

05





L'impact de l'élevage sur la biodiversité

5.1 Problèmes et tendances

Une crise sans précédent

La biodiversité se rapporte à la variété des gènes, des espèces et des écosystèmes présents dans la nature. Diminutif de «diversité biologique», le terme recouvre toutes les formes de vie sur la planète et comporte généralement trois dimensions:

- la diversité génétique, à savoir l'ensemble de toutes les informations génétiques contenues dans les gènes de chaque plante, animal et microorganisme;
- la diversité des espèces, à savoir la variété des organismes vivants sur terre; et
- la diversité des écosystèmes, à savoir la variété des habitats et des processus écologiques existant dans la biosphère.

La biodiversité intervient dans de nombreuses composantes du bien-être humain, notamment la sécurité, les biens matériels de base, la santé, les bonnes relations sociales et la liberté de choix et d'action de chacun (EM, 2005b). Elle contribue à ce bien-être directement, à travers les services écologiques culturels, d'approvisionnement et de régulation, et indirectement, à travers les services écologiques de soutien. Les écosystèmes biodiversifiés tendent à être plus résilients et peuvent par conséquent mieux faire face à un monde de plus en plus imprévisible (CDB, 2006). Pendant des siècles, les êtres humains ont tiré profit de l'exploitation de la biodiversité, tout en réduisant souvent cette dernière lors de la conversion

des écosystèmes naturels à leurs propres fins. L'agriculture, l'élevage, la pêche et la foresterie ont exercé des pressions importantes sur la biodiversité, alors même qu'ils apportaient les fondements du développement et de la croissance économique.

La biodiversité mondiale fait face à une crise sans précédent depuis la fin de la dernière époque glaciaire, qui affecte ses trois dimensions. La diversité génétique est en péril, la taille des populations animales et végétales sauvages se réduit de manière radicale et, avec elle, le réservoir génétique. La diversité des espèces est confrontée à des taux d'extinction qui excèdent largement le «taux de base» observé dans le registre fossile type. Toute la gamme de diversité des écosystèmes risque d'être transformée par les activités humaines.

L'Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM) a étudié l'état de 24 services écologiques contribuant directement au bien-être humain. La conclusion est que 15 d'entre eux sont en déclin. Et comme le montre l'*«Aperçu de la biodiversité globale»* de la Convention sur la diversité biologique, il existe d'autres raisons importantes de s'inquiéter de la perte de biodiversité, lesquelles vont au-delà de l'utilité immédiate de la nature pour l'humanité. Les générations futures ont le droit d'hériter d'une planète foisonnante, leur permettant de récolter les bénéfices économiques, culturels et spirituels de la nature (CDB, 2006). Certains ajouteront que toute forme de vie a un droit intrinsèque d'exister. Les espèces vivant aujourd'hui existent depuis plusieurs millions d'années et ont toutes progressé selon un schéma d'évolution particulier et non répétitif, pour atteindre leur forme actuelle.

Les inquiétudes relatives à la perte de biodiversité et la reconnaissance du rôle crucial de celle-ci en matière de soutien à la vie humaine ont conduit à l'élaboration, en 1992, de la Convention sur la diversité biologique (CDB), traité international juridiquement contraignant dont l'objectif est de conserver la biodiversité et d'utiliser durablement ses composantes. Comme tout outil important, la

CDB comprend le développement de stratégies en faveur de la biodiversité et la mise en œuvre de plans d'action nationaux. Si presque tous les pays ont élaboré de telles stratégies, les progrès restent très limités en regard des objectifs principaux, à savoir améliorer la capacité de réalisation et de planification au niveau national ou la mise en œuvre réelle (CDB, 2006). Les plus grands efforts de conservation portent sur les espèces menacées et leurs habitats, alors que les services écologiques sont moins pris en considération.

Selon le Rapport de l'EM (2005b), les facteurs essentiels directement à l'origine de la perte de biodiversité et de la modification des services écologiques sont:

- l'altération de l'habitat (modification de l'utilisation des sols, altération physique des fleuves par le prélèvement de l'eau, disparition des récifs coralliens ou dégâts causés par le chalutage sur les fonds sous-marins);
- le changement climatique;
- les espèces exotiques envahissantes;
- la surexploitation; et
- la pollution.

Le bétail joue un rôle important dans la crise actuelle de la biodiversité, puisqu'il contribue directement ou indirectement à tous les facteurs à l'origine de sa perte, tant au niveau local que mondial. De manière générale, la perte de biodiversité est causée par une combinaison de divers processus de dégradation environnementale. Il est donc difficile de distinguer la contribution du secteur de l'élevage, et cela d'autant plus que la chaîne de production des aliments d'origine animale se divise en plusieurs étapes, chacune ayant un impact sur l'environnement.

L'utilisation et le changement d'affectation des terres liés au secteur de l'élevage altèrent ou détruisent des écosystèmes constituant les habitats d'espèces spécifiques (voir Chapitre 2). L'élevage contribue au changement climatique, qui à son tour modifie les écosystèmes et les espèces (voir Chapitre 3). Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont touchés par les émissions de

polluants dans l'environnement (déversements de nutriments et d'agents pathogènes dans les écosystèmes marins et d'eau douce, émissions d'ammoniac, pluies acides). Le secteur affecte aussi directement la biodiversité à travers les espèces exotiques envahissantes (le bétail lui-même et les maladies dont il peut être le vecteur) et la surexploitation, comme le surpâturage des espèces végétales des prairies. Ce tableau complexe est encore compliqué par le fait que l'élevage a commencé à affecter la biodiversité il y a des millénaires, lorsque le bétail a été domestiqué et qu'il a fourni à l'homme un moyen d'exploiter de nouvelles ressources et de nouveaux territoires auparavant indisponibles. Ces évolutions historiques continuent de toucher la biodiversité, alors même que les effets des processus actuels de dégradation (dont beaucoup sont décrits dans les chapitres précédents) se cumulent.

Ce chapitre donne tout d'abord un aperçu général du statut de la biodiversité mondiale. Il évalue ensuite la contribution du bétail à la perte de biodiversité, au cours des diverses étapes de la chaîne de production des aliments d'origine animale. Du fait de la complexité décrite ci-dessus, cette évaluation est parfois fragmentée et anecdotique. Elle donne toutefois des indications, non seulement sur l'importance de l'impact de l'élevage, mais également sur les enjeux que représentent le ralentissement, l'arrêt ou l'inversion du processus de dégradation – de même que sur les possibilités de contrer ce dernier. Un certain nombre d'options techniques existent pour réduire l'impact négatif de certaines pratiques actuelles et de certains processus de modification. Ces options sont présentées dans la dernière section.

5.2 Dimensions de la biodiversité

La biodiversité présente des dimensions multiples. Au niveau des organismes vivants, la diversité intra et inter-espèces se rapporte essentiellement aux aspects génétique et phénotypique de la diversité biologique. A des échelles supérieures, la biodiversité se rapporte à la richesse des écosystèmes et à la manière dont les espèces sont assemblées

Tableau 5.1

Estimation du nombre d'espèces décrites et du nombre total d'espèces possibles

Règne	Espèces décrites	Estimation des espèces possibles
Bactéries	4 000	1 000 000
Protistes (algues, protozoaires, etc.)	80 000	600 000
Animaux	1 320 000	10 600 000
Champignons	70 000	1 500 000
Végétaux	270 000	300 000
Total	1 744 000	14 000 000

Source: Centre mondial de surveillance de la conservation (PNUE-WCMC) (2000).

dans diverses communautés biotiques au sein d'un large éventail de biotopes.¹

Diversité inter-espèces

La biodiversité inter-espèces se rapporte au nombre total d'espèces (animaux, végétaux et microorganismes) présents sur Terre. Le nombre total des espèces est encore inconnu. Environ 1,8 million d'espèces ont été décrites à ce jour, mais beaucoup d'autres existent probablement -- les estimations varient de 5 à environ 100 millions. Le chiffre de 14 millions a été proposé comme hypothèse de travail raisonnable (voir le tableau 5.1). Sur la base de ce chiffre, seuls 12 pour cent du nombre total estimé d'espèces ont été classifiés à ce stade.

Les espèces existantes ne sont pas réparties de manière uniforme sur la planète. Certaines zones sont beaucoup plus riches en espèces que d'autres et de nombreuses espèces sont endémiques pour une région donnée. En général, la diversité diminue en se rapprochant des pôles. Les régions tropicales humides sont particulièrement riches en espèces, endémiques pour la plupart. Les environnements les plus riches en biodiversité sont

¹ Un biotope est une zone dans laquelle les conditions environnementales et la répartition de la vie animale et végétale sont uniformes.

les forêts tropicales humides, qui occupent environ 8 pour cent de la surface terrestre mais abritent plus de 50 pour cent des espèces de la planète. Les régions tropicales abritent deux tiers des espèces végétales – estimées au nombre de 250 000 – et 30 pour cent des espèces d'oiseaux. De la même manière, les eaux intérieures, par ailleurs en voie d'épuisement, représentent une toute petite part des ressources en eau mondiales mais contiennent 40 pour cent des espèces aquatiques, qui sont souvent endémiques (Harvey, 2001).

Diversité intra-espèces

La diversité intra-espèces se rapporte à la richesse des gènes chez une espèce donnée. Cela comprend la variation génétique entre individus d'une même population et entre populations. La diversité génétique représente pour les populations et les espèces un mécanisme d'adaptation aux modifications de l'environnement. La diversité intra-espèces est cruciale pour la résilience des populations et des écosystèmes face à des événements imprévisibles et aléatoires. Plus la variation sera grande, plus les chances seront importantes qu'une espèce comporte des individus avec des gènes adaptés à un nouvel environnement et pouvant être transmis à la génération suivante. Une diversité intra-espèces limitée réduit non seulement la résilience, mais accroît également la probabilité de croisement consanguin, conduisant souvent à une augmentation des maladies génétiques qui peuvent sur le long terme menacer l'espèce elle-même.

L'exemple le plus connu de diversité intra-espèces se trouve dans la biodiversité agricole. La biodiversité agricole est une création humaine, elle comprend des végétaux et des animaux domestiqués, ainsi que des espèces non récoltées qui contribuent à fournir des aliments au sein des écosystèmes agricoles. Dans le cas du bétail, la sélection naturelle initiale qui a donné naissance au géniteur sauvage a été suivie par des milliers d'années de domestication et d'élevage sélectif par l'homme. Les exploitants et les éleveurs ont sélectionné des animaux selon une variété de

caractéristiques et d'environnements de production, avec pour résultat le développement de plus de 7 600 espèces de bétail (FAO, 2006c). A partir de seulement 9 des 14 espèces les plus importantes (bovin, cheval, âne, porc, mouton, buffle, chèvre, poulet et canard) pas moins de 4 000 races ont été développées et utilisées dans le monde.

A l'état sauvage, la diversité génétique intra-espèces devient une préoccupation centrale pour la gestion et la préservation de la faune sauvage. Lorsque les populations deviennent trop isolées, des phénomènes de croisement consanguin peuvent se produire si la taille de la population n'est pas assez importante. Ainsi, permettre à des populations isolées d'animaux sauvages de se croiser et se reproduire peut contribuer à l'échange de gènes et à améliorer le réservoir génétique des populations d'animaux sauvages.

Diversité des écosystèmes

Un écosystème est un assemblage d'espèces vivantes dans un biotope qui, en interagissant avec son environnement physique, fonctionne comme une seule unité. La plupart des systèmes de classification des écosystèmes ont recours à des caractéristiques biologiques, géologiques et climatiques, notamment la topographie et la couverture ou la structure végétale, voire à des facteurs culturels ou anthropiques. Les écosystèmes peuvent être de toute taille, allant d'un petit bassin à une biosphère entière, et interagir les uns avec les autres.

Des tentatives ont été faites pour caractériser les écosystèmes et leur diversité sur des zones étendues. Le rapport WWF (2005) définit une écorégion comme une grande surface de terre ou d'eau qui contient un assemblage géographiquement distinct de communautés naturelles qui (a) partagent une grande majorité de leurs espèces et dynamiques écologiques; (b) partagent des conditions environnementales similaires et; (c) interagissent écologiquement de manière décisive pour leur persistance à long terme. En utilisant cette approche, le WWF a identifié 825 écorégions terrestres dans le monde (l'identification d'un

ensemble de quelque 500 écorégions d'eau douce est en cours d'élaboration) et évalué l'état de la diversité des écosystèmes dans chacune de ces régions. A une échelle encore plus large, l'Institut des ressources mondiales (2000) distingue cinq biomes principaux et essentiels formés par l'interaction de l'environnement physique, des conditions biologiques et de l'intervention humaine: les écosystèmes agricoles, les écosystèmes côtiers et marins, les écosystèmes forestiers, les systèmes d'eau douce et les écosystèmes de prairie. Les forêts, qui abritent environ les deux tiers des espèces terrestres connues, présentent la diversité d'espèces et l'endémisme local les plus élevés parmi tous les biomes.

Les écosystèmes jouent un rôle central dans le fonctionnement de la planète car ils fournissent des services qui régulent les principaux cycles naturels (eau, carbone, azote, etc.). Ces services incluent: l'entretien des fonctions des bassins versants (infiltration, contrôle des courants et des orages, protection des sols), la dépollution de l'air et de l'eau (y compris le recyclage et la fixation du carbone, des nutriments et des polluants chimiques) et la fourniture d'un habitat pour la faune sauvage. Pour l'homme, les écosystèmes fournissent une large gamme de biens et services, notamment la nourriture, l'énergie, les matériaux et l'eau, mais ils représentent également des valeurs esthétiques, culturelles et récréatives. Le niveau des biens et services fournis varie beaucoup entre les différents écosystèmes.

La biodiversité menacée²

Les trois dimensions de la biodiversité (gènes, espèces et écosystèmes) sont interconnectées, et sont toutes en train de s'éroder à un rythme rapide au niveau mondial. Tout phénomène qui a un impact sur une dimension aura immanquablement un impact sur les autres: la réduction de la diversité génétique peut conduire, dans le cas extrême, à l'extinction locale ou totale d'une

espèce. La disparition d'une espèce peut rompre l'équilibre entre les différentes populations d'espèces au sein de la faune sauvage, ce qui peut à son tour affecter le fonctionnement des écosystèmes: les prédateurs se sont révélés cruciaux pour la diversité et la stabilité. Ainsi, la chasse des carnivores a souvent eu pour résultat une augmentation des populations herbivores, ce qui a conduit à des changements dans la végétation affectant de nombreuses espèces. De manière similaire, la destruction, la modification et la fragmentation des habitats menacent la diversité génétique intra et inter-espèces. Cela se produit d'abord parce que la surface et la capacité de charge totales de l'habitat de la faune sauvage sont réduites par le processus de conversion, et ensuite parce que les habitats fragmentés isolent les populations les unes des autres, rétrécissant le réservoir génétique de chaque population, et les rendent plus susceptibles de disparaître.

Les principales menaces par écosystème sont présentées dans le tableau 5.2. Les écosystèmes boisés, et en particulier les écosystèmes de forêt primaire, sont très menacés au niveau mondial. Le couvert forestier mondial a été réduit de 20 à 50 pour cent depuis les périodes préagricoles (Matthews *et al.*, 2000). Pas moins de 30 pour cent de la surface potentielle de forêts tempérées, subtropicales et tropicales ont été convertis pour l'agriculture. Depuis 1980, la surface forestière a légèrement augmenté dans les pays industriels, mais a décliné de près de 10 pour cent dans les pays en développement (Institut des ressources mondiales, 2000). La grande majorité des forêts dans les pays industriels, à l'exception du Canada et de la Fédération de Russie, sont des forêts secondaires (ayant repoussé après avoir été abattues au moins une fois) ou ont été converties en plantations. Ces zones sont pauvres en biodiversité, par rapport à la forêt primaire d'origine, et la perte de nombreuses espèces pendant la transition de l'utilisation des terres est souvent irréversible. La déforestation tropicale affectant la forêt primaire dépasse probablement 130 000 km² par an (Institut des ressources mondiales, 2000).

² Tirés de PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000); et de Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004.

Tableau 5.2

Principaux écosystèmes et menaces

Catégories	Principaux écosystèmes	Principales menaces
Mers et côtes	Mangroves, récifs coralliens, prairies sous-marines, algues, communautés pélagiques, communautés des grands fonds	Pollution chimique et eutrophisation, pêche excessive, changement climatique mondial, altération physique des habitats, invasion d'espèces exotiques.
Eaux intérieures	Fleuves, lacs, terres humides (tourbières, étangs marécageux, marais, marécages)	Altération physique et destruction des habitats par l'extraction, le drainage, la canalisation de l'eau, les systèmes de contrôle des inondations, les barrages et les réservoirs, la sédimentation, l'introduction d'espèces et la pollution (eutrophisation, dépôt acide, salinisation, métaux lourds).
Forêts	Conifères des zones boréales et tempérées, feuillus et arbres mixtes des zones tempérées, arbres épars des zones tropicales humides et sèches et parcs	Altération physique et destruction des habitats, fragmentation, modification des régimes des incendies, espèces exotiques envahissantes, abattage non durable, extraction de produits forestiers non ligneux, ramassage de bois de chauffe, chasse, agriculture itinérante non durable, changement climatique, polluants – notamment pluies acides.
Terres arides	Terres méditerranéennes, prairies, savanes	Altération physique et destruction des habitats, fragmentation, modification des régimes des incendies, introduction d'herbivores (bétail en particulier), plantes non endogènes, amoindrissement des ressources en eau, ramassage de bois de chauffe, surexploitation des espèces sauvages, pollution chimique, changement climatique.
Terres agricoles	Terres arables (cultures annuelles), cultures permanentes, pâturages permanents	Dégénération des sols, utilisation excessive de fertilisants, carence en nutriments, perte de diversité génétique, perte de pollinisateurs naturels.

Source: PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000).

Les systèmes d'eau douce sont si dégradés que leur capacité à soutenir la vie humaine, végétale et animale est gravement mise en péril. On estime que la moitié des zones humides de la planète ont été perdues au cours du XX^e siècle, celles-ci ayant été converties à des fins agricoles ou en zones urbaines, ou bien comblées et drainées pour lutter contre des maladies telles que la malaria. Par conséquent, de nombreuses espèces d'eau douce sont confrontées à un déclin ou à une extinction rapide, et les ressources en eau douce pour l'usage humain se raréfient.

La conversion des écosystèmes côtiers au profit de l'agriculture et de l'aquaculture, conjuguée à d'autres pressions telles que l'érosion et la pollution, réduisent à un rythme alarmant les mangroves, les terres humides côtières, les prai-

ries sous-marines et les récifs coralliens. Les écosystèmes côtiers ont déjà perdu une grande partie de leur capacité de production de poissons en raison de la pêche excessive, de techniques de pêche non viables et de la destruction des zones de reproduction.

Les prairies, les savanes et les steppes tempérées ont connu une conversion plus importante vers l'agriculture, eu égard à d'autres types de prairies comme les prairies tropicales et subtropicales, les savanes et les terres boisées. En de nombreux endroits, l'introduction d'espèces non endémiques a eu un impact néfaste sur les écosystèmes de prairie, conduisant à une diminution de la biodiversité.

Les systèmes agroécologiques sont également très menacés. Au cours des 50 dernières années,

environ 85 pour cent des terres agricoles de la planète ont été affectées à un certain degré par des processus de dégradation comme l'érosion, la salinisation, le compactage, la carence en nutriments, la dégradation biologique et la pollution. Environ 34 pour cent des terres agricoles présentent des zones légèrement dégradées, 43 pour cent des zones modérément dégradées et 9 pour cent des zones fortement ou extrêmement dégradées (Institut des ressources mondiales, 2000). L'intensification des cultures diminue souvent la biodiversité dans les zones agricoles, du fait par exemple d'une utilisation excessive de fertilisants et de pesticides, d'une réduction de l'espace alloué aux haies, aux bosquets ou aux couloirs de passage de la faune sauvage, ou bien du remplacement des variétés traditionnelles par des cultures modernes à forte productivité mais uniformes.

La modification et la destruction d'un écosystème peuvent réduire la biodiversité aussi bien au sein des espèces qu'entre celles-ci. En outre, la pression croissante sur les espèces à travers la surexploitation et la chasse (chasse de prédateurs, chasse de gibier de brousse ou chasse récréative), de même que les effets secondaires des processus de pollution, érodent encore plus la biodiversité intra et inter-espèces.

La Liste rouge publiée par l'IUCN (Union internationale pour la conservation de la nature) en 2006 rapporte que plus de 16 000 espèces risquent de disparaître, parmi lesquelles 1 528 sont gravement menacées d'extinction. Certains groupes d'organismes sont plus menacés que d'autres: les espèces proportionnellement les plus menacées sont les amphibiens et les gymnospermes (31 pour cent), suivies des mammifères (20 pour cent) et des oiseaux (12 pour cent), tandis que, pour les poissons et les reptiles, la part est de 4 pour cent (IUCN, 2006).

L'Afrique subsaharienne, l'Asie du Sud et du Sud-Est tropicale et l'Amérique latine, à savoir les régions qui abritent la majorité des espèces présentes dans le monde, comptent un plus grand nombre d'espèces menacées. S'ils sont

alarmants, les chiffres de la Liste rouge ne représentent toutefois pas l'échelle réelle du problème, dans la mesure où il n'a été possible d'évaluer que 2,5 pour cent des espèces décrites (lesquelles ne sont elles-mêmes qu'une faible part du nombre total d'espèces). La difficulté de quantifier la diversité des espèces rend encore plus complexe l'évaluation des impacts des activités humaines.

L'extinction d'espèces est un processus naturel, et l'observation des fossiles montre que – à l'exception des périodes d'extinction de masse – il existe un «taux de base» naturel d'extinction. Or, les taux d'extinction récents dépassent de loin les taux de base observés dans le registre fossile. Les taux connus d'extinction des oiseaux, des mammifères et des amphibiens au cours des 100 dernières années indiquent que les taux actuels sont de 50 à 500 fois plus élevés que les taux de base observés dans le registre fossile. Si l'on inclut les espèces «peut-être éteintes», cela augmente de 100 à 1 000 fois les taux naturels d'extinction (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004). Il s'agit là d'une estimation prudente, puisqu'elle ne prend pas en compte les extinctions non établies. Bien que les évaluations varient fortement, les taux actuels d'extinction suggèrent cependant que la Terre se trouve peut-être à l'aube d'une nouvelle extinction de masse, générée par les activités humaines.

De manière similaire, la diversité génétique agricole décline à l'échelle mondiale à mesure que se spécialisent les critères de sélection végétale et animale et que progresse l'uniformisation due à la mondialisation. Alors que les êtres humains ont utilisé 5 000 espèces de plantes différentes pour leur alimentation, la majorité de la population mondiale est maintenant nourrie par moins de 20 espèces végétales de base (FAO, 2004c). De plus, seules 14 espèces de mammifères et d'oiseaux domestiqués lui fournissent maintenant 90 pour cent de ses aliments d'origine animale (Hoffmann et Scherf, 2006).

Les forêts abritent actuellement le plus grand nombre d'espèces menacées. De nombreux grands mammifères des forêts, la moitié des grands pri-

mates et près de 9 pour cent de toutes les espèces d'arbres connues risquent de s'éteindre (Institut des ressources mondiales, 2000). La biodiversité des écosystèmes d'eau douce est encore plus menacée que celle des écosystèmes terrestres. Vingt pour cent des espèces dulcicoles présentes dans le monde se sont éteintes, sont menacées, ou sont gravement menacées d'extinction depuis les dernières décennies. Aux Etats-Unis d'Amérique, où les données sont les plus complètes pour les espèces dulcicoles, 37 pour cent des espèces de poissons d'eau douce, 67 pour cent des moules, 51 pour cent des écrevisses et 40 pour cent des amphibiens sont menacés ou se sont éteints (Institut des ressources mondiales, 2000). La biodiversité marine est également gravement menacée. Les espèces commerciales telles que la morue, cinq espèces de thon et l'aiglefin sont menacées à l'échelle mondiale, de même que plusieurs espèces de baleines, de phoques et de tortues de mer, tandis que des espèces envahissantes sont fréquemment signalées dans des mers fermées (Institut des ressources mondiales, 2000).

5.3 Rôle de l'élevage dans la perte de biodiversité

Comme nous l'avons vu, les principaux facteurs à l'origine de la perte de biodiversité et des modifications des services écologiques sont l'altération des habitats, le changement climatique, les espèces exotiques envahissantes, la surexploitation et la pollution. Ces causes ne sont pas indépendantes. Ainsi, l'impact sur la biodiversité du changement climatique et une grande part de celui de la pollution sont indirects, passant à travers l'altération des habitats, tandis que cette altération va souvent de pair avec l'introduction d'espèces envahissantes.

5.3.1 Altération des habitats

La destruction, la fragmentation et la dégradation des habitats sont les principales menaces qui pèsent sur la biodiversité mondiale. Ces phénomènes constituent le risque le plus important pour les oiseaux, les amphibiens et les mammi-

fères, affectant plus de 85 pour cent des espèces menacées dans les trois classes animales (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004). Il a été possible d'étudier certains des principaux facteurs à l'origine de la destruction des habitats en utilisant des données sur les oiseaux. Il a été montré que les activités agricoles à grande échelle (notamment les cultures vivrières, le pâturage extensif et les cultures pérennes telles que le café et l'huile de palme) participaient à la destruction de l'habitat de près de la moitié des oiseaux menacés dans le monde. Une proportion similaire serait affectée par les activités agricoles de subsistance ou réalisées dans de petites exploitations. On considère que l'abattage des arbres et l'exploitation forestière sélectifs, et la déforestation en général, affectent environ 30 pour cent des espèces d'oiseaux menacées, le ramassage du bois de chauffe et la récolte de produits forestiers non ligneux 15 pour cent, et la conversion en plantations d'arbres environ 10 pour cent. Au total, on considère que plus de 70 pour cent des oiseaux menacés dans le monde subissent l'impact des activités agricoles et 60 pour cent les conséquences des activités forestières (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004).

Le secteur de l'élevage est l'un des principaux responsables de l'altération de l'habitat (déforestation, destruction des forêts ripicoles, drainage des terres humides), qu'il s'agisse de la production animale elle-même ou de la production alimentaire. Le bétail contribue également directement à l'altération de l'habitat puisque le surpâturage et le surpeuplement animal accélèrent la désertification.

Déforestation et fragmentation forestière

La modification de l'habitat par et pour l'élevage a commencé avec le début de la domestication des animaux, entre 10 000 et 8 000 avant J.-C. Autour du bassin Méditerranéen, les premiers impacts sur l'environnement ont été dus au défrichage par le feu, au pastoralisme et à l'agriculture primitive (Pons *et al.*, 1989). La plus grande partie de la végétation naturelle de la zone a depuis été modifiée par les activités humaines. Dans les régions tem-

pérées du nord comme en Europe, la végétation endémique a également été largement détruite ou altérée par la déforestation, l'agriculture et la pâture (Heywood, 1989). Plus récemment, une grande partie de la forêt tempérée australienne a été convertie en prairie (Mack, 1989).

La production animale joue un rôle important dans la destruction de l'habitat. Actuellement, le lien le plus fort entre la déforestation et l'élevage s'observe en Amérique latine, où le pâturage extensif des bovins s'étend essentiellement aux dépens du couvert forestier. D'ici 2010, les bovins devraient paître sur quelque 24 millions d'hectares de terres néotropicales qui étaient forestières en 2000 (Wassenaar *et al.*, 2006; se reporter également au Chapitre 2). Cela signifie qu'environ deux tiers des terres déforestées devraient être convertis en pâturages, avec un impact négatif important sur la biodiversité.

Outre les pâturages, une part substantielle et croissante des terres cultivées de cette région, et plus particulièrement des terres cultivées qui empiètent sur la forêt, est dédiée à la production intensive à grande échelle de fèves de soja et d'autres cultures destinées à l'alimentation animale. Entre 1994 et 2004, la superficie de terres consacrées à la culture du soja en Amérique latine a plus que doublé, atteignant 39 millions d'hec-

tares et devenant ainsi la plus grande surface dédiée à une seule culture, très loin devant le maïs qui se classe second, avec 28 millions d'hectares (FAO, 2006b). Conjugués à d'autres facteurs, les besoins croissants en alimentation animale ont engendré une augmentation de la production et des exportations d'aliments du bétail, de la part de pays comme le Brésil où les terres sont relativement abondantes. Certains auteurs (Wassenaar *et al.*, 2006) prévoient la déforestation de vastes superficies au sein de la forêt amazonienne brésilienne, du fait de l'expansion des terres agricoles, essentiellement pour la culture de fèves de soja (voir encadré 5.1). Des processus similaires sont signalés au sud des néotropiques, en particulier en Argentine (Viollat, *Le Monde diplomatique*, avril 2006).

Outre les forêts, cette expansion de l'utilisation des terres liée au secteur de l'élevage a fragmenté d'autres écosystèmes précieux. Dans la région écologiquement très sensible de la savane tropicale au Brésil, le Cerrado (récemment décrit comme l'écosystème «oublié» – Marris, 2005), la colonisation rapide, la pollution et l'érosion conjuguées ont eu un grave impact sur la biodiversité (voir encadré 5.2).

La superficie des terres converties au profit de l'élevage n'est pas le seul problème. Le mode d'expansion des pâturages risque également de causer une dégradation de l'habitat, du fait de la perte de la biodiversité néotropicale. Soixante pour cent environ de l'expansion des pâturages sur les forêts devraient se produire de manière assez diffuse, dans des paysages forestiers déjà fragmentés (Wassenaar *et al.*, 2006). Les zones d'expansion plus concentrées sont surtout prévues dans les écosystèmes de basses terres. Parmi les «zones sensibles» identifiées par certains auteurs (Myers *et al.*, 2000), la région montagneuse des Andes tropicales est la plus diversifiée. Elle contient environ 6 pour cent du total mondial des espèces de végétaux et de vertébrés. On sait que, dans la forêt humide du nord-ouest des Andes et des écorégions des forêts sèches de montagne de la vallée de la Magdalena, la bio-



© JEREMY FLANAGAN

*Le rara du Pérou (*Phytotoma raimondii*), espèce en voie d'extinction, est endémique dans la forêt sèche du nord du Pérou. La conversion des forêts pour l'agriculture et le bois de chauffe a menacé le dernier bastion de l'espèce – 2006*

Encadré 5.1 Le cas des zones protégées

La destruction et l'altération des habitats dans le monde se poursuivent à un rythme constant. Selon la FAO, environ 29,6 pour cent de la surface totale des terres mondiales sont actuellement sous couvert forestier. Cette surface est déforestée à un taux de 0,2 pour cent par an (FAO, 2004).

D'importants efforts aux niveaux mondial et national ont visé à protéger des zones afin de préserver les habitats et les espèces clés. En 2005, 6,1 pour cent de la surface totale des terres de la planète étaient protégées (WRI, 2005). Cela comprend les réserves naturelles au sens strict, les zones naturelles, les parcs nationaux, les monuments nationaux, les zones de gestion des habitats/espèces et les paysages protégés.

Malgré les efforts pour accroître le nombre de zones protégées dans le monde, l'extinction d'espèces et les pertes d'habitat se poursuivent. De nombreuses zones protégées sont confrontées à des menaces importantes dont le braconnage, l'empiètement, la fragmentation, l'abattage, l'agriculture et le pâturage, les espèces exotiques envahissantes et la surexploitation.

Parmi les menaces relatives à l'élevage, les responsables des parcs ont identifié les facteurs suivants:

- l'incursion de troupeaux nomades et les conflits subséquents avec les populations d'animaux sauvages;
- l'installation croissante de fermes dans les zones protégées, et
- la pollution agricole, qui affecte les zones protégées par l'eutrophisation et la pollution par les pesticides et les métaux lourds (Mulongoy et Chape, 2004).

L'élevage représente une menace particulière pour les zones protégées.

Une analyse effectuée pour le présent rapport, comparant la densité bovine mondiale avec les zones protégées des trois premières catégories de l'IUCN¹, montre que, dans 60 pour cent de ces dernières, des élevages (bovins et buffles) sont présents dans un rayon de 20 km autour du centre. La densité bovine dans les zones protégées est généralement encore faible, mais environ 4 pour cent d'entre elles ont une densité moyenne de quatre animaux ou plus par kilomètre carré, ce qui représente une menace significative.

Les modifications de l'utilisation des terres prévues pour l'année 2010 dans les néotropiques (voir les cartes 33A et 33B, Annexe 1) montrent que les zones protégées risquent d'être encore plus soumises à la déforestation due à l'élevage. Ainsi, en Amérique centrale, une expansion significative des pâturages sur la forêt est attendue dans la réserve de la biosphère maya, dans la région Petén au nord du Guatemala, essentiellement dans le parc national Laguna del Tigre. En Amérique du Sud, quelques parcs apparaissent gravement menacés: le monument naturel Formaciones de Tepuyes dans l'est de l'Amazonie vénézuélienne, le parc national colombien Sierra de la Macarena et la réserve Cuyabeno dans le nord-est de l'Équateur.

Bien que la déforestation dans les zones protégées ne représente qu'une part limitée de la déforestation totale, elle peut avoir une signification écologique considérable. Le parc national Macarena, par exemple, est le seul couloir significatif restant entre les Andes et les basses terres de l'Amazonie. De petites zones de déforestation, qui pourraient n'être que le début d'un processus, sont également notées aux confins du parc national Carrasco Ichilo sur les pentes des Andes, entre les hauts plateaux boliviens et les basses terres vers Santa Cruz. Dans tous les cas, la majeure partie de la zone déforestée serait occupée par des pâturages.

Source: Wassenaar *et al.* (2006).

¹ Catégorie Ia ou réserve naturelle au sens strict: zone protégée gérée essentiellement dans un but scientifique; Catégorie Ib ou zone naturelle: zone protégée gérée essentiellement pour la protection des étendues naturelles; et catégorie II ou parc national: zone protégée gérée essentiellement pour la protection des écosystèmes et les activités récréatives.

diversité est soumise à une pression importante (PNUE-WCMC, 2002). Ces zones devraient être affectées par une déforestation diffuse, dominée à la fois par les pâturages et les cultures.

La dégradation de l'habitat menace de nombreuses autres écorégions. La plupart devraient être touchées par une déforestation diffuse: citons notamment l'expansion des terres cultivées dans les forêts de pins et de chênes en Amérique centrale et l'expansion des pâturages dans les forêts du Cerrado brésilien ou les forêts de l'Atlantique à l'est du Brésil, qui comptent parmi les habitats les plus menacés (Myers *et al.*, 2000; PNUE, 2002). En fait, presque toutes les zones de déforestation diffuse sont situées dans les «200 écorégions mondiales» prioritaires du WWF (Olson et Dinerstein, 1998). De plus, les Andes du Nord et du Centre, ainsi que la côte Est du Brésil, ont des densités extrêmement élevées de refuges pour oiseaux (BirdLife International, 2004).

La fragmentation de l'habitat se produit lorsque des morceaux d'habitat indigène se retrouvent isolés, dans un paysage de plus en plus dominé par les activités humaines.

Dans l'étude de la relation entre espèces et zones, il a depuis longtemps été observé que les grandes îles comportent plus d'espèces au sein d'un groupe donné que les petites îles. Ainsi, Darlington a évalué que la réduction par dix d'une surface aux Antilles divise par deux le nombre d'espèces de *Carabidae* (scarabées) (Darlington, 1943). Les chercheurs appliquent aujourd'hui de plus en plus cette relation aux habitats fragmentés et, en particulier, à la fragmentation des forêts humides, affirmant que les parcelles forestières abritent une biodiversité moins importante que les forêts permanentes. Dans le contexte de la fragmentation forestière, la diminution de la biodiversité résulterait de plusieurs facteurs: une diminution de la variété des habitats dans la partie fragmentée, des opportunités accrues pour les espèces exotiques envahissantes de s'introduire et de concurrencer les espèces endémiques, une diminution de la taille de la population sauvage, facilitant les croisements consanguins et érodant

la biodiversité intraspécifique, et une perturbation de l'équilibre naturel entre les espèces, en particulier entre proies et prédateurs.

Le résultat direct est que les véritables impacts de la modification de l'habitat sur la biodiversité sont plus importants lorsque l'habitat est fragmenté, puisque la capacité de charge réelle de biodiversité des habitats fragmentés est bien plus faible que ne le suggère la perte globale de superficie.

L'effet de la fragmentation sur la biodiversité dans des paysages dominés par les pâturages est souvent aggravé par des modifications du régime des incendies. Comme cela a été décrit dans le Chapitre 3 (encadré 3.3), la technique du brûlis est une pratique courante pour la mise en place et la gestion des pâturages. Elle est pratiquée dans de nombreuses régions de prairies d'Afrique, d'Australie, du Brésil et des Etats-Unis d'Amérique.

La technique du brûlis est généralement néfaste pour les grandes régions agricoles avec un habitat naturel fragmenté. En effet, les fragments forestiers encore présents dans ces régions se révèlent particulièrement vulnérables au feu car leurs lisières, plus sèches et prédisposées aux incendies, bordent les pâturages fréquemment brûlés. La technique du brûlis étant généralement peu contrôlée, le feu pénètre souvent profondément à l'intérieur des forêts (Cochrane et Laurance, 2002). Le feu a également un impact indirect sur la biodiversité en facilitant l'invasion d'espèces exotiques. Dans une étude, D'Antonio (2000) est arrivé à la conclusion que le feu accroît le plus souvent ces invasions, même lorsqu'il est utilisé pour lutter contre les espèces envahissantes. De plus, certaines espèces envahissantes peuvent également altérer directement le régime des incendies. Elles peuvent accroître l'intensité des feux dans des systèmes prédisposés aux incendies ou introduire le feu dans des systèmes dans lesquels il était auparavant inhabituel.

Intensification de l'utilisation agricole des terres
Dans sa perspective historique des invasions biologiques, Di Castri (1989) définit le Vieux monde

Encadré 5.2 Changements dans la savane tropicale du Cerrado, Brésil

La région de savane boisée du Cerrado représente 21 pour cent de la surface du Brésil. De grands mammifères tels que le fourmilier géant, le tatou géant, le jaguar et le loup à crinière y survivent encore. Dans cet écosystème fragile et précieux, la biodiversité est menacée par une combinaison de facteurs comme la fragmentation, l'intensification, les invasions et la pollution.

Comme le bassin de l'Amazone, le Cerrado est une formidable source de biodiversité. Il abrite un ensemble unique d'espèces de plantes adaptées aux sécheresses et aux incendies et des quantités étonnantes d'espèces d'oiseaux endémiques. Ses 137 espèces menacées incluent le loup à crinière (*Chrysocyon brachyurus*), un animal remarquable à longues pattes, qui ressemble à un renard sur des échasses. La végétation éparses et broussailleuse possède plus de 4 000 espèces qui poussent exclusivement à cet endroit.

Cependant, au cours des 35 dernières années, plus de la moitié des deux millions de kilomètres carrés de la surface d'origine du Cerrado a été utilisée pour l'agriculture. Elle fait maintenant partie des principales régions mondiales de production de bœuf et de soja. Au taux actuel de perte, l'écosystème pourrait disparaître d'ici 2030, selon les estimations de «Conservation International».

L'agriculture a commencé dans le Cerrado dans les années 30 avec un élevage extensif de bovins, qui a eu un impact important sur le fonctionnement et la biodiversité de l'écosystème. Outre l'altération de la végétation locale par le piétinement et la pâture, la plus grande part de l'impact provient des dégâts causés dans les écosystèmes naturels fragiles avoisinants du fait des incendies déclenchés sur les pâturages. La modification du régime des incendies s'est révélée désastreuse: la mélénis grasse (*Melinis minutiflora*), plantée très largement pour les pâturages, a envahi la périphérie du Cerrado sauvage, causant des incendies d'une telle intensité qu'ils brûlent même l'écorce résistante et adaptée au feu des plantes ligneuses endémiques.

Toutefois, l'inaccessibilité et les sols pauvres du Cerrado ont empêché l'exploitation à grande échelle de vastes superficies. Lorsque le Brésil a adopté la Révolution verte dans les années 70, la disponibilité de nouvelles variétés de soja et de fertilisants ont fait de la région une candidate viable pour l'agriculture. La culture de la fève de soja a depuis envahi le Cerrado, où la production nationale a augmenté de 85 pour cent entre 1993 et 2002. La production de soja y est caractérisée par une gestion des terres très intensive, basée sur une technologie avancée, une mécanisation totale et une utilisation massissive de produits agrochimiques.

Les unités de production sont généralement bien supérieures à 1 000 ha. Ce système intensif permet une forte productivité: le soja est récolté deux fois par an, parfois avec une culture intermittente de maïs.

Le remplacement d'habitats initialement riches par un paysage de monoculture intensive affecte lourdement la biodiversité. Les habitats ont été largement perdus et les pesticides et engrais, répandus en grandes quantités pour lutter contre les ravageurs et les maladies et pour maintenir la fertilité, polluent l'eau et le sol. Si l'utilisation d'herbicides contre les mauvaises herbes est actuellement en augmentation, ces dernières étaient auparavant traitées avec des méthodes mécaniques qui ont favorisé l'érosion. Le WWF (2003) estime qu'un champ de soja dans le Cerrado perd approximativement 8 tonnes de terre par hectare chaque année.

Les spécialistes de la conservation prennent de plus en plus conscience que leurs stratégies doivent s'adapter au développement économique (Odling-Smee, 2005). A cette fin, les écologistes travaillant dans le Cerrado insistent maintenant sur les services fournis par les écosystèmes de la région — dont beaucoup ont une valeur économique tangible.

Certains étudient le rôle du paysage indigène comme puits de carbone, comme centre de diversité génétique pour le manioc, ou comme un protecteur du sol et des ressources en eau du Brésil.

Source: Marris (2005).

comme la zone dans laquelle les instruments pour la culture étaient la bêche et la charrue. Le fait de retourner le sol en profondeur en labourant a des effets considérables sur les processus biologiques dans le sol, notamment la germination. De telles pratiques, et leur déploiement subséquent dans d'autres régions, représentent une forme précoce d'intensification conduisant à une modification de l'habitat. Cependant, l'effet sur la perte de biodiversité a certainement été bien moindre que celui résultant de l'intensification de l'agriculture par la mécanisation et l'utilisation de produits agrochimiques, suite à la révolution industrielle.

Aujourd'hui en Europe, on considère que le pacage traditionnel affecte de manière positive la biodiversité dans les pâturages, en créant et en maintenant une hétérogénéité structurelle du tapis végétal, notamment grâce aux prélèvements sélectifs des animaux (Rook *et al.*, 2004). Parmi les autres mécanismes importants, créateurs d'hétérogénéité, on compte le piétinement, qui ouvre des niches de régénération pour des espèces pionnières (bien que certaines d'entre elles soient potentiellement envahissantes) et pour les cycles des nutriments – concentrant les nutriments en plages et modifiant ainsi l'avantage comparatif entre les espèces. Les animaux au pâturage jouent également un rôle dans la dispersion des propagules³.

Cependant, lorsque la gestion des pâturages traditionnels devient plus intensive, une grande part de la biodiversité restante est alors perdue. Les pâturages aujourd'huiensemencés ont perdu presque la totalité de la partie aérienne du tapis végétal, et cette transformation des communautés végétales conduit à des effets secondaires sur la diversité des invertébrés, à la fois en modifiant l'abondance des plantes comestibles et en altérant les sites larvaires (Rook *et al.*, 2004). Les

effets directs de la diversité des invertébrés touchent ensuite la diversité des vertébrés (Vickery *et al.*, 2001).

Des effets similaires peuvent se produire dans d'autres systèmes relativement intensifs, tels que le système mixte d'alimentation à l'auge (coupe et transport du fourrage), et affecter les prairies des zones plus densément peuplées des régions en développement, bien que ce système présente des avantages environnementaux et de productivité considérables. En outre, la productivité des pâturages intensifs est souvent difficile à maintenir: l'exportation de nutriments par les produits et la dégradation des sols conduisent à une baisse de la fertilité de ces derniers. Cela entraîne souvent une concurrence accrue entre les mauvaises herbes et les espèces herbacées non souhaitées. L'utilisation accrue d'herbicides qui en découle peut constituer une autre menace pour la biodiversité (Myers et Robins, 1991).

À l'évidence, l'évolution récente vers une production intensive des cultures alimentaires, conforme à l'intensification globale de l'agriculture, conduit à une profonde modification des micro et macro-habitats, bien que l'étendue de la zone concernée soit inférieure à celle des pâturages extensifs. Les technologies de pointe favorisent maintenant une intensification de l'utilisation des terres, et permettent à l'agriculture de s'étendre sur des terres auparavant non utilisées, souvent dans des régions ayant une valeur écologique (voir encadré 5.2). Une telle utilisation ne laisse aucun habitat aérien ou souterrain intact: même avec une population microbienne du sol généralement très variée, peu d'espèces sont en mesure de s'adapter à l'environnement modifié.

Désertification et avancée des espèces ligneuses
L'élevage a aussi favorisé la dégradation des habitats sur les terres de parcours. La dégradation des terres de parcours résulte d'une discordance entre la densité du bétail et la capacité de la prairie à supporter le pâturage et le piétinement. Cette mauvaise gestion se produit plus fréquemment dans les régions arides et semi-arides

³ Toute partie, habituellement végétale, d'une plante, telle qu'un bourgeon ou autre rejet, qui germe et à partir de laquelle un nouvel individu peut se développer, facilitant ainsi la dispersion des espèces.

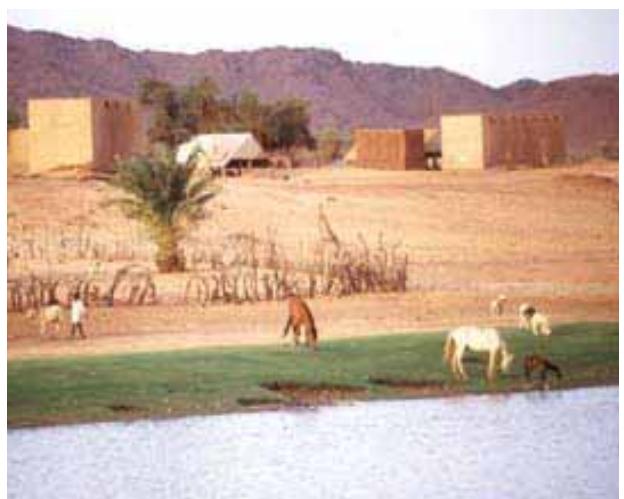
moins résistantes, caractérisées par une production de biomasse relativement instable. La section 2.5.2 décrit en détail ce processus. Une pression excessive sur les écosystèmes arides conduit à la fragmentation du couvert herbacé et à l'accroissement des sols nus (à savoir la désertification). Souvent, bien que pas systématiquement, le couvert de végétation ligneuse s'accroît sur les terres de parcours subtropicales semi-arides (Asner *et al.*, 2004). Les aires boisées se développent lorsque le surpâturage du couvert herbacé, associé à une réduction de la fréquence des incendies et à un enrichissement en CO₂ atmosphérique et en azote, ont pour effet de modifier l'équilibre en faveur des espèces ligneuses.

La propagation de la dégradation des terres de parcours dans les climats arides et semi-arides est une source sérieuse d'inquiétude pour la biodiversité, bien qu'il soit difficile d'en quantifier la portée. Les indicateurs de qualité des terres utilisés sont inadéquats. Il existe également des oscillations naturelles à long terme dans les évolutions de l'écosystème, qui sont difficiles à distinguer des changements anthropiques. Cependant, de nombreux systèmes de pâturage évoluent vers la désertification. L'Afrique, l'Australie et le sud-ouest des Etats-Unis d'Amérique ont connu une grave réduction des populations végétales, avec une perte correspondante de la biodiversité. Ces pâturages sont souvent dominés par une ou plusieurs espèces ligneuses, avec un couvert herbacé réduit (voir l'étude d'Asner *et al.*, 2004). L'érosion de la biodiversité crée une réaction en retour négative: elle réduit la résilience du système et renforce ainsi indirectement la désertification. La reconnaissance de ce lien a conduit à la mise en place d'un programme de travail conjoint entre la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) et la Convention sur la diversité biologique (CDB).

Les interactions entre la végétation et le pâturage associées à l'avancée des espèces ligneuses dépendent fortement de l'intensité du pacage. Le pâturage facilite probablement l'envahissement par les broussailles, et ainsi la structure du sys-

tème, en réduisant le risque d'incendie pour les plantes ligneuses. Le pâturage encourage également l'érosion de certains paysages, ce qui affecte plus le couvert herbacé que la végétation aux racines plus profondes. La réduction du couvert herbacé par la pâture peut également avantager la végétation ligneuse dans la course pour l'accès aux ressources limitées comme l'eau. Les changements sont plus prononcés dans les cas de pâturage intensif à long terme (voir l'exemple du Texas dans l'encadré 5.3). L'avancée des espèces ligneuses résulte parfois d'une concentration de la pression du pâturage, conséquence de la mondiale mobilité des populations pastorales et de leurs troupeaux. Avec un pâturage intensif, le couvert herbacé est souvent remplacé par une formation ligneuse tandis que les herbes pérennes remplacent les herbes annuelles.

Les effets des espèces ligneuses sur la communauté herbacée varient selon le type d'espèce ligneuse et le site. Les effets peuvent être positifs, neutres ou négatifs. Le passage de la prairie vers la terre boisée dû à l'avancée des espèces ligneuses affecte plusieurs fonctions clés de l'éco-



© FAO/18842/L. BALDERI

Le lac Bheyr a une importance vitale pour le microclimat de la région. Non seulement il fournit des pâturages le long de ses rives, mais c'est aussi un point de pêche et de reproduction pour les oiseaux migrateurs en décembre et janvier. La photo montre des images frappantes de la dégradation de l'environnement et de la sécheresse - Mauritanie 1996

système, notamment la décomposition et le cycle des nutriments, la production de biomasse et la conservation des sols et des ressources en eau. L'interception des précipitations, le ruissellement et la pénétration de l'eau dans le sol sont souvent si importants dans les zones surpâturées que l'eau issue des précipitations est rapidement perdue et récupérée par les systèmes de drainage, avec un accroissement concomitant de l'érosion des sols. Une prairie à l'état naturel peut intercepter l'eau de manière plus efficace, empêchant ainsi la perte des ressources du sol qui forment la base de l'ensemble du système écologique et de production agricole. Dans les environnements arides, les effets de l'élevage sont en fin de compte fondamentalement néfastes pour la biodiversité. La diversité des habitats peut également être affectée. Ainsi, les clairières de type savane dans les paysages boisés sont susceptibles de disparaître progressivement du fait de l'avancée des espèces ligneuses.

Certaines prairies abandonnées évoluent en friche broussailleuse ou en forêts d'arbrisseaux avec une diversité biologique réduite. Dans les régions tempérées comme en Europe, les prairies naturelles et semi-naturelles représentent une importante ressource de biodiversité et de paysages qui mérite d'être préservée en tant que telle. Ces communautés végétales, et les paysages dont elles font partie, sont aujourd'hui fortement valorisées et font l'objet de nombreux programmes agroenvironnementaux et de conservation de la nature. Ces habitats sont menacés par deux orientations contradictoires: d'une part, l'intensification actuelle de l'utilisation des terres, d'autre part, un nombre croissant d'anciens prés et prairies qui tombent en jachère du fait de conditions économiques changeantes et de subventions pour le gel des terres.

Dès 1992, l'Annexe 1 de la «Directive habitat» du Conseil européen (UE, 1992, citée par Rook *et al.*, 2004) a dressé la liste des habitats considérés comme importants pour l'Europe en raison de la valeur de leur biodiversité. Selon les estimations, cette liste inclut 65 types de prairies menacés par

Encadré 5.3 Avancée des zones boisées dans le sud du Texas

Les plantes ligneuses envahissantes sont généralement des espèces qui étaient présentes quelque part dans le paysage avant l'introduction du pâturage. Ainsi, sur une terre de parcours du sud du Texas comportant une gamme variée d'arbres, d'arbustes et d'espèces sous-arbustives, un pâturage intensif a engendré la multiplication de l'espèce *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* (mesquite), un arbre fixateur d'azote. Des observations sur de longues périodes et des photographies aériennes indiquent que l'avancée du mesquite a ensuite facilité le développement d'autres plantes ligneuses dans le sous-étage. Ces plantes ligneuses ont par la suite évincé le mesquite en rivalisant pour puiser la lumière et les autres ressources. On retrouve communément des vestiges de mesquite parmi les parcelles bien développées de végétation ligneuse, dont on sait qu'elles n'existaient pas il y a un siècle.

Source: tiré d'Asner *et al.* (2004).

l'intensification du pâturage et 26 autres menacés d'abandon (Ostermann, 1998). Dans certains cas, il y a non seulement une perte de valeur de la biodiversité mais également d'autres problèmes environnementaux. Ainsi, dans les collines et les montagnes des pays méditerranéens, il existe maintenant de grandes zones d'anciens pâturages couvertes par des arbrisseaux avec une biodiversité très réduite. Cette accumulation de biomasse ligneuse peut accroître les risques d'incendie et d'érosion et entraîner d'importantes pertes environnementales et économiques (Osoro *et al.*, 1999).

Un des principaux objectifs de la conservation de la nature en Europe est donc de protéger les paysages semi-ouverts. Plusieurs pays ont opté pour la solution consistant à mettre en place des «paysages de prairie» plus vastes à caractère

mixte, associant prairie ouverte et arbustes et forêts (Redecker *et al.*, 2002).

L'hétérogénéité spatiale est indispensable pour maintenir une biodiversité cruciale au sein des communautés de prairies. Le rôle joué par l'animal au pâturage pour favoriser cette hétérogénéité a déjà été brièvement mentionné plus haut, lorsqu'a été évoquée l'intensification de l'utilisation agricole des terres.

Les prairies boisées (Pott, 1998; Vera, 2000) abritent une biodiversité plus importante puisqu'elles contiennent à la fois des espèces de prairie et des espèces forestières. Un mélange d'animaux herbiphiles et lignifiles est souvent nécessaire pour la gestion de ces paysages (Rook *et al.*, 2004). A l'époque prémoderne, les prairies boisées étaient utilisées pour le pâturage communal: aujourd'hui, le défi est de mettre en place des systèmes de pâturages analogues, aptes à parvenir à une biodiversité similaire mais viables sur le plan socioéconomique. Vera (2000) affirme que la préservation à long terme de la biodiversité requiert le développement d'espaces naturels avec des herbivores sauvages, en plus des paysages semi-naturels existants.

Exemples d'extinction d'espèces résultant au moins partiellement du changement d'habitat induit par l'élevage

Les rôles positifs de l'élevage eu égard à la modification de l'habitat ont été mentionnés, qu'il s'agisse de la régénération de l'habitat ou du maintien d'un rythme relativement lent ou d'un niveau relativement faible d'altération de ce dernier (voir également les sections 5.3.4 et 5.5).

Toutefois, alors même que tous les effets indirects de la production animale sur l'environnement n'ont pas encore été analysés, il apparaît clairement que d'autres aspects du secteur ont affecté de manière négative de nombreux habitats à des échelles très importantes. Le tableau relatif à la contribution de l'élevage à l'extinction d'espèces à travers une perte ou une dégradation des habitats (tableau 16, Annexe 2) donne des exemples spécifiques de la manière dont différents mécanismes

ont conduit à la perte d'espèces particulières. Cela montre sans nul doute que la dégradation des habitats par et pour l'élevage a contribué à l'extinction de nombreux végétaux et animaux. Toutefois, on ignore ce qu'aurait été le statut des habitats affectés en l'absence de bétail.

5.3.2 Changement climatique

L'impact du changement climatique sur la biodiversité est récent, et commence seulement maintenant à être reconnu, observé sur le terrain et compris. Le changement climatique affecte la biodiversité de trois principales façons: modifications des moyennes climatiques, modifications de l'incidence ou de la gravité des événements climatiques extrêmes et modifications de la variabilité climatique.

Selon certains auteurs (Thomas *et al.*, 2004), entre 15 et 37 pour cent de toutes les espèces pourraient être menacés d'extinction suite au changement climatique.

D'après les prévisions, les impacts sur la biodiversité dus au changement climatique sont les suivants (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2003):

- Suite au réchauffement planétaire, l'aire de répartition climatique de nombreuses espèces s'orientera vers les pôles ou plus en altitude par rapport à leur situation actuelle. Les espèces seront affectées de manière différente par le changement climatique: certaines réussiront à migrer à travers des paysages fragmentés tandis que d'autres, moins mobiles, risquent de ne pas en être capables.
- De nombreuses espèces déjà vulnérables vont probablement s'éteindre, en particulier les espèces qui ont des aires de répartition climatiques limitées et/ou qui ont des tolérances géographiques limitées (par exemple, les espèces d'altitude, les espèces insulaires et péninsulaires). Les espèces qui ont des besoins restrictifs en termes d'habitat, ou des aires de répartition très grandes, des taux de reproduction lents ou de faibles populations sont les plus vulnérables.

- Les changements de fréquence, intensité, éten-
due et localisation des perturbations induites
par les facteurs climatiques (et non-climatiques)
auront un impact sur la manière dont les
écosystèmes existants seront remplacés par
de nouveaux assemblages de la faune et de
la flore. Les espèces ne devraient pas migrer
au même rythme; les espèces à grande lon-
gévité persisteront plus longtemps dans leurs
habitats d'origine, conduisant à de nouveaux
assemblages de végétaux et d'animaux. De
nombreux écosystèmes seront alors dominés
par des espèces pionnières, avec une tendance
à l'enherbement, bien adaptées à une disper-
sion et une implantation rapides, en particulier
si la fréquence et l'intensité de la perturbation
sont élevées.
- Certains écosystèmes sont particulièrem-
ent vulnérables aux changements climatiques,
comme les récifs coralliens, les mangroves, les
écosystèmes de haute montagne, les vestiges
de prairies naturelles et les écosystèmes du
permafrost de surface. Certains écosystèmes
peuvent tarder à montrer des signes de chan-
gement tandis que d'autres, notamment les
récifs coralliens, réagissent déjà rapidement.
La production primaire nette de nombreuses
espèces végétales (y compris certaines espè-
ces cultivées) augmente en raison de «l'effet
fertilisant» des concentrations croissantes de
dioxyde de carbone atmosphérique. Cependant,
lorsqu'on prend également en considération
les changements de température et de préci-
pitations et les limitations en nutriments, il se
peut que l'on observe des pertes de produc-
tivité nette de l'écosystème et du biome dans
certaines régions. Les modifications différen-
tielles de production primaire nette entraîne-
ront des modifications dans la composition et
le fonctionnement des écosystèmes. Ainsi, des
pertes de productivité nette de l'écosystème et
du biome peuvent se produire dans certaines
forêts lorsqu'un bouleversement significatif de
l'écosystème intervient (tel que la disparition
d'une espèce dominante ou d'une proportion

élevée d'espèces, en raison de changements liés à des perturbations comme les incendies de forêt, les ravageurs et les épidémies).

De nombreuses études suggèrent que le chan-
gement climatique (y compris ses effets sur les
habitats) sera la principale cause de la perte de
biodiversité et surpassera les autres formes plus
directes de modification de l'habitat induites par
l'homme. Quoi qu'il en soit, l'impact conjugué
d'une perte continue de l'habitat et du changement
climatique constituera une menace majeure et
potentiellement catastrophique pour la biodiversi-
té à l'avenir. Le changement climatique entraînera
des modifications sur des zones actuellement
intactes, contraignant les espèces à se déplacer
vers et à travers des habitats déjà dégradés et
fragmentés, et réduisant leurs opportunités de
dispersion et leurs chances de survie.

Le GIEC (2002) a étudié dans quelle mesure la
biodiversité avait déjà commencé à être affectée
par le changement climatique. Des températures
régionales plus élevées ont déjà eu une incidence
sur l'époque de la reproduction chez les animaux
et les végétaux et/ou la migration des animaux,
la durée de la période de croissance, les répar-
titions des espèces et les tailles des populations,
et la fréquence des épidémies de ravageurs et de
maladies.

Le GIEC a modélisé l'impact sur la biodiver-
sité de quatre différents scénarios de changement
climatique dans différentes régions du monde.
Le changement climatique devrait affecter les
organismes, les populations, la répartition des
espèces ainsi que la fonction et la composition des
écosystèmes, de manière directe, par la chaleur
et la sécheresse, et de manière indirecte, par des
modifications de l'intensité et de la fréquence des
perturbations telles que les incendies de forêt. Le
GIEC constate qu'une prévision réaliste de l'état
futur des écosystèmes de la planète devrait pren-
dre en compte les schémas d'utilisation humaine
des terres et de l'eau, qui influeront grandement
sur la capacité des organismes à répondre au
changement climatique. De nombreuses informa-

tions supplémentaires sont nécessaires et les évaluations comportent encore beaucoup de lacunes en raison de l'extrême complexité du problème.

Quelle est la contribution de l'élevage à la perte de la biodiversité induite par le changement climatique? Ce dernier étant un processus mondial, la contribution du secteur à l'érosion de la biodiversité qui en résulte est proportionnelle à sa contribution au changement climatique (voir le Chapitre 3 pour une évaluation détaillée). Le secteur de la production animale étant une cause majeure de la modification du paysage et de l'habitat, il peut également aggraver l'impact du changement climatique sur la biodiversité: il peut en effet accroître la difficulté des organismes et des espèces, mis au défi par ce changement, à migrer à travers des habitats fragmentés et perturbés et des environnements humains agricoles et urbains. Cet effet pourrait être réduit en gérant correctement les systèmes d'élevage intensifs, afin de réduire l'espace occupé par ces derniers.

5.3.3 Espèces exotiques envahissantes

Avant les temps modernes, les écosystèmes naturels évoluaient de manière isolée sur les divers continents et grandes îles, contraints par des barrières biogéographiques comme les océans. Aujourd'hui, presque tous ces écosystèmes sont connectés dans leur fonctionnement par la capacité humaine de transporter du matériel biologique sur de longues distances en un laps de temps court. Les êtres humains transportent des animaux et des végétaux d'une partie du monde vers une autre depuis des milliers d'années, parfois de manière délibérée (comme le bétail lâché par les marins sur les îles pour servir de nourriture), parfois de manière accidentelle (comme les rats s'échappant des navires). La majorité des principales cultures existant dans le monde ont été volontairement transplantées d'un continent à un autre – notamment le maïs, la pomme de terre, la tomate, le cacao et le caoutchouc, originaires des Amériques. Suite à une introduction facilitée par l'homme, de nombreuses espèces exotiques sont devenues envahissantes, c'est-à-dire que leur

implantation et leur propagation ont conduit à des dégâts écologiques et/ou économiques.

Les espèces envahissantes peuvent affecter les espèces endémiques soit directement, en les mangeant, en les concurrençant ou en introduisant des agents pathogènes ou des parasites qui les rendent malades ou les tuent, soit indirectement, en détruisant ou dégradant leur habitat. Les espèces exotiques envahissantes ont altéré les trajectoires d'évolution et perturbé les processus inhérents à des communautés et écosystèmes nombreux. De plus, elles peuvent causer des pertes économiques substantielles et menacer la santé et le bien-être des populations humaines. Aujourd'hui, les espèces envahissantes constituent un risque majeur pour 30 pour cent des oiseaux menacés dans le monde, 11 pour cent des amphibiens menacés et 8 pour cent des 760 mammifères menacés pour lesquels des données sont disponibles (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004).

La contribution de l'élevage aux invasions néfastes dans les écosystèmes va bien au-delà de l'impact des animaux féraux qui se sont échappés. Eu égard aux multiples formes de cette contribution, l'impact global de ce type de menace pourrait être trop complexe pour pouvoir être évalué avec précision. Ainsi, l'élevage participe grandement à l'altération de l'habitat, qui favorise les invasions. La production animale a parfois également été à l'origine d'invasions végétales intentionnelles (par exemple, pour améliorer les prairies). A une autre échelle, les animaux au pâturage induisent eux-mêmes directement une modification de l'habitat qui favorise les invasions. Le secteur de l'élevage est un vecteur important d'espèces envahissantes en raison des déplacements des animaux et des produits d'origine animale. L'élevage a également été victime des invasions d'espèces végétales exotiques sur les terres pastorales en cours de dégradation, ce qui peut à son tour avoir conduit à une extension des pâturages vers de nouveaux territoires. Nous examinerons ces différentes dimensions dans le reste de cette section.

Le bétail comme espèce envahissante

Selon l'IUCN (2000), une espèce exotique envahissante est une espèce qui s'établit dans des écosystèmes ou habitats naturels ou semi-naturels et menace la diversité biologique endémique. Selon cette définition, le bétail peut être considéré comme une espèce exotique envahissante, en particulier lorsque peu d'efforts sont faits pour minimiser son impact sur le nouvel environnement, ce qui conduit à une concurrence avec les animaux sauvages pour l'eau et les végétaux locaux (les animaux féraux font partie des principales menaces pour la biodiversité sur les îles). Le Groupe de spécialistes des espèces envahissantes (GSEE) de la Commission de sauvegarde des espèces (CSE) de l'IUCN classe les bovins, les chèvres, les moutons, les porcs, les lapins et les ânes féraux comme des espèces exotiques envahissantes (parmi un total de 22 espèces envahissantes de mammifères)⁴. Les porcs, les chèvres et les lapins féraux sont même classés parmi les 100 espèces exotiques envahissantes les pires au monde.

Un des effets les mieux répertoriés des espèces envahissantes est l'impact dramatique des mammifères herbivores, en particulier les chèvres et les porcs féraux, sur la végétation des petites îles, qui causent l'extinction des espèces endémiques et des modifications prononcées dans la prédominance et la physionomie, et qui affectent directement de nombreux autres organismes (Brown, 1989). En tant qu'espèces exotiques envahissantes, les animaux féraux contribuent également à la perte de biodiversité sur les continents. Presque toutes les espèces de bétail importantes sur le plan économique ne sont pas endémiques aux Amériques, mais ont été introduites par les colons européens au cours du XVI^e siècle. De nombreuses populations férales néfastes ont résulté de ces introductions et de la gestion souvent très extensive de leurs élevages d'origine.

Malgré ces impacts souvent négatifs, les importations de vertébrés exotiques se poursuivent. Les instances gouvernementales deviennent progressivement plus prudentes, mais elles continuent délibérément d'introduire des espèces destinées à la pêche, à la chasse et à la lutte biologique. Le commerce d'animaux de compagnie est peut-être actuellement la source la plus importante d'introductions (Brown, 1989). La contribution de l'élevage aux introductions de vertébrés est aujourd'hui minime.

D'autres contributions directes du secteur de l'élevage restent importantes. La dissémination de graines par les vertébrés est responsable du succès de nombreux envahisseurs dans les habitats perturbés et non perturbés. En Australie, plus de 50 pour cent des espèces végétales naturalisées sont dispersées par les vertébrés (Rejmánek *et al.*, 2005). Les animaux au pâturage ont assurément participé de manière substantielle à la dissémination des graines et ils continuent de le faire. Cependant, la dissémination des graines par les vertébrés est un processus complexe et des recherches plus approfondies doivent être menées afin de déterminer quand et où ces derniers favorisent les invasions végétales (Rejmánek *et al.*, 2005).

La dissémination par le commerce des produits d'origine animale est également peu connue. Une exception intéressante est l'analyse détaillée de l'impact de la demande croissante de laine au début du XX^e siècle effectuée par Thellung (1912). Sa monographie sur la flore adventice de Montpellier s'inspirait largement de la propagation d'espèces exotiques qui résultait de l'importation, de l'étendage et du séchage de la laine à Port-Juvénal (près de Montpellier). On ignore si les réglementations sanitaires actuelles beaucoup plus strictes empêchent le commerce mondial des produits d'origine animale, en pleine croissance, d'avoir des impacts similaires.

Historiquement, le bétail a joué un rôle important dans la transmission d'organismes responsables de maladies à des populations non immunisées. L'introduction de la peste bovine en Afrique à la

⁴ <http://issg.appfa.auckland.ac.nz/database/welcome/>

Encadré 5.4 Oiseaux sauvages et influenza aviaire hautement pathogène

Il existe un lien possible et plausible entre les oiseaux sauvages et la volaille dans la transmission de l'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) qui a récemment affecté le secteur avicole dans le monde entier, soulevant des inquiétudes pour la santé humaine. Depuis 2003, une série de foyers épidémiques de cette nouvelle maladie sont apparus. En juillet 2006, la maladie avait touché les industries avicoles dans 55 pays; 209 millions d'oiseaux ont été tués par la maladie ou abattus. L'IAHP est une zoonose potentiellement mortelle pour les êtres humains. En juillet 2006, 231 cas avaient été déclarés, ayant causé le décès de 133 personnes. La maladie est maintenant devenue endémique dans plusieurs pays en Asie et en Afrique.

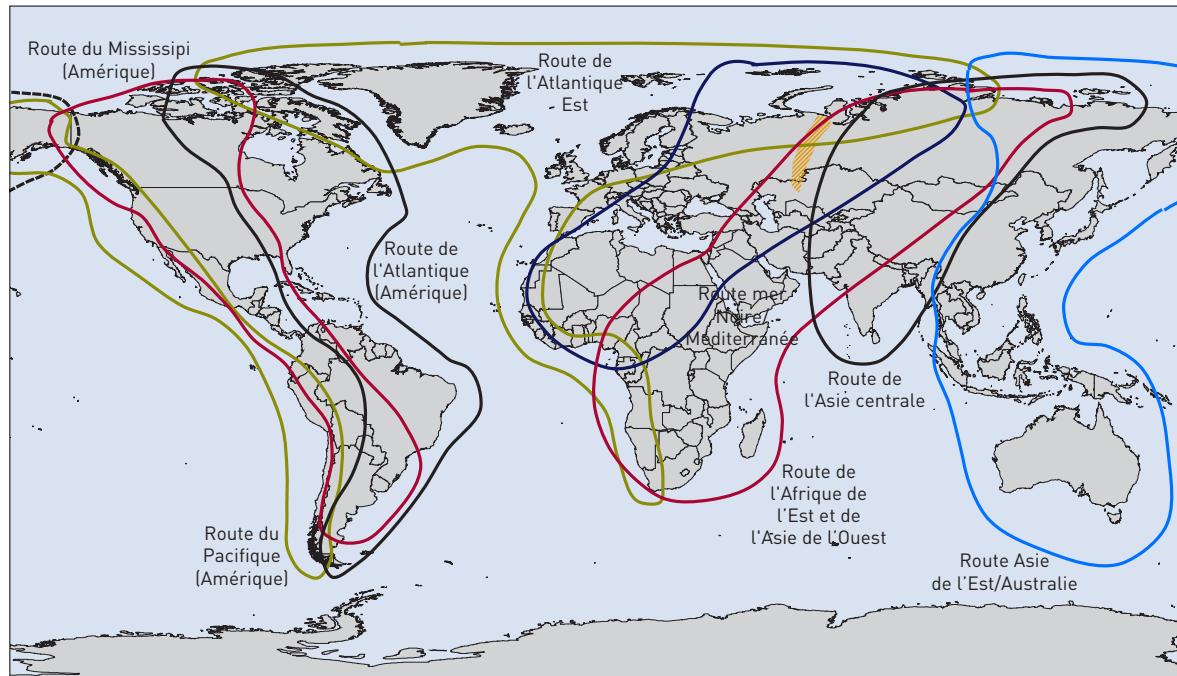
Son apparition simultanée et répandue pose un risque substantiel de perturbation potentielle du secteur avicole mondial (McLeod *et al.*, 2005). L'émergence d'une souche spécifique de l'IAHP impliquée dans

ces épidémies récentes, appelée H5N1, soulève des inquiétudes concernant le rôle potentiel des animaux sauvages comme mécanisme possible de transmission (Hagemeijer et Mundkur, 2006).

Avant l'épidémie de l'H5N1 asiatique en 2003, l'IAHP était considéré comme une maladie des oiseaux domestiques. Les oiseaux aquatiques sauvages dans le monde étaient seulement considérés comme des réservoirs naturels de l'influenza A faiblement pathogène. L'apparition d'une série de foyers, en particulier en Asie, a montré les possibles interactions entre populations d'oiseaux domestiques et sauvages pour la transmission du virus de l'IAHP (Cattoli et Capua, 2006; Webster *et al.*, 2006).

Les circuits migratoires des oiseaux reliant chaque année les terres de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud (notamment les routes aériennes africano-européenne, d'Asie centrale, d'Asie de l'est vers l'Asie australie, et américaine) peuvent contribuer à l'introduc-

Carte 5.1 Principales routes aériennes des oiseaux migrateurs (oiseaux de rivage)



Source: Flyways – Wetlands International.

Encadré 5.4 (suite)

tion et à la propagation de l'infection dans les zones indemnes d'influenza aviaire. Les récentes épidémies d'IAHP en Afrique, en Asie centrale, en Europe et dans la Fédération de Russie semblent montrer que le virus A/H5N1 a pu être transporté par des oiseaux sauvages au cours de leurs migrations d'automne et de printemps (Cattoli et Capua, 2006; Hagemeijer et Mundkur, 2006). Plus particulièrement, les oiseaux migrateurs sauvages se sont révélés positifs dans de

nombreux pays européens, sans que soit observé de foyer associé chez la volaille (Brown *et al.*, 2006).

Par ailleurs, les populations d'oiseaux sauvages pourraient éventuellement être contaminées et affectées par des unités de volaille infectées. Selon certains auteurs (Brown *et al.*, 2006), il est probable qu'à l'avenir d'autres cas d'infection d'oiseaux sauvages par l'exposition à des volailles de basse-cour se produisent en Europe de l'Est.

fin du XIX^e siècle a dévasté non seulement les bovins mais également les ongulés endémiques. Cette transmission est encore un problème dans le monde d'aujourd'hui. L'introduction de la variole aviaire et de la malaria en provenance d'Asie à Hawaï a contribué à l'extinction d'espèces d'oiseaux indigènes des basses terres (Simberloff, 1996).

Même en l'absence à ce stade de preuve solide d'une contamination croisée entre les populations d'oiseaux sauvages et domestiqués, ce mécanisme joue potentiellement un rôle dans la propagation actuelle de l'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) (voir encadré 5.4).

Invasions végétales liées à l'élevage

Les prairies naturelles tempérées d'Australie, d'Amérique du Sud et de l'ouest de l'Amérique du Nord offrent quelques uns des exemples les plus extrêmes de ce qui a été appelé «les grandes convulsions historiques» des biotopes de la planète – des changements massifs dans la composition des espèces de communautés autrefois importantes, suite au déplacement transocéanique d'organismes exotiques et de leur intrusion subséquente sur d'autres parcours (Mack, 1989). En moins de 300 ans (et pour l'essentiel en à peine 100 ans environ), une grande part de la prairie tempérée en dehors de l'Eurasie a été irrévocablement transformée par la colonisation humaine et l'introduction concomitante d'espèces végétales exotiques.

Manifestement, l'élevage n'était qu'une des nombreuses activités à l'origine du déplacement transatlantique, en grande partie involontaire, des espèces exotiques. Cependant, on considère que les grands ruminants ont largement augmenté le potentiel d'invasion de ces espèces. Selon Mack (1989), les deux caractéristiques essentielles qui rendent les prairies tempérées du Nouveau monde vulnérables aux invasions végétales sont l'absence de grands mammifères ongulés et grégaires⁵ avant ou durant l'holocène, et la dominance des herbes cespitueuses (qui croissent en touffes). La morphologie et la phénologie de ces herbes les rendent vulnérables aux invasions de végétaux facilitées par le bétail: le méristème apical s'élève lorsque la croissance est achevée et risque tout au long de sa période de croissance d'être arraché par les animaux au pâturage, alors que ces herbes persistent sur le site exclusivement par reproduction sexuelle. Dans les prairies cespitueuses, le piétinement peut altérer la compo-

⁵ Les seules exceptions sont d'énormes troupeaux de bisons dans les grandes plaines d'Amérique du Nord, cependant ces grands animaux ne se rassemblaient que sur de petites zones isolées dans les plaines de l'ouest. La phénologie des herbes cespitueuses peut expliquer cette pénurie de bisons (Mack, 1989). Dans les deux prairies fragiles de l'ouest de l'Amérique du Nord, les herbes naturelles des sols zonaux sont toutes en sommeil sur le plan végétatif en début d'été, lorsque les bisons en période d'allaitement ont besoin d'un maximum de fourrage vert.

sition des communautés végétales en détruisant la matrice des petits végétaux qui se trouvent entre les touffes de graminées.

Avec l'arrivée des premiers habitants européens, des végétaux exotiques ont commencé à coloniser, et donc à perturber, ces sites nouveaux et renouvelables. Que ce soit à travers le pâturage, le piétinement ou l'association de ces deux phénomènes, la conséquence commune de l'introduction du bétail dans ces prairies vulnérables fut la destruction des herbes cespiteuses naturelles, la dispersion de végétaux exotiques par le biais des fourrures ou des matières fécales, et la préparation continue d'un lit de semences pour les plantes exotiques. Même aujourd'hui, non seulement les prairies tempérées du Nouveau monde ne sont probablement pas encore dans un état stable, mais elles subiront sûrement d'autres effets d'invasions par des végétaux, nouveaux et existants (Mack, 1989).

Les prairies naturelles mises à part, les prairies aménagées présentes dans le monde doivent leur origine et leur histoire à l'action de l'homme. Les changements d'utilisation des terres liés à l'élevage se poursuivent, tout comme leurs impacts sur la biodiversité, par la destruction et la fragmentation des habitats. Ces zones sont souvent riches en envahisseurs exotiques, dont certains ont été délibérément introduits. Les invasions planifiées se sont produites sur de vastes zones de savane tropicale, souvent par le biais d'incendies. De telles invasions ont un long passé en Australie, comme cela a été étudié par Mott (1986). A l'exception des savanes d'origine édaphique, les écosystèmes de prairie en Afrique résultent de la destruction de forêts ou de terres boisées. Ils sont souvent conservés par le recours à la technique du brûlis et sont fréquemment envahis par des espèces exotiques (Heywood, 1989). De la même manière, en Amérique du Sud, la région des grandes savanes, qui comprend les *cerrados* et les *campos* brésiliens et les *llanos* de Colombie et du Brésil, a été de plus en plus exploitée, conduisant à l'invasion par des espèces adventices et pionnières. Beaucoup de terres

d'élevage d'Amérique du Sud ont été établies sur d'anciennes terres forestières après la colonisation par les Européens. De même, de vastes zones de végétation naturelle ont été brûlées à Madagascar depuis que les paléoindonésiens ont envahi l'île, pour fournir des prairies aux zébus, et sont brûlées chaque année. Ces prairies sont maintenant largement dénuées d'arbres et d'arbustes, et se caractérisent par une faible biodiversité et une forte présence d'espèces adventices (Heywood, 1989).

Les espèces envahissantes menacent la prairie

Certaines espèces exotiques envahissantes altèrent les pâturages de manière préjudiciable. C'est le cas notamment de nombreuses espèces de chardon, que l'on trouve sur la plupart des continents (voir l'exemple de l'Argentine dans l'encadré 5.5). En Californie, le chardon étoilé a été introduit pendant la ruée vers l'or comme contaminant de la luzerne. En 1960, il s'était propagé sur 0,5 million d'hectares, en 1985, sur 3 millions d'hectares, et en 1999, sur près de 6 millions d'hectares (Mooney, 2005). Le chardon altère l'équilibre écologique, en particulier par ses prélèvements d'eau, et dégrade la valeur des prairies. Selon Gerlach (2004), il est à l'origine d'une perte d'humidité dans le sol de l'ordre de 15 à 25 pour cent des précipitations annuelles moyennes, ce qui représente une valeur d'eau perdue variant entre 16 et 75 millions d'USD par an dans le seul bassin versant du fleuve Sacramento. Avec d'autres mauvaises herbes envahissantes comme la moutarde noire, il engendre plus de 2 milliards d'USD de dégâts chaque année (Di Tomaso, 2000). L'*Axonopus affinis* est une herbe répandue et utilisée dans les prairies permanentes dans diverses parties des tropiques. Elle envahit les prairies dégénérées de *Paspalum dilatatum*, de *Trifolium repens* et de *Pennisetum clandestinum*, conduisant ainsi à une baisse de la production animale (UNESCO, 1979). Des problèmes importants sont causés par d'autres introductions telles que la *Lantana camara*, une des dix mauvaises herbes les pires au monde

(GISD, 2006), qui a envahi de nombreux écosystèmes naturels et agricoles des Paléotropiques. Le remplacement des prairies naturelles par la *Lantana* menace l'habitat de l'antilope des sables au Kenya et elle peut fortement altérer le régime des incendies dans les systèmes naturels. Elle est toxique pour les animaux (dans certains pays, elle est ainsi plantée comme haie pour contenir ou éloigner le bétail). Parallèlement, elle profite des activités fourragères destructrices des vertébrés introduits tels que les porcs, les bovins, les chèvres, les chevaux et les moutons, créant de microhabitats pour la germination. Des tentatives de lutte biologique ont été menées durant un siècle pour combattre la *Lantana*, mais celle-ci pose cependant encore d'importants problèmes dans de nombreuses régions.

Menaces pour la biodiversité des cultures fourragères

La biodiversité des cultures est elle-même menacée, du fait de la réduction du fonds génétique commun de nombre d'entre elles. Le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, adopté par les Etats Membres de la FAO en 2001, reflète cette inquiétude. Les cultures fourragères importantes comme le sorgho et le maïs font partie des cultures prioritaires. Une grande part de l'érosion génétique de ces cultures de base s'est produite suite à la Révolution verte, alors qu'il existe actuellement une forte controverse autour des effets attendus de l'ingénierie génétique moderne. Les preuves sont insuffisantes, mais on observe une forte préoccupation sociale à propos de la contamination possible des variétés traditionnelles par des variétés génétiquement modifiées, un mécanisme qui pourrait être considéré comme une «invasion». Un cas souvent cité est la contamination de variétés locales de maïs au Mexique, centre mondial d'origine de la diversité du maïs, par des variétés commerciales transgéniques cultivées pour l'alimentation aux Etats-Unis d'Amérique (Quist et Chapela, 2001), bien que cela ait été contesté (Marris, 2005). Une inquiétude similaire

existe pour le soja, essentiellement cultivé pour l'alimentation animale, car dans des pays comme les Etats-Unis d'Amérique et l'Argentine (encadré 5.5), les variétés génétiquement modifiées ont tendance à se substituer largement aux variétés traditionnelles.

5.3.4 Surexploitation et compétition

La surexploitation se rapporte à l'utilisation non durable des espèces pour l'alimentation, la médecine, l'utilisation des matériaux (en particulier le bois) et pour des activités culturelles, scientifiques et récréatives. La surexploitation a été identifiée comme une menace majeure affectant 30 pour cent des oiseaux menacés dans le monde, 6 pour cent des amphibiens, et 33 pour cent des mammifères étudiés. On estime que lorsque l'évaluation des menaces pesant sur les mammifères sera entièrement effectuée, il apparaîtra que la surexploitation affecte un pourcentage encore plus élevé d'espèces (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004). Parmi les mammifères menacés par la surexploitation, les grands mammifères, en particulier les ongulés et les carnivores, sont particulièrement en danger. Les mammifères sont beaucoup utilisés dans le commerce de viande de brousse, notamment en Afrique tropicale et en Asie du Sud-Est. Certaines espèces de mammifères sont également exploitées pour un usage médicinal, surtout en Asie de l'Est. La surexploitation est considérée comme la menace principale pour les poissons marins du monde.

Le secteur de l'élevage intervient dans la surexploitation de la biodiversité essentiellement par trois processus distincts. La concurrence avec les animaux sauvages est le problème le plus ancien et le plus connu, qui conduit souvent à la réduction des populations d'animaux sauvages. Plus récemment, deux autres phénomènes sont apparus: des ressources vivantes (essentiellement des poissons) sont surexploitées pour servir à l'alimentation des animaux d'élevage, et la diversité du bétail elle-même diminue, l'accent étant mis sur l'intensification et l'exploitation d'un petit nombre de races plus rentables.

Encadré 5.5 De la pampa au cardon, à la luzerne, et au soja

Les pampas, prairies humides du nord de l'Argentine dominées par les espèces cespiteuses, ont fait l'objet d'une des premières transformations répertoriées et spectaculaires d'un paysage par des plantes exotiques. Dans *L'origine des espèces* (1872), Darwin a remarqué que le cardon européen (*Cynara cardunculus*) et un grand chardon (*Silybum marianum*) «sont maintenant les [plantes] les plus communes dans toutes les plaines de La Plata, revêtant des kilomètres carrés de surface quasiment à l'exclusion de tout autre végétal».

Même dans le sud de l'Uruguay, il a trouvé «de vastes étendues couvertes par une grande masse de ces plantes épineuses, impénétrable par l'homme ou l'animal. Sur les plaines ondulantes, où ces immenses lits apparaissent, plus rien d'autre ne peut désormais vivre.» Ce scénario s'est probablement mis en place en moins de 75 ans.

Von Tschudi (1868) a émis l'hypothèse que le cardon était arrivé en Argentine accroché à la peau d'un âne. De nombreuses plantes primitives migrantes sont probablement arrivées avec le bétail et, pendant 250 ans, ces plaines plates ont servi de pâturage mais n'ont pas été beaucoup labourées (Mack, 1989). Le cardon et le chardon ont finale-

ment été maîtrisés seulement grâce au labourage massif des pampas à la fin du XIX^e siècle.

Toutefois, on était loin de la fin des invasions par les plantes liées au secteur de l'élevage. La transformation des pampas de pâturages en exploitations agricoles a été faite par les agriculteurs migrants, qui ont été encouragés à faire pousser de la luzerne afin d'élever davantage de bétail. Cette transformation a considérablement étendu l'opportunité d'arrivée et d'implantation des plantes exotiques. Vers la fin du XIX^e siècle, plus de 100 plantes vasculaires étaient répertoriées comme espèces adventices près de Buenos Aires et en Patagonie, dont beaucoup étaient des contaminants communs des lots de semence. Des espèces «migrantes» plus récentes constituent de nouvelles menaces pour les pampas et la Patagonie. Marzocca (1984) cite plusieurs douzaines de végétaux exotiques considérés officiellement comme des «fléaux pour l'agriculture» en Argentine.

Alors que la transformation massive de la végétation argentine se poursuit, le secteur de l'élevage, qui se mondialise, a récemment amené une autre révolution dans les pampas. En quelques années seulement, le soja est devenu la prin-

Compétition avec la faune sauvage

Conflits entre berger et faune sauvage

Les conflits entre les bergers et la faune sauvage existent depuis les origines de la domestication du bétail. La compétition naît de deux aspects: les interactions directes entre les populations animales sauvages et domestiquées et la rivalité pour l'accès aux ressources en nourriture et en eau.

Aux origines du processus de domestication, la principale menace perçue par les bergers était la prédateur par les grands carnivores. Cela a conduit à des campagnes d'éradication des grands carnivores dans plusieurs régions du monde. En Europe, cela a mené à l'extinction locale de plusieurs espèces, notamment les

loups et les ours. En Afrique, ces tensions se sont traduites par une pression constante sur les populations de lions, de guépards, de léopards et de chiens sauvages africains.

Les conflits entre les bergers et les prédateurs persistent encore dans des régions où les systèmes de production extensive prédominent et où des populations de carnivores existent encore ou ont été réintroduits. Cela est également le cas dans les pays développés, même si la pression de la prédateur est moindre et que les bergers sont habituellement compensés pour leurs pertes. En France, par exemple, la réintroduction du loup et de l'ours dans les Alpes et les Pyrénées a conduit à des conflits intenses

Encadré 5.5 (suite)

pale culture du pays. En 1996, une variété de soja génétiquement modifiée est entrée sur le marché argentin avec un gène qui lui a permis de résister aux herbicides. D'autres facteurs importants ont contribué au succès de ce qu'on appelle désormais «l'or vert»: l'érosion considérable des sols de la



© WIKIPEDIA/PIXELTOO

Cardons (Cynara cardunculus) dans le Parc Shoreline, Mountain View, Californie – Etats-Unis d'Amérique 2003

Pampa (le soja génétiquement modifié est cultivé sans labourage, ce qui réduit l'érosion), la forte augmentation de la demande depuis la crise européenne de la vache folle et la dévaluation du peso argentin. A l'arrivée de la variété génétiquement modifiée en 1996, le soja couvrait 6 millions d'hectares, contre 15,2 millions d'hectares aujourd'hui, à savoir plus de la moitié des terres arables d'Argentine. Les taux de déforestation dépassent maintenant l'effet des précédentes vagues d'expansion agricole (ce qu'on a appelé les «fièvres» du coton et de la canne à sucre) (Viollat, 2006). Dans le même temps, la culture intensive du soja entraîne une surexploitation grave de la fertilité des sols. Altieri et Penguin (2006) ont estimé qu'en 2003, la culture du soja a causé l'extraction d'un million de tonnes d'azote et d'environ 227 000 tonnes de phosphore, des pertes qui coûteraient quelque 910 millions d'USD s'ils étaient remplacés par des engrains minéraux.

Sources: Mack (1989) et Viollat (2006).

entre les communautés pastorales, les lobbies environnementaux et le gouvernement.

Dans les pays en développement, les conflits peuvent être aigus. En Afrique subsaharienne, en particulier en Afrique de l'Est et du Sud, les pertes de production dues à la prédateur peuvent être une charge économique pour les communautés locales. Au Kenya, ces pertes peuvent représenter jusqu'à 3 pour cent de la valeur économique annuelle d'un troupeau: on estime qu'un seul lion coûte à la communauté des bergers entre 290 et 360 USD par an en pertes de production. Les pertes annuelles représentent 15 USD pour un chien sauvage africain, 211 USD pour un léopard, 110 USD pour un guépard, et 35 USD pour une

hyène (Frank, Woodroffe et Ogada, 2005; Patterson *et al.*, 2004; Woodroffe *et al.*, 2005). Ces pertes sont comparables au produit intérieur brut par personne de 320 USD au Kenya. Même si l'impact économique national reste négligeable, l'impact local et individuel peut être dramatique, en particulier pour les populations pauvres (Binot, Castel et Caron, 2006).

La pression des prédateurs, et les attitudes négatives des populations locales à l'égard de ces derniers, s'aggravent dans les environs des parcs nationaux des pays en développement, en particulier en Afrique de l'Est. D'une part, de nombreuses zones protégées sont trop petites pour abriter des populations viables de grands carnivores. Ces

populations ont en effet souvent besoin de vastes territoires de chasse et sont ainsi forcées d'errer en-dehors des parcs. Le chien sauvage d'Afrique, par exemple, a un territoire de chasse qui s'étend sur 3 500 km² (Woodroffe *et al.*, 2005). D'autre part, la pression sur les terres s'accroissant et les terres de parcours traditionnelles étant progressivement envahies par les cultures, les bergers sont souvent forcés de faire paître leurs animaux à proximité directe des parcs nationaux. Pendant les saisons sèches, les environs des parcs nationaux, riches en eau et en fourrage de qualité, sont souvent très attractifs pour les bergers. Il existe ainsi des contacts rapprochés entre les prédateurs sauvages et le bétail.

Une autre source de conflit s'intensifie. En effet, les populations d'ongulés sauvages diminuant, les prédateurs sauvages doivent s'efforcer de chercher d'autres proies. Le bétail n'est pas la nourriture préférée des grands carnivores, mais il est facilement accessible et les grands carnivores peuvent s'y habituer. Les conflits entre les prédateurs sauvages et le bétail deviennent ainsi fréquents et aigus (Frank, Woodroffe et Ogada, 2005; Patterson *et al.*, 2004; Binot, Castel et Caron, 2006).

Le fait de considérer la faune sauvage comme une menace pour le bétail a évolué considérablement au cours du XX^e siècle. Avec une meilleure compréhension de la dynamique des maladies

infectieuses, les populations d'herbivores, d'omnivores et d'oiseaux sont aujourd'hui considérées comme des réservoirs de maladie (les buffles pour les bovins, les sangliers pour les porcs), comme des vecteurs ou comme des hôtes intermédiaires (des vecteurs arthropodes comme la mouche tsé-tsé pour la trypanosomose, les mollusques comme le *Lymnaea spp.* pour la douve hépatique *Fasciola hepatica*). Les mesures pour limiter la transmission d'agents pathogènes et de parasites ont compris l'éradication massive des vecteurs et la limitation des contacts entre les populations animales sauvages et domestiquées. Dans certains cas, l'éradication d'espèces mammifères sauvages a été envisagée, lorsque celles-ci étaient des réservoirs de maladies (en Grande-Bretagne, le blaireau est considéré comme un réservoir potentiel de tuberculose pour les bovins) (Black, 2006). Cette menace a été exacerbée car elle touche les systèmes de production extensive et intensive, où l'introduction de nouveaux agents pathogènes peut avoir un impact dramatique (comme cela a été suspecté pour l'influenza aviaire).

Cette interface faune sauvage-bétail est d'une importance aiguë pour le secteur de l'élevage. Il s'agissait habituellement d'une question de dimension locale ou régionale (peste bovine en Afrique). C'est maintenant devenu une menace mondiale comme l'a montré la pandémie d'influenza aviaire actuelle, les populations d'oiseaux pouvant avoir un rôle dans la transmission de la maladie.

Zones protégées menacées d'invasion

A côté des interactions directes entre la faune sauvage et le bétail résultant de la préation et de la transmission de maladies, les systèmes d'élevage extensifs concurrencent de plus en plus la faune sauvage pour l'accès aux terres et aux ressources naturelles sur les terres de parcours africaines. Les systèmes de production extensive et la faune sauvage se sont mêlés depuis des millénaires sur les terres sèches d'Afrique, utilisant simultanément les ressources communes. Les deux formes d'utilisation des terres étaient compatibles car le pastoralisme utilisait les ressources naturelles



Des éléphants et des bovins sauvages rivalisant pour l'accès aux ressources naturelles – Sri Lanka 1994



© FAO/18850/I. BALDERRI

Troupeau de bovins pénétrant dans une réserve où le fourrage est garanti – Mauritanie 1996

avec un impact minimal sur l'aménagement et la transformation des terres. De plus, en raison de la mobilité élevée des systèmes d'élevage extensifs en Afrique, leur impact sur les ressources était négligeable et la rivalité pour l'accès aux ressources communes était faible (Bourgeot et Guillaume, 1986; Binot, Castel et Caron, 2006).

Une autre forme de concurrence pour les terres entre le bétail et la faune sauvage est la propagation des zones protégées. Au XX^e siècle, la plupart des zones protégées ont été créées à un moment où les terres étaient abondantes et le coût d'opportunité pour les communautés locales était faible. Toutefois, avec l'extension des parcs nationaux et la propagation des cultures, les systèmes de production extensive ont été progressivement privés d'une part importante de leurs ressources potentielles, accroissant le risque de conflits. Aujourd'hui, les zones protégées et de chasse représentent presque 13 pour cent des terres en Afrique subsaharienne (Roulet, 2004). Avec les tendances actuelles en termes de population et d'utilisation des terres, les coûts d'opportunité associés aux zones protégées augmentent, et sont particulièrement élevés en temps de sécheresse ou de conflit. Les environs de ces zones sont sous forte pression car ils sont souvent riches en ressources en eau et en fourrage, en regard des autres terres disponibles pour la plupart dégradées. Les interactions entre la faune sauvage et les systèmes de production animale sont souvent

localisées à la périphérie de ces zones de conservation (Ballan, 2003; Rodary et Castellanet, 2003; Benoît, 1998; Convers, 2002).

Les bergers itinérants ont souvent des difficultés considérables à comprendre la logique qui régit les activités de conservation, en particulier lorsque leurs bovins sont menacés par la soif et la famine alors que les ressources restent abondantes pour les animaux sauvages. Pour sauver leurs troupeaux, ou pour minimiser les conflits avec les cultivateurs, les bergers sont souvent tentés de faire paître leurs animaux dans les parcs nationaux. Ces actions étaient souvent sévèrement réprimées dans le passé, et des troupeaux broutant au sein des zones protégées étaient parfois abattus. Une intense répression autour des parcs a aggravé les conflits entre les objectifs de conservation et les communautés locales (Toutain, 2001; Barraud, Salen et Mamis, 2001).

Cette situation a également été aggravée par des politiques qui ont ignoré l'importance de la mobilité dans les systèmes de production extensive sur les terres sèches, caractérisées par des précipitations locales très variables et instables, et les complémentarités potentielles entre la conservation de la faune sauvage et les besoins pastoraux en termes de mobilité. En Afrique, les politiques d'encouragement à l'implantation ou à la sédentarisation des populations pastorales nomades ont souvent impliqué l'installation de clôtures pour démarquer les fermes nouvellement créées. Toutefois, comme cela a été observé autour du Parc national de Nairobi, dès que la première sécheresse épuisait les ressources de la ferme, les bergers décidaient de quitter les exploitations à la recherche d'eau et de prairies vertes. La terre était souvent vendue à de nouveaux arrivants pour des activités agricoles et fragmentée en plus petites parcelles. Avec un plus grand nombre de terres clôturées, les routes de migration pour la faune sauvage et les nomades étaient bloquées et les deux systèmes en subissaient les conséquences, augmentant ainsi le risque de conflits supplémentaires (Binot, Castel et Caron, 2006).

Une approche pour réduire les conflits entre la faune sauvage et le bétail sur les terres de parcours consiste à travailler sur les complémentarités de l'utilisation des terres entre les deux acteurs. Cette approche est cependant souvent contestée par les programmes de conservation et de développement de l'élevage, car elle peut favoriser la transmission de maladies et peut accroître la pression du braconnage si les mécanismes de régulation échouent (Binot, Castel et Caron, 2006).

Surpêche

Le rôle de la farine de poisson dans l'alimentation du bétail

L'élevage joue un rôle important dans la surexploitation en raison de la production de farine de poisson destinée à l'alimentation du bétail. La biodiversité des poissons marins est gravement menacée. La principale source de pression est la surexploitation par la pêche, qui a affecté la taille et la viabilité des populations de poissons, la génétique des espèces cibles, ainsi que les chaînes alimentaires et les écosystèmes dont elles font partie. La FAO (2005b) estime que 52 pour cent des stocks mondiaux sont pleinement exploités, donnant des prises déjà à leur limite maximale de production durable ou très proches de celle-ci, sans possibilité d'accroissement supplémentaire, voire risquant un déclin en l'absence d'une gestion convenable. Environ 17 pour cent des stocks sont surexploités et 7 pour cent sont épuisés.

Les stocks de sept des 10 principales espèces, qui représentent 30 pour cent de la production mondiale totale des pêches de capture marine, sont soit pleinement exploités soit surexploités et aucun accroissement durable des prises ne peut donc être attendu pour ces espèces. Celles-ci comptent notamment: deux stocks d'anchois du Pérou (*Engraulis ringens*, un poisson industriel destiné à l'alimentation du bétail) qui, selon l'Organisation internationale de la farine et de l'huile de poisson (IFFO), sont surexploités dans le sud-est du Pacifique après s'être à peine remis d'un déclin récent; le lieu de l'Alaska (*The-*

ragra chalcogramma), pleinement exploité dans le Pacifique Nord; l'anchois japonais (*Engraulis japonicus*), pleinement exploité dans le Pacifique Nord-Ouest; le merlan bleu (*Micromesistius pou-tassou*), surexploité dans l'Atlantique Nord-Est; le capelan (*Mallotus villosus*) pleinement exploité dans l'Atlantique Nord; et le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*), comprenant plusieurs stocks dans l'Atlantique Nord dont la plupart sont pleinement exploités. Les trois derniers sont largement utilisés pour produire de la farine de poisson (Shepherd *et al.*, 2005). Selon les estimations, le chin-chard du Chili, une autre espèce importante pour la farine de poisson, est pleinement exploité ou surexploité: il a produit 1,7 millions de tonnes en 2002, ayant décliné de manière continue après un pic de production de 5 millions de tonnes en 1994.

Certains auteurs (Christensen *et al.*, 2003) montrent que la biomasse des principaux poissons prédateurs dans l'Atlantique Nord a baissé de deux tiers en environ 50 ans. Des déclins similaires ont été notés pour d'autres espèces importantes comme la perche, les anchois, et les poissons plats suite, à une pêche excessive entre 1900 et 1999. Cependant, l'impact de la surpêche va bien au-delà de l'impact sur les populations d'espèces cibles: elle est à l'origine de la baisse progressive du niveau trophique de la prise. La surexploitation du sommet de la chaîne alimentaire, qui conduit à cibler des espèces plus abondantes plus bas dans la chaîne, est le phénomène qu'on appelle «pêcher en bas de la chaîne alimentaire» (Pauly et Watson, 2003). La pêche excessive a raccourci la chaîne alimentaire et parfois fait disparaître un ou plusieurs liens. Cela a augmenté la vulnérabilité face aux contraintes naturelles ou induites par l'homme, et réduit l'approvisionnement en poissons pour la consommation humaine. Dans de nombreux cas, les prises de poissons plus petits ont eu pour conséquence une évolution rapide des espèces, de telle sorte que les poissons arrivent à maturité et se reproduisent à des tailles plus petites.

Le secteur de l'élevage joue un rôle important dans la pression globale exercée par la demande en poisson. On estime qu'en 2004, 24,2 pour cent

de la production halieutique mondiale ont été utilisés pour produire de la farine et de l'huile de poisson pour l'alimentation du bétail (Vannuccini, 2004). Environ 17 pour cent de la farine de poisson produite dans le monde sont fabriqués à partir des déchets issus de la transformation de poisson de consommation, et ont ainsi un impact indépendant et limité sur les stocks de poisson. Cependant, les 83 pour cent restants proviennent de la pêche de capture marine directe (Réseau d'information sur la farine de poisson, 2004). La farine de poisson a commencé à être utilisée comme composant alimentaire dans les années 50 pour la production industrielle de volaille aux Etats-Unis d'Amérique. Elle est maintenant utilisée comme ingrédient alimentaire dans la production moderne de volaille et de porc, tant dans les pays développés que dans les pays en développement.

La production de farine de poisson a augmenté jusqu'au milieu des années 80 et est restée relativement constante depuis, avec une production de 67 millions de tonnes. Comme il faut 45 kg de poisson frais pour produire 1 kg d'huile de poisson et de farine de poisson sèche, cela requiert une prise annuelle dans l'océan de 20 à 25 millions de tonnes de poisson destinés à l'alimentation du bétail, auxquels s'ajoutent 4 millions de tonnes de résidus de poissons comestibles (IFFO, 2006). A ce jour, plus de 80 pour cent de la production mondiale de farine de poisson provient de 10 pays, dont les deux plus gros producteurs sont le Pérou (31 pour cent du total) et le Chili (15 pour cent). La Chine, la Thaïlande et les Etats-Unis d'Amérique se classent respectivement troisième, quatrième et cinquième pour la production. Dans le même temps, trois pays scandinaves (Danemark, Islande et Norvège), le Japon et l'Espagne se classent respectivement de sixième à dixième. Avec plus d'un million de tonnes par an, la Chine est le plus gros importateur mondial de farine de poisson, suivie par l'Allemagne, le Japon et la province chinoise de Taïwan (FAO, 2006b).

Actuellement, quelque 53 pour cent de la production mondiale de farine de poisson sont utilisés par le secteur de l'élevage (Réseau d'information

sur la farine de poisson, 2004), 29 pour cent pour la production de porcs et 24 pour cent pour la volaille. L'aquaculture est également un important utilisateur, et s'est développée rapidement; il s'agit désormais de l'industrie de production alimentaire qui connaît la croissance la plus rapide dans le monde. Les marchés ont redistribué l'utilisation de la farine de poisson, dont l'approvisionnement est limité. Entre 1988 et 2000, la part de farine de poisson consommée par l'aquaculture a plus que triplé (passant de 10 pour cent à 35 pour cent), tandis que la part utilisée par le secteur avicole a été divisée par plus de deux (passant de 60 pour cent à 24 pour cent) (Tveteras et Tveteras, 2004). La réduction de la dépendance du secteur avicole vis-à-vis de la farine de poisson est le résultat des recherches en nutrition.

L'industrie de la farine de poisson considère que la mutation vers l'aquaculture est «respectueuse de l'environnement» car les poissons sont des convertisseurs alimentaires plus efficaces que le bétail terrestre (Shepherd *et al.*, 2005; Tidwell et Allan, 2001). Toutefois, tandis que la demande du secteur de l'aquaculture continuera certainement d'augmenter (bien que l'effort de recherche vise à réduire la part de cette source de protéine dans l'alimentation des poissons), les besoins du secteur avicole ont peu de chance de continuer de baisser. Ce secteur fortement industrialisé reste le segment de production animale qui se développe le plus rapidement, et qui utilise déjà un savoir-faire moderne en matière de nutrition. Dans le même temps, les besoins en farine de poisson du secteur de la production porcine continuent d'augmenter (passant de 20 pour cent de l'approvisionnement mondial en farine de poisson en 1988 à 29 pour cent en 2000) (Tveteras et Tveteras, 2004). La farine de poisson ne représente qu'un faible pourcentage des aliments concentrés pour les animaux monogastriques. Sa part dans la ration ne diminuera probablement pas car elle constitue un intrant protéiné à forte valeur dans l'alimentation de ces animaux, en particulier au cours des premières phases (à savoir pour les porcs sevrés précocement).

Selon l'industrie de la farine de poisson, la stabilité récente des chiffres officiels de production de farine de poisson résulte des opérations de contrôle des pêches qui régissent la production. Ces contrôles, et plus particulièrement les quotas, devraient permettre de ne pas augmenter la production de farine dans le futur (Shepherd *et al.*, 2005). Au vu de la croissance attendue de la demande, la mise en œuvre de ces réglementations devra être très ferme. Le fait que la pêche illégale, non réglementée et non signalée ait augmenté dans de nombreuses zones n'est pas une coïncidence (PNUE, 2003). Les flottilles de pêche s'aventurent plus loin de leurs ports d'origine, s'éloignent des plateaux continentaux et se dirigent vers des eaux plus profondes, afin de satisfaire la demande mondiale en poissons (Pauly et Watson, 2003).

Au cours de la période 1990-1997 la consommation de poisson a augmenté de 31 pour cent

alors que l'approvisionnement des pêches de capture marine n'a augmenté que de 9 pour cent (FAO, 1999a). Selon certains, cette situation aurait intensifié la pression sur les pêcheurs, et aurait par conséquent renforcé la pression sur de nombreuses pêcheries commerciales, engendrant une surpêche. D'autres soutiennent que la pression a été trop forte pendant une période bien plus longue et que, malgré un accroissement de l'amplitude et de l'intensité des activités de pêche commerciale, la quantité totale de prises de poissons aurait, selon les estimations (contrairement à certaines données officielles – voir la section des indicateurs GEO, PNUE, 2003), décliné d'environ 700 000 tonnes par an depuis la fin des années 80 (Watson et Pauly, 2001). Les initiatives de gestion des prises pour des pêches spécifiques ont été inefficaces pour arrêter cette tendance à la baisse. Alder et Lugten (2002) montrent que le nombre de



Un bateau chilien qui pratique la pêche à la senne coulissante attrape environ 400 tonnes de chincharts du Chili (*Trachurus murphyi*) – Pérou 1997

débarquements en Atlantique Nord a diminué, malgré une pléthore d'accords sur la gestion des stocks.

Que l'évolution des prises et la consommation de farine de poisson par le bétail à l'échelle mondiale soient à la hausse ou à la baisse, le secteur de l'élevage reste manifestement à l'origine d'une part substantielle de ces prises, et a donc une responsabilité considérable dans la surexploitation des ressources marines et dans son effet sur la biodiversité marine.

Erosion de la diversité génétique des animaux d'élevage

Les ressources génétiques des animaux domestiqués ont été développées et sont le résultat des efforts de reproduction et de sélection des éleveurs sur des milliers d'années, dans des environnements allant de la toundra gelée au semi-désert chaud. Plusieurs milliers de races⁶ animales domestiques se sont développées au cours des 12 000 années écoulées depuis la première domestication du bétail, chacune étant adaptée à des conditions environnementales et d'élevage spécifiques et chacune représentant des combinaisons uniques de gènes (Hoffmann et Scherf, 2006). Au total, plus de 6 300 races de bétail domestiquées ont été identifiées.

Cette diversité génétique du bétail est menacée. En 2000, plus de 1 300 races domestiques étaient alors éteintes ou considérées en danger d'extinction. De nombreuses autres n'ont pas été formellement identifiées et pourraient disparaître avant même d'avoir été décrites. L'Europe enregistre le plus haut pourcentage de races éteintes

ou menacées (55 pour cent pour les mammifères et 69 pour cent pour les races aviaires). L'Asie et l'Afrique n'enregistrent respectivement qu'une part de 14 pour cent et de 18 pour cent – cependant, les données pour les pays en développement dans la Liste mondiale de surveillance pour la diversité des animaux domestiques (Scherf, 2000) sont beaucoup moins complètes que celles des pays développés. Sur les 7 616 races enregistrées dans la Banque de données mondiale pour les ressources zoogénétiques, 20 pour cent sont classifiés comme étant à risque (FAO, 2006b). En incluant les races pour lesquelles aucun chiffre sur la population n'a été enregistré, le nombre de races à risque pourrait atteindre 2 255. Ces chiffres représentent une augmentation de 13 pour cent depuis 1993 (FAO, 2000).

Cette érosion de la biodiversité est le résultat de ce qui peut être vu comme une compétition entre les races, le grand nombre de races traditionnelles spécialisées et adaptées à des environnements et cultures spécifiques s'inclinant devant un nombre largement réduit de races commerciales modernes. Au cours du XX^e siècle, la recherche et le développement dans le secteur de l'élevage commercial se sont concentrés sur un très petit nombre de races exotiques, grâce auxquelles des augmentations rapides de la production de viande, de lait ou d'œufs ont été réalisées. Cela a été possible, parce que l'environnement dans lequel ces races évoluent a été radicalement modifié et uniformisé au niveau mondial, les effets défavorables du climat, de la nutrition ou des maladies, si variables d'une zone à l'autre, étant éliminés ou contrôlés. Seules 14 des quelque 30 espèces de mammifères et d'oiseaux domestiqués fournissent maintenant aux êtres humains 90 pour cent de leur approvisionnement en aliments d'origine animale (Hoffmann et Scherf, 2006).

Cette réduction des races dominantes a atteint une ampleur extraordinaire. Les poulets Leghorn sont des exemples de races spécialisées, supérieures pour la production d'œufs, de même que les bovins de race Holstein, qui dominent d'autres races de bovins laitiers en raison d'une production

⁶ Le mot race est souvent entendu en tant que terme culturel plutôt que biologique ou technique. La diversité génétique mesurée au niveau moléculaire ne correspond pas toujours à la diversité phénotypique de la race, parce qu'un long passé d'échange, d'amélioration et de croisement a parfois créé des génotypes similaires avec des phénotypes différents, ou des génotypes différents au sein de phénotypes similaires. On peut trouver environ 50 pour cent de variabilité génétique entre les races mais la part de diversité au sein des races et entre elles varie selon les espèces et les caractéristiques.

de lait élevée (National Research Council, 1993). Plus de 90 pour cent de l'approvisionnement en lait en Amérique proviennent de vaches de race Holstein, tandis que neuf œufs sur 10 proviennent de poules Leghorn blanches. Cette concentration est dictée par des économies d'échelle, qui permettent des gains de productivité en accroissant le volume et l'homogénéité de la production.

Par ailleurs, la base génétique des races traditionnelles et régionales spécialisées diminue du fait d'une réduction des tailles effectives de population, de plus en plus de producteurs se tournant vers des races commerciales et la taille des unités de production augmentant.

Les arguments en faveur de la gestion et de la conservation des ressources génétiques des animaux d'élevage sont les mêmes que pour d'autres types de biodiversité: maintenir des valeurs d'usage et des valeurs passives pour les êtres humains⁷, préserver des composantes importantes de l'héritage culturel ou de paysages typiques, ou préserver des caractéristiques qui peuvent avoir une valeur à l'avenir. Du point de vue de la production, le fonds génétique commun est une source de matériel susceptible de conférer une résistance aux maladies, une meilleure productivité ou d'autres propriétés recherchées par les consommateurs (longueur et qualité de la laine, par exemple). Le fonds génétique commun est également à la base de l'intensification: lorsque l'on utilise des techniques de reproduction traditionnelles (autres que la modification génétique), il est plus rapide et plus économique de développer les animaux d'élevage en important les gènes d'une race extérieure plutôt qu'en opérant une sélection au sein même de la race. Ainsi, la diver-

sité raciale permet des progrès génétiques plus rapides. Des défis imprévisibles pouvant émerger à l'avenir, qu'il s'agisse du changement climatique ou de l'émergence de maladies, il est essentiel de maintenir un réservoir génétique diversifié, afin d'être en mesure de s'adapter à toute modification susceptible de se produire.

Du point de vue environnemental cependant, la conservation et le développement de la diversité peuvent ne pas toujours se révéler exclusivement bénéfique. Le réservoir des ressources génétiques permet potentiellement au bétail de s'adapter à des environnements de production plus exigeants, actuellement trop marginaux, leur permettant alors de coloniser une plus grande variété d'habitats et d'augmenter par conséquent la détérioration du milieu. Il reste à voir si la génétique des animaux d'élevage contribue dans son ensemble à la résilience ou à la dégradation de l'environnement.

5.3.5 Pollution

Au cours des quatre dernières décennies, la pollution est apparue comme un des plus importants facteurs de modification des écosystèmes terrestres, d'eau douce et côtiers. Comme le changement climatique, son impact s'accroît très rapidement, conduisant au déclin de la biodiversité dans les différents biomes (EM, 2005b). Dans l'ensemble, la pollution affecte quelque 12 pour cent des espèces d'oiseaux menacées dans le monde (187 espèces), 29 pour cent des espèces d'amphibiens menacées (529 espèces) et 4 pour cent (28 espèces) des 760 mammifères menacés pour lesquels des données sont disponibles. Le pourcentage beaucoup plus élevé d'amphibiens menacés que d'oiseaux ou de mammifères touchés par la pollution est probablement un reflet du nombre plus élevé d'espèces dépendantes des écosystèmes aquatiques, où la pollution est plus répandue. La pollution affecte directement la mortalité des espèces, ainsi que les effets sublétaux comme la réduction de la fertilité. La pollution peut également avoir d'importants effets indirects, en dégradant les habitats ou en réduisant

⁷ Les valeurs d'usage indiquent la valeur directe tirée des aliments, des fibres ou d'autres produits ou services, ainsi que la valeur indirecte de la contribution aux paysages ou aux écosystèmes. Une autre valeur d'usage est la valeur d'option, qui est la souplesse à faire face à des événements futurs imprévus (comme le changement climatique ou la modification de l'écosystème) ou à des besoins futurs imprévus (comme la résistance à une maladie ou la qualité du produit). La valeur passive (valeur d'existence) est la satisfaction que tirent les individus ou les sociétés de l'existence de la diversité.

l'approvisionnement alimentaire des animaux.

L'écoulement de nutriments (en particulier l'azote et le phosphore) issus des activités agricoles dans les cours d'eau et les océans augmente à l'échelle mondiale. Les sources anthropiques prédominantes de nutriments sont les activités agricoles et industrielles (résidus de fertilisants, déchets issus de l'élevage, eaux usées, effluents industriels et émissions atmosphériques).

Les teneurs excessives en nutriments ont conduit à l'eutrophisation des lacs, des fleuves et des eaux côtières. L'eutrophisation implique un développement accru de phytoplancton et peut favoriser la croissance d'espèces toxiques ou autrement néfastes. La décomposition de l'excès de biomasse du plancton augmente la consommation d'oxygène dissous et cause occasionnellement une diminution périodique ou permanente de l'oxygène, conduisant à une mortalité de masse des poissons et d'autres organismes.

La pollution est potentiellement une des influences humaines les plus dommageables sur les océans, en termes à la fois d'échelle et de conséquences. Des apports excessifs en nutriments peuvent transformer des zones marines en «zones mortes» presque dépourvues de formes de vie animale supérieures. Les nutriments déchargés en grandes quantités dans les eaux côtières favorisent l'épanouissement d'algues planctoniques et benthiques. Le développement du phytoplancton contribue à augmenter la turbidité de l'eau, à réduire la pénétration de la lumière et à nuire aux communautés biologiques pélagiques et benthiques (GESAMP, 2001). Le développement de certaines espèces d'algues produisant des toxines peut être à l'origine d'une accumulation de toxines algales chez les crustacés et les mollusques, à des niveaux pouvant être mortels pour d'autres espèces marines et pour les humains. Les organismes affectés par les toxines algales sont les crustacés et les mollusques et les poissons à nageoires, ainsi que d'autres animaux sauvages comme les oiseaux marins, les loutres de mer, les tortues de mer, les lions de mer, les lamantins, les dauphins et les baleines (Anderson *et al.*, 1993). D'autres

effets néfastes sur le fonctionnement des écosystèmes ont été présentés dans la section 4.3.1.

Les récifs coralliens et les prairies sous-marines sont particulièrement vulnérables face aux dommages causés par l'eutrophisation et la charge en nutriments. L'eutrophisation peut également modifier la dynamique de ces écosystèmes marins et causer une perte de biodiversité, notamment des changements dans la structure écologique des communautés aussi bien planctoniques que benthiques, dont certains peuvent être néfastes pour la pêche (National Research Council, 2000b).

Il a été montré que les pluies acides réduisent la diversité des espèces dans les lacs et les cours d'eau. Il n'a pas encore été montré qu'il s'agissait d'un problème significatif dans les eaux douces tropicales, qui contiennent une part importante de la diversité mondiale des espèces dulcioles (Centre mondial de surveillance de la conservation, 1998) – peut-être parce que l'industrie est actuellement moins développée dans les tropiques. Cependant, selon le lieu où les précipitations se produisent, l'acidification de l'eau douce peut affecter la biodiversité des espèces et des sous-espèces. Les effets sur la faune dulcicole peuvent être catastrophiques. Pour la Suède seule, plus de 6 000 lacs ont été traités à la chaux pour préserver les populations de poissons (Harvey, 2001).

Comme pour l'impact du changement climatique, on estime que la contribution de l'élevage à la perte de biodiversité mondiale due à la pollution est proportionnelle à sa contribution à la pollution de l'eau: présentée dans le Chapitre 4. Il a été montré que le secteur de la production animale joue un rôle majeur dans le processus de pollution à travers l'érosion et la charge en pesticides, antibiotiques, métaux lourds et contaminants biologiques. L'effet de la pollution des sols sur la biodiversité n'est pas inclus dans la discussion suivante dans la mesure où l'on ne dispose pas d'informations suffisantes quant à l'étendue de la pollution, de la biodiversité et de la perte en biodiversité des sols. Il est toutefois prudent de supposer que la pollution induite

par le bétail est substantielle en de nombreux endroits, et que les sols constituent un des habitats les plus divers de la planète. Ils contiennent certains des assemblages les plus variés d'organismes vivants. Nulle part ailleurs dans la nature, les espèces sont aussi densément concentrées que dans les communautés des sols: un seul gramme de sol peut contenir des millions d'individus et plusieurs milliers d'espèces de bactéries⁸.

Toxicité directe des résidus et déchets liés à l'élevage

La pollution peut agir directement sur les organismes, fondamentalement en les empoisonnant, ou indirectement, en endommageant leurs habitats. La pollution issue des activités liées à l'élevage ne fait pas exception.

Selon l'IUCN, le cas des vautours pourrait être l'exemple récent le plus dramatique illustrant les effets potentiellement dévastateurs sur les espèces sauvages de la toxicité directe de la pollution liée à l'élevage. En Asie du Sud, les vautours du genre *Gyps* ont disparu à plus de 95 pour cent ces dernières années en raison des effets toxiques du diclofénac, un médicament vétérinaire ingéré par les oiseaux se nourrissant de carcasses de bétail traité avec ce médicament. Le diclofénac, largement utilisé par la médecine humaine dans le monde, a été introduit sur le marché vétérinaire du sous-continent indien au début des années 90 (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004).

Des résidus de médicaments utilisés pour la production animale, notamment des antibiotiques et des hormones, ont également été identifiés dans divers environnements aquatiques (section 4.3.1). Les faibles concentrations de produits antimicrobiens exercent une pression sélective en eau douce, permettant aux bacté-

ries de développer une résistance aux antibiotiques. Comme cela confère un avantage évolutif, les gènes concernés se répandent facilement dans les écosystèmes bactériens.

Dans le cas des hormones, la préoccupation environnementale se rapporte à leurs effets potentiels sur les cultures et les possibles troubles endocriniens chez l'homme et la faune sauvage (Miller, 2001). Les hormones utilisées, comme le stéroïde acétate de trenbolone, peuvent perdurer dans les tas de fumier pendant plus de 270 jours, ce qui implique que l'eau puisse être contaminée par des agents hormonalement actifs du fait des écoulements. Le lien entre l'utilisation d'hormones pour le bétail et l'impact environnemental qui en résulte n'est pas facilement démontré. Toutefois, cela expliquerait que la faune sauvage présente des troubles de croissance, neurologiques et endocriniens, même après l'interdiction de pesticides œstrogéniques connus. Cette supposition est appuyée par le nombre toujours croissant de cas de changements de sexe signalés chez les poissons, les incidences accrues de cancers mammaires et testiculaires chez les mammifères et les altérations des voies génitales mâles (Soto *et al.*, 2004).

D'autres polluants liés au secteur de l'élevage, présentés dans la section 4.3, affectent aussi directement la biodiversité. Les agents pathogènes bactériens et vitaux d'origine hydrique touchent les espèces de faune sauvage. De même, les parasitoses du bétail sont transmises à ces dernières à travers l'eau. Les produits chimiques tels que le chrome et les sulfures issus des tanneries frappent la vie aquatique localement, tandis que les pesticides ont des effets écotoxicologiques pour la flore et la faune aquatiques sur une échelle beaucoup plus grande. Bien que de nombreux pesticides se dissipent rapidement par le biais de la minéralisation, certains sont très résistants et ont un impact sur la santé des animaux et plantes sauvages. Ils causent des cancers et des lésions, perturbent les systèmes immunitaires et endocriniens, modifient les comportements reproductifs et ont des effets

⁸ Se référer au portail de la FAO sur la biodiversité des sols à l'adresse <http://www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/fao.stm>.

tératogènes (c'est-à-dire qu'ils engendrent des malformations chez l'embryon ou le fœtus)⁹. Concernant l'utilisation de pesticides, Relyea (2004) a testé l'impact de quatre pesticides communément utilisés dans le monde sur la biodiversité des communautés aquatiques: de nombreuses espèces ont été éliminées et l'équilibre écologique a été gravement perturbé.

Pollution des habitats par les activités liées à l'élevage

Le fumier et les fertilisants minéraux utilisés dans la production d'aliments entraînent des surcharges en nutriments dans les sols, ainsi qu'une pollution des sources ponctuelles et non ponctuelles d'eau douce. L'eutrophisation indirecte par l'ammoniac volatilisé est également importante. Au-delà des conséquences locales sur l'eau douce et les habitats des sols, les effets peuvent atteindre les récifs coralliens. Les émissions d'oxydes de soufre et d'azote (SO_2 , NO_x) issues des activités d'élevage industriel peuvent également contribuer aux pluies acides.

Il est difficile d'évaluer les effets de ces formes de pollution sur la biodiversité. Tout d'abord, la pollution des sources ponctuelles dépendra de la localisation des activités d'élevage industriel. La plupart de ces dernières (porcs, volaille et lait) se situent actuellement dans des zones périurbaines ou des lieux bien approvisionnés en aliments du bétail, où la biodiversité est généralement faible par rapport aux zones sauvages. Ensuite, la difficulté d'évaluation tient aux sources non ponctuelles, car les déchets et le ruissellement issus des prairies et des unités de production animale et déversés dans les principaux courants sont mélangés avec les polluants d'autres sources non ponctuelles. Ainsi, leurs effets sur la biodiversité ne peuvent souvent pas être dissociés d'autres formes de pollution et de sédimentation.

L'eutrophisation des eaux de surface détériore les terres et les écosystèmes côtiers fragiles, et

alimente les proliférations d'algues qui utilisent tout l'oxygène de l'eau, tuant les poissons et autres formes de vie aquatiques (voir la section 4.3.1 pour d'autres effets néfastes). La contribution du secteur de l'élevage à l'impact croissant de l'eutrophisation sur la biodiversité (EM, 2005b) varie fortement dans le monde, mais l'importance de l'utilisation de fertilisants pour la production d'aliments du bétail (section 3.2.1) et la concentration des unités industrielles de production animale (section 2.4) peuvent constituer de bons indicateurs de l'importance du secteur. Sur la base du cas des Etats-Unis d'Amérique, analysé dans la section 4.3.3, il est fort possible par exemple que le secteur de l'élevage, moteur de la production d'aliments du bétail, ait une responsabilité majeure dans l'aggravation du phénomène d'hypoxie (niveaux d'oxygène très bas) observé dans le nord du Golfe du Mexique (encadré 5.6).

Habitats côtiers menacés en Asie de l'Est et du Sud-Est

Nulle part l'augmentation rapide de l'élevage et son impact sur l'environnement n'ont été aussi évidents qu'en Asie de l'Est et du Sud-Est. Au cours des années 90, la production porcine et avicole a presque doublé en Chine, en Thaïlande et au Viet Nam. En 2001, ces trois pays représentaient à eux seuls plus de la moitié des porcs et un tiers des poulets du monde entier. De manière non surprenante, ces mêmes trois pays ont également connu des augmentations rapides de pollution, associées à des concentrations d'unités d'élevage intensif. Les activités porcines et avicoles concentrées sur les zones côtières de la Chine, du Viet Nam et de la Thaïlande sont une source majeure de pollution de la mer de Chine méridionale par les nutriments (FAO, 2004e). Le long de la plus grande partie de cette côte densément peuplée, la densité porcine excède les 100 animaux par kilomètre carré et les terres agricoles sont surchargées de surplus considérables en nutriments.

La pollution par les nutriments d'origine tellurique a entraîné des proliférations d'algues dans

⁹ Se reporter également au Chapitre 4.

Encadré 5.6 Hypoxie dans le Golfe du Mexique¹

Le système du fleuve Mississippi et du nord du Golfe du Mexique est un exemple capital de la tendance mondiale à l'augmentation des nutriments transportés par les cours d'eau et de la diminution subséquente de la qualité des eaux côtières.

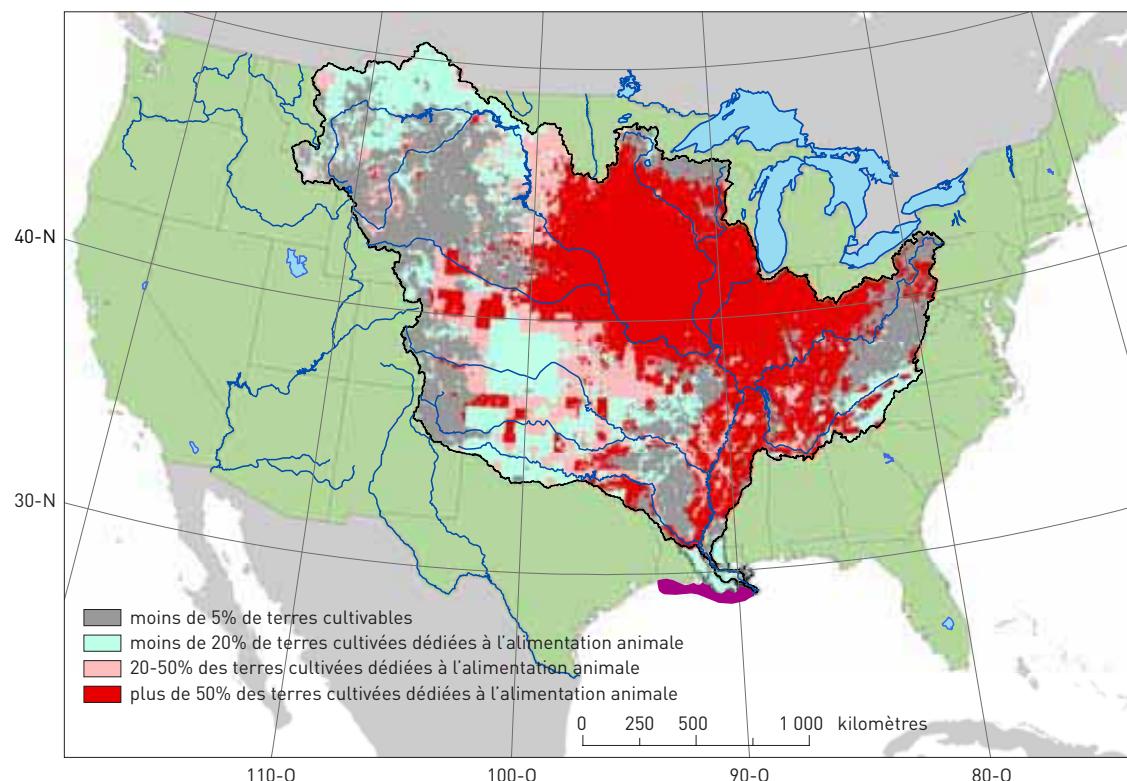
Le système du Mississippi draine 41 pour cent des Etats-Unis d'Amérique voisins dans le Golfe du Mexique. Il compte parmi les 10 premiers fleuves du monde en termes de longueur, débit d'eau douce et sédimentation (voir carte 5.2).

¹ Hypoxie: concentration réduite d'oxygène dissout dans un plan d'eau conduisant au stress et à la mort des organismes aquatiques.

La zone hypoxique estivale d'eau de fond dans le Golfe du Mexique s'est développée pour atteindre sa taille actuelle, seconde en surface juste après la zone hypoxique des bassins baltiques (approximativement 70 000 km²). En plein été 2001, la zone d'eau de fond du Golfe couverte par l'hypoxie a atteint 20 700 km² (Rabalais, Turner et Scavia, 2002). Sur cette zone, le niveau d'oxygène est tombé à moins de 2 mg par litre, niveau auquel il n'est plus possible de trouver des crevettes et des poissons benthiques. L'hypoxie se produit habituellement seulement au fond près des sédiments, mais peut tout à fait remonter dans la colonne d'eau.

Selon la profondeur de l'eau et la localisation de la pycnocline (zone de modification rapide de la

Carte 5.2 Production d'aliments du bétail dans le bassin de drainage du fleuve Mississippi et localisation générale de la zone hypoxique en plein été 1999



Note: voir Annexe 3.4.

Source: adapté de Rabalais, Turner et Scavia (2002).

Encadré 5.6 (suite)

densité verticale), l'hypoxie affecte généralement 20 à 50 pour cent de la colonne d'eau.

Selon certains auteurs (Rabalais *et al.*, 2002) l'hypoxie pourrait avoir existé à un certain niveau avant la période 1940-1950; de toute évidence, le phénomène s'est intensifié depuis. Ainsi, le *Quinqueloculina sp.* (un foraminifère intolérant à l'hypoxie) était un membre bien visible de la faune de l'an 1700 à l'an 1900, ce qui indique que le niveau d'oxygène n'était pas un problème à l'époque. Les analyses de carottes de sédiment mettent aussi en évidence l'augmentation de l'eutrophisation et la sédimentation de matière organique dans les eaux de fond depuis les années 50.

Lorsque les eaux polluées atteignent l'océan, une grande part de l'azote aura déjà été dénitrifié dans la «cascade de l'azote». Cependant, Rabalais et ses collègues présentent des preuves incontestables du lien étroit existant entre les niveaux de nutriments apportés par le fleuve (azote) et ceux de la production primaire, de la production nette, du flux vertical du carbone et de l'hypoxie de l'océan.

L'analyse effectuée dans la section 4.3.3 suggère que, aux Etats-Unis d'Amérique, le secteur de l'éle-

vage est le principal responsable de la pollution de l'eau par l'azote. De plus, le bassin de drainage du Mississippi englobe presque toute la production alimentaire et l'élevage industriel du pays.

A la lumière de ces éléments, le secteur de l'élevage pourrait bien être en premier à l'origine d'une aggravation de l'hypoxie dans le nord du Golfe du Mexique. Cela est confirmé par Donner (2006), qui montre qu'un changement de régime alimentaire aux Etats-Unis d'Amérique, délaissant le bœuf nourri aux céréales au profit du végétarisme, pourrait réduire de plus de 50 pour cent les exigences globales en terres et en fertilisants des cultures du bassin du Mississippi, sans pour autant modifier la production totale de protéines destinées à l'alimentation humaine. Cette modification ramènerait la quantité exportée de nitrate-azote par le fleuve Mississippi à des niveaux équivalents à ceux du temps où la «zone morte» était limitée ou absente.

Source: Rabalais *et al.* (2002).

la mer de Chine méridionale, dont un épisode en 1998 qui a tué plus de 80 pour cent des poissons sur 100 km² le long de la côte de la région administrative spéciale de Hong-Kong et de la Chine du Sud. Ces modifications affectent les habitats de nombreuses formes de vie, puisque la mer de Chine méridionale abrite des populations substantielles de poissons, d'invertébrés, de mammifères et d'oiseaux marins. Les conséquences pour la biodiversité régionale peuvent être vastes. Ainsi, depuis 2002, des quantités croissantes de méduses géantes atteignent la côte japonaise tout le long de l'année et entravent gravement les campagnes de pêche. Ces espèces sont originaires de la mer de Chine méridionale, où elles prolifèrent en raison d'une disponibilité crois-

sante en zooplancton, issu de l'eutrophisation induite par la pollution d'origine tellurique et de la diminution des stocks de poisson.

L'impact de la pollution des eaux de mer et des sédiments sur les côtes, dans une des zones d'eau marine peu profonde contenant la plus grande diversité biologique au monde, les mers d'Asie de l'Est, va bien au-delà des proliférations d'algues et de leurs conséquences sur la chaîne alimentaire. Les fragiles habitats marins côtiers sont menacés, notamment les récifs coralliens et les herbes marines, qui sont d'irremplaçables réservoirs de biodiversité; le dernier refuge pour de nombreuses espèces en voie de disparition. Les zones côtières menacées de la mer de Chine méridionale, par exemple, ont été l'habitat de

45 des 51 espèces de mangrove du monde, de presque toutes les espèces de corail connues et de 20 des 50 herbes marines connues. De plus, cette zone est le centre mondial de diversité des coraux hermatypiques, avec plus de 80 genres répertoriés, dont quatre semblent endémiques à la région; il existe un nombre record d'espèces de mollusques et de crevettes. Elle contient également une grande diversité de homards, avec le second endémisme le plus élevé (Centre mondial de surveillance de la conservation, 1998). L'Asie du Sud-Est contient un quart des récifs cartographiés du monde, dont plus de 80 pour cent sont en danger et plus de la moitié (56 pour cent) sont en grand danger. Les menaces les plus significatives sont la surpêche, les pratiques halieutiques destructives, la sédimentation et la pollution associée au développement côtier (Bryant *et al.*, 1998). La pollution d'origine tellurique (industrialisation, urbanisation, eaux usées et agriculture) constitue une pression croissante sur les écosystèmes des barrières de corail.

La pollution entraîne également la modification de l'habitat dans les systèmes d'eau douce. Bien que l'eutrophisation ait localement un impact spectaculaire, les sédiments issus de l'érosion des sols, une pollution de source non ponctuelle due au secteur de l'élevage ainsi qu'à l'agriculture en général, sont considérés comme étant une menace plus importante. La section 4.3.3 aborde les multiples manières par lesquelles l'érosion des sols a un impact sur les habitats hors sites. Des taux accrus de sédiments dans les habitats estuariens et côtiers ont été observés (East Bay Municipal Utility District, 2001). Des études sur le terrain se sont intéressées aux conséquences de la sédimentation terrestre, des sédiments d'origine hydrique et des modifications des habitats à long terme. Elles indiquent (comme l'impact dans les écosystèmes d'eau douce) que des taux accrus de charge en sédiments nuisent à la biodiversité et à la valeur écologique des écosystèmes estuariens et côtiers.

5.4 Résumé des impacts du bétail sur la biodiversité

Nous avons tenté de présenter un éventail complet des impacts les plus importants et répandus de l'élevage sur la biodiversité. Manifestement, l'influence de ce secteur est très étendue: non seulement il érode la biodiversité par un large éventail de processus distincts, mais sa contribution à chacun de ces processus prend aussi des formes multiples (voir par exemple la section 5.3.3). L'ombre portée semble encore plus vaste si l'on considère que les importantes pertes des écosystèmes remontent à plusieurs siècles, avec des impacts se produisant encore aujourd'hui.

Il est actuellement difficile de quantifier précisément la perte de biodiversité induite par l'élevage. Les pertes sont le résultat d'un réseau complexe de changements, intervenant à différents niveaux, dont chacun est affecté par des agents multiples. Cette complexité est encore aggravée par la prise en compte de la dimension temporelle. En Europe, par exemple, des pratiques telles que le pâturage extensif, responsables d'une grande partie de la fragmentation historique des habitats sur le continent, sont maintenant vues comme des moyens de conserver l'hétérogénéité, très valorisée, des paysages (et des tapis végétaux) d'aujourd'hui. De manière similaire, en Afrique, bien que les éleveurs nomades aient été dans le passé responsables de la perte de faune sauvage en poursuivant les prédateurs, le pastoralisme est souvent utilisé comme un moyen de préserver la mobilité absolument nécessaire de la faune sauvage restante.

Toutefois, nous avons tenté dans ce chapitre de donner une idée de la part de responsabilité revenant au secteur de l'élevage pour différents types de pertes et de menaces. En général, nos estimations se sont appuyées sur les calculs effectués dans les chapitres précédents, notamment pour ce qui est de la part d'émissions de gaz à effet de serre, d'érosion des sols ou de charge de pollution de l'eau attribuable à la production animale.

Les processus peuvent également être classés d'une manière plus qualitative, selon leur

étendue et leur gravité relatives. Le tableau 5.3 présente un classement de ce type, basé sur les connaissances et expertises de l'initiative LEAD et sur l'analyse approfondie des résultats de recherche présentés dans ce rapport. Les grandes différences d'impact entre les pertes liées au pâturage extensif et celles liées à l'élevage intensif sont établies. La perte cumulée globale issue des systèmes extensifs à ce jour est bien plus élevée que celle induite par les systèmes intensifs. Cette contribution s'explique en partie par les besoins en terres beaucoup plus grands des systèmes extensifs, et en partie par le fait que les systèmes intensifs ne sont apparus que depuis quelques décennies. Les différences entre les tendances futures (flèches dans le tableau 5.3) montrent que pour un certain nombre de processus, les pertes induites par les systèmes intensifs augmentent rapidement et pourraient bien dépasser celles attribuables aux systèmes extensifs. Certains processus sont exclusivement liés aux systèmes extensifs (comme la désertification), d'autres aux systèmes intensifs (comme la surpêche). Par le passé, les pertes les plus spectaculaires ont été causées par le pâturage extensif, sous la forme de la fragmentation forestière/déforestation et d'invasions végétales, et par les systèmes intensifs, sous la forme de la pollution des habitats.

La conversion de la forêt en prairie continue d'être un processus important de perte de biodiversité en Amérique latine, mais cette situation est assez atypique. Au niveau mondial, comme le décrit la section 2.1.3, les besoins en terres de l'élevage risquent de bientôt atteindre un sommet puis de décroître. Les terres plus marginales se reconvertisront en habitat (semi) naturel, et à partir de là, dans certaines conditions, cela pourra conduire au rétablissement de la biodiversité.

Indications sur l'impact mondial de l'élevage et sa répartition

Les organismes internationaux œuvrant pour la conservation de la biodiversité ont récolté de très nombreuses données sur le statut mondial de la

biodiversité au cours des dernières décennies. Les données issues d'institutions telles que le WWF ou l'IUCN contiennent des informations sur la nature des menaces actuelles pour la biodiversité (Baillie, Hilton-Taylor et Stuart, 2004). Si elles ne couvrent pas tout l'éventail des processus relatifs à l'élevage, ces collectes de données fournissent cependant des preuves claires que le secteur de l'élevage joue un rôle très important dans l'érosion de la biodiversité.

Une analyse effectuée pour le présent rapport dans 825 écorégions terrestres identifiées par le WWF montre que, pour 306 d'entre elles, l'élevage représente l'une des menaces actuelles – même si la pollution issue du secteur n'est pas prise en considération et que des segments importants de la chaîne alimentaire de production animale sont ignorés. Les écorégions menacées par le secteur de l'élevage se retrouvent à travers tous les biomes et les huit champs biogéographiques (voir carte 29, Annexe 1).

L'effet de l'élevage sur les zones sensibles de la biodiversité peut être un indicateur des lieux où la production animale a l'impact le plus important sur cette dernière. Conservation International a identifié 35 zones sensibles dans le monde, qui se caractérisent à la fois par des niveaux exceptionnels d'endémisme végétal et par des niveaux sérieux de perte d'habitat¹⁰. Il est rapporté que 23 de ces 35 zones sensibles sont affectées par la production animale (voir carte 30, Annexe 1). Les causes signalées sont liées à la modification de l'habitat et associées aux mécanismes du changement climatique, à la surexploitation et aux espèces exotiques envahissantes. Les principales menaces signalées sont: la conversion des terres naturelles en prairies (y compris la déforestation),

¹⁰L'approche fondée sur les zones sensibles vise à identifier les lieux où la biodiversité la plus menacée nécessite l'action la plus urgente. Pour être qualifiée de zone sensible, une région doit satisfaire deux critères stricts: elle doit contenir au moins 1 500 espèces de plantes vasculaires (plus de 0,5 pour cent du total mondial) endémiques et elle doit avoir perdu au moins 70 pour cent de son habitat original.

la plantation de soja pour l'alimentation animale, l'introduction de plantes fourragères exotiques, la technique du brûlis dans la gestion des prairies, le surpâturage, et la persécution des prédateurs du bétail et des animaux sauvages. Le rôle du secteur de l'élevage dans les impacts aquatiques (pollution et pêche excessive) n'est pas distingué.

Une analyse, faite pour les besoins du présent rapport, de la Liste rouge des espèces menacées de l'IUCN, la source d'information la plus officielle du monde sur les risques d'extinction, indique que les 10 pour cent des espèces mondiales soumises à un certain degré de menace souffrent d'une perte de leur habitat due à la production animale. Le secteur de l'élevage semble avoir plus d'impacts sur les espèces terrestres que sur les espèces d'eau douce et marines, car les effets importants que sont la perte et la dégradation des habitats sont plus significatifs sur terre.

5.5 Options d'atténuation en faveur de la conservation de la biodiversité

Les approches classiques de la conservation – comme la tentative de préserver des habitats intacts au sein des parcs nationaux et d'autres zones protégées et de développer des corridors entre elles – seront toujours nécessaires et aideront à réduire les pressions sur la biodiversité. Mais au vu de la gravité et de la variété des menaces actuelles sur la biodiversité, des efforts sont également nécessaires pour réduire les nombreuses autres pressions sur la faune sauvage. Ces pressions sont en grande partie engendrées par le secteur de l'élevage, dont les impacts sont très variés et se produisent pour beaucoup, si ce n'est la plupart, dans des environnements déjà perturbés.

Les précédents chapitres ont décrit des options techniques pour certaines des menaces spécifiques ayant un impact sur la biodiversité. Pour ce qui est de la faune sauvage, il convient de se concentrer sur l'atténuation des menaces qui ont actuellement l'impact le plus grand

ou qui devraient prendre de l'importance dans un avenir proche. Le tableau 5.3 de la section précédente donne une idée des processus et des systèmes d'élevage devant requérir le plus d'attention. Les exemples les plus frappants sont l'impact de l'intensification de l'utilisation des terres et la pollution des habitats induites par les environnements de production intensive; la désertification dans les zones de pâturage extensif; et la fragmentation forestière liée à l'élevage tant extensif qu'intensif.

Essentiellement, l'atténuation de l'impact consistera en partie à réduire les pressions, et en partie à mieux gérer l'interaction avec les ressources naturelles, qu'il s'agisse de pêches, de faune sauvage, de végétation, de terres ou d'eau. L'amélioration de cette gestion est plus une question politique et réglementaire qu'une question de renforcement institutionnel et de recherche. La consolidation d'un réseau de zones protégées efficaces est évidemment un début. Cet aspect de la politique de conservation de la biodiversité est traité dans le Chapitre 6. Des options techniques sont encore disponibles pour un certain nombre de menaces. Elles sont présentées ici sans discuter des conditions politiques requises pour qu'elles soient adoptées avec succès.

Dans une large mesure, la perte de biodiversité est la conséquence des processus de dégradation environnementale analysés dans les chapitres précédents. De nombreuses options, mises en lumière dans les sections sur l'atténuation précédentes, s'appliquent également ici, notamment celles relatives à la déforestation (également une question d'atténuation des émissions de CO₂, section 3.5.1), au changement climatique (section 3.5), à la désertification (réhabilitation des sols cultivés et des prairies, section 3.5.1; gestion de l'eau, des troupeaux et des systèmes de pâturages, section 4.6), et à la pollution (gestion des déchets et pollution de l'air, sections 3.5.3; 3.5.4 et 4.6.2).

Un certain nombre d'options techniques pourraient amoindrir l'impact de la production animale intensive. Concernant les cultures ali-

Tableau 5.3

Classement selon les experts des menaces sur la biodiversité liées à l'élevage et résultant de différents mécanismes et divers types de systèmes d'élevage

Mécanisme de la perte de biodiversité induite par l'élevage	Type de système d'élevage		Niveau de biodiversité affecté		
	Elevage extensif	Elevage intensif	Intra-espèces	Inter-espèces	Ecosystème
Fragmentation forestière	↗	↑	●	●	●
Intensification de l'utilisation des terres	↗	↑		●	
Désertification	→			●	
Transition forestière (reconversion d'anciens pâturages)	↗			●	●
Changement climatique	↗	↑	●	●	●
Invasions par le bétail	↘			●	
Invasions végétales	↘	→	●		●
Rivalité avec la faune et la flore sauvages	↘	↑		●	
Surpêche		↗	●		
Erosion de la diversité du bétail		↑	●		
Toxicité		↑	●		
Pollution de l'habitat	→	↑		●	●

Légende: Niveau relatif et type de menace pour la biodiversité résultant des différents mécanismes. Les adjectifs «extensif» et «intensif» se rapportent à l'importance des contributions des deux extrêmes du continuum des systèmes de production animale. L'ombre rouge indique le niveau de l'impact par le passé.

■ très fort

■ fort

■ modéré

■ faible

blanc: pas d'effet

Les flèches indiquent la direction des tendances actuelles

↖ décroissante

→ stable

↗ croissante

↑ en croissance rapide

mentaires et la gestion intensive des prairies, l'agriculture raisonnée¹¹ apporte une réponse technologique en réduisant les pertes de pesti-

¹¹L'agriculture raisonnée est un système de techniques agricoles développé en France en 1993 par le Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement (FARRE). Il s'agit d'une tentative de réconciliation des méthodes agricoles avec les principes de développement durable, consistant à trouver un équilibre, selon les termes du FARRE, entre «la production alimentaire, la rentabilité, la sécurité, le bien-être animal, la responsabilité sociale et le souci de l'environnement».

cides et d engrais. L'agriculture de conservation (voir également la section 3.5.1) pourrait restaurer d importants habitats des sols et réduire la dégradation. La combinaison de ces améliorations locales avec la restauration ou la conservation d'une infrastructure écologique au niveau des paysages (Sanderson *et al.*, 2003; Tabarelli et Gascon, 2005) et l'adoption de bonnes pratiques agricoles (mesures sanitaires, gestion correcte des parcelles plantées évitant les polluants, etc.)

Encadré 5.7 L'élevage pour la sauvegarde de la faune sauvage

Le gibier a toujours été et reste encore une source de protéines importante et peu coûteuse dans la société africaine. La pression de la chasse sur la faune sauvage a considérablement augmenté au cours des dernières décennies pour les raisons suivantes:

- La croissance de la population autour des forêts et des parcs nationaux a augmenté la demande locale en viande bon marché et facilement disponible.
 - Le développement de l'industrie du bois a ouvert de nombreuses zones forestières aux colons dans des zones où d'autres sources alimentaires peuvent être moins accessibles. Les colons et les travailleurs de l'industrie du bois peuvent exercer localement une pression significative sur les populations de faune sauvage par la chasse.
 - Les techniques de chasse se sont considérablement améliorées au cours du XX^e siècle, avec une large diffusion d'armes à feu et l'utilisation de poisons.
 - La croissance des centres urbains crée une demande toujours plus grande en viande au fur et à mesure que les niveaux de vie s'améliorent.
- Ce dernier point a considérablement modifié

les forces motrices de la chasse et le braconnage de la faune sauvage. La demande urbaine évolue rapidement, commençant par une demande en protéines bon marché qui vise à assurer la sécurité alimentaire, puis ajoutant une demande en viandes rares de la part de classes aisées qui paient des prix élevés. Le secteur de la viande de gibier, bien qu'initialement commandé par les besoins de subsistance d'acteurs locaux, est de plus en plus tributaire de cette logique économique (Fargeot, 2004; Castel, 2004; Binot, Castel et Caron, 2006).

Avec la récente crise zoonotique (Ebola, SRAS), les consommateurs locaux ont modifié leur perception de la viande de gibier. Des études récentes montrent que celle-ci n'est plus l'aliment de préférence pour diverses communautés locales et communautés temporaires vivant à la périphérie des forêts (main-d'œuvre recrutée par les sociétés d'abattage). Toutefois, eu égard au développement généralement limité des transports et de la commercialisation dans le secteur de l'élevage en Afrique tropicale, la disponibilité des viandes traditionnelles est souvent trop faible – en particulier dans les zones où la faune sauvage est en danger.

Dans un tel contexte, le secteur de l'élevage

pourraient offrir un bon moyen de réconcilier la conservation du fonctionnement des écosystèmes et l'expansion de la production agricole.

Les améliorations des systèmes d'élevage extensifs peuvent contribuer à la conservation de la biodiversité. Il existe des options, testées avec succès (voir les sections 3.5.1 et 4.6.3), pour restaurer une partie des habitats perdus en raison de l'expansion de pâturages mal gérés. Dans certains contextes (comme en Europe), le pâturage extensif peut fournir un outil pour maintenir un niveau d'hétérogénéité des paysages, menacé mais écologiquement précieux. De telles options sont communément groupées sous le dénominateur commun de «systèmes sylvopastoraux» (y compris la gestion des prairies). Mosquera-

Losada et ses coauteurs (2004) présentent un large éventail de ce type d'options et évaluent leur effet sur la biodiversité.

Ces catégories d'options ont toutes une très grande importance puisqu'elles s'appliquent à des menaces répandues. De nombreuses autres existent, traitant souvent de menaces d'une nature plus régionale. L'encadré 5.7 présente un exemple de situation où le développement de l'élevage intensif d'espèces de gibier pourrait contribuer à la conservation de la faune sauvage restante.

Il est également important de prendre en considération un principe plus général. L'intensification de l'utilisation des terres a été présentée jusqu'à présent dans cette section comme une

Encadré 5.7 (suite)

pourrait aider à réduire la pression de la chasse sur la faune sauvage, en développant une production de viande et une capacité de commercialisation suffisantes pour garantir localement la sécurité et la sûreté alimentaires, dans des zones où la consommation de viande de gibier menace la faune sauvage. Le développement d'une pro-



© S. PESSEAT

*Aulacode adulte (*Thryonomys swinderianus*) – Gabon 2003*

duction animale industrielle pourrait fournir aux populations une viande à un prix moins élevé, mais ce développement est entravé par le manque d'infrastructures. Une planification soigneuse du développement de ces dernières (réseau de transport, chaîne du froid, etc.), visant à transporter les produits jusqu'au consommateur ou les moyens de production (vaccins) requis par les unités d'élevage, pourrait permettre à l'élevage de contribuer à la préservation de la faune sauvage.

Les systèmes d'élevage non traditionnels, de certaines espèces de faune sauvage offrent également des alternatives pour réduire la pression de la chasse sur celle-ci. L'élevage à la ferme de l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) peut être intensifié, et peut alimenter les centres urbains en viande de gibier. Dans les zones rurales, l'«élevage de gibier» peut fournir un approvisionnement régulier en viande aux communautés, régulant le prix du marché de la viande de gibier et réduisant de facto la pression du braconnage sur la faune sauvage.

Sources: Houben, Edderai et Nzego (2004); Le Bel *et al.* (2004).

menace pour la biodiversité parce qu'elle est souvent synonyme d'un processus non contrôlé, obéissant au principe de rentabilité et prenant insuffisamment en considération les effets écologiques associés, ce qui conduit à la perte de diversité des écosystèmes agricoles. Cependant,

eu égard à la croissance du secteur de l'élevage au niveau mondial, l'intensification constitue également une voie technologique importante, qui permet une réduction de la pression sur les terres et les habitats naturels, réduisant également le risque d'invasion végétale.