termes du protocole (Ringius, 1999).

acidifiées en dépit du chaulage (Rapport national sur la Russie, 1992). On note également une acidification des sols en Pologne, où près de 25% des sols ont un pH inférieur à 4,5, en dépit, là aussi, d'une augmentation du recours au chaulage (Korytkowsky et Wojewódzki, 1993).

En dépit d'une réduction des émissions et de l'utilisation de certaines substances dangereuses, essentiellement due à la mise en œuvre de mesures politiques, ces tendances sont compensées par une augmentation générale de l'activité économique. Dans la plupart des pays de l'UE, le recours aux pesticides a légèrement diminué au cours de la dernière décennie, ce qui est probablement imputable aux réformes de la politique agricole commune (PAC) entreprises en 1992 (AEE, 2000). Dans les

PECO, l'utilisation des produits agrochimiques — qui avait connu une très forte hausse dans les grandes exploitations collectives au cours des décennies 1970 et 1980 — décroît à l'heure actuelle, à la suite de l'effondrement des économies centralisées. Au sein de la Fédération de Russie, par exemple, l'utilisation d'engrais minéraux au cours de l'année 1997 se montait à environ 20% de son niveau de 1990 (OCDE, 1999). On s'attend à une légère augmentation des émissions de pesticides au sein de l'UE au cours de la prochaine décennie, alors que l'augmentation devrait être forte au sein des pays candidats à l'adhésion en raison de l'intensification de la production agricole (AEE, 1999a).

L'emplacement des zones présentant un problème de contamination diffuse localisée et d'acidification figure à la section suivante.

**Encadré 6:** Sensibilisation croissante aux problèmes du sol. Le rôle des médias et des nouveaux outils d'information.

Les médias européens ont témoigné, ces derniers temps, d'un intérêt croissant pour les problèmes du sol. Les exemples ci-dessous proviennent d'Italie et du Royaume-Uni. De manière générale, les préoccupations exprimées sont liées à la perte de revenus et de biens immobiliers issue de la contamination ou de risques environnementaux identifiés. Les cas traités par la presse portent habituellement sur des problèmes de contamination localisée, qui témoignent d'un lien plus immédiat entre la source de contamination et la contamination en tant que telle, et sur des cas entraînant d'importantes pertes économiques (Sunday Times, 2000b; Rai, 2000a; Repubblica, 2000a).

Quoi qu'il en soit, les populations continuent de sous-estimer le risque ou le coût réel de l'établissement dans une zone à risques (qu'il s'agisse d'une zone proche d'une décharge ou d'une usine dégageant des substances cancérigènes ou d'une zone sujette à des risques naturels, tels qu'inondations, éboulements ou radiations naturelles). Selon la Environment Agency of England and Wales (agence environnementale pour l'Angleterre et le Pays de Galles), par exemple, seule une personne sur 20 vivant dans une zone inondable juge ce risque suffisamment sérieux pour y préparer sa famille, son domicile et sa propre personne avant que ne survienne une inondation. Des campagnes annuelles de sensibilisation sont mises en œuvre afin d'améliorer la prise de conscience de ce risque au sein du grand public (EA, 2000a).

Dans la plupart des cas, cela découle partiellement de raisons psychologiques ainsi que du fait que les répercussions sur la santé humaine et les écosystèmes sont souvent différées. Lorsque ces répercussions surviennent, il est généralement difficile d'établir un lien évident entre les causes et leurs

effets. En outre, les conséquences de la dégradation du sol sont fréquemment indirectes, via les effets de cette dégradation sur d'autres ressources, tels que la contamination des eaux souterraines, par exemple.

Toujours est-il que la sensibilisation croît. Des catastrophes telles que les récentes inondations survenues en Italie et au R-U (automne 2000) ont contribué à davantage faire comprendre au grand public la nécessité d'une utilisation plus rationnelle et d'une protection plus efficace des ressources du sol et des terres. Les causes de ces catastrophes ont été clairement identifiées et répercutées dans les médias: concurrence entre les utilisations concomitantes du sol en raison d'une importante concentration de la population et des activités, plutôt que simples phénomènes naturels<sup>6</sup> (Repubblica, 2000b,c) (Rai, 2000b).

Cette prise de conscience est peut-être liée à l'attention croissante qu'attachent les médias aux problèmes du sol et au fait que pouvoirs publics, ONG et entreprises privées (les compagnies d'assurances, p. ex.) offrent des outils d'information plus efficaces à destination du grand public. Au R-U, par exemple, il est possible d'accéder à des informations en ligne sur les risques encourus par un bien immobilier donné. De nouveaux sites web ont procédé à la compilation de données environnementales officielles sur chaque foyer d'Angleterre et du Pays de Galles. Ces informations devraient avoir une incidence significative sur les prix de l'immobilier (Sunday Times, 2000c) (EA, 2000c).

<sup>6</sup> En Italie, par exemple, où inondations et éboulements sont des phénomènes récurrents, la densité démographique dépassait de plus de 60% la moyenne communautaire en 1997, avec des pics de plus de 300% dans certaines régions. Quant au R-U, il a l'une des densités les plus importantes d'Europe, équivalente à deux fois la moyenne communautaire (Données New Cronos Eurostat).

# Où sont les «points chauds» de la dégradation du sol en Europe?

## Définir les priorités en matière d'intervention

Comme signalé dans ce qui précède, alors qu'il n'y a sans doute pas de dégradation (et, en particulier, de contamination) grave et étendue du sol en Europe, on connaît l'existence de maintes zones localisées victimes d'une dégradation intense (« points chauds »). La nature de ce problème n'est pas bien définie en raison du manque de données. Une évaluation préliminaire a été effectuée sur la base des informations disponibles sur les différentes formes de dégradation (p. ex. emplacement des sites potentiellement contaminés et taux d'érosion actuels) et de données socio-économiques (p. ex. emplacement de la population et des activités industrielles). On a recouru à des groupes de données par défaut lorsqu'on ne disposait pas d'informations sur la dégradation réelle.

Compte tenu des limitations actuelles des données, les résultats indiqués ne peuvent offrir qu'un aperçu et une indication de la localisation la plus probable des problèmes essentiels et de leur nature. Ils peuvent également illustrer la concurrence qui existe entre les utilisations concomitantes du sol et les principales menaces que celles-ci font peser sur le sol et l'environnement (impacts). Il n'est toutefois guère aisé de représenter l'étendue exacte de la zone touchée sur les cartes incluses dans cette section: ces cartes visent davantage à fournir une indication sur la localisation des problèmes qui se posent et sur leur ampleur potentielle.

Un futur programme européen de surveillance pourrait partir de ces «points chauds» pour arrêter les priorités de surveillance qui nécessiteraient une évaluation plus détaillée.

### Imperméabilisation

La carte 1 montre les zones au sein desquelles l'imperméabilisation est importante en raison de l'urbanisation et de la construction d'infrastructures et où peuvent se produire les pressions les plus fortes.

L'évaluation des pressions sur le sol a été effectuée à l'aide de groupes de données par défaut, à l'inclusion des zones classées comme «urbaines» et suburbaines» au sein de l'UE des Quinze, des taux d'expansion urbaine relevés au cours des 50 dernières années dans quelques villes européennes et

de l'augmentation des zones rendues artificielles au sein des zones côtières pour la période 1975-1990.

Figurent également les modifications prévues de la population urbaine sur une base nationale (ONU, division de la population, 1996). Cependant, les relations entre l'augmentation démographique et l'imperméabilisation sont complexes. L'augmentation des zones artificialisées en Europe au cours des dernières décennies n'est pas due à l'augmentation démographique dans la plupart des pays mais bien davantage à des modifications du comportement de la population (passage d'un tissu urbain intensif à un tissu extensif: suburbanisation)<sup>6</sup>. À l'heure actuelle, les problèmes d'étanchéification imperméabilisation persistante se posent dans des pays dans lesquels l'augmentation prévue de la population urbaine sera inférieure à 10% au cours des 25 prochaines années et sont principalement imputables à une importante suburbanisation.

Les pays du Benelux et l'Allemagne occidentale témoignent déjà d'un degré élevé d'urbanisation et de suburbanisation. Bien que le taux d'urbanisation prévu au sein de ces pays soit relativement faible en termes de pourcentage, la superficie réelle nécessaire à cette évolution sera sans doute importante. Pour l'essentiel, cette croissance devrait s'opérer au sein des zones suburbaines ou à la lisière de celles-ci, tant pour des questions logistiques (manque d'espace disponible au sein des villes, comme l'indique le taux relativement faible d'urbanisation de certaines des villes situées dans ces zones) qu'en raison de facteurs socio-économiques (préférence manifestée par certains à s'établir en dehors du centre-ville). D'autre part, les modifications les plus importantes en termes de pourcentage sont prévues dans des pays dont l'urbanisation demeure relativement modeste — tels que le Portugal, la Finlande et l'Irlande — mais au sein desquels le taux d'urbanisation de ces 50 dernières années a également été élevé pour les villes sélectionnées. Si la superficie nécessaire aux augmentations prévues peut ne pas être très étendue, l'impact sur les zones naturelles pourra, en fait, être relativement plus important qu'au sein des pays déjà fortement (sub)urbanisés.

<sup>6</sup> Au niveau mondial, la croissance démographique demeure un facteur important.

Pour les pays méditerranéens, l'urbanisation a été particulièrement rapide dans les régions côtières du Sud de l'Espagne, des îles méditerranéennes, du Sud de la France et de l'Italie, processus qui est lié au développement du tourisme dans ces régions. Compte tenu de l'augmentation du tourisme en Europe, ces pressions devraient se maintenir ou s'amplifier dans les années à venir.

**Érosion du sol**

La carte 2 localise les problèmes d'érosion du sol en Europe sur la base d'observations et de mesures publiées dans ce domaine. Elle montre les régions au sein desquelles la nature de l'érosion du sol (causes et impacts) est sensiblement similaire, l'emplacement des «points chauds» au sein de ces régions et les taux d'érosion mesurés pour les différents sites au sein du «point chaud» lorsque ces données sont disponibles. Il faut noter que la qualité des données utilisées pour cette évaluation est très variable.

On observe trois grandes zones d'érosion en Europe: une zone méridionale, une zone de loess septentrionale et une zone orientale. L'érosion est également un problème important en Islande.

Dans la zone méridionale, la forte érosion par l'eau découle de pluies saisonnières intenses. Ce phénomène se conjugue souvent à un problème de surpâturage ou à l'abandon de cultures traditionnelles. Dans ces régions l'érosion peut être un phénomène particulièrement ancien. L'impact principal porte sur le site même: la productivité du sol décroît à mesure que diminue l'épaisseur de celui-ci.

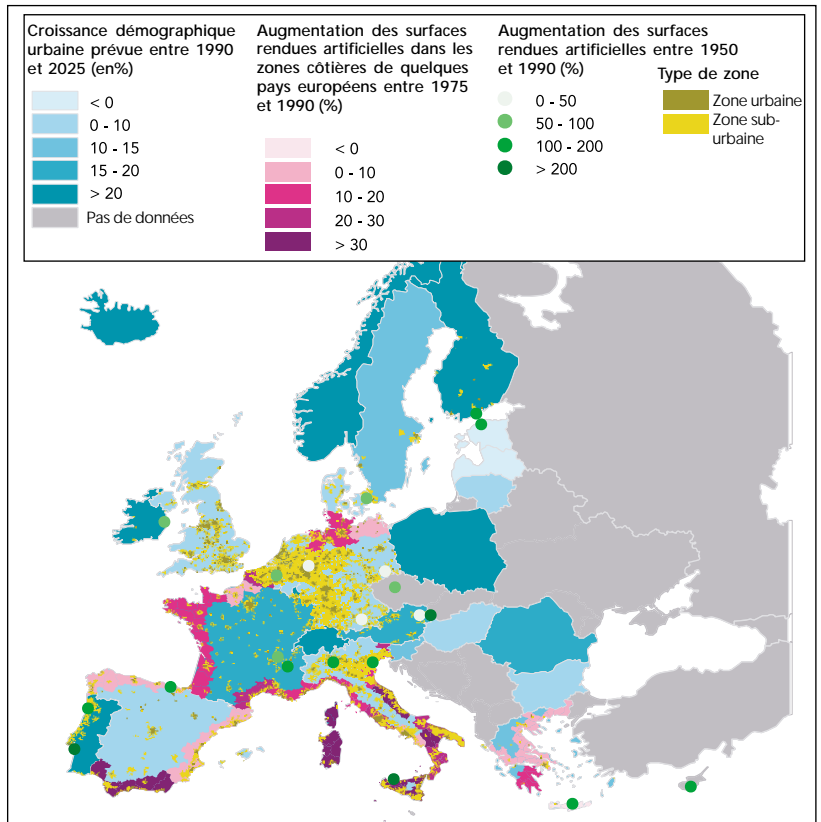
La zone de loess septentrionale souffre d'une érosion modérée par l'eau, qui provient, pour l'essentiel, de précipitations moins intenses sur des sols saturés, facilement érodables. On note aussi une érosion éolienne locale de sols meubles. Les répercussions qui touchent cette zone sont essentiellement hors site, les produits agrochimiques utilisés par l'agriculture plus intensive du nord se déversant dans les cours d'eau avec les sédiments érodés.

La zone orientale, au sein de laquelle d'anciennes grandes exploitations contrôlées par l'État ont engendré des problèmes d'érosion considérables, chevauche partiellement ces deux zones. Les sédiments érodés peuvent en outre être contaminés à la suite d'anciennes activités industrielles.

On trouve d'autres régions d'érosion relativement mineure en dehors de ces zones. Dans chacune de ces trois zones se trouvent des «points chauds», dans lesquels l'érosion est plus grave. Toutefois, l'érosion est un phénomène fluctuant dans le temps et l'espace, si bien que, même au sein d'un point chaud, on peut voir se côtoyer champs érodés et zones épargnées.

Zones probables de problèmes d'étanchéification en Europe

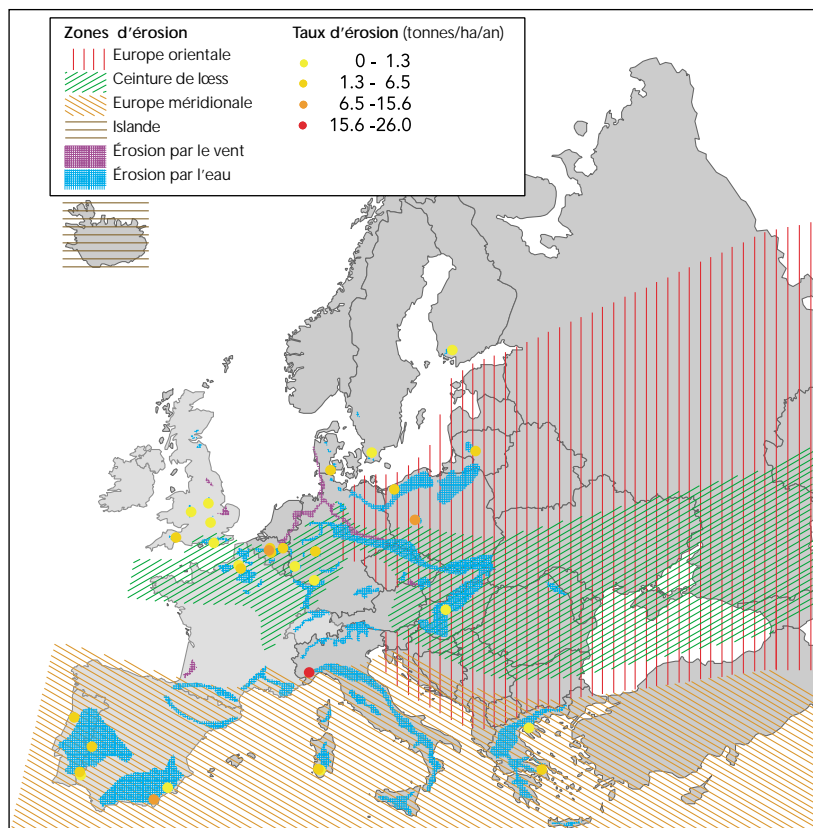
Carte 1



Sources: Commission européenne (Eurostat, Centre commun de recherche); ONU, division de la population

Carte 2

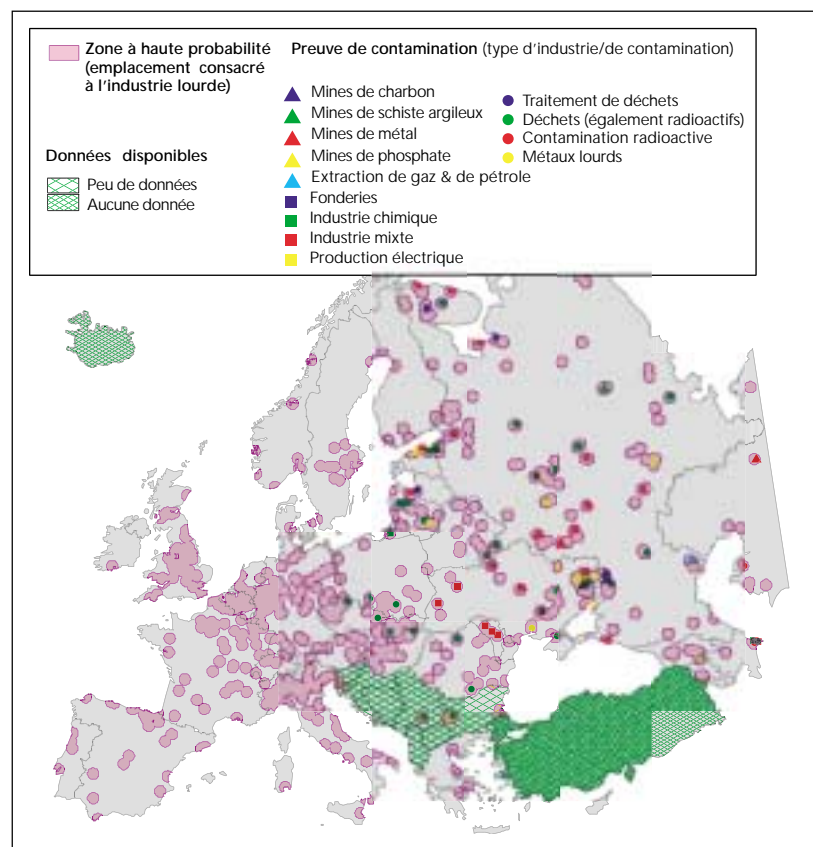
## Zones probables de problèmes d'érosion du sol en Europe



Source: AEE — projection de données à partir de différentes sources

Carte 3

## Zones probables de problèmes de contamination localisée en Europe



La prise en charge de mesures fiables en matière d'érosion est très inégale et reflète plutôt, dans une certaine mesure, les activités de certains acteurs que la gravité du problème.

## Contamination locale

La carte 3 figure l'emplacement des zones dont le sol est très probablement contaminé (via l'industrie lourde) et les zones où une contamination a effectivement été signalée. Les données utilisées ne couvrent pas l'ensemble des pays et peuvent être incomplètes pour les zones considérées. Compte tenu de l'absence de toute surveillance harmonisée de la contamination localisée du sol en Europe et de ce que maints pays ne disposent pas encore d'inventaires nationaux (cf. section sur la contamination), la carte recourt à l'emplacement des zones consacrées à l'industrie lourde en tant que groupe de données approchantes.

Les zones où la probabilité de contamination localisée est grande sont situées dans le Nord-Ouest de l'Europe, de la région Nord-Pas de Calais (France) à celle du Rhin et de la Ruhr (Allemagne), en passant par la Belgique et les Pays-Bas. Parmi les autres régions, on trouve la région de la Sarre en Allemagne; l'Italie septentrionale, au nord du Pô, de Milan à Padoue; la région située à la frontière séparant la Pologne de la République tchèque et de la Slovaquie, ayant les villes de Cracovie et de Katowice en son centre (ce qu'on appelle le triangle noir); et les régions entourant toutes les grandes agglomérations urbaines en Europe.

## Contamination diffuse

La carte 4 montre les zones dont le sol est très probablement affecté par une contamination diffuse et celles où une contamination a effectivement été signalée. Pour les des États membres de l'UE, l'estimation de la contamination diffuse dans les zones rurales a été réalisée à partir de données sur l'utilisation de produits chimiques en agriculture. Dans les pays d'Europe centrale et orientale, on a effectué une évaluation des niveaux prioritaires de contamination du sol, en recourant à une classification subjective basée sur les rapports nationaux sur l'état de l'environnement (Denisov et al., 1997). Dès lors, tous les «points chauds» concernés pourraient ne pas avoir été identifiés.

C'est dans les zones de plaine d'Europe occidentale que les produits agrochimiques sont les plus utilisés: Danemark, Pays-Bas,

Sources: Pour les Quinze: Metal Bulletin Books 1994. Pour l'Europe orientale: Denisov et al., 1997; Mnatsakanian 1992.

Belgique, Luxembourg et Nord de la France. La distribution des zones produisant beaucoup d'effluents d'élevage est plus inégale mais la plus grande proportion se trouve également dans le Nord-Ouest de l'Europe. En Europe orientale, les plus grands problèmes de contamination diffuse du sol se posent en Azerbaïdjan, au Bélarus, en Moldavie, en Russie et en Ukraine.

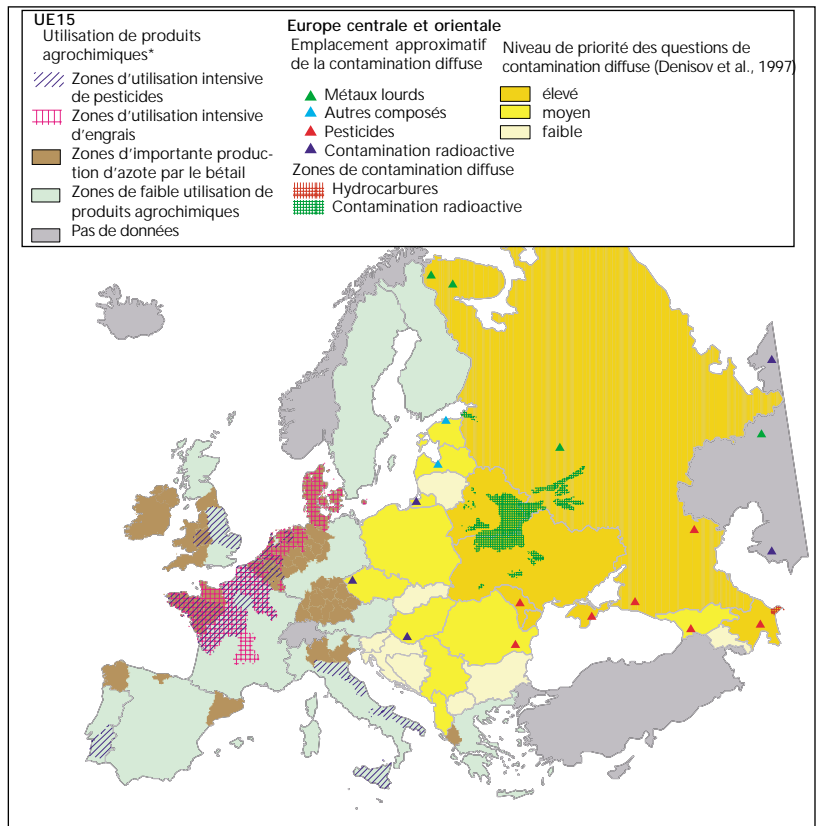
**Acidification et eutrophisation**

La carte 5 mentionne les zones au sein desquelles les retombées atmosphériques d'azote et de soufre acidifiants et d'azote eutrophiant ont dépassé la charge critique pour les écosystèmes terrestres en 1996.

L'acidification et l'eutrophisation provoquées par les retombées atmosphériques touchent essentiellement le Nord-Ouest et le centre de l'Europe. Ces phénomènes ne posent guère de problème au sud et à l'est, pas plus d'ailleurs que dans le grand nord. Les charges critiques d'acidification et d'eutrophisation sont par contre dépassées dans la plus grande partie de l'Europe septentrionale. Très peu de zones ne dépassent aucune des charges critiques mais certaines zones très étendues les dépassent toutes les trois (azote acidifiant, soufre acidifiant et azote eutrophiant).

**Zones probables de problèmes de contamination diffuse en Europe**

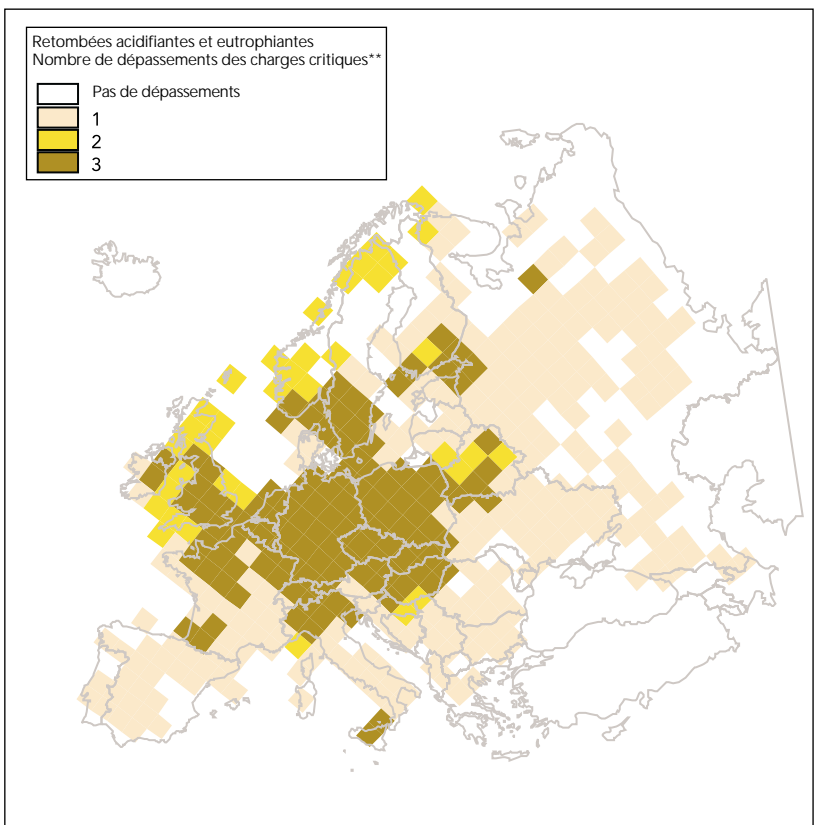
Carte 4



Sources: Pour les Quinze: bases de données New Cronos et Regio, CE (1997); OAA (1997) Pour l'Europe orientale: Denisov et al., 1997, Mnatsakanian (1992).

**Zones probables de problèmes d'acidification en Europe**

Carte 5



\* Classification de l'intensité du recours aux produits agrochimiques pour les Quinze. Ces valeurs sont des moyennes à l'échelle régionale et ne représentent pas les taux réels de dissémination.

Type de produit chimique	«faible»	«moyen»	«élevé»
Engrais	< 50 kg/ha	50 – 100 kg/ha	> 100 kg/ha
Pesticides	< 1 kg/ha	1 – 2 kg/ha	> 2 kg/ha
Production d'azote	< 50 kg/ha	50 – 100 kg/ha	> 100 kg/ha

\*\* On définit la charge critique comme la quantité de retombées d'une substance entraînant une modification des écosystèmes naturels. Bien que les dépassements de charges critiques varient considérablement, sur le plan quantitatif, d'une zone à l'autre, l'effet de ces dépassements dépend grandement de l'écosystème en question. C'est pourquoi nous n'avons pas tenté de quantifier les effets des dépassements de charge critique: nous avons par contre eu recours aux dépassements survenus pour identifier les zones où les effets pourraient en être observés. Il sera nécessaire de connaître les caractéristiques des écosystèmes touchés ainsi que l'ampleur du dépassement pour estimer les zones dans lesquelles ces dépassements sont susceptibles d'avoir l'effet le plus important..

Sources: AEE — projection de données à partir de données EMEP 1996

# Qu'est-ce qui est entrepris?

## Initiatives en cours en matière de protection du sol

### Protection du sol dans l'Union européenne

La gestion durable des ressources naturelles dont le sol fait partie, avec l'air et l'eau, des priorités et des défis mentionnés dans le cinquième programme d'action environnemental (5PAE) (CE, 1993). À la différence de l'air et de l'eau, la protection du sol ne fait toutefois pas l'objet, en règle générale, d'objectifs spécifiques. Elle est abordée de manière indirecte par le biais de mesures visant à la protection de l'air ou de l'eau ou de mesures élaborées dans le cadre de politiques sectorielles (protection secondaire). En outre, les mesures élaborées pour des secteurs précis sans que soient envisagés les répercussions possibles sur le sol peuvent entraîner des dégâts supplémentaires (AEE, 1999a).

En dehors du cadre large du 5PAE, aucune législation, aucun instrument de financement communautaire ne traite directement de la protection du sol (protection primaire). Si cela est partiellement imputable au fait que le traité UE ne prévoit aucune base juridique spécifique en la matière, c'est également dû, pour une part, à la complexité même du sol.

Il existe toutefois des actes législatifs UE qui traitent indirectement (mais de manière implicite) de la protection du sol, notamment les directives «nitrates» (91/676/CEE) et celles relatives au traitement des eaux urbaines résiduaires (82/278/CEE and 91/271/CEE). Pour l'essentiel, les



mesures existantes abordent de manière générale la dégradation et la contamination du sol dues aux activités agricoles et la contamination localisée du sol due aux activités industrielles ou au traitement des déchets. La protection du sol fait également partie des bonnes pratiques agricoles et est sous-entendue dans le règlement concernant le soutien au développement rural (1257/99/CE, chapitre sur l'agroenvironnement) et le règlement établissant des règles communes pour les régimes de soutien direct dans le cadre de la politique agricole commune (1259/99/CE, art. 3, protection de l'environnement), dont on espère qu'ils bénéficieront au sol dans les années à venir.

De nombreuses directions générales (DG) de la Commission européenne sont donc impliquées dans les questions liées au sol, en particulier les DG Environnement, Agriculture et Politique régionale, ce qui résulte de la nature transversale du sol.

Au niveau national, nombre d'États membres de l'UE ont élaboré législations, politiques ou orientations en vue d'améliorer les sols ou de les préserver de toute dégradation supplémentaire (AEE, 1999a).

L'initiative prise récemment par la DG Environnement et les États membres de mettre en place un Forum européen des sols (FES), en vue de promouvoir l'échange d'informations, de sensibiliser l'opinion et de constituer une plate-forme commune en matière de protection des sols en Europe, peut être considérée comme un premier et important pas en avant. Le FES regroupe les pays de l'UE, ceux d'Europe centrale et orientale, et la Suisse.



Érosion par l'eau en Europe septentrionale (Monts Wicklow, Irlande)

### Initiatives et instruments juridiques internationaux en matière de protection du sol

Sur plus de 200 traités, accords, conventions et protocoles multilatéraux mis en place dans le domaine de l'environnement et traitant de questions telles que la conservation de la faune et de la flore, la gestion de la pollution, la protection de la conservation régionale, la protection du patrimoine culturel et naturel de l'humanité, la protection des sites et bien d'autres encore (PNUE, 1996), seuls quelques-uns visent à la protection du sol (Hannam et Boer, 1999).

Parmi eux, il faut mentionner la Charte européenne des sols (1972), la Charte mondiale des sols (1972) et la politique mondiale des sols (1982). Ces instruments ont contribué à faire de la conservation des sols une question essentielle de la gestion environnementale au niveau international mais n'ont pas engendré de programmes opérationnels de protection des sols.

La ressource naturelle essentielle qu'est le sol ne fait l'objet d'aucune mention spécifique dans les différents chapitres de l'agenda 21 de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (CNUED). Cet agenda aborde toutefois de manière indirecte cette problématique dans plusieurs chapitres sur les ressources du sol, tels que ceux relatifs à l'agriculture, à l'utilisation durable des terres, à la désertification et à la biodiversité.

De plus, un certain nombre de conventions internationales traitant de questions liées au sol ont été ratifiées depuis la déclaration de Rio de 1992 sur l'environnement et le développement, dont celles sur le changement climatique (CCC), la diversité biologique (CBD), la désertification (CCD), ainsi que le Forum intergouvernemental sur les forêts (FIF) et les principes qu'il a édictés, et le Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (PAM).

La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (1994) traite plus particulièrement des répercussions de la dégradation des terres dans les régions arides, semi-arides et sub-humides ainsi que dans les régions touchées par une grave sécheresse. L'annexe IV à la Convention prévoit des dispositions pour les pays touchés du Nord de la Méditerranée, alors qu'une nouvelle annexe à la Convention (annexe V), en cours de négociation, propose l'inclusion des pays d'Europe centrale et orientale (CCD, 1997).

La Convention invite les pays à préparer des plans d'action nationaux (PAN) ainsi qu'un plan d'action régional pour combattre la

désertification dans la région visée. La Grèce, l'Italie, le Portugal, l'Espagne et la Turquie ont signé l'annexe IV mais, à ce jour, seuls le Portugal et l'Italie ont présenté leur PAN.



Le sol soutient la production de biomasse et, donc, la vie humaine et animale (terres arables près de Montalcino, Val d'Orcia — Toscane)

# Comment faire face aux problèmes du sol?

## La voie à suivre

### Vers une politique européenne de protection du sol

L'élaboration d'un cadre politique qui reconnaisse le rôle du sol, tienne compte des problèmes issus de ses utilisations concomitantes (écologiques et socio-économiques) et vise à préserver son caractère multifonctionnel pourrait receler de nombreux avantages et amener une amélioration sensible de l'environnement de l'Europe dans son ensemble.

Les actions idoines doivent être entreprises à tous les niveaux administratifs, depuis l'aménagement du territoire au niveau local et subnational jusqu'au lancement d'initiatives au niveau mondial, en passant par la mise en place de politiques environnementales et sectorielles au niveau national et européen.

Bien que l'aménagement du territoire et la gestion du sol n'aient pas été inclus dans la liste des compétences de l'Union européenne, conformément au principe de subsidiarité, il est nécessaire d'aller au-delà de cette répartition, car une approche plus large est en effet nécessaire pour traiter des problèmes mondiaux.

### Une meilleure information pour une meilleure politique

Différentes organisations ont collecté des données sur le sol dans des buts divers (le sol a maints utilisateurs). Ces informations sont toutefois largement lacunaires et l'accès aux données et informations pertinentes est difficile. Peu de données existantes peuvent être directement exploitées à des fins de

politiques et la plupart de ces données ne concernent que de petites régions géographiques. Ceci pourrait être à mettre sur le compte de l'absence de toute exigence légale en matière de collecte de données, de surveillance et de porté-à-connaissance dans le domaine des sols, tant au niveau national qu'au niveau européen.

La situation spécifique des données sur le sol en Europe peut être résumée comme suit:

- une foule de données existe au niveau local mais peu de données revêtent une utilité directe et il y a des lacunes au niveau régional;
- il y a un manque d'harmonisation des activités de surveillance et de collecte de données au niveau national et régional;
- aucun flux de données n'a été établi entre collecteurs de données et organisations responsables porté-à-connaissance au niveau national et européen.

Améliorer données et informations sur l'état des sols européens et les développements probables en la matière exigerait:

- un cadre cohérent de surveillance et d'évaluation du sol européen, qui comprendrait la mise en place d'un mécanisme de circulation des données/porté-à-connaissance sur les sols européens, lequel permettrait de disposer d'une plus grande connaissance des questions revêtant une importance politique au niveau de l'UE;
- l'intégration des activités existantes et la collaboration des acteurs concernés (qui fait quoi; comment la collaboration entre les institutions et les organisations existantes peut-elle améliorer les sols européens). Une telle démarche devrait inclure l'élaboration d'un programme de travail pour le sol pour les années à venir.

Quelques progrès ont été réalisés en vue de combler les lacunes existantes en matière de données et de fournir de meilleures informations pour étayer le développement de politiques cohérentes. À cette fin, l'AEE élabore, avec ses partenaires EIONET et avec le soutien d'institutions communautaires telles que le Centre commun de recherche et Eurostat, un cadre intitulé «from national monitoring to European reporting» (de la surveillance nationale au porté-à-connaissance européen).



# Conclusions

La disparition et la détérioration du sol en Europe se poursuivront et s'accroîtront probablement si l'on n'intègre pas rapidement des mesures de protection du sol dans les politiques sectorielles afin de prévenir contre des pressions exercées par l'évolution des secteurs économiques.

Le sol étant une question transversale, les approches en matière d'évaluation du sol et les politiques de protection du sol doivent adopter une perspective large. Cela implique qu'il devrait être nécessaire d'intégrer l'évaluation et les réponses au niveau administratif (mondial, européen et local), sectoriel (secteurs économiques et autres questions environnementales) et géographique (paysages, zones urbaines, rurales, montagneuses et côtières) (figure 7).

Il s'agit d'analyser et de surveiller les effets qu'a sur le sol la mise en œuvre des mesures existantes. Dans l'idéal, ces résultats devraient faire l'objet d'une communication régulière par le biais, par exemple, d'un mécanisme de porté-à-connaissance basé sur un cadre européen de surveillance et d'évaluation des sols. Cela requerrait une collaboration plus étroite entre les administrations afin d'améliorer l'accès aux données et la

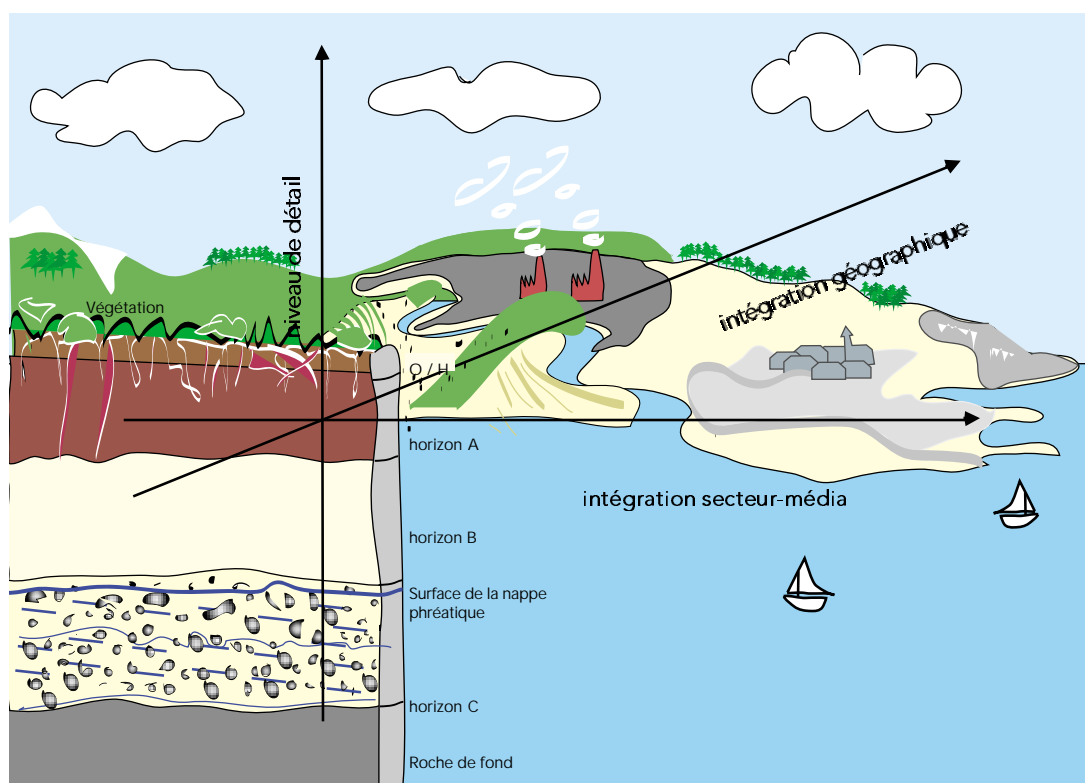
comparabilité de celles-ci et d'éviter toute duplication.

De telles évaluations contribueraient également à identifier les mesures supplémentaires qui, bien que nécessaires, ne seraient pas couvertes par la législation existante. Révéler les lacunes sur le plan des politiques suivies contribuera à la prise de conscience de l'importance de la protection du sol dans les politiques sectorielles et amènera peut-être la conception d'un cadre politique qui tiendrait compte du rôle crucial du sol dans l'environnement européen.

Au cours des prochaines décennies, l'utilisation durable du sol sera un défi majeur, comparable et intimement lié aux préoccupations mondiales qui touchent au changement climatique et à la biodiversité. Cela exige qu'on prenne les mesures nécessaires afin de satisfaire aujourd'hui les sollicitations diverses et potentiellement conflictuelles qui pèsent sur les ressources du sol sans compromettre son utilisation et sa disponibilité pour les générations futures.

Intégration des questions liées au sol dans les politiques environnementales et sectorielles

Figure 7



# Références

- Bak, J., Jensen, J., Larsen, M.M., Pritzl, G. and Scott-Fordsmand, J., 1997. A heavy metal monitoring-programme in Denmark in: *The Science of the Total Environment* 207 pag. 179-186. Elsevier.
- Blum, W.E.H. 1998. Soil degradation caused by industrialization and urbanization. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): *Towards Sustainable Land Use, Vol. I*, 755-766, *Advances in Geoecology* 31, Catena Verlag, Reiskirchen.
- Denisov, N.B., Mnatsakanian, R.A. and Semichaevsky, A.V., 1997. Environmental reporting in Central and Eastern Europe: a review of selected publications and frameworks. UNEP et Central European University.
- DETR, 1999. New projections of households to 2021. Press release 29.03.99. UK Department of the Environment, Transport and the Regions, London. Quoted in Environment Agency of England and Wales. *The State of the Environment of England and Wales: The Land*. Février 2000. The Stationery Office, Londres.
- CE, 1993. Résolution du Conseil du 1<sup>er</sup> février 1993 concernant un programme communautaire de politique et d'action en matière d'environnement et de développement durable (5PAE) (93/C 138/01).
- EA, 2000a. Press release: Nearly two million properties face flood risk in England and Wales says Environment Agency – Environment Agency of England and Wales, Septembre 2000 (URL: [http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press\\_4.htm](http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press_4.htm))
- EA, 2000b. News Release: Selby 'Lake' now bigger than Windermere – Environment Agency of England and Wales, 9/11/200 – Doc. Reference 206/00)
- EA, 2000c. Press release: Nine out of ten who live in a flood risk area underestimate the true cost of flooding – Environment Agency of England and Wales, Septembre 2000 (URL: [http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press\\_5.htm](http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press_5.htm))
- EA, 2000d. Map: 30 floods in 30 months. Environment Agency of England and Wales (URL: [http://www.environment-agency.gov.uk/flood/flood\\_map.htm](http://www.environment-agency.gov.uk/flood/flood_map.htm))
- AEE, 1998. L'environnement en Europe: deuxième évaluation. Agence européenne pour l'environnement. Elsevier, R-U, 293 pp.
- AEE, 1999a. L'environnement dans l'Union européenne à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle. Agence européenne pour l'environnement.
- AEE, 1999b. Le milieu marin et littoral méditerranéen: état et pressions. Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, Danemark.
- AEE, 2000. Signaux environnementaux 2000 – rapport indicateur régulier de l'Agence européenne pour l'environnement. Agence européenne pour l'environnement.
- Ministère estonien de l'environnement, 1997. Surveillance de l'environnement en Estonie en 1996. Tallinn.
- Eriksson, J., Andersson, A. and Andersson, R., 1997. Tillståndet i svensk åkermark (Current status of Swedish arable soils). Rapport 4778. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Commission européenne, 2000a (à paraître). Economic Assessment of Priorities for a European Environmental Policy Plan (working title). Rapport préparé par le RIVM, EFTEC, la NTUA et l'IIASA pour la direction générale de l'environnement.
- Commission européenne, 2000b. Centre commun de recherche de la Commission européenne –Bureau européen du sol. Organic Matter in the Soils of Southern Europe. Zdruli P., Jones R. et Montanarella L., rapport d'experts préparé pour la DG ENV/ E3 Bruxelles. projet, mars 2000.
- Gzyl, J., 1999 Soil protection in Central and Eastern Europe in *Journal of Geochemical exploration* 66 pp. 333-337. Elsevier.
- Hannam I. and Boer B., 1999 . Land

- degradation and international environmental law. Manuscript.(perscom W.E.H Blum)
- Horvath A., 1996. Soil Lead Content in Hungary in: From Science to Action: the Lead Hazard in Hungary. Eds Z. Fuzesi, B. Leavy, C. Levenstain. Budapest, Molnar Press, pp.174-194. Cité dans Gzyl, 1999.
- IGBP, 1998. The Terrestrial Carbon Cycle: Implications for the Kyoto Protocol International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Terrestrial Carbon Working Group in Science Vol. 280, 29 mai 1998, pp. 1313-1492.
- GIEC, 2000. Rapport spécial du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat: l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie. Résumé à l'intention des décideurs. (URL: <http://www.ipcc.ch>).
- Ministère italien de l'environnement, 1999. Ministero dell'Ambiente, Ufficio del Consigliere Ministeriale per la Difesa del Suolo, Segreteria Tecnica per la Difesa del Suolo. Classificazione dei Comuni Italiani in Base al Livello di Attenzione per il Rischio Idrogeologico (Classification des municipalités italiennes sur la base du niveau de risque hydro-géologique).
- Kimble, J.M., Lal, R. and Grossman, R.B., 1998. Alteration of soil properties caused by climate change. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): Towards Sustainable Land Use, Vol. I, 175-184, Advances in Geoecology 31, Catena Verlag, Reiskirchen.
- Korytkowski and Wojewódzki, 1993. Soil protection in Poland in: Symposium mit osterpaischen Staaten, Untersuchungsmethoden, Bewertungsmaassstabe und staadliche Regelungen für den Bodenschutz, Schmallenberg, Proc., pp. 1333-151. Cité dans Gzyl, 1999.
- Lal, R. and Kimble J.M., 1998. Soil Conservation for Mitigating the Greenhouse Effect. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): Towards Sustainable Land Use, Vol. I, 185-192, Advances in Geoecology 31, Catena Verlag, Reiskirchen.
- Metal Bulletin Books, 1994. Iron and Steel Works of the World. Metal Bulletin Books Ltd, 111<sup>e</sup> édition, Surrey, R-U.
- Mnatsakanian, R.A., 1992. Environmental legacy of the former Soviet republics. Centre for Human Ecology, University of Edinburgh, R-U.
- Rapport national pour la Russie, 1992. État de l'environnement en 1991: 'Eurasia – monitoring', no 5.
- Rapport national sur l'état de l'environnement en Ukraine, 1997. (URL: <http://www.freenet.kiev.ua/ciesin/envinfo/nd/index.htm>)
- OCDE, 1999. Environment in the Transition to a Market Economy. Progress in Central and Eastern Europe and New Independent States. Paris, 245 p.
- Rai, 2000a. Sciuscià. Nero di vongole (coquillages noirs d'encre) – diffusé sur la chaîne italienne Raidue le 27/07/2000 et le 21/09/2000 (URL: <http://www.raiuno.rai.it/raiuno/schede/2017/201701.htm>).
- Rai, 2000b. Il raggio verde. Abusivismo edilizio (construction illégale) – diffusé sur la chaîne italienne Raidue le 17/11/2000 (URL: <http://www.ilraggioverde.rai.it/puntate/archivio/2000/novembre/17/index.asp>).
- Repubblica, 2000a. Brindisi, 68 indagati per i morti del petrolchimico (Brindisi, 68 mises en examen pour les décès dans l'industrie pétrochimique) – 9/11/2000.
- Repubblica, 2000b. Troppo petrolio e cemento è un disastro annunciato (Trop de pétrole et de ciment: un désastre annoncé) - 16/10/2000.
- Repubblica, 2000c. Piogge da record nei prossimi 10 anni (Record prévu de précipitations pour les 10 prochaines années) – 18/10/2000.
- Ringius, L. (1999) Soil carbon sequestration and

the CDM: Opportunities and challenges for Africa. CICERO Report 1999:7. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment (UCCEE)- Centre for International Climate and Environmental research (CICERO). Oslo.

SCRFEP, 1998. Comité d'État de la Fédération de Russie pour la protection de l'environnement. Rapport sur l'état de l'environnement dans la Fédération de Russie en 1997. Moscou, [EN RUSSE].

Squires, V.R., 1998. Dryland soils: their potential as a sink for carbon and as an agent in mitigating climate change. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): Towards Sustainable Land Use, Vol. I, 209-215, Advances in Geoecology 31, Catena Verlag, Reiskirchen.

Sunday Times, 2000a. Is your home on environment blacklist? - 17/09/2000.

Sunday Times, 2000b. The scandal of the dome is only now being understood – 17/ 09/ 2000.

Sunday Times, 2000c. New danger hits 500,000 house prices – 17/09/2000.

CCD, 1997. Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique. Texte avec Annexes, Genève, Suisse.

PNUE, 1995. Combating global climate change by combating land degradation. Desertification Control Bulletin No. 29; 79- 82. Cité dans Squires, 1998.

PNUE, 1996. Register of international treaties and other agreements in the field of the environment 1996.

PNUE-CNUEH, 1999. The Kosovo Conflict. Consequences for the Environment & Human Settlements (URL: [http:// www.grid.unep.ch/btf](http://www.grid.unep.ch/btf))

CCCC, 1998. Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. FCCC/CP/1997/ L.7/ Add.1, Décembre 1997.

ONU, 2000. UN Secretary General's report A/ 544/2000 Chapter C. " Defending the Soil" .

ONU, Division de la population, 1996 . World Urbanisation Prospects- Revision 1996

# Remerciements

Cette publication a été préparée par Anna Rita Gentile, AEE. Le projet s'est déroulé sous la direction de David Stanners, AEE, et Ron Witt, PNUE.

Édition et révision: Winfried Blum, Anna Rita Gentile, Gordon McInnes, David Stanners, Chris Steenmans, Ronan Uhel pour l'AEE; Françoise Belmont, Timo Maukonen, Ron Witt pour le PNUE.

Assistance en matière de collecte de données, d'évaluation de données et de préparation de ce rapport: Sheila Cryan, AEE;  
Hester Lyons et Simon Turner, ADAS International;  
Gundula Prokop et Martin Schamann, Umweltbundesamt – Vienne;  
Winfried Blum, AISS et comité scientifique de l'AEE;  
Luca Demicheli et Carlo Lavalle, Centre commun de recherche de la Commission européenne – Ispra;  
Ruben Mnatsakanian, Central European University;  
David Favis-Mortlock et John Boardman, Université d'Oxford.

Les informations générales en vue de la rédaction de ce rapport ont été fournies par:  
Timo Maukonen, PNUE;  
Monica Pasca, Ministère italien de l'environnement - Segreteria tecnica per la difesa del suolo;  
Richard Annels, Eurogeosurveys;  
Angelo Aru, université de Cagliari;  
Manfred Birke, Olaf Düwel et Uwe Rauch, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR);  
Nicola Colonna et Francesco Zarlenga, AEEN;  
Irene Edelgaard, direction danoise de l'environnement;  
Vibeke Ernsten, service de recherches géologiques du Groenland et du Danemark;  
Robert Evans, Université de East Anglia;  
Riva Mäkelä-Kurtto, centre finlandais de recherches agricoles;  
Peter Strauss, Institute für Kulturtechnik – Vienne;  
Gert Jan van den Born, RIVM;  
Nicholas Yassoglou, Université agricole d'Athènes;  
Centre commun de recherche CE – Ispra;  
Groupe PFN/EIONET de l'AEE;  
EMEP;  
WWF Europe.

Nous remercions tout particulièrement Philippe Bourdeau, président du comité scientifique de l'AEE; Michael Hamell, Commission européenne – DG « Environnement »; et plusieurs membres de Eurogeosurveys et du groupe PFN/EIONET de l'AEE pour leurs précieux commentaires.

Agence européenne pour l'environnement

**Dégradation du sol et développement durable en Europe: ayons les pieds sur terre**  
Série sur les problèmes environnementaux N° 16

2002 - 32pp.-21 x 29,7 cm