

02





L'élevage en transition géographique

Ce chapitre est consacré aux changements d'utilisation des terres¹ par l'élevage ainsi qu'à certains de leurs impacts sur l'environnement². La gestion des terres a un impact direct

¹ En accord avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement – PNUE – (2002), nous désignons par le terme terre le système bioproduitif terrestre qui comprend les sols et la végétation, dont les cultures et autres biotes, ainsi que les processus écologiques et hydrauliques qui opèrent au sein du système.

² Les changements d'utilisation des terres comprennent les modifications d'occupation et les nouvelles méthodes de gestion de ces dernières. La gestion des terres agricoles englobe toutes les techniques d'utilisation des terres, de l'eau et des sols que l'homme applique pour la production agricole dans le but d'atteindre un objectif précis, l'usage de pesticides, d'engrais minéraux, de l'irrigation et de machines (Verburg, Chen et Veld Kamp, 2000).

sur leurs conditions biophysiques, notamment sur les sols, l'eau, la faune et la flore.

L'utilisation des terres a une dimension à la fois spatiale et temporelle. Elle est motivée par de nombreux facteurs: certains sont endogènes et relèvent du territoire (notamment les caractéristiques biophysiques), d'autres dépendent des individus ou des sociétés qui font usage de ces terres (notamment, leur capital disponible et leurs connaissances techniques); enfin, d'autres dépendent du cadre institutionnel et économique dans lequel opèrent les utilisateurs des terres (en particulier les politiques nationales, les marchés, les services).

L'accès aux terres et à leurs ressources est un problème de plus en plus préoccupant qui crée

des situations de concurrence entre individus, groupes sociaux et nations. L'accès aux terres a engendré des hostilités et des guerres tout au long de l'histoire et les conflits liés aux ressources ne cessent d'augmenter dans certaines régions. Ainsi, l'accès aux ressources renouvelables – dont les terres – est l'un des principaux problèmes environnementaux conduisant à des conflits armés (Westing, Fox et Renner, 2001). Les motivations peuvent être dues à la faible quantité de terres disponibles (en raison d'un appauvrissement ou d'une dégradation) ou à leur distribution inégale, ou bien à une combinaison de ces deux facteurs. L'augmentation des prix des terres reflète la concurrence de plus en plus vive dont elles font l'objet (MAFF, 1999).

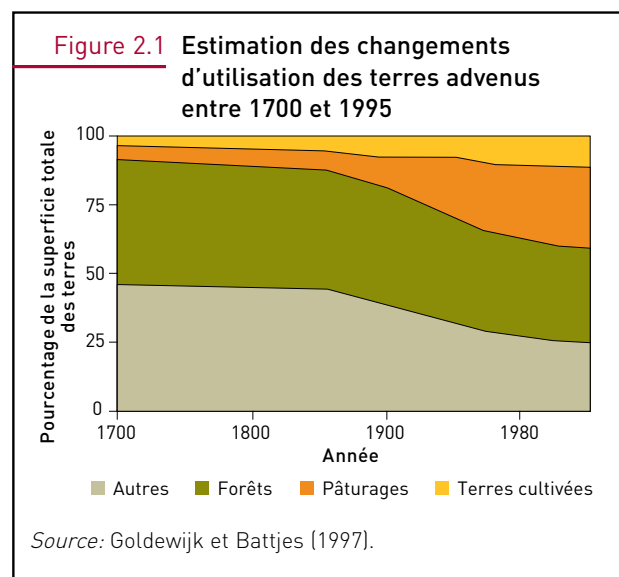
Dans ce chapitre, nous porterons un premier regard sur les tendances générales de l'utilisation des terres et sur les forces qui la motivent puis nous introduirons la notion d'«élevage en transition» comme concept central pour comprendre les interactions élevage-environnement. Nous nous pencherons ensuite sur la distribution de la demande en denrées d'origine animale, en fonction des populations et des revenus. Puis nous aborderons la distribution géographique des ressources naturelles de base pour l'élevage, en particulier celle des ressources alimentaires du bétail. Cela comprend non seulement les terres de pâturage mais aussi les terres arables, surtout dans les zones où les surplus de récolte sont utilisés pour l'alimentation animale. Les ressources nécessaires à l'élevage et la demande en produits d'origine animale s'équilibrent grâce à des systèmes de production animale aptes à interagir, tant du côté des ressources que du côté de la demande. Nous étudierons la façon dont la géographie des systèmes d'élevage évolue et la manière dont le transport des denrées et des produits d'origine animale permet de compenser les déséquilibres géographiques et d'apporter différents avantages concurrentiels. Enfin, nous examinerons les principaux problèmes de dégradation des terres liés à l'élevage.

2.1 Tendances en matière d'utilisation des terres liée à l'élevage

2.1.1 Vue d'ensemble: un mode de changement différent selon les régions

La conversion des habitats naturels en pâturages et en cultures a été rapide. Elle s'est accélérée à partir des années 1850 (Goldewijk et Battjes, 1997) (figure 2.1). Entre 1950 et 1980, plus de terres ont été converties à la culture qu'au cours des 150 années précédentes. (EM, 2005a).

Le tableau 2.1 présente les tendances régionales de ces 40 dernières années en ce qui concerne trois types d'utilisation des terres: les terres arables, les pâturages et les forêts. En Afrique du Nord, en Asie, en Amérique latine et dans les Caraïbes, les cultures et les pâturages progressent. C'est en Amérique latine et en Afrique subsaharienne que l'agriculture se développe le plus rapidement, pour l'essentiel aux dépens de la couverture forestière (Wassenaar *et al.*, 2006). Elle se développe également en Asie (surtout en Asie du Sud-Est) à une allure qui s'accélère légèrement. En revanche, les cultures, les pâturages et les forêts d'Afrique du Nord ne se sont étendues que modérément, ne représentant qu'une proportion très faible de la superficie totale des terres arables. L'Océanie et l'Afrique subsaharienne disposent d'une quantité limitée de terres arables (moins de 7 pour cent de la superficie totale) mais leurs pâturages sont



en revanche très vastes (35 à 50 pour cent de la superficie totale). L'extension des terres arables a été considérable en Océanie et elle s'accélère en Afrique subsaharienne. On observe une nette réduction des terres forestières dans les deux régions. Des études locales ont également fait remarquer que les pâturages étaient remplacés par les cultures. En Afrique subsaharienne, où la culture et la pâture sont souvent pratiquées par différents groupes ethniques, l'avancée des cultures sur les pâturages déclenche souvent des conflits, comme on l'a vu lors des troubles majeurs ayant opposé la Mauritanie et le Sénégal dans le bassin de la rivière Sénégal ou les Borans et les Somaliens au nord-est du Kenya (Nori, Switzer et Crawford, 2005).

Au cours des 40 dernières années, l'utilisation des terres à des fins agricoles a fortement

baissé en Europe de l'Ouest, en Europe de l'Est et en Amérique du Nord et leurs zones forestières ont augmenté ou sont restées stables. Ces tendances s'observent dans des contextes où une part importante des terres est consacrée aux cultures: 37,7 pour cent en Europe de l'Est, 21 pour cent en Europe de l'Ouest et 11,8 pour cent en Amérique du Nord. Les États baltes et la Communauté des États indépendants (CEI) offrent un schéma complètement différent avec de moins en moins de cultures et de plus en plus de pâturages. Cette évolution s'explique par la régression économique qui entraîne l'abandon des terres de culture ainsi que par les changements structurels et les transferts de propriété qui ont eu lieu lors de la transition des années 1990. La carte 1 (Annexe 1) montre d'ailleurs la distribution géographique inégale des terres

Encadré 2.1 Tendances récentes de l'extension des forêts

Selon l'Évaluation des ressources forestières mondiales 2005, les forêts occupent un peu moins de 4 milliards d'hectares, soit 30 pour cent de la totalité des terres dans le monde. Leur superficie diminue constamment mais à un rythme qui ralentit. La perte annuelle nette de couverture forestière est estimée à 7,3 millions d'hectares pour la période 2000-2005, en comparaison des 8,9 millions d'hectares perdus chaque année entre 1990 et 2000. Les plantations forestières augmentent mais ne représentent que moins de 4 pour cent de la totalité de la superficie forestière (FAO, 2005e). Une moyenne de 2,8 millions d'hectares de forêts ont été plantés chaque année entre 2000 et 2005. Ces chiffres mondiaux occultent les différences qui existent entre les régions et les types de forêts. Entre 2000 et 2005, une déforestation nette a été enregistrée en Afrique, en Amérique centrale, en Amérique du Nord et du Sud ainsi qu'en Océanie, ces deux dernières ayant connu les plus lourdes pertes (FAO, 2005e). En revanche, la couverture forestière a augmenté en Asie au cours de la même

période, en raison du reboisement à grande échelle entrepris par la Chine, et a continué de s'accroître en Europe, bien qu'à un rythme moins soutenu. En Europe et au Japon, les importantes mesures prises en matière de protection ont permis d'étendre les zones forestières primaires. La couverture forestière remplit des fonctions très diverses. De nombreuses forêts sont encore utilisées principalement pour la production de bois. On observe pourtant de nouvelles tendances: l'extraction du bois a augmenté de manière constante en Afrique entre 1990 et 2005 alors que la production a baissé en Asie. Un nombre accru de forêts est affecté à la conservation de la biodiversité. La superficie de ce type de forêts (principalement dans des zones protégées) a augmenté de 96 millions d'hectares entre 1990 et 2005 et, depuis, elles représentent 11 pour cent de l'ensemble de la couverture forestière. La conservation des sols et des eaux représente une fonction majeure pour 9 pour cent des forêts de la planète.

Source: FAO (2005e).

Tableau 2.1

Tendances régionales de l'utilisation des terres pour les cultures, les pâturages et les forêts entre 1961 et 2001

	Terres arables			Pâturages			Forêts		
	Taux de croissance annuelle (%)		Part de la surface totale des terres en 2001 (%)	Taux de croissance annuelle (%)		Part de la surface totale des terres en 2001 (%)	Taux de croissance annuelle (%)		Part de la surface totale des terres en 2002 ² (%)
	1961–1991	1991–2001		1961–1991	1991–2001		1961–1991	1990–2000 ²	
Pays asiatiques en développement ¹	0,4	0,5	17,8	0,8	0,1	25,4	-0,3	-0,1	20,5
Océanie	1,3	0,8	6,2	-0,1	-0,3	49,4	0,0	-0,1	24,5
Etats baltes et CEI	-0,2	-0,8	9,4	0,3	0,1	15,0	n.d.	0,0	38,3
Europe de l'Est	-0,3	-0,4	37,7	0,1	-0,5	17,1	0,2	0,1	30,7
Europe de l'Ouest	-0,4	-0,4	21,0	-0,5	-0,2	16,6	0,4	0,4	36,0
Afrique du Nord	0,4	0,3	4,1	0,0	0,2	12,3	0,6	1,7	1,8
Afrique subsaharienne	0,6	0,9	6,7	0,0	-0,1	34,7	-0,1	-0,5	27,0
Amérique du Nord	0,1	-0,5	11,8	-0,3	-0,2	13,3	0,0	0,0	32,6
Amérique latine et Caraïbes	1,1	0,9	7,4	0,6	0,3	30,5	-0,1	-0,3	47,0
Pays développés	0,0	-0,5	11,2	-0,1	0,1	21,8	0,1	a.d.	a.d.
Pays en développement	0,5	0,6	10,4	0,5	0,3	30,1	-0,1	a.d.	a.d.
Monde	0,3	0,1	10,8	0,3	0,2	26,6	0,0	-0,1	30,5

¹ Les données concernant les pâturages ne comprennent pas l'Arabie saoudite.

² Données pour l'année 2000 tirées de FAO (2005e).

Note: a. d. – absence de données.

Source: FAO (2005e; 2006b).

de culture et les zones très vastes de terres non cultivées sur la totalité des continents. Les principales zones de culture très intensive se trouvent en Amérique du Nord, en Europe, en Inde et en Asie de l'Est.

L'extension massive des terres arables et des pâturages des 40 dernières années commence à ralentir (tableau 2.1). Parallèlement, la population humaine a augmenté six fois plus vite, avec des taux de croissance annuels respectivement de 1,9 pour cent et de 1,4 pour cent pour les périodes 1961-1991 et 1991-2001.

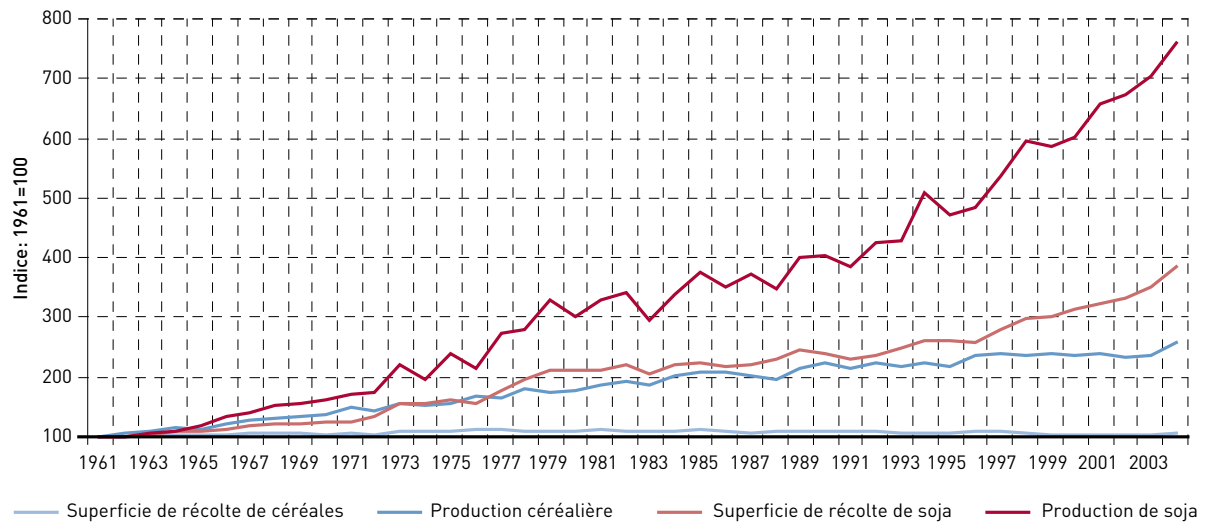
L'extension fait place à l'intensification

Une grande partie de la demande alimentaire a pu être satisfaite grâce à l'intensification de l'utilisation des terres agricoles plutôt qu'à l'extension de la surface de production. La totalité de l'offre de céréales a augmenté de 46 pour cent au cours des 24 dernières années (de 1980

à 2004), alors que la superficie consacrée à leur production a diminué de 5,2 pour cent (voir figure 2.2). Dans l'ensemble des pays en développement, l'extension des superficies récoltées n'a contribué que pour 29 pour cent à la croissance de la production agricole entre 1961 et 1999, le reste provenant de rendements supérieurs et de taux d'exploitation plus élevés. L'Afrique subsaharienne, où l'extension de la superficie a compté pour deux tiers de la croissance de la production, constituait une exception.

L'intensification a été motivée par divers facteurs (Pingali et Heisey, 1999). En Asie, où l'on a enregistré une croissance exceptionnelle de la productivité des céréales, l'augmentation de la valeur des terres due à la pénurie de celles-ci a été un facteur dominant. Les rendements de céréales se sont aussi considérablement accrus dans certains pays d'Amérique latine et d'Afrique. En Amérique latine, où les densités

Figure 2.2 Ensemble de la superficie récoltée et production totale de céréales et de soja



Source: FAO (2006b).

de populations sont plus faibles qu'en Asie, l'intensification s'est traduite notamment par des investissements dans les infrastructures de marché et de transport et par l'engagement de ces pays dans des cultures orientées vers l'exportation. En revanche, les gains de productivité ont été limités en Afrique subsaharienne, malgré la croissance démographique. Malgré la relative abondance de terres (en comparaison de l'Asie), de mauvaises infrastructures commerciales et le manque de capital ont contribué à ces modestes résultats.

Techniquement, la productivité peut être améliorée grâce à des taux d'exploitation plus élevés (entre autres, la polyculture, des cycles de production multiples ou des périodes de jachère plus courtes), à des rendements accrus ou à la combinaison des deux. Ces rendements accrus sont le résultat de progrès technologiques et d'une plus grande utilisation d'intrants pour la production agricole – notamment l'irrigation, les variétés modernes de plantes à haut rendement, les engrais et les machines. L'usage de tracteurs, d'engrais minéraux et de l'irrigation a connu une forte augmentation entre 1961 et

1991, ensuite ralentie (voir tableau 1, Annexe 2). En comparaison, l'utilisation d'engrais minéraux a considérablement baissé depuis 1991 dans les pays développés, grâce à une utilisation plus efficace des ressources et à des réglementations environnementales visant à réduire la charge en nutriments.

Alors qu'il est encore possible d'améliorer la productivité, les études de Pingali et Heisey (1999) montrent que, récemment, la productivité du blé et du riz dans les basses terres d'Asie a connu une croissance plus lente. Les facteurs clés expliquant ce ralentissement sont la dégradation des terres, les diminutions d'investissement dans la recherche et les infrastructures et la hausse des coûts d'opportunité de la main-d'œuvre, alors même que de nouvelles découvertes technologiques (notamment le riz hybride) seraient susceptibles de relancer la croissance. Il est fort probable que l'extension des terres arables continuera de contribuer à accroître la production agricole. Ce sera particulièrement le cas pour les pays en développement, où l'extension des terres arables, l'accroissement des taux d'exploitation et les augmentations de rendement, qui représentaient

respectivement 23, 6 et 71 pour cent de l'augmentation de la production agricole entre 1961 et 1999, devraient atteindre 21, 12 et 67 pour cent entre 1997/99 et 2030 (FAO, 2003a). Dans les pays développés en revanche, la production devrait augmenter mais la superficie de terres arables demeurer constante ou être localement en déclin. L'évolution anticipée vers les biocarburants et la demande accrue de biomasse qui en résultera risquent toutefois de donner lieu à une nouvelle extension des cultures, surtout en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord.

2.1.2 La mondialisation entraîne des changements dans l'utilisation des terres au niveau national

Les changements d'utilisation des terres agricoles sont dus à de nombreux facteurs. Les conditions écologiques, la densité de population humaine, le niveau de développement économique ainsi que d'autres facteurs plus localisés et spécifiques à chaque zone constituent le cadre général de l'utilisation des terres. Les décisions individuelles et sociales qui engendrent un changement dans cette dernière sont également de plus en plus influencées par les variations des conditions économiques et les modifications des cadres structurels (Lambin *et al.*, 2001). Deux concepts fondamentaux expliquent les changements: d'une part, le profit par unité de terre³ décrit l'intérêt possible qu'un opérateur peut avoir à s'engager dans une utilisation particulière des terres. Ce profit dépend généralement des caractéristiques biophysiques des terres, de leur prix et d'autres facteurs comme l'accessibilité aux marchés, aux intrants et aux services. Par ailleurs, le coût d'opportunité⁴ compare les coûts économiques et sociaux de deux modes, ou plus, d'utilisation d'un même terrain. Le coût d'opportunité comprend non seulement les coûts privés de production mais également les coûts directs et indirects qui sont pris en charge par la société, notamment les pertes des services de l'écosystème. Par exemple, une partie du coût d'opportunité de la culture d'un territoire

correspond à la perte de son utilisation possible comme espace de loisirs.

Dans un contexte où l'on n'évalue pas le coût des services non marchands de l'écosystème, les décisions concernant l'utilisation des terres sont essentiellement prises en fonction de l'estimation des profits par unité de superficie, généralement sur la base de la valeur des biens et services marchands. De ce fait, les avantages non marchands sont souvent perdus, ou cela entraîne des coûts externes pour la société.

Cependant, les services environnementaux et sociaux garantis par les écosystèmes font l'objet d'une reconnaissance accrue.

C'est le cas par exemple de la reconnaissance grandissante accordée aux nombreux services qu'assure la forêt, un mode d'utilisation des terres généralement antagoniste de l'usage agricole, bien que les technologies modernes d'agroforesterie produisent quelques synergies. Les forêts sont de plus en plus utilisées pour conserver la biodiversité (voir encadré 2.1). Cette tendance est mondiale mais elle est beaucoup plus lente en Océanie et en Afrique.

La conservation des eaux et des terres est également considérée comme une fonction dominante pour 9 pour cent des forêts dans le monde. Les activités liées aux loisirs et à l'éducation sont un autre mode d'utilisation de plus en plus prononcé: il représente l'objectif principal de gestion pour 2,4 pour cent des forêts européennes, tandis qu'il est reconnu que 72 pour cent de la couverture forestière totale fournit des services sociaux (EM, 2005a).

L'exploitation du bois, qui sert habituellement de base au calcul du bénéfice par unité de terre forestière, a été estimée à 64 milliards d'USD à travers le monde en 2005. Sa valeur a baissé en termes réels au cours des 15 dernières années (FAO, 2005e). D'après une étude de cas portant

³ Excédent de revenus par rapport aux dépenses pendant une période donnée.

⁴ Le coût d'opportunité peut être défini comme le gain que l'on aurait pu obtenir en exerçant une activité plutôt qu'une autre.

sur la valeur économique des forêts de huit pays méditerranéens, les produits forestiers non ligneux, les loisirs, la chasse, la protection de bassins versants, la fixation du carbone et l'usage passif représentent 25 à 96 pour cent de la valeur économique totale des forêts. Il a été estimé que dans trois pays (Italie, Portugal et République arabe syrienne), les valeurs économiques non marchandes (notamment la protection des bassins versants, la fixation du carbone, les loisirs et les produits forestiers non ligneux) sont plus élevées que les valeurs économiques habituellement mesurées (comme le pâturage, le bois et le bois de feu), même si elles sont inférieures dans les cinq autres pays (l'Algérie, la Croatie, le Maroc, la Tunisie et la Turquie) (EM, 2005a).

A mesure que l'économie se libéralise, les produits agricoles locaux rivalisent avec les marchandises équivalentes provenant d'ailleurs. Les différentes utilisations possibles des terres agricoles entrent donc en concurrence de plus en plus forte d'un continent à l'autre. Les bénéfices par unité de terre ainsi que les coûts d'opportunité des terres agricoles varient énormément à travers le monde, selon les conditions agroécologiques, l'accès aux marchés, la disponibilité des intrants (y compris les services) et l'existence d'un usage des terres concurrentiel et d'une évaluation des services de l'écosystème. Il en résulte un changement d'implantation de la production agricole, qui se traduit par un changement dans l'utilisation des terres agricoles, des forêts et des autres aires naturelles. Ainsi, l'agneau de Nouvelle-Zélande fait concurrence aux produits méditerranéens sur les marchés de l'Union européenne. Sa production est relativement peu onéreuse car le coût d'opportunité des terres y est bien inférieur (principalement en raison d'une demande de loisirs beaucoup plus faible) et la productivité des pâturages plus élevée. De ce fait, les pâturages marginaux, traditionnellement destinés à la production ovine dans le bassin méditerranéen de l'Union européenne, sont peu à peu abandonnés à la végétation naturelle et à des fonctions de récréation.

Le processus selon lequel des terres autrefois agricoles se retransforment en forêts a été appelé «transition forestière». Ce terme a surtout été employé pour les pays d'Europe et d'Amérique du Nord (Mather, 1990; Walker, 1993; Rudel, 1998).

Aux premiers temps de la colonisation et de la croissance économique, les colons et les fermiers ont rapidement défriché les terres afin de produire les marchandises agricoles nécessaires aux populations locales. Plus tard, à mesure que le développement urbain commençait à dominer et que le commerce s'amplifiait, les populations rurales se déplacèrent vers les villes et les marchés agricoles durent faire face à des offres et demandes de plus en plus éloignées. Les zones qui jouissaient d'un potentiel agricole élevé ont vu leur productivité monter en flèche.

Cela donna lieu à des changements considérables en matière d'utilisation des terres: les exploitations se déplacèrent vers les terres fertiles inutilisées et les emplacements marginaux furent abandonnés, surtout dans les zones reculées ou là où les sols étaient pauvres. Les terres plus rentables et plus faciles d'accès restèrent productives. A partir de la fin du XIXe siècle, les terres abandonnées reprirent peu à peu une couverture végétale naturelle, entraînant ainsi un net reboisement dans certaines parties de l'Europe et de l'Amérique du Nord (Rudel, 1998). La transition forestière actuellement en cours en Europe et en Amérique du Nord suit une évolution semblable en Asie, bien que le processus de reboisement ait été dans ce cas largement encouragé par des politiques nationales (Rudel, Bakes et Machinguashi, 2002). La carte 2 (Annexe 1) fait apparaître les zones à forte progression forestière aux Etats-Unis d'Amérique, au sud du Brésil, en Europe et au Japon.

2.1.3 La dégradation des terres: une perte immense et coûteuse

La dégradation des terres est reconnue comme étant un problème mondial qui a non seulement des implications sur la productivité agricole et

l'environnement mais également sur la sécurité alimentaire et la qualité de la vie (Eswaran, Lal et Reich, 2001). Bien que l'ampleur du problème soit largement partagée, les nombreuses définitions de la dégradation des terres sont interprétées différemment selon les disciplines. Nous nous référons ici à la définition donnée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE): «la dégradation des terres implique une diminution du potentiel des ressources du fait d'un ou de plusieurs phénomènes agissant sur l'environnement, tels que: (i) l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau, (ii) la détérioration des propriétés physiques, chimiques, biologiques ou économiques des sols et (iii) la disparition à long terme de la végétation naturelle» (PNUE, 2002).

La dégradation des terres agricoles est particulièrement préoccupante car la baisse de productivité qu'elle provoque entraîne en retour une perte des habitats naturels liée à l'extension des terres agricoles. Restaurer les terres nécessite des ressources supplémentaires (notamment de la chaux pour neutraliser l'acidité et de l'eau pour rincer les excédents de sel), susceptibles de générer une pollution ayant un impact plus vaste (Gretton et Salma, 1996). L'intensification et l'utilisation extensive des terres peuvent toutes deux avoir des conséquences sur l'environnement, bien que de manière différente. L'intensification peut avoir à la fois des effets positifs et négatifs. Grâce à l'augmentation des rendements des systèmes agricoles, la conversion des écosystèmes naturels en terres de cultures devient moins nécessaire et l'on peut même envisager une éventuelle reconversion des terres agricoles en zones naturelles, comme cela s'est vu dans les pays de l'OCDE.

Cela étant, l'intensification implique aussi une utilisation accrue d'engrais, de biocides et d'énergie qui a engendré une augmentation de la pression exercée sur les écosystèmes des eaux intérieures, une réduction générale de la biodiversité au sein des paysages agricoles et une aggravation des émissions de gaz (EM, 2005a). Par ailleurs, l'utilisation excessive des

terres pour le pâturage et les cultures a souvent conduit à la détérioration de la couverture végétale et des caractéristiques du sol.

Les implications environnementales de la dégradation des terres sont multiples. Parmi les problèmes les plus sérieux figurent l'érosion de la biodiversité (à travers la destruction de l'habitat ou la pollution des aquifères), le changement climatique (à travers la déforestation et la destruction de la matière organique des sols qui dégage du carbone dans l'atmosphère) et l'appauvrissement des ressources en eau (à travers la modification de la texture du sol et la disparition de la couverture végétale qui affecte les cycles hydriques). Ces mécanismes et leurs répercussions sont décrits en détails dans les chapitres suivants.

Eu égard aux différences de définitions et de terminologie, les études menées pour tenter d'évaluer l'étendue et le processus de la dégradation des terres aboutissent à des résultats variés. L'une des estimations généralement acceptées est celle apportée par Oldeman (1994). Ses travaux suggèrent que près de 19,6 millions de kilomètres carrés de terres sont dégradées, essentiellement du fait de l'érosion par l'eau (tableau 2.2). Ce chiffre ne tient toutefois pas compte de la disparition de la végétation naturelle et, si l'on se fonde sur la définition du PNUE, il donne donc une estimation de la dégradation des sols plutôt que de celle des terres. Pourtant, selon Oldeman (1994), il semblerait que près des deux tiers des terres forestières et boisées sont dégradées en Asie (environ 3,5 millions de kilomètres carrés), contre 15 à 20 pour cent en Amérique latine et en Afrique. La dégradation des pâturages pose surtout un problème en Afrique (2,4 millions de kilomètres carrés), bien que l'Asie et dans une moindre mesure l'Amérique latine soient aussi touchées (respectivement 2,0 et 1,1 millions de kilomètres carrés). Enfin, environ un tiers des terres agricoles sont dégradées en Asie (2,0 millions de kilomètres carrés), contre la moitié en Amérique latine et les deux tiers en Afrique.

La désertification est une forme de dégradation des terres qui se produit dans les zones arides, semi-arides ainsi que dans les régions sèches et subhumides, et qui est due à divers facteurs, notamment aux changements climatiques et aux activités anthropiques (PNUE, 2002). Selon les estimations de Dregne et Chou (1994), la surface des terres dégradées en zone sèche dans le monde atteint 3,6 milliards d'hectares (36 millions de kilomètres carrés), à savoir 70 pour cent de l'ensemble des 5,2 milliards d'hectares (52 millions de kilomètres carrés) des terres considérées dans ces régions (tableau 2.3). Ces chiffres tiennent compte de la destruction de la couverture végétale et ne peuvent donc pas être comparés directement aux précédents. Certains auteurs (Reich *et al.*, 1999) considèrent en outre qu'en Afrique, le risque de dégradation encouru est faible ou modéré sur environ 6,1 millions de kilomètres carrés, et élevé voire très élevé sur 7,5 millions de kilomètres carrés. On estime que la désertification touche au total près de 500 millions d'Africains, fragilisant sérieusement la productivité agricole malgré de bonnes ressources en sol.

De tous les impacts économiques liés à la dégradation, la baisse des rendements est l'un des plus évidents. En Afrique, on estime que l'érosion historique des sols a pu faire chuter les rendements de 2 à 40 pour cent, avec une perte moyenne de 8,2 pour cent pour tout le continent (Lal, 1995). En Asie du Sud, on considère que l'érosion par l'eau a provoqué une diminution annuelle des récoltes de 36 millions de tonnes d'équivalent céréales, soit une perte évaluée à 5,4 milliards d'USD, alors que l'érosion éolienne entraînerait des pertes estimées à 1,8 milliard d'USD (PNUE, 1994). D'après les estimations, 75 milliards de tonnes de sol sont perdues chaque année dans le monde, pour un coût d'environ 400 milliards d'USD par an, soit 70 USD par personne et par an (Lal, 1998). D'après l'analyse conduite à l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) (Scherr et Yadav, 1996), une légère accentuation de la

Tableau 2.2

Estimations de l'étendue mondiale de la dégradation des terres

Type	Légère	Modérée	De forte à extrême	Totale
(..... millions de km ²)				
Erosion par l'eau	3,43	5,27	2,24	10,94
Erosion par le vent	2,69	2,54	0,26	5,49
Dégradation chimique	0,93	1,03	0,43	2,39
Dégradation physique	0,44	0,27	0,12	0,83
Total	7,49	9,11	3,05	19,65

Source: Oldeman (1994).

Tableau 2.3

Estimations des terres dégradées en zone sèche

Continent	Superficie totale	Superficie dégradée ¹	Pourcentage dégradé
(millions de km ²) (millions de km ²)			
Afrique	14,326	10,458	73
Asie	18,814	13,417	71
Australie et Pacifique	7,012	3,759	54
Europe	1,456	0,943	65
Amérique du Nord	5,782	4,286	74
Amérique du Sud	4,207	3,058	73
Total	51,597	35,922	70

¹ Terres et végétation comprises.

Source: Dregne et Chou (1994).

dégradation des terres suivant les tendances actuelles serait à même de provoquer une hausse des prix des produits alimentaires essentiels de l'ordre de 17 à 30 pour cent, et d'aggraver la malnutrition infantile. Non seulement cette dégradation mène à une diminution de la production alimentaire et de la sécurité alimentaire, mais elle freine les revenus agricoles et donc la croissance économique, comme le confirment les études effectuées sur l'expérience du Nicaragua et du Ghana (Scherr et Yadav, 1996). A la longue, elle peut engendrer une émigration et une dépopulation des zones touchées (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2006).

Les effets à long terme de la dégradation des terres, et en particulier la réversibilité de ses

processus et la résilience des écosystèmes, font l'objet de débats. Le compactage des sols, par exemple, pose problème dans de vastes zones de terres agricoles partout dans le monde. Sa part de responsabilité dans la baisse des rendements est estimée de l'ordre de 25 à 50 pour cent pour l'Union européenne et l'Amérique du Nord, avec des pertes annuelles au niveau des exploitations évaluées à 1,2 milliard d'USD aux États-Unis d'Amérique. Le compactage est également un problème en Afrique de l'Ouest et en Asie (Eswaran, Lal et Reich, 2001). Il est toutefois possible d'inverser son processus en adaptant la profondeur du labour. En revanche, l'érosion par l'eau et le vent a des conséquences irréversibles, notamment pour ce qui est du déplacement des dunes de sable (Dregne, 2002). Pour inverser le processus de dégradation des terres, des investissements conséquents sont souvent nécessaires, lesquels risquent de dépasser les capacités financières ou de ne pas se révéler suffisamment rentables en regard du contexte économique actuel. Les coûts de réhabilitation des terres dégradées en Afrique subsaharienne ont été estimés en moyenne à 40 USD par hectare et par an pour les pâturages, à 400 USD par hectare et par an pour les terres non irriguées et à 4 000 USD par hectare et par an pour les terres irriguées, avec des périodes d'investissement moyennes de trois ans (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2006).

2.1.4 Élevage et utilisation des terres: la «transition géographique»

De tout temps, les hommes ont élevé du bétail afin de produire de la nourriture, que ce soit directement à travers les produits carnés ou laitiers, ou indirectement en utilisant sa puissance de traction ou le fumier comme source d'engrais pour la production agricole. En l'absence de techniques de conservation et d'infrastructures de transport, les biens et services issus de l'élevage étaient utilisés localement. Le bétail était conservé à proximité géographique des installations humaines, souvent par des éleveurs

nomades se déplaçant avec leurs troupeaux.

Les modes de distribution variaient selon les espèces. Les espèces monogastriques (les porcs et les volailles par exemple) étaient pour la plupart intimement liées aux populations humaines, vivant dans les basses-cours familiales. En effet, les espèces monogastriques dépendent des hommes pour se nourrir (déchets ménagers, sous-produits de récolte, etc.) et pour se protéger des prédateurs. La distribution des espèces monogastriques correspond encore étroitement à celle des populations humaines dans les pays où les systèmes de production sont traditionnels (FAO, 2006c; Gerber *et al.*, 2005). En ce qui concerne en revanche la répartition des ruminants (comme les bovins, les buffles, les ovins ou les caprins), les ressources en aliments, et surtout en fourrage, ont joué un rôle déterminant. Les superficies utilisées pour l'élevage des ruminants sont en général considérables. Ces derniers étaient gardés en troupeaux dans les zones de pâturages et ne recevaient des aliments cultivés qu'à titre exceptionnel (par exemple, les animaux de trait ou dans certaines zones lors des saisons froides). L'élevage de ruminants implique des mouvements quotidiens ou saisonniers sur des distances très variables, allant de quelques centaines de mètres à quelques centaines de kilomètres dans le cas de la transhumance à grande échelle ou du nomadisme. Une partie ou la totalité des hommes qui dépendent du troupeau participent à ce mouvement tout en gardant parfois un point d'ancrage géographique (par exemple, un village, un «boma» ou un territoire d'attache).

A l'époque contemporaine, la production animale est passée d'une activité reposant sur les ressources à une activité dépendant principalement de la demande. L'élevage traditionnel était fondé sur la disponibilité des ressources fourragères locales, dans des zones où les contraintes liées aux maladies le permettaient.

L'élevage moderne est essentiellement axé sur la demande en produits alimentaires d'origine animale (Delgado *et al.*, 1999), et s'appuie sur des ressources alimentaires supplémentaires

res lorsque cela est nécessaire. Dès lors, son emplacement subit de profondes réorientations. Avec l'émergence de puissantes économies telles que la Chine et l'Inde comme nouveaux centres de demande et de production (Steinfeld et Chilonda, 2006), ces évolutions géographiques se sont mondialement accélérées au cours des dernières décennies. La géographie de la production animale et ses changements sont les éléments indispensables qui permettent de comprendre les interactions élevage-environnement. Ainsi, les déchets d'animaux ne posent pas de problèmes dans les zones d'élevage peu dense. En revanche, dans les zones à forte densité d'élevage, la capacité des terres et des eaux environnantes à absorber les déchets est souvent dépassée, ce qui provoque des dégâts sur l'environnement.

L'accès aux marchés, les ressources en aliments du bétail, les infrastructures, les prix des terres, la main-d'œuvre, le transport et la situation sanitaire influent sur l'emplacement de la production animale. Dans ce chapitre, nous analyserons les tendances observées en matière de géographie de l'élevage ainsi que les facteurs sous-jacents, afin de comprendre et d'interpréter les conséquences environnementales. Nous examinerons tout d'abord l'ensemble des terres consacrées directement ou indirectement à la production animale puis les principaux stades et types d'élevage.

Intensification de l'utilisation des terres pour la production d'aliments du bétail

Le premier élément important est la demande en prairies et en terres arables de la part du secteur de l'élevage, et les principaux changements de zone, passés et actuels. La surface des pâturages s'est multipliée par six depuis 1800 et couvre désormais près de 35 millions de kilomètres carrés, notamment de vastes portions de continents où la pâture était rare voire inexistante (Amérique du Nord, Amérique du Sud, Australie). Dans de nombreuses régions, le pâturage s'est développé au point d'occuper

pratiquement toutes les terres aptes à cet usage et ne faisant l'objet d'aucune autre demande (Asner *et al.* 2004). L'Amérique du Sud, l'Asie du Sud-Est et l'Afrique centrale sont les seules parties du monde qui possèdent encore de vastes zones forestières pouvant être transformées en pâturage, au prix toutefois d'immenses investissements en matière de contrôle des maladies. Comme cela est décrit dans la section 2.5, le développement du pâturage au sein des écosystèmes forestiers entraîne des conséquences dramatiques pour l'environnement.

L'alimentation du bétail en céréales est plus récente. Inaugurée en Amérique du Nord dans les années 50, elle s'est répandue en Europe, dans l'ancienne Union soviétique et au Japon dans les années 60 et 70, pour être désormais monnaie courante dans une large partie de l'Asie de l'Est, de l'Amérique latine et de l'Asie de l'Ouest. Bien que l'alimentation du bétail en céréales ne soit pas encore vulgarisée dans la plupart des régions d'Afrique subsaharienne et d'Asie du Sud, elle s'y développe rapidement et son usage au départ faible est en plein essor. Cette demande en céréales fourragères et en autres types d'aliments a beaucoup accru les besoins en terres nécessaires à l'élevage, qui sont passées d'une surface très restreinte à quelque 34 pour cent des terres arables aujourd'hui (voir section 2.3).

L'expansion à long terme des pâturages et la progression plus récente des cultures fourragères vont toutes deux probablement atteindre leur maximum pour ensuite observer une baisse. L'estimation moyenne des Nations Unies prévoit que la population mondiale atteindra à peine plus de 9 milliards d'individus d'ici 2050, soit 40 pour cent de plus qu'aujourd'hui, avant de rapidement commencer à décroître (ONU, 2005). La croissance démographique alliée aux changements de revenus et aux taux d'urbanisation déterminera les tendances mondiales de la demande en produits d'origine animale, bien que les détails en soient naturellement incertains. Dans certains pays développés, la hausse

de la demande commence déjà à s'atténuer, voire diminue. Dans les économies émergentes, la révolution de l'élevage en cours est en passe de ralentir car, d'une part, la consommation par tête de produits d'origine animale a déjà connu des augmentations considérables au cours des 20 dernières années et, d'autre part, la croissance démographique continue de s'essouffler.

En fait, les taux de croissance de la production animale pour tous les pays en développement ont culminé dans les années 90, atteignant 5 pour cent par an, avant de chuter à une moyenne de 3,5 pour cent au cours de la période 2001-2005. En Asie et dans le Pacifique, où la Chine a encouragé la révolution de l'élevage, les taux de croissance annuelle moyenne ont plafonné dans les années 80 à 6,4 pour cent, pour baisser ensuite et atteindre 6,1 pour cent dans les années 90 et 4,1 pour cent durant la période 2001-2005. La production a suivi un schéma semblable en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord. Toutefois, certaines régions n'ont pas encore atteint leur pic de croissance de production maximale. Les courbes des taux de croissance sont moins claires en Amérique latine et pourraient encore augmenter, poussées par la production à vocation exportatrice de pays tels que l'Argentine et le Brésil. La consommation et la production, encore très faibles en Afrique, augmenteront au gré de la croissance. Enfin, on prévoit dans les pays en transition une forte croissance de la production, qui retrouvera ses niveaux antérieurs. En dépit de ces zones d'expansion, selon toute probabilité, l'essentiel de la croissance mondiale de l'élevage s'est déjà produit et la croissance à venir se fera à des taux dégressifs.

Parallèlement, les terres sont utilisées de plus en plus efficacement car l'intensification et la réorientation constante de la production vers les monogastriques (surtout la volaille) au détriment des ruminants permettent de réduire les superficies occupées par unité de production. Ceci est d'autant plus vrai si l'on tient compte de l'efficacité croissante de la production de cultures fourragères, comme le montre l'aug-

mentation constante de rendement de toutes les principales cultures fourragères décrites ci-dessus. En atténuant les pertes après récolte, les progrès accomplis en matière de techniques et pratiques de transformation et de distribution aboutissent à une diminution de la surface requise par unité de produits consommés. Il en résulte un effet combiné dans de nombreux pays développés, où l'étendue des pâturages s'est restreinte, celle-ci ayant baissé notamment de 20 pour cent aux Etats-Unis d'Amérique depuis 1950.

Deux tendances antagonistes sont donc en jeu. D'un côté, l'augmentation de la production va accroître plus encore la demande de terres dans le secteur, bien qu'à des taux dégressifs. D'un autre côté, l'intensification va diminuer la superficie de terre nécessaire par unité de produit. La force relative de ces deux tendances déterminera l'étendue de la surface totale utilisée par le secteur de l'élevage. Tout porte à croire qu'au niveau mondial, les besoins en terres pour la production animale atteindront bientôt un maximum pour diminuer ensuite. Les pâturages seront les premiers à régresser, suivis d'une baisse des besoins en terres pour la production d'aliments du bétail. A partir de cette tendance globale, il est possible de comprendre les dynamiques géographiques en matière d'élevage.

Changements d'emplacement en fonction des marchés et des sources d'aliments du bétail

Le second élément majeur de la géographie de l'élevage consiste dans l'évolution de la répartition spatiale du bétail: l'association géographique, d'une part avec l'alimentation de base des animaux, d'autre part avec les populations et leurs besoins en produits d'origine animale. Au stade préindustriel du développement, les monogastriques et les ruminants suivent des modes de distribution différents. Celle des monogastriques suit les implantations humaines. Lorsque les hommes vivent principalement dans des zones rurales, il en va de même pour les monogastriques. Au cours des premières phases de

l'industrialisation, comme c'est le cas actuellement dans de nombreux pays en développement, les hommes s'urbanisent rapidement, tout comme les monogastriques que l'on trouve habituellement dans la ceinture périurbaine entourant les centres de consommation. Ce passage du rural au périurbain provoque d'importants problèmes environnementaux et des risques en matière de santé publique. Au cours d'une troisième phase, quand les niveaux de vie, la prise de conscience vis-à-vis de l'environnement et la capacité institutionnelle le permettent, ces problèmes sont résolus par la relocalisation graduelle des fermes loin des villes. La même formule s'applique pour les ruminants mais de manière moins prononcée car leurs importants besoins quotidiens en fibres engendrent des déplacements massifs de fourrage, dont le coût freine les progrès de l'élevage urbain. L'élevage de ruminants, que ce soit pour le lait ou pour la viande, tend à être implanté davantage en zone rurale, quelque soit la phase de développement, malgré quelques exceptions de taille (comme la production de lait en zone périurbaine telle qu'on l'observe en Inde, au Pakistan et autour de la plupart des villes subsahariennes). L'urbanisation rapide de l'élevage (pour les monogastriques en particulier) et la désurbanisation graduelle qui s'ensuit constituent un second phénomène géographique, qui se manifeste parallèlement à celui de l'intensification de l'utilisation des terres par ce secteur. Ces deux facteurs ont des incidences considérables sur l'impact que l'élevage fait subir à l'environnement; ils constituent le thème de base de ce chapitre ainsi que des suivants. Nous utiliserons l'expression «élevage en transition» pour les caractériser de façon synthétique.

2.2 Géographie de la demande

Sur une échelle mondiale, la distribution géographique de la demande en denrées d'origine animale suit sensiblement celle de la population humaine (carte 3, Annexe 1). Toutefois, cette demande varie sensiblement selon les revenus

et les préférences. Les personnes choisissent leur nourriture selon une logique complexe, fondée sur des objectifs variés, et leurs décisions sont influencées par les capacités et les préférences individuelles et sociétales, de même que par la disponibilité. Les préférences alimentaires évoluent rapidement. Si dans les pays en développement, la consommation de protéines et de matières grasses augmente avec la croissance des revenus, dans les pays développés certains segments de revenus plus élevés la réduisent, pour diverses raisons telles que la santé, l'éthique et une moindre confiance à l'égard du secteur. Dans les pays dont l'économie est en plein essor, la consommation par tête de denrées d'origine animale est en moyenne plus forte dans les groupes à revenus élevés, et elle augmente plus rapidement dans les groupes à revenus moyens ou faibles. Le premier groupe est surtout concentré dans les pays de l'OCDE tandis que le second se situe en majorité dans les économies à croissance rapide, telles que l'Asie du Sud-Est, les provinces côtières du Brésil, la Chine et certaines parties de l'Inde. Les deux groupes coïncident géographiquement dans les centres urbains des économies à croissance rapide.

Tableau 2.4

L'élevage et l'apport total en protéines alimentaires en 1980 et en 2002

	Apport total en protéines animales		Apport total en protéines	
	1980	2002	1980	2002
	<i>(..... grammes/personne)</i>			
Afrique subsaharienne	10,4	9,3	53,9	55,1
Proche-Orient	18,2	18,1	76,3	80,5
Amérique latine et Caraïbes	27,5	34,1	69,8	77,0
Pays asiatiques en développement	7,0	16,2	53,4	68,9
Pays industrialisés	50,8	56,1	95,8	106,4
Monde	20,0	24,3	66,9	75,3

Source: FAO (2006b).

Le tableau 2.4 montre un aperçu des changements importants qu'a connus la consommation moyenne de protéines des populations de différentes régions du monde. Plus de 40 pour cent de l'apport alimentaire en protéines des populations des pays industrialisés proviennent de l'élevage (les chiffres ne comprennent pas le poisson et les autres produits de la mer) et peu de changements se sont produits entre 1980 et 2002. Les variations les plus spectaculaires ont eu lieu dans les pays asiatiques en développement, où l'approvisionnement total de la population en protéines d'origine animale a augmenté de 140 pour cent, suivie de l'Amérique latine, où la consommation par tête de protéines animales a progressé de 32 pour cent. En revanche, la consommation a chuté en Afrique subsaharienne en raison d'une économie stagnante et d'une baisse des revenus. Le tableau 2 de l'Annexe 2 montre en détail les différents modes de consommation. La part grandissante des produits d'origine animale dans la nutrition humaine de nombreux pays en développement s'inscrit dans l'évolution alimentaire, qui comporte également un apport plus important de matières grasses, de poisson, de légumes et de fruits, au détriment des aliments de base tels que les céréales et les tubercules.

Deux éléments dominants se détachent de ces tendances. Tout d'abord, de nouveaux pôles de croissance se développent dans les économies émergentes, le Brésil, la Chine et l'Inde jouant désormais un rôle planétaire. Aux alentours de 1996, la production de viande dans les pays en développement a dépassé celle des pays développés. On prévoit une augmentation de leur part de production de deux tiers d'ici 2030 (FAO, 2003a). En revanche, la production et la consommation des pays développés stagnent et baissent par endroits. En second lieu, on note l'apparition de zones de demande plus sensibles – les centres urbains –, avec une consommation par tête élevée, une croissance rapide de la demande globale et une réorientation vers davantage de denrées d'origine animale

transformées. Une certaine homogénéisation des produits consommés (comme la viande de poulet) a été également constatée, bien que les cultures locales soient encore très influentes.

2.3 Géographie des ressources alimentaires de l'élevage

Les différentes espèces de bétail sont aptes à utiliser une grande variété de matériel de multiplication végétative. Habituellement, pour différencier les aliments pour animaux, on fait une distinction entre le fourrage grossier, tel que l'herbe des pâturages et les résidus de récolte, et les aliments concentrés, tels que les céréales et les graines oléagineuses. Les déchets domestiques et les sous-produits agroalimentaires peuvent également représenter une large part des ressources alimentaires.

2.3.1 Pâturages et fourrage

Différences de conversion, de gestion et de productivité

Les prairies occupent actuellement près de 40 pour cent de la surface totale des terres de la planète (FAO, 2005a; White, Murray et Rohweder, 2000). La carte 4 (Annexe 1) représente la vaste distribution des pâturages. Dans une certaine mesure, en dehors des zones dénudées (déserts secs ou froids) et des forêts denses, les pâturages sont présents dans toutes les régions. Ils sont prépondérants en Océanie (58 pour cent de la surface totale, dont 63 pour cent en Australie), tandis que leur superficie est relativement limitée en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord (14 pour cent) ainsi qu'en Asie du Sud (15 pour cent). Quatre régions détiennent les superficies les plus importantes, avec 7 millions de kilomètres carrés de prairies ou plus: l'Amérique du Nord, l'Afrique subsaharienne, l'Amérique latine et les Caraïbes ainsi que la Communauté des États indépendants (voir tableau 3, Annexe 2).

Comme le montre le tableau 2.5, les terres de culture et les zones urbaines empiètent de plus en plus sur les prairies, qui sont de plus en plus

fragmentées (White *et al.*, 2000). L'expansion de l'agriculture, l'urbanisation, le développement industriel, le surpâturage et les incendies constituent les principaux facteurs responsables de la réduction et de la dégradation des prairies qui accueilleraient traditionnellement l'élevage extensif. Les retombées écologiques de cette conversion sur les écosystèmes, la structure des sols et les ressources en eau peuvent être considérables. Toutefois, on constate que les écosystèmes des prairies et les services qu'ils rendent, comme la conservation de la biodiversité, l'atténuation des changements climatiques, la prévention de la désertification et les loisirs, sont de plus en plus appréciés.

Les pâturages permanents sont un type d'utilisation humaine des surfaces enherbées et, selon les estimations, ils couvrent environ 34,8 millions de kilomètres carrés, soit 26 pour cent de la surface totale de terres de la planète (FAO, 2006b). La gestion des pâturages et des biomasses récoltées pour l'alimentation du bétail varie énormément. Dans l'ensemble, bien qu'il soit difficile d'établir des estimations précises, les pâturages ont généralement une productivité de biomasse beaucoup plus faible que les zones cultivées. Plusieurs facteurs

contribuent à cela. Tout d'abord, les grands pâturages se trouvent surtout dans les zones dont les conditions freinent le potentiel de production (température ou humidité limitée), ce qui explique leur faible productivité par rapport aux terres de culture. Ensuite, dans les parcours arides et semi-arides, qui représentent la majorité des prairies dans le monde, l'intensification des zones utilisées comme pâturages s'avère souvent techniquement et socialement difficile et non rentable. La plupart de ces zones produisent déjà au maximum de leur potentiel. De plus, dans la majeure partie de l'Afrique et de l'Asie, les pâturages sont par tradition des zones de propriétés communes qui, eu égard à l'affaiblissement des règles traditionnelles d'accès, tendent de fait à devenir des espaces de libre accès (voir encadré 2.2). Dans de telles conditions, un investisseur individuel ne peut pas récupérer les investissements engagés et les niveaux d'investissement resteront inférieurs à l'optimum social. En outre, étant donné le manque d'infrastructures dans ces zones, l'amélioration de la productivité par des investissements individuels se révèle encore plus difficile. Dans les systèmes extensifs, la gestion des prairies naturelles est donc limitée.

Tableau 2.5

Estimation des prairies existantes et des prairies converties

Continent et région	Pourcentage de prairies				Total converti
	Existantes	Converties en cultures	Converties en zones urbaines	Converties autrement (par ex. en forêts)	
Amérique du Nord, prairies à grandes graminées des Etats-Unis d'Amérique	9,4	71,2	18,7	0,7	90,6
Amérique latine, forêts naturelles (cerrado) et savanes de Bolivie, du Brésil et du Paraguay	21,0	71,0	5,0	3,0	79,0
Asie, steppes dauriennes de Chine, Fédération de Russie et Mongolie	71,7	19,9	1,5	6,9	28,3
Afrique centrale et de l'Est, forêts à mopane et miombo du Botswana, du Burundi, du Mozambique, de la République démocratique du Congo, de la République-Unie de Tanzanie, du Rwanda, de Zambie et du Zimbabwe	73,3	19,1	0,4	7,2	26,7
Océanie, forêts naturelles et brousse du sud-ouest de l'Australie	56,7	37,2	1,8	4,4	43,4

Source: White, Murray et Rohweder (2000).

Encadré 2.2 Affaiblissement et complexité du contrôle de l'accès aux pâturages

Les pâturages relèvent de droits de propriété et d'accès très divers. On reconnaît généralement trois types de régimes fonciers: privé (un individu ou une société), communautaire (une communauté locale) et public (l'état). Les droits d'accès et de propriété peuvent se chevaucher, ce qui aboutit parfois à un ensemble complexe de règles relatives au contrôle de l'utilisation des ressources. Les décalages entre les règles d'accès et la multiplicité

des institutions chargées de leur application sont souvent source de conflits entre les diverses parties prenantes qui revendiquent l'accès aux pâturages. A cet égard, le Code rural du Niger est une tentative exemplaire visant à garantir l'accès des éleveurs pastoraux aux parcours tout en maintenant ces derniers sous le régime de propriété commune. Le tableau ci-dessous offre un aperçu de ces règles et de la relative sécurité qu'elles assurent aux éle-

Tableau 2.6

Propriété foncière et droits d'accès aux parcours: combinaisons possibles et degrés divers de sécurité d'accès pour les éleveurs pastoraux

	Droit d'accès sans superposition	Bail	Droits d'accès coutumiers ¹	Intrusion illicite ou accès incontrôlé
Privée	+++ Propriété privée	De ++ à +++ Selon la durée du bail et l'autorité de l'institution qui le garantit.	De 0 à ++ Des problèmes peuvent surgir en raison de l'interférence entre le droit d'accès coutumier et les récentes politiques d'enregistrement des titres fonciers.	De 0 à ++ Conflit
Communautaire	+++ Cas des troupeaux de propriété commune ou appartenant à l'Etat		De + à +++ Les droits d'accès coutumiers tendent à s'affaiblir et à perdre leur stabilité en raison des migrations, et ils interfèrent avec d'autres types de propriété et de droit d'accès	De + à ++ Selon la fermeté relative des communautés locales/de l'administration publique et des éleveurs pastoraux.

Note: degré de stabilité de l'accès aux ressources, de très élevé (+++) à très faible (0).

¹ Les droits d'accès coutumiers peuvent prendre diverses formes. Ils ont en commun qu'ils identifient les premiers arrivants et les distinguent de ceux arrivés ensuite ou en dernier. Ils sont donc à la merci des grands flux de migration et, dans un tel contexte, sont donc susceptibles d'exacerber les querelles ethniques.

Sources: Chauveau (2000); Médard (1998); Klopp (2002).

Toutefois, là où la propriété individuelle prédomine et où la gestion traditionnelle et les règles d'accès sont efficaces, l'utilisation des prairies fait souvent l'objet d'une planification méthodique qui adapte la charge aux saisons et aux différentes

classes de bétail (par exemple, animaux reproducteurs, jeunes animaux, animaux de traite, animaux destinés à l'engraissement), de façon à réduire les risques liés à la variabilité climatique. En outre, les techniques telles que le brûlis et le débroussaillage

Encadré 2.2 (suite)

veurs dans l'accès aux ressources de terres. L'accès à l'eau ajoute à la complexité des droits d'accès: dans les terres sèches, l'eau joue un rôle critique car l'emplacement des ressources hydriques est déterminant pour l'usage des pâturages. Les droits relatifs à l'eau sont donc essentiels pour garantir un accès effectif aux pâturages arides et semi-arides. Ne bénéficiant d'aucun droit officiel sur les terres, les éleveurs pastoraux n'acquièrent pratiquement jamais de droit vis-à-vis de l'eau et sont donc doublement pénalisés (Hodgson, 2004).

La sécurité et la stabilité d'accès aux ressources pastorales sont d'une importance primordiale car elles déterminent la stratégie de gestion que l'utilisateur adoptera. Investir dans les pratiques et les infrastructures dans le but d'améliorer la

productivité pastorale n'est possible que s'il existe une forte probabilité de rendements économiques à moyen et long terme. Plus récemment, des droits clairs en matière d'utilisation se sont révélés indispensables pour attribuer et rémunérer les services environnementaux.

Malgré le manque de statistiques détaillées, nous pouvons probablement affirmer que la plupart des pâturages sont privés, et non communautaires ou appartenant à l'État. Les parcours se trouvent principalement sur des terres communautaires ou appartenant à l'État en Afrique (ainsi, les terres de propriété privée ne représentent qu'environ 5 pour cent de la superficie des terres au Botswana), en Asie du Sud (par exemple, les terres communautaires, essentiellement des pâturages, représentent environ 20 pour cent de la totalité de la superficie de terres en Inde), en Asie de l'Ouest, en Chine ainsi qu'en Asie centrale et dans les Andes. Par ailleurs, en Australie, une grande partie du domaine de la Couronne – qui couvre près de la moitié de la superficie du pays – est constituée de pâturages relevant d'un bail. En revanche, la plupart des pâturages d'Amérique du Sud et des États-Unis d'Amérique ont un statut de propriété privée. Une enquête menée aux États-Unis montre en effet que 63 pour cent des pâturages sont privés, tandis que 25 pour cent appartiennent à l'État fédéral et le reste aux divers États et communautés locales (voir tableau 2.7). Enfin, en Europe, les pâturages situés dans des basses plaines fertiles sont généralement privés, alors que les zones marginales telles que les parcours montagneux et les zones humides appartiennent habituellement à l'État ou aux collectivités qui en contrôlent traditionnellement l'accès.

Tableau 2.7**Utilisation et propriété des terres aux États-Unis d'Amérique**

Millions d'acres	Cultures	Pâturages	Forêts	Autres	Total
État fédéral	0	146	249	256	651
État et collectivité locale	3	41	78	73	195
Communauté indienne	2	33	13	5	53
Privé	455	371	397	141	1 364
Total	460	591	737	475	2 263

Pourcentages relatifs

État fédéral	0	25	34	54	29
État et collectivité locale	1	7	11	15	9
Communauté indienne	0	6	2	1	2
Privé	99	63	54	30	60

Source: Anderson et Magleby (1997).

peuvent améliorer la productivité des pâturages. Leur gestion étant limitée, les pâturages extensifs peuvent fournir d'importants services environnementaux tels que la conservation de la biodiversité et la séquestration de carbone.

Afin de faciliter cette évaluation, nous avons regroupé les prairies en trois catégories: pâturages extensifs des zones marginales, pâturages extensifs des zones à potentiel élevé et pâturages intensifs.

Les pâturages extensifs des zones marginales sont définis ici comme ayant une productivité primaire nette inférieure à 1 200 grammes de carbone par m² et par an (carte 4, Annexe 1; tableau 4, Annexe 2). C'est la plus grande catégorie en termes de superficie (60 pour cent de la totalité des pâturages) et on la trouve surtout dans les régions sèches et les terres froides. Cette catégorie est prépondérante dans les pays en développement, où elle représente près de 80 pour cent des prairies, alors que sa part est inférieure à 50 pour cent dans les pays développés. Ce contraste peut s'expliquer par les différences de coût d'opportunité des terres: dans les pays développés, les zones présentant un bon potentiel agroécologique sont utilisées sous des formes plus intensives que le pâturage. Les prairies des zones marginales sont utilisées de manière extensive, soit par des systèmes de production mobiles (Afrique, CEI, Asie du Sud et Asie de l'Est), soit au sein de grands ranchs (Océanie, Amérique du Nord). Utilisant l'évapotranspiration effective comme indicateur du stress climatique de la végétation, certains auteurs (Asner *et al.*, 2004) montrent qu'au sein des biomes à caractère aride, les systèmes de pâture tendent à occuper les régions les plus sèches et climatiquement plus instables, alors que dans les biomes tempérés ils occupent plutôt les parties les plus humides et/ou les plus froides. Du point de vue des sols, les auteurs indiquent également que les systèmes de pâture occupent généralement les sols les moins fertiles en zones arides et les sols non recouverts de glace des régions boréales, de même que les sols les moins fertiles ou peu productifs des biomes tropicaux. Ils parviennent à la conclusion que le champ d'expansion de la mise en pâturage des terres marginales est épuisé.

Les pâturages extensifs des zones à potentiel élevé sont définis comme ayant une productivité primaire nette supérieure à 1 200 grammes de carbone par m² et par an (carte 4, Annexe 1; tableau 4, Annexe 2). Ces pâturages se trouvent

essentiellement dans les régions de climat tropical humide ou subhumide ainsi que dans certaines parties de l'Europe de l'Ouest et des Etats-Unis d'Amérique. La production de biomasse étant constante ou saisonnière, de tels herbages sont généralement clôturés et pâturés tout au long de l'année.

La culture intensive des pâturages se pratique dans les zones dont les conditions climatiques, économiques et institutionnelles sont favorables et où les terres sont rares. C'est généralement le cas en Europe, en Amérique du Nord, au Japon et en République de Corée. Dans l'Union européenne (UE), les unités de production de viande et de lait s'appuient en grande partie sur les prairies temporaires (leys ou prairies artificielles) et sur les cultures fourragères comme source d'aliments frais et conservés. Les pâturages les plus intensifs se trouvent dans le sud de l'Angleterre, en Belgique, aux Pays-Bas et dans certaines parties de la France et de l'Allemagne. Les systèmes basés sur les fourrages sont axés sur le haut rendement et utilisent en grande quantité les engrais minéraux, parallèlement à l'épandage de fumier et aux machines. L'utilisation intensive des pâturages est à l'origine de la surcharge des sols de ces pays en nutriments et de leur pollution au nitrate. Les prairies cultivées sont habituellement pauvres en espèces et contiennent surtout des variétés de *Lolium* (Commission européenne, 2004). Dans certains cas, la production intensive de fourrage sert d'approvisionnement aux industries de transformation, comme pour la déshydratation de la luzerne ou le compactage des foin. Ces industries (que l'on trouve surtout au Canada et aux Etats-Unis d'Amérique) sont très orientées vers l'exportation.

2.3.2 Cultures fourragères et résidus de récolte

Au cours des dernières décennies, la demande fourragère s'est accrue et les ressources traditionnelles ne pouvant fournir les quantités ou les qualités requises, les produits issus de la

culture vivrière primaire tels que les céréales et les légumineuses ont été de plus en plus utilisés pour l'alimentation animale. La demande croissante en nourriture humaine et animale a pu être satisfaite sans augmentation de prix. Bien au contraire, elle a été stimulée par une baisse des prix des céréales. En termes réels (en USD constants), les prix des céréales sur le marché international ont baissé de moitié depuis 1961 (FAO, 2006b). L'augmentation de l'offre à des prix dégressifs résulte surtout de l'intensification de la zone déjà cultivée.

Céréales

L'usage fourrager des céréales ralentit à mesure que la conversion alimentaire s'améliore

Quelque 670 millions de tonnes de céréales ont été consommées par le bétail en 2002, ce qui représente une zone cultivée d'environ 211 millions d'hectares. De nombreuses céréales sont utilisées pour l'alimentation du bétail, surtout pour les espèces monogastriques, notamment le porc et la volaille. En ce qui concerne les ruminants, les céréales jouent en général un rôle de complément alimentaire. Néanmoins, elles peuvent représenter l'essentiel du panier alimentaire des systèmes de production intensive telle que les parcs d'engraissement ou la production laitière.

A travers le monde et jusqu'à la moitié des années 80, l'utilisation fourragère des céréales a augmenté plus rapidement que la production totale de viande. Cette tendance était liée à l'intensification du secteur de l'élevage dans les pays de l'OCDE, qui a entraîné une utilisation fourragère accrue des céréales. La part grandissante des céréales dans le panier alimentaire a fait alors croître la production de viande. Au terme de cette période, la production de viande a augmenté plus rapidement que l'utilisation fourragère des céréales. Cela s'explique par les meilleurs indices de conversion obtenus grâce à une réorientation vers les espèces monogastriques, une intensification de la production animale axée sur les races à rendement

élevé et de meilleures pratiques de gestion. La réduction des subventions pour la production de céréales selon la politique agricole commune de l'UE et la régression économique des pays anciennement socialistes de l'Europe centrale ont également contribué à diminuer la demande en céréales pour l'alimentation du bétail.

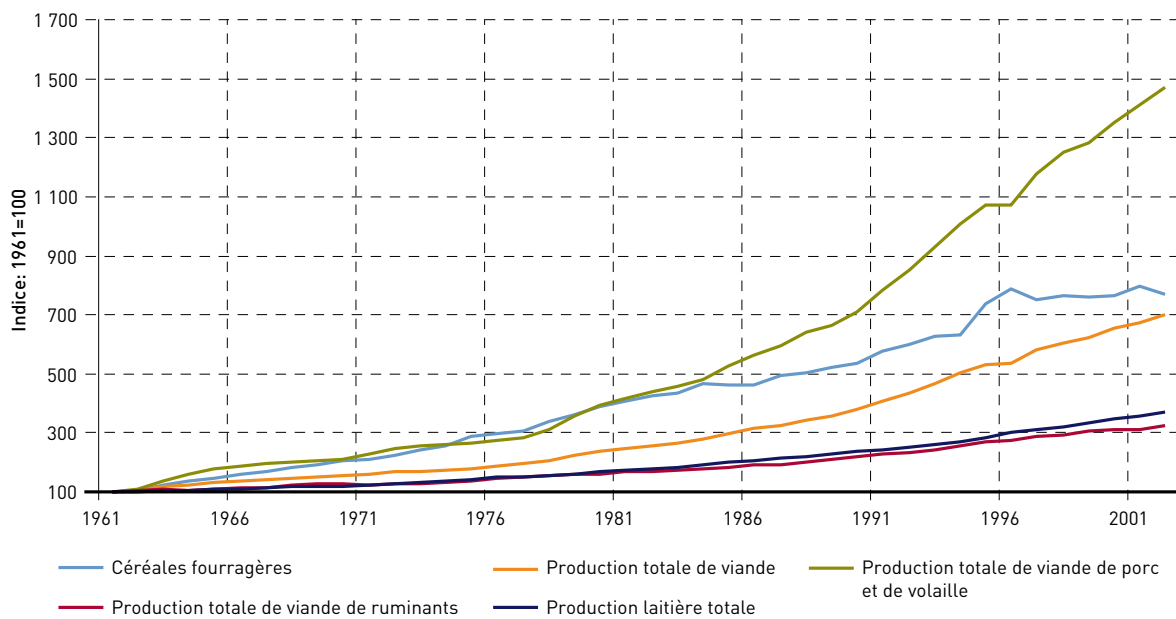
Dans les pays en développement, durant toute cette période, l'augmentation de la production de viande a été liée à l'utilisation accrue de céréales pour le bétail (figure 2.3). Récemment toutefois, la demande en céréales fourragères a eu tendance à se stabiliser alors même que la production de viande a continué de croître, probablement poussée par des pays tels que le Brésil, la Chine et la Thaïlande, qui produisent de manière très intensive et où domine l'élevage d'espèces monogastriques.

Dans l'ensemble, depuis la fin des années 80, la demande en céréales fourragères a été relativement stable. Cette stabilité, constatée à un niveau global, masque un changement géographique qui a marqué la demande au milieu des années 90. La demande des pays en transition a considérablement chuté, compensée par l'accroissement de la demande des pays en développement d'Asie (figure 2.4). Simultanément mais de manière plus progressive, la demande d'aliments du bétail s'est amenuisée dans les pays industrialisés et renforcée dans le monde en développement.

Exprimés en parts de la production totale, les volumes de céréales utilisés pour alimenter le bétail ont considérablement augmenté dans les années 60 mais sont ensuite restés plutôt stables avant de diminuer à la fin des années 90.

Parmi les céréales, le maïs et l'orge sont les principaux aliments du bétail – constituant plus de 60 pour cent de leur production totale entre 1961 et 2001. Toutefois, la demande en céréales fourragères varie énormément selon les régions: le maïs prédomine au Brésil et aux Etats-Unis d'Amérique alors qu'au Canada et en Europe on utilise surtout le blé et l'orge. L'Asie du Sud-Est utilisait des proportions sem-

Figure 2.3 Comparaison des taux de croissance entre certains produits d'origine animale et l'utilisation de céréales fourragères dans les pays en développement

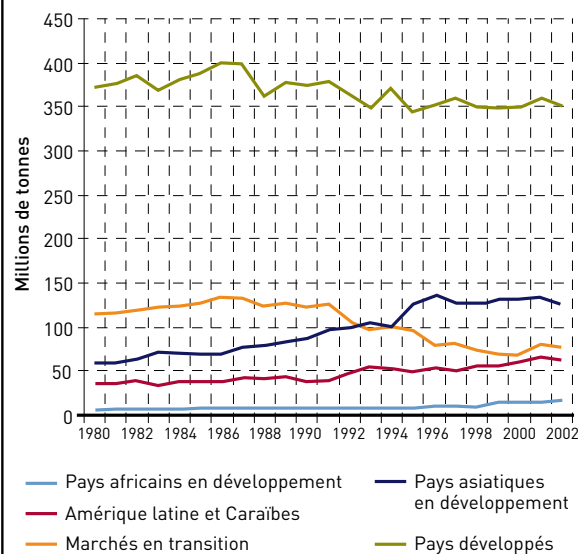


Source: FAO (2006b).

blables de blé jusqu'au début des années 90 mais, depuis, elle s'est progressivement tournée vers le maïs. Ces tendances reflètent l'aptitude qu'ont ces régions à produire des cultures particulières – le blé et l'orge étant plus adaptés que le maïs aux climats froids ou tempérés (cartes 5, 6 et 7, Annexe 1).

Les avantages comparatifs différenciés de la production de céréales fourragères, de même que la variabilité des conditions commerciales, se traduisent par une différenciation de l'alimentation du bétail au niveau de la production. Si l'on observe l'ensemble de la composante en céréales des rations alimentaires à travers les pays analysés, on constate une grande homogénéité (par exemple, les céréales représentent environ 60 pour cent du poids des aliments pour poulets – figure 2.6). Quoi qu'il en soit, la gamme de céréales diffère clairement d'un pays à l'autre. Le maïs domine dans l'alimentation des poulets au Brésil, en Chine et aux Etats-Unis d'Amérique, tandis que le blé est prépondérant dans l'UE. On constate des tendances similaires

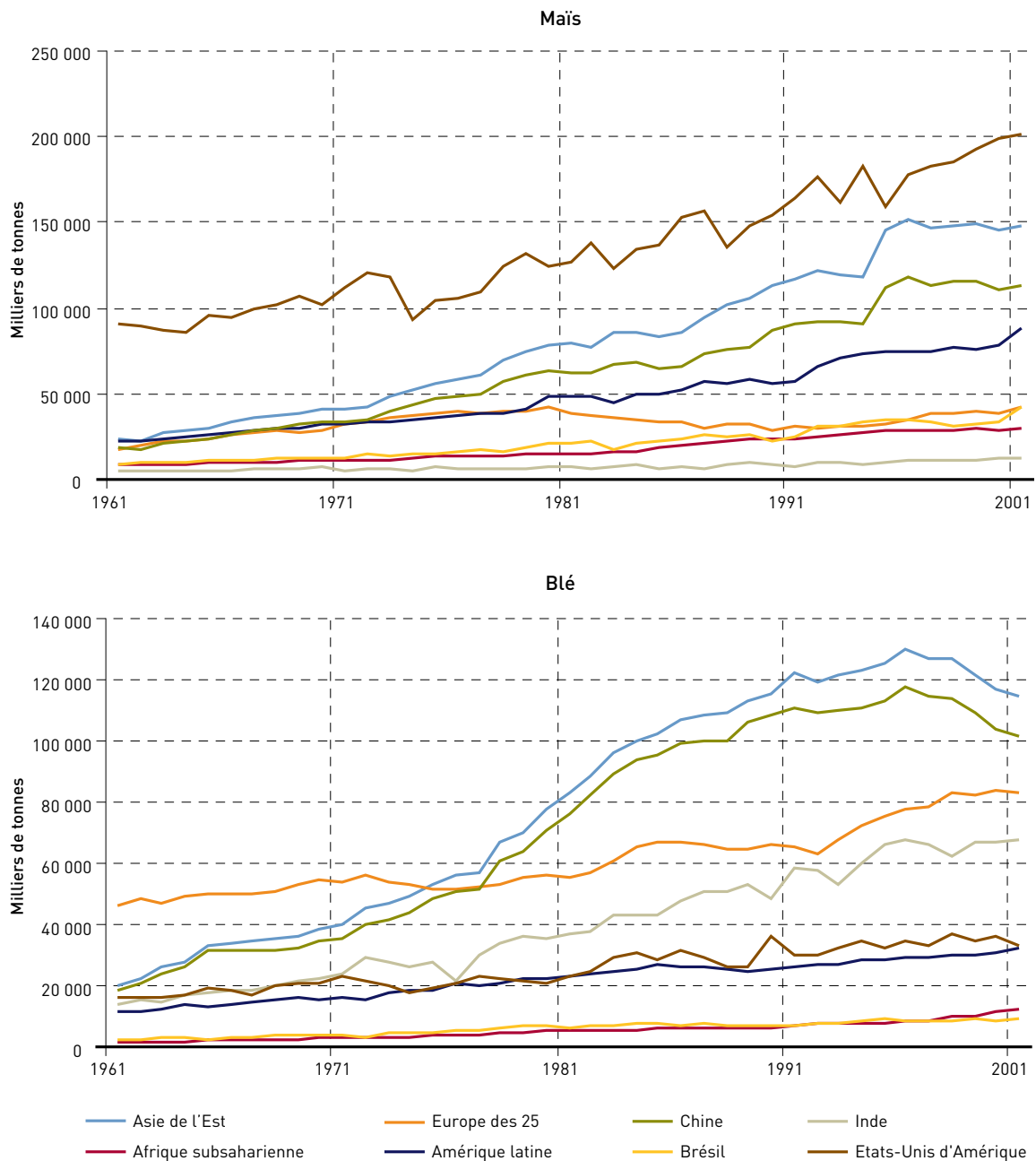
Figure 2.4 Tendances régionales en matière d'utilisation des céréales fourragères



Source: FAO (2006b).

pour le porc, avec une teneur en céréales plus variable (de 60 à 80 pour cent), dans les pays analysés (figure 2.7).

Figure 2.5 Demande de blé et de maïs fourragers dans certains pays et régions, de 1961 à 2002



Source: FAO (2006b).

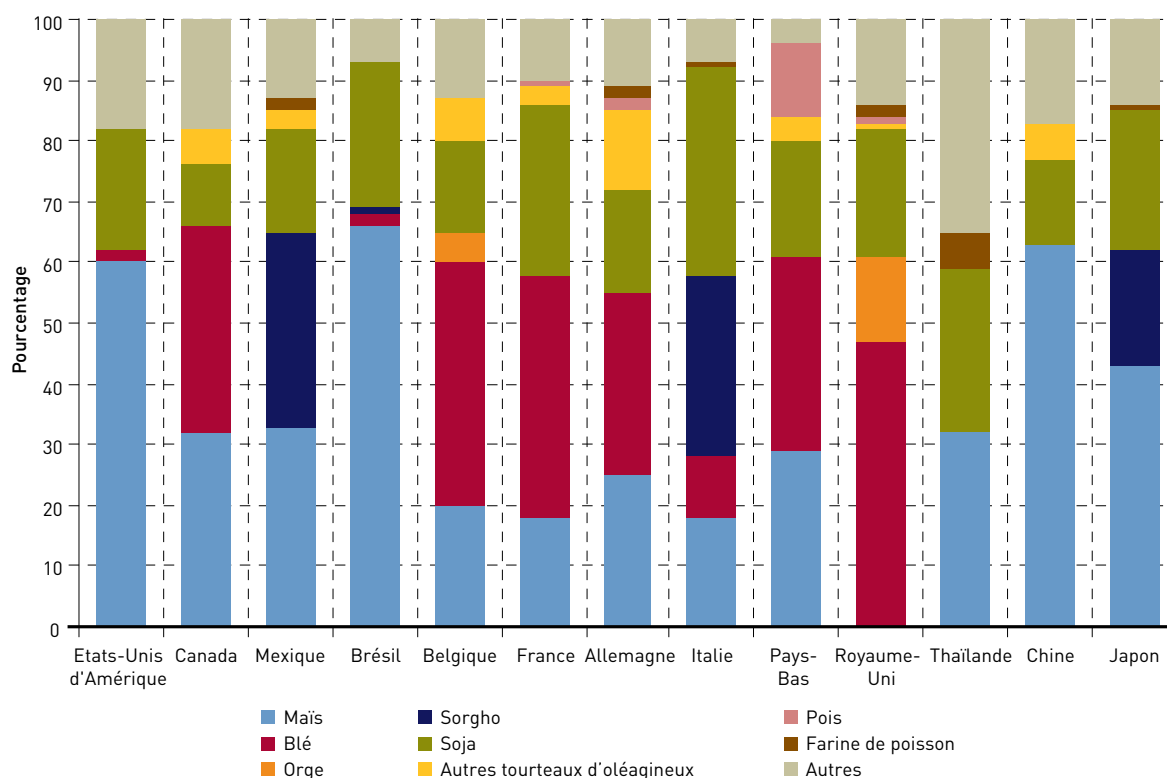
Résidus de récolte

Une ressource précieuse mais de plus en plus négligée

Les résidus de récolte sont des sous-produits de l'agriculture. Leur teneur en fibres est le plus souvent élevée mais elle est basse en autres composants et leur digestibilité est faible. Les

résidus de récolte assurent donc généralement un rôle de compléments de base nécessaires en calories et en fibres, surtout pour l'alimentation des ruminants. Les résidus tels que la paille et les fanes constituent encore un fourrage essentiel pour les systèmes d'élevage mixtes. Le bétail élevé dans ce type d'exploitation, tout

Figure 2.6 Composition relative de la ration alimentaire des poulets dans certains pays (en poids)



Note: La catégorie «autres» comprend une grande quantité de riz en Thaïlande.

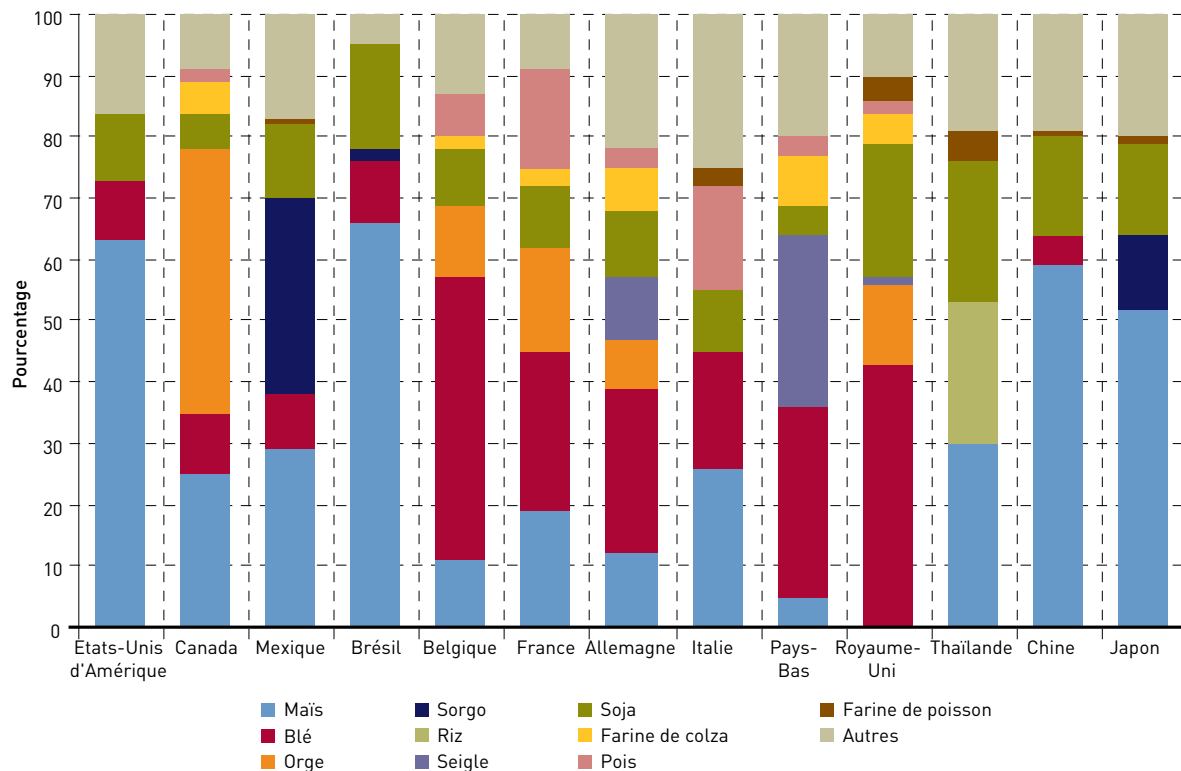
Source: calculs personnels.

particulièrement les ruminants, convertit efficacement les résidus en produits et services alimentaires ou non alimentaires. Les résidus de récolte constituent une part importante du panier alimentaire, surtout dans les environnements semi-arides et subhumides des tropiques où vit la majorité des agriculteurs pauvres (Lenné, Fernández-Rivera et Bümmel, 2003). Les résidus de récolte – ainsi que les sous-produits de l'industrie agroalimentaire – jouent souvent un rôle critique durant les périodes de faible production des pâturages (Rihani, 2005). Selon l'estimation de Devendra et Sevilla (2002), 672 millions de tonnes de paille de céréales et 67 millions de tonnes d'autres résidus de récolte sont potentiellement disponibles pour l'alimentation du bétail en Asie. L'utilisation actuelle de la paille de riz pour le fourrage varie considéra-

blement, atteignant plus de 70 pour cent de la quantité totale disponible au Bangladesh et en Thaïlande, et seulement 15 pour cent en République de Corée. Dans les autres pays d'Asie du Sud-Est et en Chine, on estime que la proportion est de l'ordre de 25 à 30 pour cent.

Malgré l'importance qu'ils ont localement auprès des petites exploitations mixtes, les résidus de récolte sont de moins en moins utilisés pour l'alimentation du bétail. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette tendance et tous sont liés à l'intensification de l'agriculture. Premièrement, la quantité de résidus obtenue par unité de culture est moins importante en raison de la sélection génétique qui vise à la réduire (voir par exemple les céréales naines) et du matériel de récolte plus efficace. Deuxièmement, la sélection génétique, axée sur les caractéristiques de

Figure 2.7 Composition relative de la ration alimentaire des porcs dans certains pays (en poids)



Note: La catégorie «autres» comprend une grande quantité d'avoine en Italie.

Source: calculs personnels.

performance des principaux produits alimentaires, tend à réduire la qualité des résidus de récolte (Lenné, Fernández-Rivera et Bümmel, 2003). Troisièmement, l'élevage intensif nécessite une alimentation animale de grande qualité que les résidus de récolte n'offrent généralement pas. En outre, les résidus de récolte sont devenus une source d'énergie non négligeable et sont de plus en plus utilisés pour la production de meubles.

Autres cultures fourragères

Après les céréales, la seconde catégorie principale en matière d'alimentation animale regroupe les racines et les légumes. En 2001, le bétail en a consommé près de 45 millions de tonnes – principalement du manioc, des pommes de terre, des patates douces, du chou et du plantain. A

cela s'ajoutent quelque 17 millions de tonnes de légumineuses (principalement des pois et des haricots), qui représentent une part importante de la ration protéique dans certains pays comme la France, l'Italie et les Pays-Bas. On estime que les cultures fourragères de légumineuses, de racines et de légumes s'étendent sur une surface totale de plus de 22 millions d'hectares. Les graines oléagineuses peuvent être données directement au bétail, bien qu'elles soient en grande majorité transformées et que seuls leurs sous-produits soient utilisés pour l'alimentation animale. En 2001, la demande fourragère en graines oléagineuses a totalisé 14 millions de tonnes, soit l'équivalent de 6,6 millions d'hectares récoltés. Les principales graines oléagineuses servant à l'alimentation animale sont celles de soja, de coton et de tournesol.

2.3.3 Les sous-produits agroindustriels

A mesure que l'homme crée des chaînes alimentaires toujours plus sophistiquées, les agroindustries se développent et multiplient les sous-produits susceptibles de servir d'aliments pour le bétail. Une proportion grandissante des produits destinés à l'alimentation humaine sont transformés, le nombre de stades de transformation ne cesse de croître et les usines de traitement s'agrandissent. Tous ces facteurs permettent d'augmenter les quantités disponibles de sous-produits de qualité et donc de rendre leur ramassage et leur transformation économiquement plus rentables.

Le soja

La demande en aliments pour le bétail provoque un essor de la production

Le tourteau de soja, qui est un sous-produit de la fabrication d'huile de soja, est un exemple typique. Dans l'extraction de l'huile, le soja a un rendement de 18 à 19 pour cent d'huile et de 73 à 74 pour cent de tourteau (Schnittker, 1997); le reste compte pour du déchet. Seule une faible part des graines récoltées est directement donnée aux animaux (environ 3 pour cent au total), en revanche, ils reçoivent plus de 97 pour cent de la production globale de tourteaux de soja. Ces tourteaux sont utilisés principalement pour nourrir les espèces monogastriques, surtout les volailles et, dans une moindre mesure, les porcs. La figure 2.8 présente la part importante de soja transformé pour la fabrication de l'huile au cours des 40 dernières années ainsi que la stabilité du rapport entre les graines transformées et les tourteaux qui en résultent. Pendant cette même période, la demande fourragère en tourteaux de soja est montée en flèche à travers le monde, atteignant 130 millions de tonnes en 2002 – voir figure 2.8. Cela dépasse de loin la production de tourteaux à base de colza et de graines de moutarde, qui s'est hissée au deuxième rang mondial en 2002 avec 20,4 millions de tonnes.

La croissance de la production d'aliments du bétail à base de tourteaux de soja a décollé

au milieu des années 70 et s'est accélérée au début des années 90, propulsée par la demande qui augmentait rapidement dans les pays en développement. Pourtant, la quantité par personne de tourteaux de soja utilisée est bien plus élevée dans les pays développés (50 kg par habitant contre 9 kg dans les pays en développement). Au cours des 40 dernières années, la demande en tourteaux de soja a augmenté plus rapidement que la production totale de viande, ce qui sous-entend un net accroissement de l'utilisation de tourteaux de soja par unité de viande produite. C'est le cas chez les ruminants et chez les monogastriques. Cette augmentation de l'utilisation des tourteaux de soja pour l'alimentation animale est en partie due à la demande croissante de farine de poisson au sein du secteur de l'aquaculture en pleine expansion. En effet, les ressources en farine de poisson ne pouvant répondre aux demandes des deux secteurs, l'élevage a dû chercher d'autres substituts de protéines pour alimenter le bétail. L'aquaculture est davantage tributaire de la farine de poisson (et de l'huile de poisson) que ne le sont les animaux terrestres et la proportion de farine de poisson utilisée par l'aquaculture est passée de 8 pour cent en 1988 à près de 35 pour cent en 2000 (Delgado *et al.*, 2003), puis à 45 pour cent en 2005 (Banque mondiale, 2005a), malgré les efforts accomplis pour diminuer la proportion de ces produits dans la ration alimentaire des poissons. L'interdiction d'utiliser les abats d'animaux dans l'alimentation du bétail, qui vise à réduire le risque de transmission de la maladie de la vache folle, est un autre facteur exerçant des pressions supplémentaires sur la production de protéines végétales (voir 2.3.4).

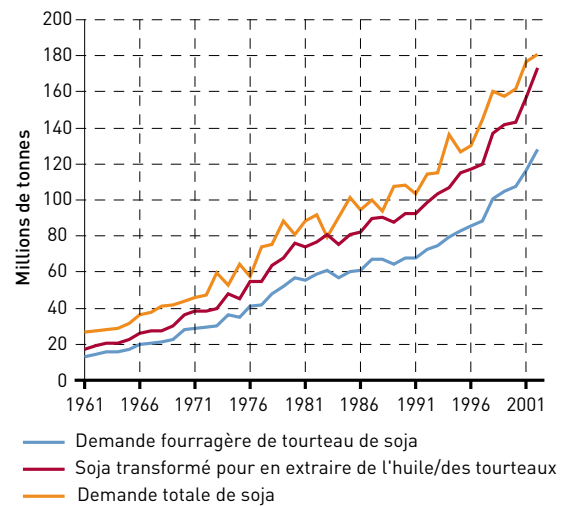
La production mondiale de soja a triplé entre 1984 et 2004 et la moitié de cette augmentation a eu lieu au cours des cinq dernières années. La production est très concentrée géographiquement. Huit pays assurent 97 pour cent de la production mondiale; les productions des trois pays venant en tête (l'Argentine, le Brésil et les

Etats-Unis d'Amérique) représentent respectivement 39 pour cent, 26 pour cent et 17 pour cent du total. Par ailleurs, ces productions ont enregistré la plus forte croissance observée au cours des 40 dernières années.

La carte 9 (Annexe 1) offre un aperçu des zones où l'on cultive le soja pour en extraire de l'huile et pour produire de la farine. La forte concentration géographique est clairement visible. La transformation et la commercialisation du soja sont très concentrées géographiquement. Elles sont également très spécialisées, se caractérisent par une forte intégration verticale et d'importantes économies d'échelle. Les petits producteurs – surtout dans les pays en développement – éprouvent de grandes difficultés à lutter contre la concurrence, surtout lorsqu'ils doivent faire face aux exigences et aux performances impressionnantes du commerce international en pleine croissance. Cela étant, de nouveaux pays ont récemment commencé à produire du soja en vue de l'exporter, et leur production s'est considérablement accrue entre 1999 et 2004. Ces pays se trouvent en Amérique latine (comme la Bolivie, l'Équateur et l'Uruguay), dans l'ancien bloc soviétique (comme la République tchèque, le Kirghizistan, la Fédération de Russie et l'Ukraine) et en Afrique (comme l'Ouganda). Parmi les plus gros producteurs de soja, les États-Unis d'Amérique réalisent les rendements moyens les plus élevés, à savoir 2,6 tonnes par hectare.

Certains pays produisant moins ont également obtenus de bons résultats. L'Argentine et le Brésil produisent en moyenne près de 2,4 tonnes par hectare alors que les rendements de la Chine ne sont que de 1,65 tonne par hectare. L'Inde est loin derrière, avec des rendements moyens de seulement 0,90 tonne par hectare (Schnittker, 1997). Au cours des 10 dernières années, le rendement s'est considérablement accru, même si l'augmentation exceptionnelle de l'offre était due en grande partie à l'extension des terres cultivées pour le soja – voir figure 2.2. Bien que la fabrication de l'huile ait été à l'ori-

Figure 2.8 Tendances mondiales de la demande de soja et de tourteaux de soja, de 1961 à 2002



Source: FAO (2006b).

gine l'élément moteur de la production de soja, actuellement c'est la demande en alimentation du bétail qui est responsable de son développement. En effet, au cours des dernières années, les tourteaux de soja représentaient environ deux tiers de la valeur des graines de soja et l'huile à peu près un tiers. Cette situation a évolué en l'espace de 30 à 40 ans. En effet, d'une part, la demande en protéines destinées à l'alimentation des animaux terrestres et aquatiques s'est accrue rapidement et, d'autre part, la production d'autres graines riches en huile (huiles de palmier, de colza et de tournesol par exemple) a fait baisser la demande d'huile de soja (Schnittker, 1997). L'analyse des rations alimentaires confirme cette observation (figures 2.6 et 2.7) et démontre que le soja est une source majeure de protéines dans tous les pays analysés. Les autres sources de protéines végétales produites localement n'apportent en général qu'une modeste contribution. La croissance de la demande en graines oléagineuses pour produire des biocarburants risque de bouleverser ces tendances (voir section 2.3.4).

Autres sous-produits agroindustriels

D'autres produits agroindustriels sont moins commercialisés et leur utilisation se limite à leur région d'origine. Ils sont souvent utilisés en cas de sécheresse ou durant d'autres périodes de pénurie de fourrage, pour compléter les pâturages et les résidus de récolte (Rihani, 2005). En Afrique du Nord, leur contribution à l'alimentation des petits ruminants passe de 10 pour cent en période favorable à 23 pour cent en période de sécheresse (Rihani, 2005). Dans cette région, les sous-produits agroindustriels qui servent à nourrir le bétail comprennent les résidus de brasserie, les agrumes, la pulpe de tomates et de dattes, les tourteaux d'olive ainsi que les mélasses et la pulpe de betterave. Au Japon, 30 pour cent des sous-produits agroindustriels sont recyclés après avoir été déshydratés (Kawashima, 2006).

En revanche, on recycle beaucoup moins de déchets alimentaires issus de la distribution pour nourrir le bétail (de 5 à 9 pour cent, selon leur origine) car leur composition et leur qualité sont très variables et leur répartition géographique alourdit les coûts de ramassage. Par ailleurs, la sécurité sanitaire de ces déchets est sujette à caution.

Déchets ménagers

Bien qu'elle ne soit que sporadique dans les pays de l'OCDE, l'utilisation des déchets ménagers comme aliments pour animaux demeure prédominante dans les foyers ruraux des pays

en développement. Les déchets alimentaires ramassés dans les centres urbains proviennent souvent de l'industrie de l'alimentation. Traditionnellement, les déchets alimentaires issus de foyers individuels représentent une ressource importante d'aliments pour les animaux, surtout pour les petits éleveurs de monogastriques et les petits producteurs laitiers. En effet, ce type de recyclage explique l'étroite corrélation spatiale qui existait entre les populations humaines et celles de porcs et de volailles, avant et pendant les premiers stades de l'industrialisation. Toutefois, la montée des exigences en matière d'environnement et de santé humaine met en général un terme à la production de basse-cour des zones urbaines et périurbaines, dès lors que les moyens de communication avec les zones rurales permettent l'accès à des approvisionnements fiables et de qualité.

2.3.4 Tendances futures

Augmentation de la demande fourragère

De nos jours, on estime que la production agricole d'aliments du bétail occupe environ 30 pour cent des terres émergées. D'après les statistiques, la superficie mondiale de pâturages atteint 34,8 millions de kilomètres carrés (26 pour cent des terres émergées), tandis qu'on estime que près de 4,7 millions de kilomètres carrés de terres de culture sont actuellement consacrés à la production fourragère (4 pour cent des terres émergées ou 33 pour cent de la totalité des terres de culture). Hormis les résidus de culture,

Tableau 2.8

Disponibilité et recyclage des sous-produits alimentaires au Japon

	Stock annuel de sous-produits	Part recyclée en aliments du bétail	Part recyclée autrement
	(milliers de tonnes)	(%)	(%)
Industrie agroalimentaire	4 870	30	48
Grossistes et détaillants de denrées alimentaires	3 360	9	26
Industrie de services alimentaires	3 120	5	14
Total	11 350	17	32

Source: Kawashima (2006).

cette dernière estimation comprend la plupart des sous-produits agroindustriels (voir la note méthodologique dans l'Annexe 3). Si l'on compare les pourcentages dans la production totale de viande qu'occupent le pâturage, la combinaison pâturage/cultures et la production intensive agroindustrielle, ils s'élèvent respectivement à 8 pour cent, 46 pour cent et 45 pour cent (voir section 2.4). La juxtaposition de ces chiffres fait prendre conscience du fort gradient d'intensification de l'usage des terres par l'élevage.

On prévoit que la production animale et la demande d'aliments du bétail vont s'accroître simultanément. La FAO (2003a) estime que la demande en céréales fourragères augmentera de près d'un milliard de tonnes entre 1997/99 et 2030 (à des taux de croissance de 1,9 pour cent par an entre 1997/99 et 2015, puis de 1,6 pour cent par an). Cette croissance sera essentiellement animée par les pays en développement où l'on prévoit que l'utilisation d'aliments concentrés augmentera plus vite que la production de viande. Le recours aux céréales fourragères devrait demeurer le principal moteur de l'économie céréalière mondiale, et représenter, avec les biocarburants, une part croissante de la demande globale dans ce secteur. L'utilisation fourragère du maïs devrait augmenter, passant de 625 à 964 millions de tonnes entre 2002 et 2030. Cette hausse aura lieu en majorité dans les pays en développement (265 millions de tonnes), tout particulièrement en Asie du Sud-Est (133 millions de tonnes), en Amérique latine (56 millions de tonnes) et, dans une moindre mesure, en Afrique subsaharienne (33 millions de tonnes). Les taux de croissance prévus pour la culture fourragère sont plus élevés que ceux connus au cours des 15 dernières années. Les prévisions de croissance de la demande en céréales fourragères émanent de tendances interdépendantes.

Tout d'abord, la reprise qui se manifeste actuellement au sein des économies en transition devrait se maintenir, de même que la demande grandissante en produits d'origine animale. Cette

dernière stimulera la production et fera croître la demande fourragère jusqu'à des niveaux au moins égaux à ceux du début des années 90. L'Union européenne devrait également voir sa demande en céréales fourragères augmenter grâce à la baisse des prix induite par le processus de réforme de la Politique agricole commune (PAC). Les réformes proposées en 1992 et mises en œuvre en 1994 (Réforme Ray MacSharry) ont provoqué une baisse des prix d'intervention des céréales de 30 pour cent, échelonnée sur une période de trois ans. Elles ont ensuite entraîné d'autres réductions des prix de soutien des céréales, qui ont fait l'objet d'un accord en mars 1999 dans le cadre de «l'Agenda 2000». Parallèlement, les facteurs de réduction de la demande devraient s'atténuer et l'on s'attend surtout à voir diminuer l'amélioration des taux de conversion des aliments.

Au cours des dernières décennies, les monogastriques, la volaille en particulier, dont l'indice de transformation des aliments est supérieur à celui des ruminants (généralement entre 2 et 4 kg de céréales par kg de viande, contre 7 pour les ruminants), ont connu un regain de faveur (Rosegrant, Leach et Gerpacio, 1999). Les taux de conversion des aliments se sont encore améliorés grâce au perfectionnement des méthodes d'alimentation (alimentation échelonnée) et aux progrès accomplis en matière d'élevage. Ces changements ont permis d'optimiser la conversion des aliments et de contrebalancer la montée en flèche de la demande fourragère. Pourtant, selon les estimations, le passage aux espèces monogastriques s'opérera plus lentement qu'au cours des 20 dernières années (FAO, 2003a), et il reste peu de marge pour améliorer l'alimentation animale et la reproduction.

L'influence que l'aquaculture exercera dans ce processus est incertaine. Les produits à base de poissons nourris avec les mêmes aliments que le bétail (par exemple la tilapia) risquent de remplacer de plus en plus les produits d'élevage. Leur conversion alimentaire étant bien plus efficace que celle du bétail⁵ (en général de 1,6 à 1,8 pour la tilapia), l'aquaculture pourrait tenir le

rôle que la volaille a joué dans le passé et faire chuter la demande en céréales.

Un changement d'orientation vers les produits à base de poisson pourrait avoir lieu mais il impliquerait à la fois une réorganisation des chaînes de distribution et une évolution des préférences des consommateurs, et ne pourrait s'effectuer donc que sur une période longue.

Bien qu'à un rythme plus lent, le nombre de ruminants va également s'accroître, nécessitant davantage de fourrage. Certains auteurs (Tilman *et al.*, 2001) prévoient une augmentation nette de pâturages, de 2 millions de kilomètres carrés d'ici 2020 et de 5,4 millions de kilomètres carrés d'ici 2050. Tout en reconnaissant que les pâturages augmenteront probablement en Amérique latine et, dans une moindre mesure, en Afrique subsaharienne, les auteurs de ce chapitre jugent ces chiffres probablement surestimés.

La production potentielle et effective des ressources d'aliments végétaux varie considérablement à travers le monde, tout comme les différents contextes écologiques, économiques, techniques et politiques. Le problème de l'offre de fourrage face à la demande de l'élevage en pleine expansion présente un intérêt qui dépasse les limites du secteur. Certains aspects sont évalués ci-dessous.

Pâturages: le dos au mur

Explorant les options de développement des pâturages, certains auteurs (Asner *et al.*, 2004) font observer que l'extension des systèmes de pâture dans les zones marginales a déjà plus ou moins atteint les limites imposées par les facteurs liés au climat et aux sols. Les prairies ne peuvent donc s'étendre que dans des zones dotées d'un potentiel agroécologique élevé.

Afin de comprendre les changements d'utilisation des terres qui pourraient résulter de l'extension des pâturages, nous analysons l'utilisation actuelle des terres à forte capacité à cet égard mais non employées à cette fin (voir carte 10, Annexe 1). Les forêts représentent le type d'utilisation des terres qui domine actuellement dans le monde (près de 70 pour cent) et dans la plupart des continents, surtout en Afrique subsaharienne (88 pour cent) et en Amérique latine (87 pour cent). En Asie de l'Ouest, en Afrique du Nord, en Europe de l'Est et en Asie du Sud, les terres sont essentiellement utilisées pour les cultures. L'urbanisation n'a qu'une incidence locale, sauf en Europe de l'Ouest, où les zones urbaines occupent 11 pour cent des terres aptes au pâturage.

Ces résultats laissent entendre qu'une progression significative des prairies au sein des zones à potentiel agroécologique élevé ne peut se produire qu'aux dépens de terres de culture (ce qui est fort peu probable) ou en convertissant les forêts en pâturages, comme c'est le cas actuellement dans les régions tropicales humides.

En réalité, les pâturages continueront certainement de céder du terrain aux terres de culture. Alimentée par la demande croissante en céréales, cette tendance se manifeste déjà dans divers endroits et plus particulièrement en Asie et en Afrique subsaharienne. Les zones urbanisées empièteront également sur les pâturages, surtout dans les régions telles que l'Afrique subsaharienne et l'Amérique latine dont les populations sont en pleine expansion. L'envahissement par l'urbanisation et les cultures est particulièrement nocif pour les systèmes de pâture car il concerne habituellement les terres les plus productives. Cela compromet l'accès aux biomasses en saison sèche, lorsque les terres moins productives ne peuvent pourvoir à la subsistance du cheptel, et entraîne en outre un surpâturage, des pertes accrues en période de sécheresse et des conflits entre éleveurs et cultivateurs.

⁵ Les poissons ont le sang froid, ils utilisent moins d'énergie pour remplir leurs fonctions vitales et leurs déplacements ne nécessitent pas la lourde structure osseuse ni l'énergie nécessaires pour pouvoir se mouvoir sur les terres. Le métabolisme et la reproduction des poissons sont également plus efficaces.



© FAO/5748/F. VAUGHAN-WHITEHEAD

Bovins de race croisée pâturent dans une ferme d'élevage à Obala – Cameroun 1969

La superficie des pâturages augmente en Afrique et en Amérique latine, où le processus de colonisation des terres dure toujours. Le rythme de l'extension des pâturages au détriment des forêts sera surtout déterminé par les politiques macro et microéconomiques des régions concernées. Dans les pays de l'OCDE, la superficie totale de pâturages sera stable ou diminuera au fur et à mesure de la conversion des parcours en terres de culture, en zones urbaines et en écosystèmes naturels ou zones de détente. Les perspectives d'extension des pâturages étant limitées, l'intensification de la production pastorale sur les terres les plus stables et la perte des pâturages marginaux risquent de se poursuivre (Asner *et al.*, 2004). En effet, d'après les estimations, la production pastorale a de fortes chances d'augmenter grâce à l'amélioration des pâturages et à l'optimisation de la gestion. Sumberg (2003) envisage que dans les régions subhumides d'Afrique, et surtout

en Afrique de l'Ouest, les cultures et le bétail coexisteront au sein de systèmes intégrés sur les sols fertiles facilement accessibles, alors que les zones les plus éloignées seront progressivement marginalisées, voire abandonnées.

Le changement climatique risque aussi d'altérer les systèmes basés sur les herbages. Les prairies naturelles seront bien plus touchées que les terres de culture, où il est plus facile de manipuler les conditions (par exemple, en irriguant ou en protégeant du vent). D'après les projections, l'impact sur les terres sèches sera spectaculaire. Selon les résultats de l'étude de cas que certains auteurs (Butt *et al.*, 2004) ont effectuée au Mali, les baisses de rendement en fourrage provoquées par le changement climatique devraient atteindre 16 à 25 pour cent d'ici 2030, alors que les rendements des cultures devraient être moins touchés, la baisse maximale devant être de 9 à 17 pour cent pour le sorgho. En revanche, les pâturages situés dans les zones froides devraient être appe-

lés à bénéficier de la montée des températures (FAO, 2006c). Enfin, il existe une possibilité d'extension des pâturages dans les pays en transition, où de vastes régions de prairies abandonnées pourraient être recolonisées à un coût environnemental relativement limité.

Terres de culture

La dégradation et le changement climatique compromettent les perspectives d'augmentation de rendement et d'extension des terres

L'augmentation de la production fourragère nécessite un accroissement de la productivité, une extension des zones de production ou la combinaison des deux. On s'accorde largement à reconnaître que les possibilités d'augmenter encore les seuils de rendements en matière de céréales et de graines oléagineuses sont dans l'ensemble considérables, bien qu'elles aient atteint leur maximum dans certaines régions – notamment dans le bassin du Gange (Pingali et Heisey, 1999; FAO, 2003a). En ce qui concerne les principales céréales, le maïs notamment, il devrait être plus simple d'augmenter les rendements, grâce au transfert de technologie à partir des nations industrialisées. D'après les estimations de Pingali et Heisey (1999), il y a de fortes chances que ce transfert ait lieu en Chine et dans d'autres parties de l'Asie, où la demande grandissante de maïs fourrager rendra cette culture de plus en plus rentable et où le secteur privé devrait pouvoir financer les investissements nécessaires. En revanche, les rendements de soja devraient augmenter plus lentement (Purdue University, 2006). Il existe encore une possibilité d'extension des zones de cultures. Actuellement, l'ensemble des terres arables et des terres cultivées de manière continue représente à peine plus d'un tiers des terres aptes à fournir une production agricole (FAO, 2003a). On estime donc que l'extension des terres continuera de contribuer à l'augmentation de la production agricole primaire.

Les perspectives varient considérablement selon les régions. En Asie du Sud et du Sud-

est, la possibilité d'extension des terres pour la culture de céréales et de soja est limitée (Pingali et Heisey, 1999). Elle est plus encourageante dans la plupart des autres continents, surtout en Afrique et en Amérique latine. Il est prévu qu'entre 1997/99 et 2030, la part de l'extension des terres arables dans la production agricole s'élèvera à 33 pour cent en Amérique latine et aux Caraïbes, à 27 pour cent en Afrique subsaharienne, à 6 pour cent en Asie du Sud et à 5 pour cent en Asie de l'Est (FAO, 2003a). Ces chiffres reflètent l'étendue des zones à haut potentiel de production de céréales (carte 11, Annexe 1) et de soja (carte 12, Annexe 1).

Deux problèmes majeurs compromettent cette image globalement positive. Le premier relève de la dégradation des sols liée à l'intensification et à l'extension de la production agricole ainsi qu'à ses conséquences en termes de dégâts écologiques et de chute de productivité. Les tendances à la baisse de productivité qui ont été observées récemment en Asie du Sud peuvent être directement liées aux conséquences écologiques de la culture intensive, notamment l'accroissement de la salinité, la saturation en eau, l'appauvrissement des sols, l'augmentation de leur toxicité et le développement des ravageurs (Pingali et Heisey, 1999). L'extension des terres arables au sein des écosystèmes naturels a des implications écologiques dramatiques, notamment la disparition de la biodiversité et des services des écosystèmes tels que la régulation des eaux et le contrôle de l'érosion. La section 2.5 étudie de façon plus approfondie les problèmes de dégradation des sols liés à l'agriculture intensive.

En second lieu, si le monde semble disposer globalement d'un potentiel de production suffisant, les différences sont considérables au niveau local. La rareté des terres et la piètre aptitude des sols aux cultures risquent de provoquer des problèmes locaux de pénurie de terres (FAO, 2003a). Le changement climatique a un impact qui varie également de manière considérable d'une région à l'autre. Il aura des

répercussions sur les rendements des ressources végétales destinées à l'élevage, principalement sous l'action des variations de température, de pluviométrie, de concentration de CO₂, des rayonnements ultraviolets et de la diffusion des organismes nuisibles. Le changement climatique risque aussi d'avoir des effets indirects en modifiant la structure biologique et chimique des sols. Certains de ces changements seront néfastes, notamment la baisse de rendement au sein de nombreuses régions. D'autres peuvent s'avérer positifs, comme «l'effet fertilisant» des concentrations accrues de CO₂. Tous les travaux publiés tendent à reconnaître que l'on risque d'enregistrer une forte baisse de l'ensemble des rendements au niveau mondial. Toutefois, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Europe de l'Ouest et l'Océanie figurent parmi les régions où le changement climatique est susceptible au contraire d'engendrer des augmentations de rendements (Parry *et al.*, 2004).

Concurrences et complémentarités dans la recherche de biomasse fourragère

Le bétail n'est pas le seul consommateur de récoltes, de résidus de récolte et de sous-produits. Il se dispute les ressources en terres avec les secteurs des cultures vivrières, de l'aquaculture, des forêts et de l'énergie. En général et selon les estimations, les céréales fourragères et les céréales alimentaires entrent rarement en concurrence directe. L'élasticité de la demande en céréales de la part de l'élevage est bien plus élevée que celle de la demande humaine. Ainsi, lorsque les prix des récoltes augmentent, la demande du secteur de l'élevage tend à diminuer rapidement, rendant ainsi l'offre de céréales plus disponible à la consommation humaine. On peut donc soutenir qu'en ayant recours aux céréales, l'élevage fait office de régulateur et protège la demande alimentaire contre les fluctuations de la production (Speedy, 2003). Cet effet tampon s'observe également à plus petite échelle dans le cas, par exemple, de l'engraissement de moutons au Sahel. Si l'année

a été bonne, les ménages utilisent les surplus de récoltes de céréales pour engraisser les moutons tandis que dans le cas contraire, ils les emploient exclusivement pour l'alimentation humaine. Cette aptitude des céréales à servir de fourrage incite les agriculteurs à les cultiver en quantité supérieure au strict nécessaire et donc à améliorer la sécurité alimentaire en cas d'année médiocre.

D'après les prévisions de la FAO, au niveau mondial et en dépit des tendances régionales contrastées, la part des céréales utilisées pour nourrir le bétail devrait s'accroître d'ici 2030, ce qui entraînera une augmentation de la production de 1,8 à 2,6 milliards de tonnes entre 1999/01 et 2030. Le secteur qui utilisera davantage de céréales fourragères est celui de l'industrie de l'aquaculture, dont on prévoit une croissance annuelle de 4 à 6 pour cent d'ici 2015 et de 2 à 4 pour cent au cours des 15 années suivantes (FAO, 1997).

En effet, grâce à des taux de conversion alimentaire meilleurs que ceux du bétail, l'aquaculture deviendra un concurrent de taille pour les monogastriques des régions telles que l'Asie du Sud-Est et l'Afrique subsaharienne.

Le secteur de l'énergie se présente comme un concurrent supplémentaire. L'appauvrissement des ressources en carburants fossiles et les efforts accomplis pour tenter d'atténuer le changement climatique font décoller les bioénergies, qui s'appuient sur les biomasses végétales. A l'heure actuelle, l'éthanol produit à partir de la canne à sucre représente 40 pour cent des carburants vendus au Brésil. La production d'éthanol combustible dans le monde est passée de 20 milliards de litres en 2000 à 40 milliards de litres en 2005, et devrait atteindre 65 milliards en 2010 (Berg, 2004). En 2005, la superficie totale utilisée aux Etats-Unis d'Amérique pour la production de biocarburants s'élevait environ à 1,8 million d'hectares (UE, 2006). Le rendement moyen d'éthanol oscille entre 3 000 litres par hectare (à partir du maïs) et 7 000 litres par hectare (à partir de la bette-

rave) (Berg, 2004). A moyen et long terme, cet usage des terres risque de faire concurrence à la production fourragère. On prévoit néanmoins que la «deuxième génération» de biocarburants utilisera des ressources de biomasses différentes en se réorientant vers la fermentation des matières ligno-cellulosiques. Si ces perspectives se concrétisent, elles risquent fort d'enclencher une concurrence féroce, en termes d'accès aux biomasses, entre le secteur des biocarburants et l'élevage dépendant de la production fourragère.

Il peut aussi exister des complémentarités. Les complémentarités possibles entre les productions fourragère et alimentaire en matière de résidus de récolte et de sous-produits agroalimentaires sont bien connues et, dans une certaine mesure, déjà mises à profit (par exemple, la farine d'oléagineux). Le développement ultérieur des sous-produits agroalimentaires et des ressources non conventionnelles d'alimentation du bétail pourrait fortement aider à accroître les ressources fourragères à partir d'une production agricole primaire.

En revanche, les déchets alimentaires sont rarement recyclés en aliments pour le bétail. Eu égard à sa très faible autosuffisance en matière de fourrage (24 pour cent), le Japon recherche des moyens de développer le recyclage des déchets alimentaires à cet effet. Il vise non seulement à réduire les importations d'aliments pour le bétail, mais également à diminuer les impacts environnementaux actuellement liés à l'incinération des déchets ou à leur déversement dans les décharges. Kawashima (2006) propose des solutions techniques en matière d'assainissement et d'homogénéisation des déchets alimentaires fondées sur la déshydratation, le traitement par la chaleur et l'ensilage.

Dans bien des contextes, les déchets alimentaires et les sous-produits agroalimentaires pourraient augmenter considérablement les ressources d'aliments pour le bétail et alléger ainsi la pression exercée sur les terres. Une optimisation de leur recyclage permettrait

d'améliorer l'autosuffisance en matière d'alimentation animale et d'accroître la productivité de l'élevage grâce à des aliments complémentaires. Il est en outre intéressant sur le plan écologique de recycler les nutriments et l'énergie renfermée dans les déchets alimentaires, au lieu de s'en débarrasser d'une manière qui risque d'être néfaste pour l'environnement. Cependant, la sécurité sanitaire des aliments et les questions d'éthique limitent le potentiel de cette pratique et doivent être abordées de manière adéquate.

La sécurité sanitaire des aliments et les préférences des consommateurs modifient également les normes en matière d'alimentation du bétail.

Les craintes suscitées par l'encéphalite spongiforme bovine (ESB) ont mis en évidence les conséquences dramatiques que peut avoir un recyclage inconsidéré de sous-produits agroalimentaires (dans ce cas précis, de farine de viande et d'os) en aliments pour le bétail. Cette affaire et la couverture médiatique dont elle a fait l'objet ont également porté les nouvelles pratiques d'alimentation du bétail à la connaissance du public. A l'instar d'autres incidents tels que la contamination par la dioxine de la viande de poulet qui a touché certains pays de l'Union européenne, cette question a engendré une méfiance des consommateurs à l'égard de tout le secteur de l'élevage industriel. Suivant le principe de précaution (ONU, 1992), l'UE a interdit l'emploi des farines animales pour l'alimentation des animaux d'élevage à partir du 1^{er} janvier 2001.

Même si l'adoption du principe de précaution devrait garantir la non toxicité des aliments d'origine animale, elle risque d'avoir un impact important sur les conditions à observer en matière d'alimentation du bétail. L'interdiction que l'UE a imposée sur les farines animales en est un exemple frappant. Avant cette interdiction, la consommation annuelle de farines animales au sein de l'UE s'élevait à près de

2,5 millions de tonnes. En valeur protéique, cela équivaut à 2,9 millions de tonnes de farine de soja ou 3,7 millions de tonnes de graines de soja (USDA/FAS, 2000). L'interdiction a entraîné une augmentation des importations de farine de soja dans l'UE de près de 3 millions de tonnes entre 2001 et 2003, soit environ 50 pour cent de plus qu'au cours des quatre années précédentes. L'extension de la culture du soja et l'acheminement de ses récoltes ont des impacts environnementaux en termes d'érosion de la biodiversité, de pollution et d'émissions de gaz à effet de serre (voir Chapitre 3). Si la farine de soja est la première à bénéficier de la mise à l'index des farines animales, celles-ci peuvent aussi être remplacées par le gluten de maïs, les pois protéagineux, la farine de colza et la farine de graines de tournesol. Cet exemple met en évidence les objectifs contradictoires liés à l'élevage.

Il est de plus en plus urgent d'examiner ces compromis et les décisions politiques concernées seront déterminantes pour la durabilité environnementale et sociale du secteur. La préoccupation du consommateur vis-à-vis des organismes génétiquement modifiés (OGM) est un autre facteur qui touche le secteur des aliments du bétail et particulièrement le marché du soja. Pour répondre à ces craintes, l'Union européenne a imposé que les produits contenant des OGM soient étiquetés de telle sorte que les consommateurs puissent les identifier. De plus, l'UE prône la séparation du soja OGM des autres variétés afin que les acheteurs puissent avoir le choix. Si cette tendance persiste, elle aura un impact sur la compétitivité relative des producteurs ainsi que sur les modes de production. Globalement, l'usage ou l'interdiction des OGM dans les aliments pour le bétail aura des répercussions sur les espèces de culture utilisées, les modes de production, la compétitivité des petits exploitants, les rendements et la répartition géographique future de leurs zones de production.

2.4 Systèmes de production: le jeu de l'économie des territoires

Les systèmes de production et de transformation sont déterminés par le besoin de lier la demande aux ressources (aliments pour le bétail, main-d'œuvre, eau, etc.), en fonction de la technologie et du capital disponibles. Cela a donné lieu aux diverses tendances géographiques des systèmes de production et d'élevage que nous sommes en train d'examiner. Le schéma s'est modifié au cours du temps et a suivi les dynamiques des populations (par exemple, la croissance démographique ou les déplacements), les changements technologiques (comme la domestication, les cultures, le transport) et les préférences culturelles.

Ces évolutions géographiques se poursuivent encore, et semblent même s'accélérer, du fait de l'évolution rapide qu'entraînent la demande, la rareté des ressources, la technologie et le commerce mondial (voir Chapitre 1). Les changements majeurs subis par la demande de produits d'origine animale ont été examinés dans la section 2.2. Ils ont abouti à une redistribution géographique de la demande et à l'émergence de centres de consommation dans les zones urbaines des économies en plein essor.

Les coûts de l'élevage sont influencés par la disponibilité des ressources, surtout en sols et en eau. Les sections précédentes ont montré qu'il existe dans plusieurs régions du monde une rivalité grandissante pour les terres et peu de possibilité d'augmenter la quantité d'aliments pour le bétail, alors que dans d'autres régions c'est encore possible. Dans cette section, nous étudierons tout d'abord la répartition géographique actuelle de l'élevage et de ses systèmes de production, en regard de l'historique du secteur. Nous explorerons ensuite les tendances spatiales des systèmes de production hors sol et mixtes (culture associée à l'élevage).

2.4.1 Tendances historiques et modes de répartition

Autrefois, les infrastructures de transport et de communication étaient plus limitées qu'à l'heure

actuelle. Le transport des produits était difficile et les technologies ne se divulguaient pas rapidement. La demande et les ressources devaient donc être liées au niveau local et étaient généralement tributaires des capitaux et des technologies disponibles sur place. Selon un usage établi de longue date, l'alimentation du bétail s'appuyait sur les ressources disponibles à proximité, notamment celles de peu de valeur ou sans autre utilisation, comme les prairies naturelles et les résidus de récolte. Avec des communications bien moins développées qu'aujourd'hui, les cultures et les religions étaient moins répandues et plus spécifiques à des zones circonscrites. Elles ont donc influencé les préférences des consommateurs et les systèmes de production de manière diversifiée.

Systèmes de production animale

Les environnements, les intensités et les objectifs de la production animale varient considérablement selon les régions et d'un pays à l'autre. Les systèmes d'élevage correspondent aux opportunités agroécologiques ainsi qu'à la demande de produits d'origine animale. En général, ils s'adaptent à l'environnement biophysique et socioculturel dominant avec lequel, en l'absence d'intrants externes, ils ont pratiquement toujours trouvé un équilibre durable.

Dans nombre de ces systèmes, l'élevage est intégré à la production agricole, comme c'est le cas en Asie dans les systèmes riz/buffle ou céréale/bétail. Les engrais organiques sont souvent indispensables pour le maintien de la fertilité des sols et le rôle que les animaux jouent dans le cycle des nutriments est souvent une motivation majeure pour élever du bétail, surtout lorsque cela met en jeu un transfert des nutriments des ressources communautaires vers des propriétés privées. Dans d'autres cas, les formes mobiles d'élevage ont été développées afin de tirer parti des ressources qu'offrent les prairies semi-arides ou montagneuses, saisonnières ou temporairement disponibles. Bien qu'une grande partie de ces systèmes soient

l'aboutissement d'une longue évolution historique, ils se trouvent actuellement contraints à s'adapter rapidement à la mutation accélérée des conditions socioéconomiques. Au cours des dernières décennies, dans de nombreux pays émergents, on a vu apparaître de grandes unités d'élevage intensif, surtout de porc et de volaille, sous l'effet de la demande en pleine croissance de produits d'origine animale.

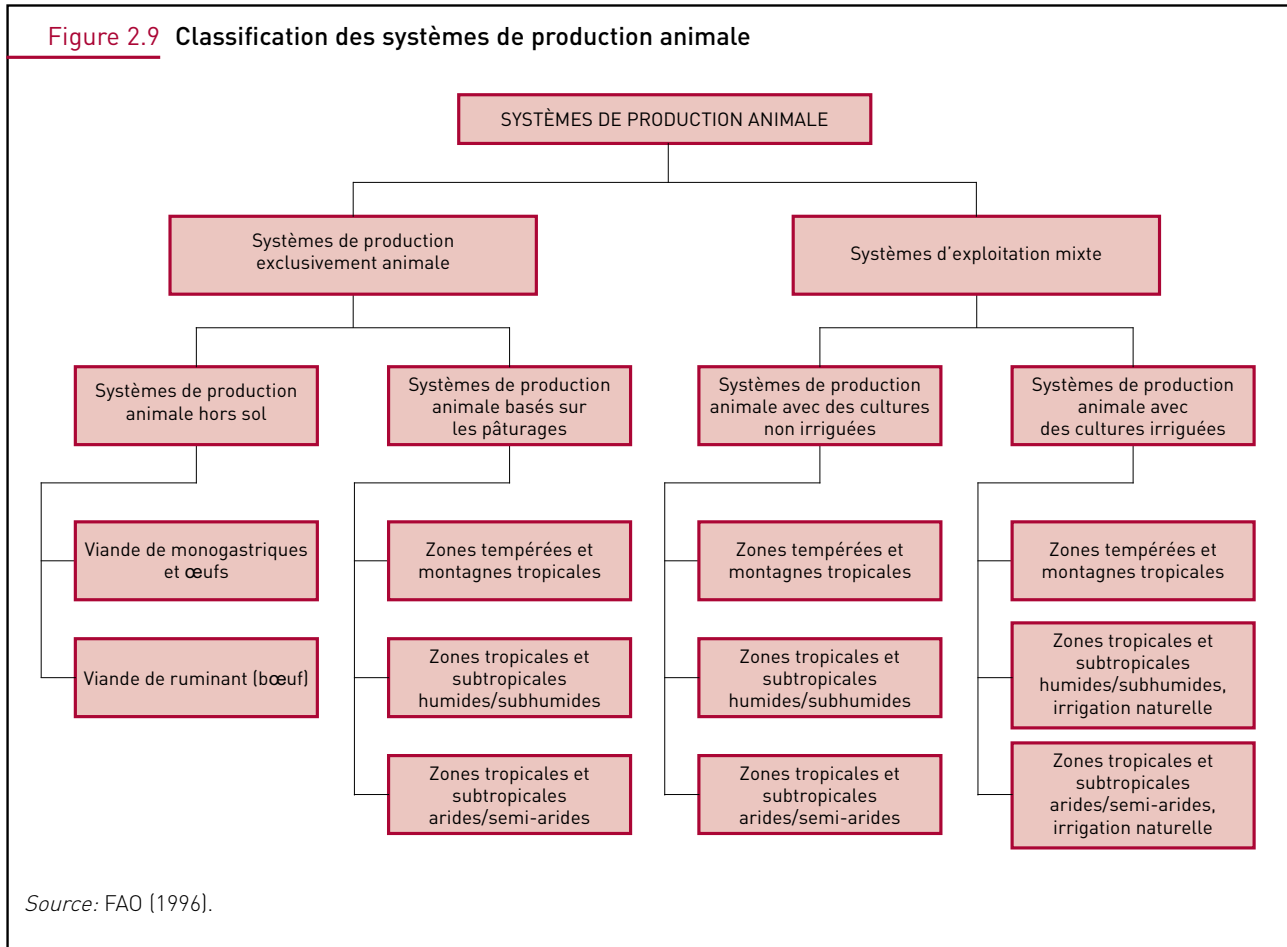
Pour la clarté de l'analyse, il est utile de classer les multiples situations individuelles en un nombre limité de systèmes d'élevage. Il faudrait de préférence prendre en considération les critères suivants:

- le niveau d'intégration avec les cultures;
- la relation avec les terres;
- la zone agroécologique;
- l'intensité de production;
- les cultures irriguées et non irriguées;
- et le type de produit.

En 1995, la FAO a proposé une classification en 11 catégories des systèmes de production animale, fondée sur les différents types de systèmes d'exploitation et sur leur relation avec une zone pédologique et agroécologique déterminée (voir figure 2.9). Il est possible d'identifier deux groupes principaux de systèmes de production animale:

- Ceux qui s'appuient uniquement sur la production animale, dans lesquels plus de 90 pour cent de la matière sèche utilisée pour nourrir les animaux provient des terrains de parcours, des pâtures, des fourrages annuels et des aliments achetés, et pour lesquels moins de 10 pour cent de la valeur de la production proviennent d'activités agricoles autres que l'élevage.
- Ceux dans lesquels les cultures et l'élevage sont intégrés dans un système mixte, où plus de 10 pour cent de la matière sèche utilisée pour nourrir les animaux proviennent des sous-produits des cultures de l'exploitation et des chaumes ou pour lesquels plus de 10 pour cent de la valeur des produits de l'exploitation proviennent des activités agricoles non liées à l'élevage.

Figure 2.9 Classification des systèmes de production animale



Outre la séparation entre le système d'élevage pur et le système d'exploitation mixte, on peut distinguer quatre grands groupes de systèmes de production animale. La carte 13 (Annexe 1) montre leur prédominance relative à travers le monde (Steinfeld, Wassenaar et Jutzi, 2006), tandis que les tableaux 2.9 et 2.10 montrent leur importance relative en termes d'effectifs du cheptel et de données de production. Deux de ces groupes font partie des systèmes exclusivement d'élevage: les systèmes de production animale hors sol et les systèmes de production animale basés sur les pâturages.

Les **systèmes de production animale hors sol** sont principalement des systèmes intensifs dans lesquels le bétail est nourri avec des aliments achetés en dehors de l'exploitation. On les trouve surtout dans l'est de l'Amérique du Nord, en Europe et en Asie de l'Est et du Sud-Est. Ils sont définis comme des systèmes dans

lesquels moins de 10 pour cent de la matière sèche utilisée pour nourrir les animaux est produite sur l'exploitation même et pour lesquels le taux de charge animale annuelle est supérieur à 10 unités animales par hectare (en moyenne au niveau des unités de recensement). La catégorie hors sol définie par la FAO (1995) se divise en deux: les systèmes hors sol pour les ruminants et les systèmes hors sol pour les monogastriques. La présence des systèmes de production animale hors sol ou «industriels» est liée à la fois aux facteurs de la demande et aux éléments qui déterminent l'offre. Ils sont très répandus dans les zones à forte densité de population et au pouvoir d'achat élevé, qui ont accès à des ports maritimes pour l'importation d'aliments, notamment les régions côtières de l'Asie de l'Est, de l'Europe et de l'Amérique du Nord. En revanche, il existe des régions, telles que le centre-ouest des États-Unis d'Amérique et les zones

Tableau 2.9

Cheptel mondial et production des divers systèmes d'élevage

Paramètre	Système d'élevage			
	Pâturage	Mixte non irrigué	Mixte irrigué	Hors sol/industriel
Cheptel (millions de têtes)				
Bovins et buffles	406,0	641,0	450,0	29,0
Ovins et caprins	590,0	632,0	546,0	9,0
Production (millions de tonnes)				
Bœuf	14,6	29,3	12,9	3,9
Mouton	3,8	4,0	4,0	0,1
Porc	0,8	12,5	29,1	52,8
Viande de volaille	1,2	8,0	11,7	52,8
Lait	71,5	319,2	203,7	-
Œufs	0,5	5,6	17,1	35,7

Note: moyennes mondiales de 2001 à 2003.

Source: calculs personnels.

intérieures de l'Argentine et du Brésil, dont les très vastes approvisionnements en fourrage ont permis aux systèmes industriels de se développer en utilisant les surplus locaux. Dans les régions en développement, l'Asie de l'Est et l'Asie du Sud-Est dominent largement la production industrielle d'espèces monogastriques. Le sud du Brésil est un autre point clé d'importance mondiale en matière de production industrielle. Il existe des centres de production industrielle qui sont importants au niveau régional, par exemple au Chili, en Colombie, au Mexique et au Venezuela, de même que, pour le poulet, au Proche-Orient, au Nigéria et en Afrique du Sud.

Les trois autres catégories majeures sont associées à l'agriculture et chacune d'entre elles se divise en trois selon la zone agroécologique: zones de hautes terres tempérées et tropicales, zones tropicales et subtropicales humides/subhumides, zones tropicales et subtropicales arides/semi-arides.

Les **systèmes basés sur les pâturages (ou systèmes de pâture exclusive)** se consacrent seulement à l'élevage, le bétail s'alimentant en général sur des pâturages saisonniers utilisés en rotation ou les pâturages de montagne. Ils se

trouvent surtout dans les zones plus marginales, inaptées à la culture en raison de températures trop basses, d'une pluviométrie faible ou d'une topographie particulière, ainsi que dans les régions arides et semi-arides. Ils sont définis comme des systèmes où plus de 10 pour cent de la matière sèche utilisée pour nourrir les animaux provient de l'exploitation même et où le taux annuel de charge animale est inférieur à 10 unités animales par hectare de terre agricole. Ces systèmes couvrent la plus grande superficie de terres et on estime qu'ils occupent actuellement près de 26 pour cent de la surface libre de glace de la planète. Ce nombre comprend une grande variété de contextes agroécologiques, ayant des niveaux de productivité de biomasse très diversifiés.

Les deux autres types de systèmes traditionnels pratiquent une combinaison de culture et d'élevage. Ces systèmes mixtes sont très répandus dans les écosystèmes dont le bioclimat est plus favorable.

Les **systèmes d'exploitation agricole mixtes et non irrigués** sont des systèmes mixtes dont plus de 90 pour cent de la valeur de la production non liée à l'élevage provient de l'utilisation

Tableau 2.10

Cheptel et production des divers systèmes d'élevage dans les pays en développement

Paramètre	Système d'élevage			
	Pâturage	Mixte non irrigué	Mixte irrigué	Hors sol/industriel
Cheptel (millions de têtes)				
Bovins et buffles	342,0	444,0	416,0	1,0
Ovins et caprins	405,0	500,0	474,0	9,0
Production (millions de tonnes)				
Bœuf	9,8	11,5	9,4	0,2
Mouton	2,3	2,7	3,4	0,1
Porc	0,6	3,2	26,6	26,6
Viande de volaille	0,8	3,6	9,7	25,2
Lait	43,8	69,2	130,8	0,0
Œufs	0,4	2,4	15,6	21,6

Source: calculs personnels.

de terres non irriguées. La plupart des systèmes d'exploitation mixtes ne sont pas irrigués et sont particulièrement présents dans les régions semi-arides et subhumides des zones tropicales ainsi que dans les régions tempérées.

Les **systèmes d'exploitation agricole mixtes et irrigués** se trouvent partout dans le monde mais leur superficie est généralement limitée. Il y a des exceptions, comme l'est de la Chine ou le nord de l'Inde et le Pakistan, où les systèmes mixtes irrigués s'étendent sur de vastes zones. Ils sont définis comme des systèmes où plus de 10 pour cent de la valeur de la production non liée à l'élevage provient de l'utilisation de terres irriguées.

Les tableaux 2.9 et 2.10 montrent la répartition de l'élevage (ruminants et espèces monogastriques) et de l'effectif du cheptel (uniquement de ruminants) selon les divers groupes de systèmes de production, dans le monde en général et dans les pays en développement. Ainsi, les bovins et les buffles – 1,5 milliard de têtes – et les moutons et les chèvres – 1,7 milliard de têtes – sont relativement bien répartis à travers les systèmes traditionnels. Toutefois, leur densité moyenne est nettement plus élevée

dans les systèmes mixtes irrigués que dans les systèmes de pâturage exclusive, la capacité de charge unitaire des premiers étant largement supérieure à celle des seconds.

Les monogastriques évoluent vers les systèmes industriels hors sol alors que l'élevage des ruminants reste lié à l'utilisation de la terre

Jusqu'à présent, seule une faible partie du cheptel mondial des **ruminants** se trouve dans des parcs d'engraissement industriels. Cela est dû en partie au fait que, même dans les contextes de production intensive, les animaux n'y sont amenés en général qu'au stade final de leur cycle de vie. La grande majorité de la population des grands et petits ruminants se trouve dans les pays en développement. La productivité des ruminants varie considérablement selon les différents systèmes mais, globalement, les systèmes de pâturage et les systèmes mixtes sont moins productifs dans les pays en développement que dans les pays développés: au niveau mondial, dans les systèmes de pâturages, la production de bœuf par animal est de 36 kg par tête et par an, tandis que la moyenne annuelle dans les pays en développement est de 29 kg

par tête. C'est de loin dans le système mixte non irrigué, qui est le plus grand producteur de ruminants, que l'intensité de production varie le plus. Bien que les régions en développement abritent la grande majorité des élevages de cette catégorie, elles représentent moins de la moitié de la production mondiale de cette catégorie. En effet, la productivité moyenne de bœuf dans ces régions s'élève à 26 kg par tête tandis que la moyenne mondiale est de 46 kg par tête, et leur production de lait ne représente que 22 pour cent du total mondial. Sur l'ensemble des quatre catégories, les régions en développement fournissent la moitié de la production mondiale de bœuf, environ 70 pour cent de celle de mouton et quelque 40 pour cent de celle de lait.

La situation du secteur des espèces **monogastriques** est sensiblement différente. Aujourd'hui, plus de la moitié de la production mondiale de porc provient des systèmes industriels de même que plus de 70 pour cent de celle de viande de poulet. Près de la moitié de la production industrielle est assurée par les pays en développement et, bien que l'on ne dispose pas d'estimation fiable de la population animale, la variation de productivité entre les régions est probablement bien plus faible que pour les ruminants. Toutefois, il existe des différences considérables entre les diverses régions en développement. La production mondiale de porc, de volaille et d'œufs issue de systèmes mixtes irrigués a lieu en majorité dans les régions en développement. Bien qu'elle soit non négligeable, la production de l'Amérique latine représente moins de 10 pour cent de celle de l'Asie, tandis que celle d'Afrique et d'Asie de l'Ouest est presque inexistante. Les pays développés et les pays de l'Asie réunis représentent plus de 95 pour cent de la production industrielle de porc dans le monde.

Répartition géographique des principales espèces de bétail

La répartition des espèces peut également être examinée par zone agroécologique (tableau 2.11). La production d'espèces monogastriques dans

les zones tropicales et subtropicales a connu récemment une forte croissance industrielle qui lui a permis d'atteindre des niveaux semblables à ceux des régions tempérées. L'élevage de ruminants connaît une situation très différente, notamment du fait qu'il est plus lié à la terre; la production et la productivité sont beaucoup plus élevées dans les climats plus frais. L'élevage de petits ruminants dans les zones arides et semi-arides, et tropicales et subtropicales, est une exception notable, en raison de l'effectif du cheptel et de sa forte productivité, née de la capacité d'adaptation de l'espèce aux conditions climatiques rigoureuses et marginales. La productivité laitière relativement faible dans les zones tropicales plus humides est liée à l'importance des systèmes mixtes dans ces régions, où les animaux sont encore largement utilisés pour leur puissance de traction ou d'autres fonctions comme le transport.

De toutes les espèces d'élevage, la volaille est celle dont le mode de répartition se rapproche le plus de celui des populations humaines (voir carte 16, Annexe 1). Cela peut surprendre car la volaille est essentiellement produite au sein de systèmes intensifs, mais ces derniers sont très largement répandus. Au niveau mondial, on compte en moyenne trois têtes de volaille par hectare de terres agricoles, les concentrations les plus fortes se trouvant en Europe de l'Ouest (7,5 têtes de volaille par hectare), en Asie de l'Est et du Sud-est (4,4) et en Amérique du Nord (4,3). La Chine compte 6,9 têtes de volaille par hectare de terres agricoles. Par rapport à la population humaine, les plus hauts ratios (nombre de têtes de volaille par personne) se trouvent en Amérique du Nord (6,7 têtes de volaille par personne), suivie de l'Amérique latine (seulement 4,5 têtes de volaille par personne). Ces moyennes concordent avec les importantes exportations de volaille effectuées à partir de ces deux régions (voir tableau 14, Annexe 2).

Dans le passé, la répartition des populations porcines était étroitement liée à celles des hommes. La polarisation de l'industrie porcine dans

Tableau 2.11

Cheptel et production animale dans différentes zones agroécologiques

Paramètre	Zones agroécologiques		
	Zones tropicales et subtropicales arides et semi-arides	Zones tropicales et subtropicales humides et subhumides	Hautes terres tropicales et tempérées
Cheptel (millions de têtes)			
Bovins et buffles	515	603	381
Ovins et caprins	810	405	552
Production (millions de tonnes)			
Bœuf	11,7	18,1	27,1
Mouton	4,5	2,3	5,1
Porc	4,7	19,4	18,4
Viande de volaille	4,2	8,1	8,6
Lait	177,2	73,6	343,5
Œufs	4,65	10,2	8,3

Note: moyennes mondiales de 2001 à 2003.

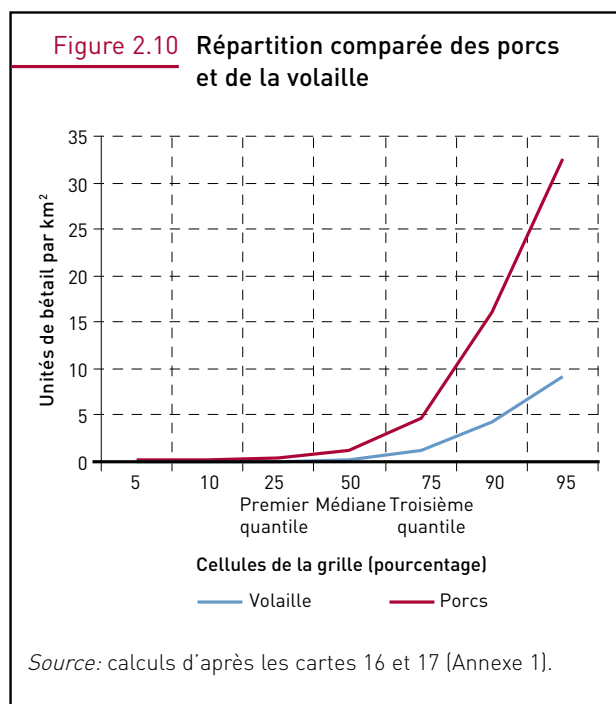
Source: calculs personnels.

des régions spécialisées a mené à d'importantes concentrations au sein même des pays (voir carte 17, Annexe 1). La figure 2.10 montre également que les porcs sont plus concentrés que la volaille dans les zones à forte densité animale. Cette tendance peut être la conséquence de l'impact important que la production porcine exerce sur l'environnement. Un autre trait frappant de la répartition des porcs est leur absence relative dans trois régions (Asie de l'Ouest et Afrique du Nord, Afrique subsaharienne et Asie du Sud) pour des raisons culturelles – voir tableau 7, Annexe 2. Par ailleurs, les plus fortes densités porcines par rapport aux terres agricoles et aux populations humaines sont enregistrées en Europe et en Asie du Sud-Est.

D'importantes concentrations de **bovins** se trouvent en Inde (avec une moyenne supérieure à une tête par hectare de terres agricoles), au nord-est de la Chine (principalement des vaches laitières), dans le nord de l'Europe, au sud du Brésil et dans les hauts plateaux d'Afrique de l'Est (voir carte 18, Annexe 1 et tableau 8, Annexe 2). On trouve également des concentrations plus petites aux Etats-Unis d'Amérique, en

Amérique centrale et dans le sud de la Chine. Bien qu'aucune grande concentration ne soit recensée en Océanie, la région compte plus de bovins que d'habitants, surtout en Australie où la population bovine est près de 50 pour cent supérieure à la population humaine. Le cheptel moyen par unité de surface y est toutefois très limité étant donné la nature extensive de la production bovine.

Les **petits ruminants** sont rares sur le continent américain, à l'exception de l'Uruguay et, dans une moindre mesure, du Mexique et du nord du Brésil (voir carte 19, Annexe 1 et tableau 9, Annexe 2). En revanche, on trouve de fortes densités dans le sud de l'Asie et l'ouest de l'Europe (avec respectivement 1,3 et 0,8 tête par hectare de terre agricole), et des concentrations locales en Australie, en Chine, en Afrique du Nord et dans les terres sèches d'Afrique. De même que pour les bovins, l'Afrique subsaharienne affiche un rapport entre population animale et population humaine plus élevé que la moyenne mondiale, ce qui s'explique par sa forte dépendance à l'égard des ruminants et la faible productivité des animaux.



La carte 20 (Annexe 1) fait apparaître la topographie des tendances mondiales en matière de répartition du cheptel global, exprimée en unités de bétail. Nous observons six zones qui dominent par leur forte concentration de bétail: le centre et l'est des Etats-Unis d'Amérique, l'Amérique centrale, le sud du Brésil et le nord de l'Argentine, l'Europe centrale et occidentale, enfin, l'Inde et la Chine. Quatre zones ont une concentration dense mais plus modérée: l'Afrique de l'Ouest, l'Afrique du Sud, l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

Tendances récentes de répartition

Le cheptel des monogastriques augmente plus rapidement que celui des ruminants

La comparaison entre les deux évaluations quantitatives effectuées par la FAO dans le cadre de son étude des systèmes de production animale dans le monde (1995) (moyennes pour 1991-1993 et 2001-2003) révèle que les changements profonds qui ont affecté le capital des ressources ont entraîné une modification de la nature et de la dimension des systèmes d'élevage. Le cheptel bovin connaît une augmentation qui est légère au niveau mondial (5 pour cent) mais très

nette en Afrique subsaharienne, en Asie et en Amérique latine. Le nombre d'animaux a considérablement chuté (de près de 50 pour cent) en Europe de l'Est et dans les pays de la Communauté des États indépendants (CEI), suite aux mutations géopolitiques et à l'effondrement de l'Union soviétique.

La production mondiale a progressé de 10 pour cent durant la période d'observation et de manière très diverse au niveau régional. La production de viande de bœuf a pratiquement doublé en Asie. Elle a augmenté de 30 pour cent en Afrique subsaharienne, de 40 pour cent en Amérique latine et d'environ 20 pour cent en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord, bien que partant de chiffres moins élevés en termes absolus. Ce sont les systèmes mixtes des zones humides qui ont enregistré la plus forte augmentation de production bovine. La totalité de la production de viande provenant de petits ruminants, qui reste moins importante que la production globale de viande bovine, a par ailleurs connu une hausse de près de 10 pour cent (voir tableaux 2.9 et 2.10), bien que l'effectif du cheptel mondial de petits ruminants soit resté relativement stable durant les deux périodes de référence. La distribution a subi des changements interrégionaux. L'effectif du cheptel a considérablement augmenté en Afrique subsaharienne et en Asie, alors qu'il a fortement baissé en Amérique latine, dans les pays de l'OCDE et plus particulièrement en Europe de l'Est et dans la CEI. Les augmentations ont surtout eu lieu dans les systèmes mixtes des zones humides. L'élevage d'espèces monogastriques connaît des changements beaucoup plus frappants. Dans son ensemble, la production porcine (la plus grosse production de viande par espèce en 2002) a connu une augmentation de 30 pour cent au niveau mondial, imputable presque entièrement à l'Asie. La plupart des régions ont vu leur production de viande porcine s'accroître, à l'exception de l'Europe de l'Est et de la CEI qui ont accusé une baisse de 30 pour cent. La production industrielle de viande porcine a progressé d'environ 3 pour cent par an. De fortes

hausse ont également eu lieu dans les systèmes mixtes des zones humides et tempérées.

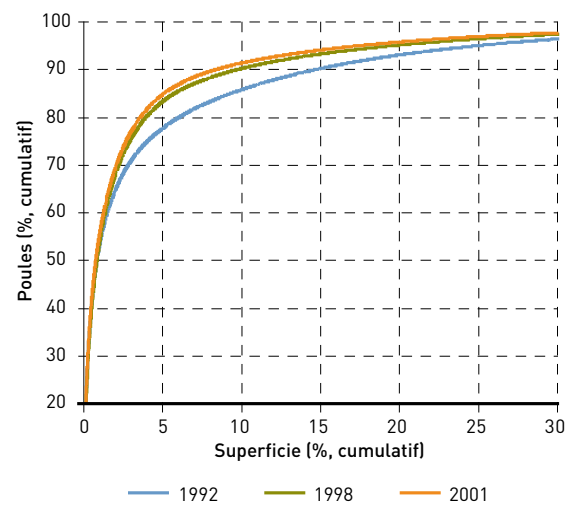
La production totale de viande de volaille a augmenté d'environ 75 pour cent, la plus forte croissance parmi tous les produits d'origine animale. D'une région à l'autre, les différences ont été marquées, l'Asie ayant connu une progression fulgurante (de près de 150 pour cent, avec un taux de croissance annuelle de plus de 9 pour cent). Les taux de croissance généralement positifs, entre 2 et 10 pour cent toutes régions confondues, ont été la conséquence du développement des systèmes industriels. La production mondiale d'œufs de consommation a augmenté d'environ 40 pour cent. L'Asie a plus que doublé sa production d'œufs pendant cette période, pour atteindre environ 50 pour cent de la production mondiale. Les systèmes de production hors sol ont connu une expansion d'environ 4 pour cent par an.

2.4.2 La concentration géographique

L'industrialisation de l'élevage apparaît là où l'on observe une croissance économique (voir Chapitre 1). Ainsi, les nouveaux systèmes d'exploitation sont dominants dans les pays industrialisés et les pays en pleine croissance économique. Ces systèmes se caractérisent par la segmentation de la production en diverses étapes (production fourragère, élevage des animaux, abattage et transformation) et la localisation de chaque segment là où les coûts opérationnels sont les plus réduits. Dans ce type de procédé, les élevages tendent à se regrouper géographiquement.

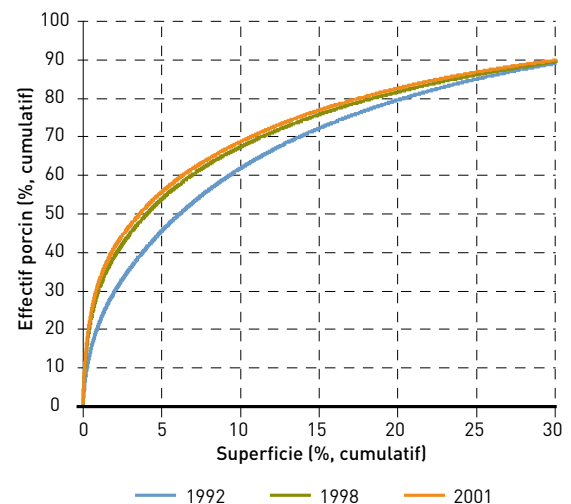
La tendance des systèmes de production hors sol à se regrouper se manifeste actuellement dans les économies développées comme dans les économies en développement. L'analyse des populations de porcs et de volaille au niveau municipal au Brésil révèle une concentration géographique plus accentuée pour les poules que pour les porcs et une augmentation de la concentration des deux espèces entre 1992 et 2001 (voir figures 2.11 et 2.12). En 1992, 5 pour cent de la superficie totale du pays abri-

Figure 2.11 Evolution de la concentration géographique des poules au Brésil de 1992 à 2001



Source: calculs personnels.

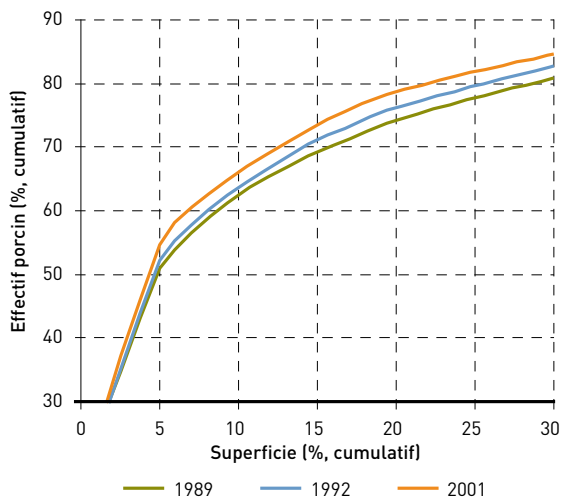
Figure 2.12 Evolution de la concentration géographique des porcs au Brésil de 1992 à 2001



Source: calculs personnels.

tait 78 pour cent de la population de poules, et 85 pour cent en 2001. En ce qui concerne les porcs, pour la même période, les chiffres correspondants sont respectivement de 45 et 56 pour cent. Une analyse semblable conduite pour la France et la Thaïlande (figures 2.13 et 2.14) a abouti à des résultats analogues.

Figure 2.13 Evolution de la concentration géographique des porcs en France de 1989 à 2001



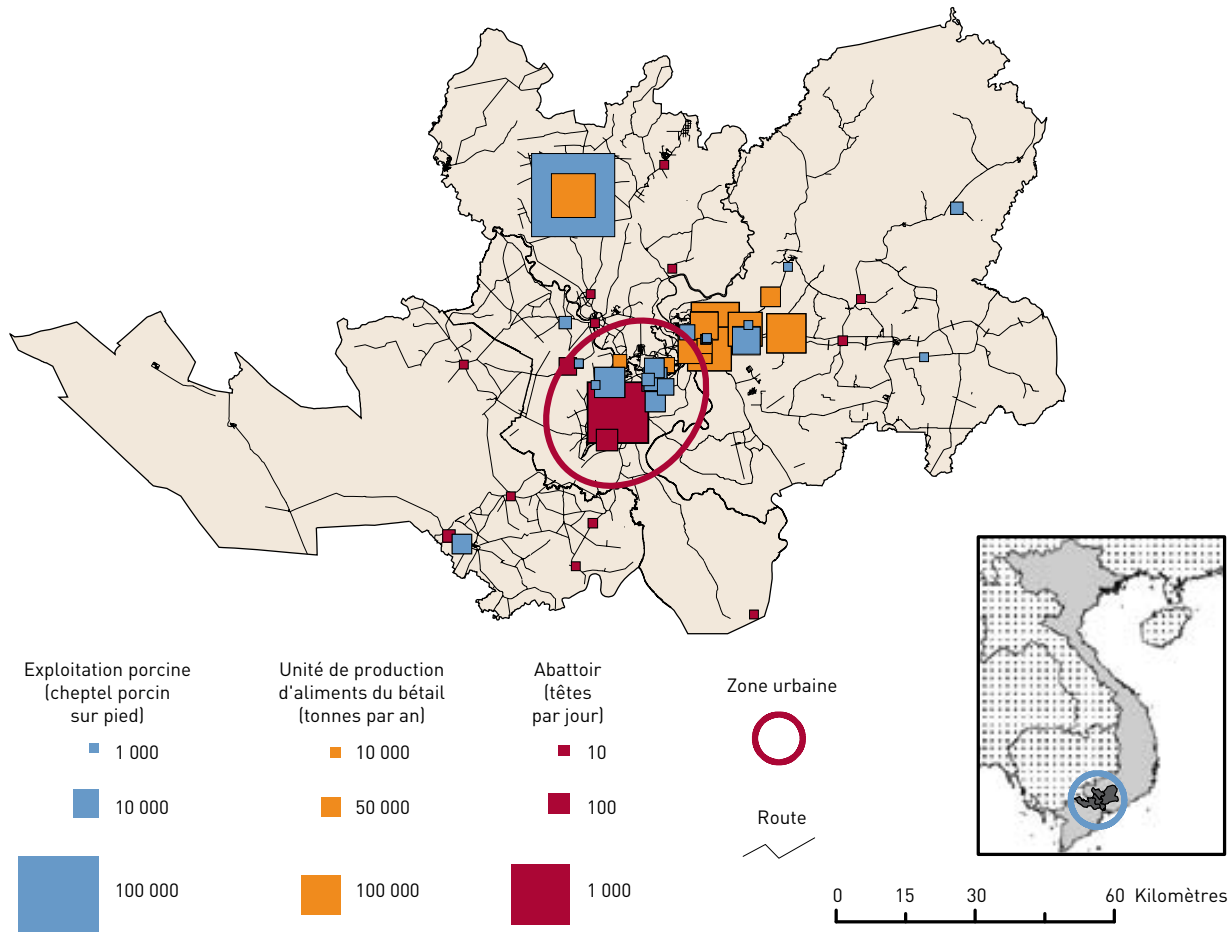
Source: calculs personnels.

Systèmes de production hors sol

Démarche en deux étapes: du rural à l'urbain, de l'urbain aux sources d'aliments pour animaux

A mesure que les pays en développement s'industrialisent, l'implantation de l'élevage évolue généralement selon deux étapes (Gerber et Steinfeld, 2006). L'augmentation de la population couplée avec l'urbanisation et la croissance économique se traduit par une demande massive d'aliments d'origine animale et l'apparition d'exploitations à grande échelle. A ce stade initial, ces exploitations se situent près des villes et des cités car les produits d'origine animale sont des plus périssables, et les conserver et les transporter non réfrigérés ou transformés peut causer de sérieux problèmes de santé publique. Ainsi, tant que les infrastructures se révèlent

Carte 2.1 Emplacement du secteur industriel porcine dans le sud du Viet Nam (Dong Nai, Binh Duong, Ho Chi Minh Ville et Province de Long An)



Source: Tran Thi Dan et al. (2003).

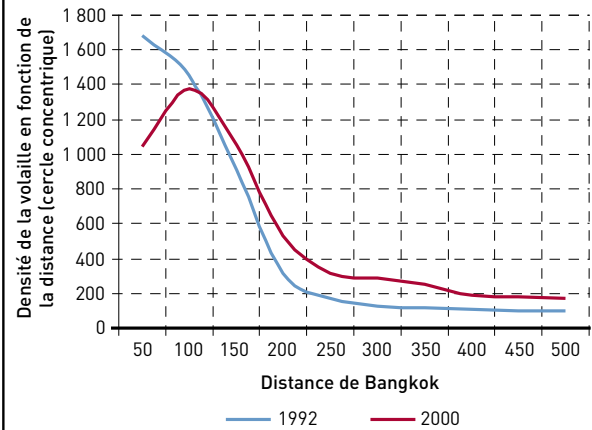
inadéquates, les aliments d'origine animale doivent être produits à proximité de la demande. A titre d'exemple, la carte 2.1 montre à quel point le secteur intensif du porc est implanté dans la périphérie de Ho Chi Minh Ville au Viet Nam. La plupart des usines d'aliments du bétail, des fermes porcines et des abattoirs se trouvent dans un rayon de 40 km à partir du centre de la ville.

Dans une seconde phase, les infrastructures de transport et la technologie se développent suffisamment pour fournir les moyens techniques et financiers permettant d'éloigner les élevages des centres de demande. La production animale s'écarte donc des zones urbaines, entraînée par une série de facteurs tels que des terres et une main-d'œuvre moins chères, un meilleur accès aux fourrages, des normes environnementales moins contraignantes, des incitations fiscales et moins de problèmes sanitaires. Entre 1992 et 2000, la densité de volaille a observé une tendance similaire et a diminué dans les zones se trouvant à moins de 100 km de Bangkok, notamment dans les zones limitrophes de la ville (moins de 50 km) où elle affiche sa baisse la plus forte (40 pour cent). En revanche, elle a augmenté dans toutes les zones se trouvant à plus de 100 km (voir figure 2.14). Dans ce cas particulier, des incitations fiscales ont contribué à accélérer cette mutation géographique.

Lorsqu'ils sont évincés des zones périurbaines, les systèmes de production hors sol tendent à se rapprocher des ressources fourragères afin de réduire au minimum les coûts de transport des intrants, le volume des aliments ingérés par tête de bétail étant supérieur à celui des animaux produits. Ces systèmes orientent leur emplacement soit vers les zones de production d'aliments du bétail (par exemple la ceinture de maïs des Etats-Unis d'Amérique, le Mato Grosso au Brésil ou l'El Bajio au Mexique), soit vers les zones d'importation et de transformation de ces derniers (comme la Province de Chachoengsao en Thaïlande ou Jeddah en Arabie saoudite).

Dans les pays de l'OCDE, où l'élevage a commencé à s'industrialiser à partir de 1950, des

Figure 2.14 Changements de la concentration périurbaine de la volaille entre 1992 et 2000 en Thaïlande



Source: calculs personnels.

pôles se sont formés dans les zones rurales disposant d'un excédent de fourrages. Dans ces zones, l'élevage représentait alors un moyen de diversification et de valeur ajoutée. En Europe, on trouve ces pôles de production de porcs et de volaille en Bretagne, dans la vallée du Pô en Italie, à l'ouest du Danemark et dans les Flandres. L'utilisation accrue de fourrages importés a eu des répercussions sur leur topographie. Les pôles qui avaient un accès facile aux ports se sont renforcés (comme la Bretagne, l'ouest du Danemark et les Flandres) et de nouvelles zones de production sont apparues à proximité des principaux ports (la Basse-Saxe, les Pays-Bas et la Catalogne). Enfin, des pôles de production liés à l'alimentation animale ont fait une apparition plus récente à proximité de nouvelles usines de traitement de fourrages, créant ainsi une chaîne complète de production animale. L'analyse du nombre de porcs et de la production fourragère du Brésil au niveau municipal révèle que les élevages se concentrent à proximité des usines de traitement de fourrages. De 1992 à 2001, une partie de la population porcine s'est éloignée des zones traditionnelles de production fourragère pour se concentrer autour des principales proceuderies au Mato Grosso.

Les stratégies visant à contrôler les maladies peuvent, toutefois, disperser les pôles de production. Afin de limiter la propagation des maladies, les grandes exploitations tendent à s'implanter à distance les unes des autres et loin des unités à petite échelle. Il suffit de quelques kilomètres d'espace pour endiguer les maladies contagieuses. Il est donc probable que cette tendance empêchera la concentration des élevages de petite et moyenne dimension, surtout dans les cadres périurbains, mais elle ne pourra pas empêcher l'évolution vers la constitution de zones spécialisées, équipées de provenderies, d'abattoirs et de services de santé animale.

Les systèmes traditionnels évoluent vers l'intensification

Le fourrage est volumineux et son transport coûteux. Le bétail élevé au sein de systèmes traditionnels est donc obligatoirement lié aux zones de production des ressources fourragères. Cependant, comme l'ont montré les sections précédentes, l'extension des pâturages risque de rester circonscrite, étant limitée d'un côté par

le manque de terres adéquates et de l'autre par la concurrence qu'exercent d'autres utilisations des terres dont les coûts d'opportunité sont plus faibles (comme l'agriculture, les forêts, la préservation de la nature).

Par conséquent, poussée par une demande accrue de bœuf et de lait, une partie de la production passe des systèmes traditionnels liés à la terre aux systèmes intensifs tels que les parcs d'engraissement et les laiteries (voir Chapitre 1), suivant la même tendance géographique que la production intensive d'espèces monogastriques.

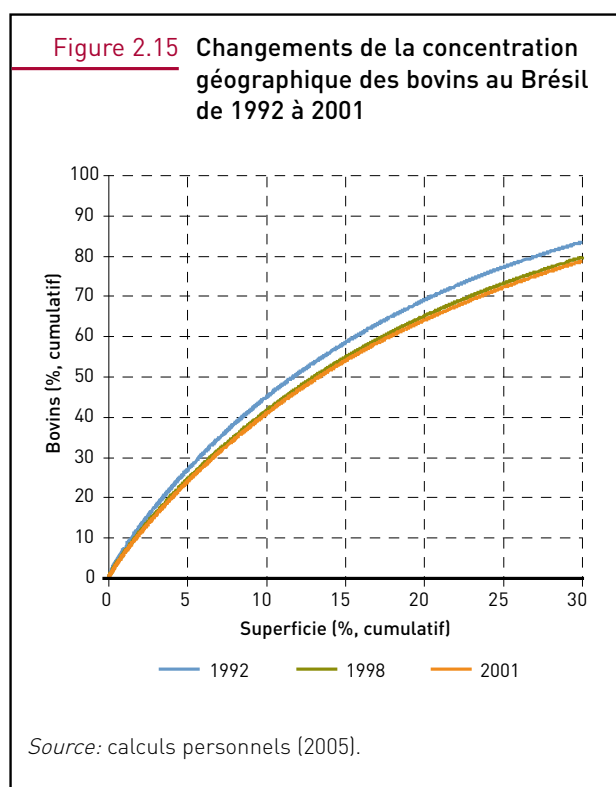
Ces systèmes liés à l'utilisation de la terre tendent également à s'étendre dans les zones à fort potentiel de pâturage restantes, et là où l'utilisation des sols ne fait l'objet d'aucune concurrence. Ces zones se situent principalement en Océanie et en Amérique du Sud. Entre 1983 et 2003, les productions de bœuf et de lait se sont accrues respectivement de 136 et 196 pour cent en Océanie et de 163 et 184 pour cent en Amérique du Sud. Par comparaison, la totalité de ces deux productions au niveau mondial s'est accrue de 124 pour cent au cours de la même période (FAO, 2006b).

Une analyse au niveau local confirme la globalité de ces tendances. Au Brésil, le nombre de bovins recensés par commune dans les systèmes traditionnels révèle une plus grande répartition géographique que ce qui avait été observé pour le cheptel des systèmes intensifs hors sol. L'extension des pâturages sur la forêt amazonienne est décrite de façon plus approfondie dans la section 2.5, consacrée aux points sensibles de la dégradation des sols.

2.4.3 Utilisation accrue du transport

Les progrès en matière de commerce et de transport favorisent le déplacement des produits d'origine animale

Le transport des produits issus de l'élevage est devenu à la fois financièrement plus abordable et techniquement plus accessible. Les changements techniques tels que le développement des infrastructures, le transport à grande échelle des récoltes des principales cultures ou la consolida-





© USDA/JOSEPH VALBUENA

Transport de poulets vers un élevage de volailles près de Magee – États-Unis d'Amérique

tion des chaînes du froid sur de grandes distances ont joué un rôle déterminant dans l'évolution du secteur de l'élevage.

Les développements du transport ont permis de combler l'écart entre la demande urbaine de produits d'origine animale et les ressources en terres pour les produire. L'extension du commerce et du transport des produits d'origine animale et des aliments du bétail est fondamentale pour l'industrialisation du secteur de l'élevage. Opérant sur une grande échelle, avec des volumes considérables d'intrants et de produits, les systèmes industriels hors sol sont intrinsèquement liés au transport pour l'approvisionnement en intrants (surtout les aliments pour le bétail) et la livraison des produits. De plus, la faiblesse des coûts privés de transport (qui sont rarement intégrés dans les coûts sociaux et environnementaux) a considérablement influencé les considérations économiques concernant le lieu d'implantation des divers segments de la chaîne de production animale, qu'il s'agisse de la production fourragère et de la provenderie ou de l'élevage, de l'abattoir et de l'industrie de transformation. Le transport qui relie chaque segment étant bon marché, d'autres coûts de production sont plus déterminants pour le choix d'implantation. Ces paramètres comprennent notamment le coût de la terre, de la main-d'œuvre, des services, du contrôle sanitaire, des régimes fiscaux et la rigueur des

politiques en matière d'environnement. Bien que dans une moindre mesure comparativement aux systèmes hors sol, les systèmes de production traditionnels sont de plus en plus tributaires du transport, à mesure qu'ils se rapprochent des ressources en terres disponibles et s'éloignent des centres de consommation.

A travers le monde, la production de l'élevage est généralement destinée à la consommation nationale. Toutefois, les produits d'origine animale sont de plus en plus commercialisés et, en comparaison des années 80, une part accrue de la production mondiale entre aujourd'hui sur le marché. Cette tendance a été particulièrement dynamique pour la viande de volaille, dont 6,5 pour cent étaient vendus sur le marché international en 1981-1983, contre 13,1 pour cent en 2001-2003. Au cours de cette même période (2001-2003), plus de 12 pour cent de la viande bovine, de la viande de volaille et du lait produit dans le monde ont fait l'objet de transactions commerciales, de même que 8,2 pour cent de la viande de porc. Tous ces pourcentages étaient particulièrement élevés par rapport aux moyennes de 1981-1983. Parmi les aliments du bétail, une part plus importante de la production de soja (24-25 pour cent) a été commercialisée au cours des mêmes périodes, sans qu'elle ait pour autant augmenté de manière significative (voir tableau 2.12). En ce qui concerne les céréales fourragères, la part de la production

Tableau 2.12

Part de la production commercialisée pour certains produits

Produit	1981-1983 moyenne	2001-2003 moyenne
	(..... %) /	
Viande bovine	9,4	13,0
Viande de porc	5,2	8,2
Viande de volaille	6,5	13,1
Equivalent lait	8,9	12,3
Tourteaux de soja ¹	24,3	25,4

¹ Part de tourteaux de soja commercialisée par rapport à la production de soja.

Source: FAO (2006b).

commercialisée est également demeurée relativement constante. L'accroissement des échanges a été encouragé par un certain nombre de mesures et accords politiques qui visaient à faciliter le commerce international, notamment les accords de commerce régional, l'harmonisation des normes et la prise en compte de l'agriculture dans le mandat de l'Organisation mondiale du commerce (OMC).

Commerce des aliments du bétail: les Amériques dominent les exportations, la Chine et l'UE dominent les importations

Au fur et à mesure de son développement et de son intensification, la production animale est moins tributaire des ressources fourragères disponibles localement et dépend davantage des aliments concentrés commercialisés au niveau national et international. Les cartes 21 et 22 (Annexe 1) présentent les estimations des tendances spatiales en matière de surplus/déficit d'aliments pour les porcs et la volaille, et témoignent de la forte dépendance du secteur au regard du commerce. Le commerce des aliments du bétail et les transferts concomitants d'eau virtuelle, de nutriments et d'énergie déterminent les impacts que le secteur a sur l'environnement. Les statistiques relatives aux céréales fourragères ne se détachent généralement pas du flux commercial global en matière de céréales. Néanmoins, il est possible de déduire les tendances majeures à partir des flux commerciaux au niveau régional, comme le tableau 10 de l'Annexe 2 le montre pour le maïs. L'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud sont les deux régions qui présentent des exportations interrégionales non négligeables. Le maïs qu'elles exportent en Afrique est principalement destiné à l'alimentation humaine alors qu'une grande partie des exportations vers l'Asie, l'UE et l'Amérique servent à satisfaire la demande fourragère (Ke, 2004). En Asie, la demande de maïs, poussée par le secteur fourrager, est approvisionnée par l'Amérique du Nord bien que les importations provenant d'Amérique du Sud aient augmenté

de manière spectaculaire entre 1987 et 2002 (voir tableau 10, Annexe 2). L'Amérique du Nord a également exporté de gros volumes de maïs en Amérique du Sud ainsi qu'en Amérique centrale (entre 2001 et 2003, des moyennes respectives de 2,8 et 2,9 millions de tonnes). Ces deux flux se sont considérablement accrus au cours des 15 dernières années. Pour autant, l'Amérique du Sud domine le marché européen. Le contraste entre les profils et les stratégies des différents pays explique ces tendances. Les exportations d'Amérique du Nord et du Sud sont stimulées par les pays (comme l'Argentine, le Canada ou les États-Unis d'Amérique) possédant de vastes ressources de terres et menant de solides politiques d'exportation céréalière. Inversement, la Chine, qui constitue un élément moteur majeur des importations en Asie, compense son manque de terres par des importations.

La comparaison entre les ressources et les besoins en céréales au niveau local permet d'évaluer le commerce intérieur (voir carte 21, Annexe 1), même si les importations à partir de marchés internationaux répondent très probablement à une partie de la demande des zones en déficit.

Près d'un tiers de la production totale de soja, d'huile et de tourteau de soja est commercialisée (soit des montants respectifs de 29,3, 34,4 et 37,4 pour cent). Cette proportion dépasse largement celle qui a été enregistrée pour les autres produits agricoles. Sur l'ensemble du soja commercialisé, 35 pour cent sont vendus sous forme de tourteau et 50 pour cent sous forme de graines (FAO, 2004a). Les graines de soja, largement consommées à travers le monde, proviennent de quelques grands pays exportateurs qui approvisionnent de nombreux pays importateurs (voir tableaux 11 et 12, Annexe 2, et carte 22, Annexe 1). Les États-Unis d'Amérique sont les plus gros exportateurs de soja (29 millions de tonnes), suivis par le Brésil (17 millions de tonnes). Parmi les sept principaux pays producteurs, la Chine est le seul dont les exportations ont baissé (voir tableau 11, Annexe 2). En effet, au cours des 10

à 20 dernières années, la Chine est passée du statut d'exportateur de soja à celui d'importateur, devenant le plus gros importateur mondial de graines de soja et un importateur majeur de tourteau de soja – un tiers du tourteau de soja consommé étant importé.

Les pays choisissent d'importer le soja sous forme brute ou bien transformé en huile et/ou en tourteau, selon la demande nationale et la structure de l'industrie locale de transformation. Avant de transformer leur production de soja, les Etats-Unis d'Amérique en exportent environ 35 pour cent sous forme brute. En revanche, l'Argentine et le Brésil ajoutent de la valeur à la plus grande partie de leur production, transformant près de 80 à 85 pour cent de leur soja avant de l'exporter (Schnittker, 1997). En ce qui concerne les tourteaux de soja, l'Amérique du Sud domine le commerce interrégional, l'UE étant leur premier client et l'Asie leur second (respectivement 18,9 et 6,3 millions de tonnes en 2002). Les Etats-Unis d'Amérique jouent un moindre rôle dans le commerce interrégional. Ces dernières années, surtout dans l'UE, plusieurs pays importateurs se sont détournés des tourteaux au profit des graines de soja, ce qui reflète les efforts accomplis pour promouvoir la transformation au niveau local. Ainsi, près de 6 millions de tonnes de soja produites dans l'UE entrent sur le marché, essentiellement intra-régional mais aussi en direction de l'Europe de l'Est. D'autres types d'aliments pour animaux sont également vendus sur le marché international, tels que la luzerne traitée et les balles de foin compressées. Les exportations proviennent essentiellement du Canada et des Etats-Unis d'Amérique. Le Japon est de loin le plus gros importateur, suivi par la République de Corée et la Province chinoise de Taïwan.

Le commerce d'animaux et de produits dérivés de l'élevage augmente partout dans le monde.

Les animaux vivants et les produits d'origine animale sont commercialisés en plus petites quantités que les aliments pour le bétail car les

volumes de la demande sont moins importants et les coûts privés de transport par unité plus élevés. Cependant, la croissance du commerce de produits d'origine animale devance celle du commerce d'aliments du bétail et de l'élevage. Cette progression rapide est facilitée par l'affaiblissement des barrières douanières dans le contexte du GATT et par la préparation de codes et de normes visant à réglementer le commerce mondial. Parallèlement, le transport de produits d'origine animale s'est encore amplifié avec la demande grandissante de produits transformés de la part des ménages et de la restauration.

Le commerce de viande de volaille a dépassé celui de viande bovine au cours des 15 dernières années avec des accroissements nets de volumes depuis environ 2 millions de tonnes en 1987 à 9 millions de tonnes en 2002, par rapport au bœuf qui a progressé de 4,8 à 7,5 millions au cours de la même période. A l'exception de l'Europe de l'Est, toutes les régions analysées se sont de plus en plus investies dans le commerce (tableau 14, Annexe 2). L'Amérique du Nord approvisionne près de la moitié du marché interrégional (2,8 millions de tonnes par an en moyenne, entre 2001 et 2003), suivie de l'Amérique du Sud (1,7 million de tonnes) et de l'UE (900 000 tonnes). Le Brésil est le premier pays exportateur. Selon les estimations, avec des coûts de céréales et de main-d'œuvre relativement faibles et des économies d'échelle de plus en plus grandes, le Brésil détient les plus bas coûts de production de poulets entiers et vidés, en regard des principaux fournisseurs (USDA/FAS, 2004). Du côté des importateurs, la situation est plus diversifiée que pour le bœuf et plusieurs régions jouent des rôles importants. L'Asie se classe en tête, suivie par les États baltes et la CEI, l'UE, l'Afrique subsaharienne et l'Amérique centrale. Un important commerce se développe actuellement au niveau régional en Asie et dans l'UE, qui offrent toutes deux des avantages compétitifs sur le plan local.

Afin d'évaluer le transport de viande de façon plus approfondie, nous avons calculé la différence

entre la production primaire et la demande de produits d'origine animale au niveau local. Les résultats concernant la viande de volaille sont indiqués sur la carte 23 (Annexe 1). Les couleurs dominantes sur la carte montrent que, dans la plupart des zones, la production est du même ordre que la consommation. On trouve généralement une situation équilibrée (fixée à +/- 100 kg de viande par km²) dans les systèmes traditionnels (comparer avec la carte 13, Annexe 1). Les zones ayant un bilan particulièrement positif (surplus) sont liées aux systèmes industriels hors sol (carte 14, Annexe 1), alors que les bilans négatifs (déficit) coïncident généralement avec de fortes densités de populations et des zones urbaines. La situation des pays exportateurs de volaille de l'Amérique du Nord et du Sud est mise en évidence par une prédominance (surplus) de la couleur rouge dans les deux régions. La même analyse conduite pour la viande de porc (carte 24, Annexe 1) révèle que les bilans positifs coïncident de la même manière avec les zones de production industrielle. Cependant, les viandes de volaille et de porc diffèrent dans la répartition géographique des zones de bilan négatif et positif. Les zones de production sont plus dispersées dans les zones de consommation pour le porc que pour la volaille. Les trois cartes mettent en évidence un important commerce intérieur.

Les exportations de bœuf proviennent essentiellement de l'Océanie et de l'Amérique du Sud, qui tirent profit de leurs systèmes d'élevage bovin traditionnel (tableau 13, Annexe 2). L'Amérique du Nord est le principal marché pour l'Océanie (903 000 tonnes par an en moyenne entre 2001 et 2003) mais les importations asiatiques provenant d'Océanie ont augmenté de manière spectaculaire au cours des dernières années (686 000 tonnes par an en moyenne entre 2001 et 2003, soit une augmentation de 173 pour cent en 15 ans). L'Amérique du Sud exporte principalement vers l'UE (390 000 tonnes par an en moyenne entre 2001 et 2003) et vers l'Asie (270 000 tonnes), ces deux volumes ayant pratiquement doublé au cours des 15 dernières

années. L'UE et l'Amérique du Nord contribuent aussi fortement à l'approvisionnement mondial de viande bovine à partir de systèmes de production plus intensifs, situés notamment aux Etats-Unis d'Amérique. Le commerce de L'UE se fait surtout à l'intérieur de ses frontières, bien qu'elle ait approvisionné les États baltes et certains pays de la CEI en 2002. L'Amérique du Nord approvisionne essentiellement l'Asie qui, des 10 régions analysées, est de loin le plus gros importateur de bœuf, avec des importations moyennes d'environ 1,8 million de tonnes par an entre 2001 et 2003 (tableau 13, Annexe 2). Entraînées par la Chine, les importations asiatiques sont aussi les plus dynamiques, avec une croissance de 114 pour cent entre 1987 et 2002. L'Asie répond à la flambée de sa demande grâce au commerce interrégional mais également en exploitant un marché intrarégional de viande de bœuf en pleine expansion. Le commerce intrarégional est également en train de se développer en Afrique subsaharienne. Enfin, le tableau 13 (Annexe 2) illustre l'effondrement de l'Europe de l'Est qui a eu lieu durant cette période, les importations en provenance des Etats-Unis d'Amérique, de l'Afrique subsaharienne, des Etats baltes et de la CEI devenant proches de zéro. Les bilans estimés pour le secteur bovin (carte 25, Annexe 1) montrent combien le commerce s'avère nécessaire à l'échelle nationale et internationale.

2.5 Points sensibles de la dégradation des sols

En tant que principal utilisateur des terres, l'élevage exerce une influence considérable sur les mécanismes de dégradation, dans un contexte de pression croissante exercée sur les terres (voir encadré 2.3). En ce qui concerne les systèmes traditionnels liés à l'utilisation de la terre, deux domaines posent de très sérieux problèmes. Tout d'abord, un processus de dégradation des pâturages est actuellement en cours, notamment dans les environnements arides et semi-arides de l'Afrique et de l'Asie, mais également dans les zones subhumides de l'Amérique

latine. En second lieu, il convient de se pencher sur la question de l'extension des pâturages et de la conversion des forêts en pâturages, tout particulièrement en Amérique latine.

Les systèmes industriels hors sol sont déconnectés du rapport à la terre agricole. La séparation de la production et des ressources entraîne souvent des problèmes de pollution et de dégradation des sols, à travers la production fourragère ou le maniement du bétail. Parallèlement, l'extension des cultures fourragères sur les écosystèmes naturels provoque une dégradation des sols.

Dans les sections suivantes, nous nous pencherons sur quatre mécanismes majeurs de dégradation des sols qui sont liés au secteur de l'élevage:

- l'extension du secteur dans les écosystèmes naturels;
- la dégradation des terrains de parcours;
- la contamination en milieu périurbain;
- la pollution, la dégradation des sols et les pertes de productivité dans les zones de production fourragère.

Nous évaluerons l'étendue géographique de ces problèmes ainsi que leur processus biophysique sous-jacent. Les impacts sur l'environnement mondial ne seront qu'énumérés. Les incidences sur le changement climatique, le tarissement des eaux et l'érosion de la biodiversité seront développées de façon plus approfondie dans les chapitres suivants.

2.5.1 L'extension des pâturages et des cultures fourragères sur les écosystèmes naturels se poursuit

L'extension des cultures et des pâturages sur les écosystèmes naturels a contribué à la croissance de la production animale et contribuera encore dans le futur de la même manière. Quel qu'en soit le but, détruire des habitats naturels pour les transformer en terres agricoles se traduit par des pertes directes considérables en termes de biodiversité. D'après l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM), le changement d'utilisation des terres est la cause principale de perte de la biodiversité (EM, 2005). La destruction de la couverture végétale entraîne également des émissions de carbone qui



© GREENPEACE/ALBERTO CÉSAR

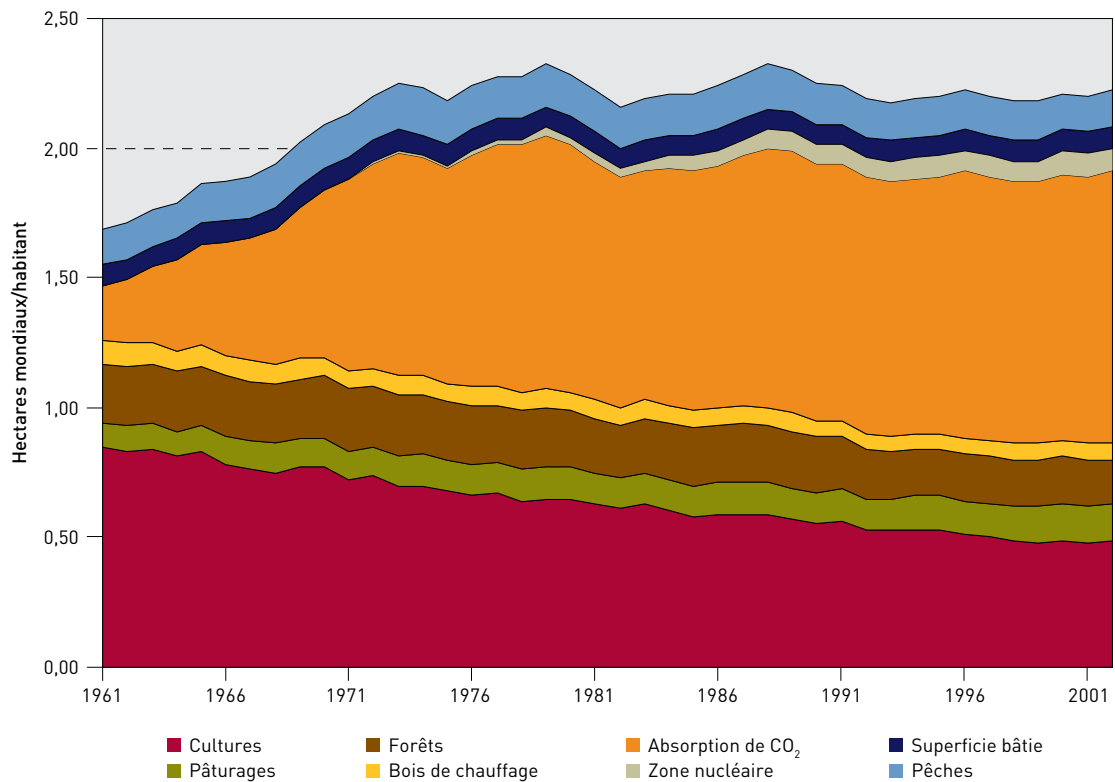
Déforestation illégale pour la production de soja à Novo Progresso, état de Parà – Brésil 2004

Encadré 2.3 Empreinte écologique

Pour mesurer la pression que l'humanité exerce sur la terre et la concurrence accrue vis-à-vis des ressources qui se raréfient, le Global Footprint Network a élaboré un indicateur appelé «empreinte écologique». L'empreinte écologique mesure la quantité de terres et d'eau dont une population humaine particulière a besoin pour produire les ressources qu'elle consomme et absorber ses déchets, en tenant compte de la technologie dominante (Global Footprint Network). Cet indicateur nous permet de comparer l'utilisation des ressources avec leur disponibilité. Selon les estimations du Global Footprint Network, la demande mondiale de terres a dépassé l'offre à la fin des années 80.

Toujours selon ces estimations, l'empreinte écologique de l'humanité a actuellement dépassé de 20 pour cent la capacité de charge de la planète. En d'autres termes, la planète prendrait un an et deux mois pour régénérer les ressources que les hommes utilisent en un an. Les activités liées à l'élevage contribuent copieusement à cette empreinte écologique, de manière à la fois directe, par l'usage des pâturages et des cultures, et indirecte, à travers la superficie nécessaire pour absorber les émissions de CO₂ (issues des combustibles fossiles utilisés pour la production animale) et à travers les pêches maritimes (liées à la production de farines de poissons pour l'alimentation du bétail).

Figure 2.16 Empreinte écologique par habitant et par élément



Source: Global Footprint Network (voir: <http://www.footprintnetwork.org>).

accélèrent le changement climatique. De plus, la déforestation a des incidences sur les cycles de l'eau; elle réduit les infiltrations et le stockage, augmente le ruissellement en supprimant les couverts forestiers et les litières feuillues et diminue les capacités d'infiltration des sols du fait de la baisse du contenu en humus (Ward et Robinson, 2000).

Dans les pays de l'OCDE, en général, la décision de planter du soja ou des céréales ne met pas en péril l'habitat naturel. Les producteurs choisissent parmi des terres déjà cultivées, au sein d'une zone agricole qui demeure stable pour l'essentiel. Dans de nombreux pays tropicaux cependant, l'exploitation des cultures amorce souvent le processus de conversion de vastes zones d'habitat naturel en terres agricoles. Cela s'applique à une grande partie des zones tropicales de l'Amérique latine, de l'Afrique subsaharienne et du sud-ouest de l'Asie. Le soja notamment est un élément moteur de cette conversion. Entre 1994 et 2004, la superficie des terres destinées à la culture du soja en Amérique latine a plus que doublé, pour atteindre 39 millions d'hectares et devenir ainsi la plus grande superficie de monoculture, loin devant le maïs qui se classe en deuxième position avec 28 millions d'hectares (FAO, 2006b). En 1996, l'Etat de Rondônia, à l'ouest de l'Amazonie, ne comptait que 1 800 hectares de soja, il en comptait 14 000 hectares en 1999. A l'est de l'Amazonie, dans l'Etat de Maranhão, les plantations de soja sont passées de 89 100 à 140 000 hectares entre 1996 et 1999 (Fearnside, 2001). Associée à d'autres facteurs, la demande fourragère a suscité des accroissements de production et d'exportation d'aliments du bétail à partir de pays comme le Brésil, où les terres sont relativement abondantes.

Dans la zone néotropicale, la superficie de terres utilisées pour le pâturage extensif s'est accrue de façon continue au cours des dernières décennies, généralement au détriment des forêts. La déforestation due à l'élevage extensif est une des principales causes de la perte de certaines espèces végétales et animales uniques au monde, dans les forêts ombrophiles d'Amérique centrale

et d'Amérique du Sud, ainsi que d'émissions de carbone dans l'atmosphère. Selon les prévisions, les forêts tropicales vont être défrichées dans le seul but d'être converties en terres d'élevage. Ainsi, certains auteurs (Wassenaar *et al.*, 2006) estiment que l'extension des pâturages sur les forêts sera de bien plus grande envergure que celle des terres de culture. La carte 33B (Annexe 1) indique les divers degrés de déforestation en Amérique du Sud. Les conséquences écologiques et environnementales de ces processus de déforestation ne sont pas encore pleinement comprises et méritent que la communauté scientifique leur prête une plus grande attention. Ce problème est d'autant plus préoccupant que les principales possibilités d'extension des pâturages se trouvent essentiellement dans les zones actuelles de forêts humides et subhumides. Il est peu probable que le secteur de l'élevage soit un facteur majeur de déforestation en Afrique tropicale. La récolte du bois et les incendies semblent en être les causes principales. Les forêts n'y sont affectées que par les défrichements destinés à des cultures de petite échelle et par la récolte du bois.

Au niveau mondial, les principaux problèmes environnementaux qui concernent les cultures fourragères et l'extension des pâturages dans les écosystèmes naturels, comprennent tout d'abord le changement climatique causé par l'oxydation de la biomasse et les émissions de carbone dans l'atmosphère, en second lieu, l'épuisement des ressources d'eau dû au bouleversement des cycles hydriques et, enfin, l'érosion de la biodiversité à travers la destruction de l'habitat. Ces questions seront respectivement examinées dans les chapitres 3, 4 et 5.

2.5.2 Dégradation des terres de parcours: désertification et changements de la végétation

La dégradation causée par le surpâturage est un problème fréquent qui a fait l'objet de nombreuses études. Elle peut se produire quel que soit le climat ou le système d'exploitation et

est généralement liée à une densité d'élevage disproportionnée par rapport au pacage et au piétinement que les prairies peuvent endurer. La mauvaise gestion de l'élevage est une pratique courante. Il faudrait adapter continuellement le ratio terre/bétail aux conditions des prairies, surtout dans les zones de climat sec où la production de biomasse est imprévisible et où le rapport est cependant rarement ajusté. Ceci est particulièrement vrai pour les zones arides et semi-arides de pâturage communal au Sahel et en Asie centrale. Dans ces régions, la croissance démographique et l'empiètement des cultures arables sur les pâturages ont profondément limité la mobilité et la flexibilité des troupeaux. La dégradation des pâturages engendre des problèmes environnementaux, notamment l'érosion des sols, l'appauvrissement de la végétation, l'émission de carbone issue de la décomposition des matières organiques, et la disparition de la biodiversité due aux changements d'habitat et à la perturbation des cycles hydriques.

Le piétinement du bétail – dans les zones telles que les rives des cours d'eau, les pistes, les points d'abreuvement, les zones de pâture et autour des pierres à sel – entraîne un compactage des sols humides (avec ou sans couverture végétale) et déstabilise les sols secs et exposés. Les impacts du piétinement varient selon la texture du sol – les sols plus limoneux et plus argileux se compacteront plus facilement que les sols sablonneux. Les sols compactés et/ou imperméables ont des taux d'infiltration plus faibles qui entraînent des ruissellements à haut débit. Les sols ameublés par le bétail pendant la saison sèche constituent une source de sédiments pour la saison des pluies à venir. Dans les zones riveraines, les activités liées à l'élevage déstabilisent les berges des cours d'eau et contribuent à un important rejet local de matériaux érodés. D'autre part, en surpâturant la végétation, le bétail perturbe sa fonction de piégeage et de stabilisation des sols et aggrave ainsi l'érosion et la pollution. Chaque espèce de ruminants a une manière très spécifique de

paître. Ainsi, les chèvres sont capables de tirer profit des biomasses résiduelles et des espèces ligneuses, et peuvent par conséquent saper la capacité de résilience des herbages (Mwendera et Mohamed Saleem, 1997; Sundquist, 2003; Redmon, 1999; Engels, 2001; Folliott, 2001; Bel-lows, 2001; Mosley *et al.*, 1997; Clark Conservation District, 2004).

Certains auteurs (Asner *et al.*, 2004) proposent trois types de syndromes de dégradation de l'écosystème liés au pâturage:

- la désertification (dans les climats arides);
- une augmentation de la couverture ligneuse dans les zones de parcours semi-arides et subtropicales;
- la déforestation (dans les climats humides).

Le rôle de l'élevage dans la déforestation a été examiné dans la section 2.1 ci-dessus. Les auteurs décrivent trois éléments majeurs de la désertification: un accroissement de la superficie de sols nus, une diminution de la couverture d'espèces herbacées et une augmentation de la couverture ligneuse sous forme de concentrations d'arbustes.

On remarque globalement une plus grande hétérogénéité spatiale de la couverture végétale et des conditions des sols (par exemple, la matière organique, les nutriments et l'humidité du sol).

De nombreuses études ont analysé l'empiètement des plantes ligneuses sur les zones de parcours semi-arides et subtropicales de la planète. Il existe des zones sensibles en Amérique du Nord et du Sud, en Afrique, en Australie et partout où la couverture végétale ligneuse s'est nettement étendue au cours des dernières décennies. Parmi les causes, on peut citer notamment le surpâturage des espèces herbacées, la suppression des feux, l'enrichissement en CO₂ de l'atmosphère et le dépôt d'azote (Asner *et al.*, 2004; van Auken, 2000; Archer, Schimel et Holland, 1995).

L'ampleur de la dégradation des prairies dans les climats arides et semi-arides constitue un

sujet majeur de préoccupations et de débats, tant il est difficile de la quantifier. On ne dispose pas d'indicateurs de fertilité des sols qui soient fiables et facilement mesurables, les écosystèmes sont très divers et la végétation annuelle de ces zones arides s'est révélée résistante. Ainsi, après 10 ans de désertification au Sahel, on constate désormais les signes d'une verdure saisonnière qui s'est accrue sur de vastes étendues au cours de la période 1982-2003. Si les pluies apparaissent comme la cause principale du reverdissement de la végétation, il semble qu'il y ait un autre facteur causal, un changement hypothétiquement d'origine anthropique qui se superpose à la tendance climatique. Voilà qui remet donc en question la notion de dégradation irréversible des parcours sahéliens provoquée par l'homme (Herrmann, Anyamba et Tucker, 2005). Par ailleurs, le désert envahit rapidement les pâturages du nord-ouest de la Chine (Yang *et al.*, 2005). L'étendue de la désertification a fait l'objet d'estimations diverses. D'après la méthodologie de l'évaluation mondiale de la

dégradation des sols d'origine anthropique, la désertification touche 1,1 milliard d'hectares, ce qui correspond aux estimations du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE, 1997). Selon le PNUE (1991), si l'on additionne les parcours dont la végétation est dégradée (2,6 milliards d'hectares), on constate que la part de terres sèches dégradées est de 69,5 pour cent. D'après Oldemane et Van Lynden (1998), 4,9, 5,0 et 1,4 milliards d'hectares subissent une dégradation qualifiée respectivement de légère, modérée et sévère. Toutefois, ces études ne tiennent pas compte de la dégradation de la végétation. La carte 27 (Annexe 1) indique l'emplacement des prairies qui, établies sur des sols pauvres et dans des climats rigoureux, courent de grands risques de dégradation en cas de mauvaise gestion.

La dégradation menace également les pâturages dans les climats humides et tempérés. Lorsque les taux de charge animale sont trop élevés, la perte des nutriments (surtout l'azote et le phosphore) peut être supérieure à leur



© FAO/6077/H. NULL

Erosion du sol dans le bassin de la rivière Solo – Indonésie 1971

apport et les sols sont «épuisés». A long terme, cela aboutit à la dégradation des pâturages que confirme une baisse de productivité (Bouman, Plant et Nieuwenhuys, 1999). Avec la baisse de fertilité des sols, les mauvaises herbes et les plantes indésirables entrent en compétition pour la lumière et les nutriments. Il faut davantage d'herbicides et de main-d'œuvre pour les contrôler, ce qui a un impact négatif sur la biodiversité et les revenus des fermiers (Myers et Robbins, 1991). La dégradation des pâturages est un problème très répandu: on estime que la moitié des 9 millions d'hectares de pâturages de l'Amérique centrale sont dégradés (Szott *et al.*, 2000). La dégradation des pâturages s'avère encore plus grave au niveau local. Ainsi, selon les estimations de certains auteurs (Jansen *et al.*, 1997), plus de 70 pour cent des pâturages de la zone atlantique nord du Costa Rica sont dans un état avancé de dégradation, due principalement au surpâturage et à un apport d'azote insuffisant.

Au niveau mondial, les principaux problèmes environnementaux qui concernent la dégradation des parcours comprennent le changement climatique, qui résulte de l'oxydation de la matière organique des sols et de l'émission de carbone dans l'atmosphère, l'appauvrissement des ressources en eau dû à la réduction de l'alimentation des nappes souterraines, et l'érosion de la biodiversité liée à la disparition de l'habitat. Ces questions seront respectivement étudiées de façon plus approfondie dans les chapitres 3, 4 et 5.

2.5.3 Contamination des environnements périurbains

Nous avons déjà abordé l'accroissement de la concentration géographique des systèmes de production animale, d'abord dans le cadre périurbain puis à proximité des centres de production et de transformation d'aliments pour le bétail. Parallèlement, la transformation des denrées d'origine animale s'implante également dans les zones périurbaines, où le coût du transport, de l'eau, de l'énergie et des services est réduit au minimum.

La concentration géographique de l'élevage dans des zones ayant peu de terres agricoles, ou en étant dépourvues, engendre des impacts importants sur l'environnement (l'eau, les sols, l'air et la biodiversité), qui résultent surtout d'une mauvaise gestion des effluents d'élevage et des eaux usées. Les surcharges de nutriments peuvent aboutir à plusieurs formes de mauvaise gestion, notamment la fertilisation excessive des cultures, la suralimentation des étangs piscicoles et le rejet intempestif des déchets agricoles (notamment provenant de l'élevage) et agroalimentaires. Les surcharges de nutriments provenant des systèmes d'exploitation mixtes (cultures et élevage) ont surtout lieu lorsque les nutriments contenus dans les effluents ne sont pas extraits ou recyclés correctement. Les effets majeurs qu'une mauvaise gestion des déchets animaux peut avoir sur l'environnement ont été résumés par Menzi (2001) comme suit:

- **L'eutrophisation des eaux de surface** (détérioration de la qualité des eaux, prolifération d'algues, ravages sur les poissons, etc.), due à l'apport de substances organiques et de nutriments lorsque les déjections ou les eaux usées issues de l'élevage se déversent, ruissèlent ou débordent des lagunes, pour finir dans les cours d'eau. La pollution des eaux de surface menace les écosystèmes aquatiques et la qualité de l'eau potable puisée dans les ruisseaux. L'azote et le phosphore sont des nutriments souvent liés à l'eutrophisation des eaux de surface (Correll, 1999; Zhang *et al.*, 2003). Toutefois, le phosphore est souvent un facteur limitant le développement des algues bleues-vertes, capables d'utiliser l'azote de l'air. La gestion du phosphore est donc souvent identifiée comme une stratégie essentielle pour limiter l'eutrophisation des eaux de surface d'origine agricole (Mainstone et Parr, 2002; Daniel *et al.*, 1994).
- **L'infiltration des nitrates et le transfert possible, dans les nappes souterraines, d'organismes pathogènes** issus d'installations de stockage des effluents d'élevage ou de

champs fortement soumis à l'épandage de fumier. L'infiltration des nitrates et le transfert d'organismes pathogènes sont des menaces majeures pour la qualité de l'eau potable.

- **L'accumulation excessive de nutriments dans le sol** lorsque les engrais d'origine animale sont appliqués à hautes doses. Cela peut menacer la fertilité du sol en raison des concentrations déséquilibrées, voire toxiques, de nutriments.
- **Les espaces naturels tels que les terrains marécageux et les mangroves sont directement affectés par la pollution de l'eau**, ce qui entraîne souvent des pertes de biodiversité.

Les résultats des études menées par l'Initiative LEAD montrent que dans la plupart des contextes asiatiques, le recyclage des effluents d'élevage sur les cultures ou dans les étangs piscicoles (y compris les frais d'assainissement) est une option plus économique que le traitement des effluents, les nutriments étant extraits selon des procédés biochimiques (Projet sur la gestion des déchets issus de l'élevage en Asie de l'Est – Livestock waste management in East Asia project – LWMEAP) (voir encadré 2.4). Lorsque les unités de production ou de transformation se trouvent dans un cadre périurbain, loin des cultures et des étangs piscicoles (figure 2.17), les coûts élevés du transport rendent les pratiques de recyclage non rentables financièrement. Les unités de production doivent également souvent faire face à des prix fonciers élevés et ont donc tendance à ne pas de construire des bâtiments de traitement de taille adéquate. Les effluents d'élevage sont ainsi souvent déversés directement dans les voies d'eau urbaines, entraînant des conséquences dramatiques sur leur teneur en résidus de nutriments, de médicaments vétérinaires et d'hormones ainsi que sur leur charge en matières organiques. Les produits à base de lisier de qualité (par exemple, la litière de volaille, le fumier de bétail) sont toutefois souvent vendus en dehors des zones périurbaines.

Il existe également un certain nombre de maladies animales liées au développement de

la production intensive et à la concentration des animaux dans un espace limité. Beaucoup de ces maladies zoonotiques représentent une menace pour la santé humaine. La production animale sous forme industrielle et intensive peut constituer un lieu de développement de maladies émergentes (virus Nipah, ESB) ayant des conséquences sur la santé publique. Les risques de contamination inter ou intra espèces sont particulièrement élevés dans les environnements périurbains de forte densité à la fois humaine et animale (figure 2.17).

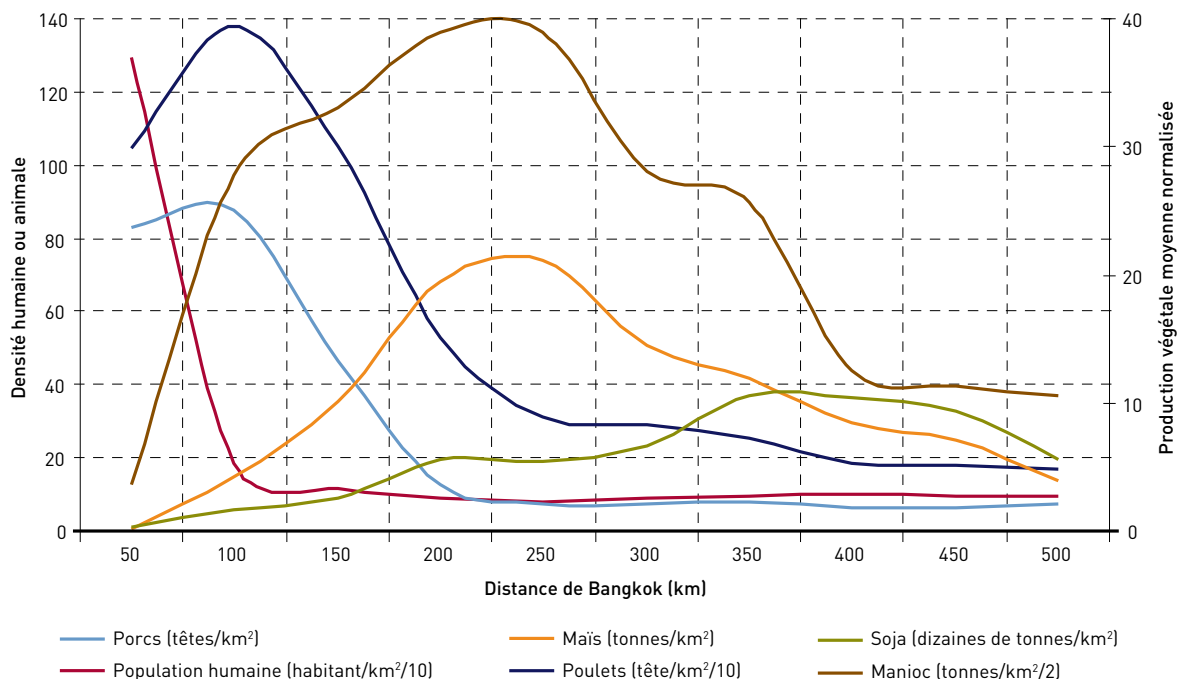
Du fait des économies d'échelle, la production animale industrielle produit des revenus par unité de production bien inférieurs à ceux des petites exploitations et les bénéfices reviennent à moins de producteurs. En outre, les rendements économiques et leurs retombées sont enregistrés dans les zones urbaines qui, généralement, sont déjà en meilleure posture. Opter pour ce type de production a donc un effet largement négatif sur le développement rural (de Haan *et al.*, 2001).

Au niveau mondial, les principaux problèmes environnementaux qui concernent la contamination des environnements périurbains, comprennent le changement climatique dû aux gaz émis par les déchets animaux mal gérés, l'appauvrissement des ressources en eau dû à la pollution des eaux de surface et souterraines, et l'érosion de la biodiversité liée à la pollution de l'eau et des sols. Ces



Fermes implantées à proximité d'immeubles d'habitation, Prune – Inde

Figure 2.17 Distribution spatiale des hommes, du bétail et des cultures fourragères autour de Bangkok, 2001



Source: calculs personnels.

questions seront respectivement étudiées de façon plus approfondie dans les chapitres 3, 4 et 5.

2.5.4 L'agriculture fourragère intensive

L'intensification améliore souvent le rendement des récoltes au dépens de l'environnement (Pingali et Heisey, 1999; Tilman *et al.*, 2001). L'intensification agricole peut avoir des conséquences néfastes à différents niveaux:

- au niveau local: augmentation de l'érosion, baisse de la fertilité des sols et réduction de la biodiversité;
- au niveau régional: pollution des nappes souterraines et eutrophisation des rivières et des lacs,
- au niveau mondial: impacts sur les constituants de l'atmosphère, le climat et les eaux océaniques.

Conséquences biologiques au niveau de l'écosystème agricole

Un aspect important de l'agriculture intensive réside dans sa forte spécialisation, qui conduit souvent à une monoculture nécessitant un

contrôle strict des espèces adventices indésirables. Le manque de diversité de la communauté végétale affecte les complexes de parasites ainsi que les invertébrés et microorganismes des sols ce qui, en retour, a des répercussions sur la croissance et la santé des végétaux. La faible diversité des systèmes de monocultures aboutit généralement à des pertes de récolte plus importantes dues aux insectes ravageurs, qui sont moins diversifiés mais plus abondants (Tonhasca et Byrne, 1994; Matson *et al.*, 1997). La réaction immédiate est d'accroître l'utilisation de pesticides. En conséquence, leur diffusion le long de la chaîne alimentaire de la faune et la résistance à ces pesticides sont devenues un problème épineux à travers le monde.

Les effets que la monoculture exerce sur la communauté biotique des sols sont moins évidents de même que les répercussions de ces changements sur les écosystèmes agricoles. Des études menées sur les principaux organismes montrent pourtant que la réduction de la diversité du biotope des sols sous l'effet de pra-

Encadré 2.4 Gestion des déchets de l'élevage en Asie de l'Est

Nulle part ailleurs, la croissance rapide de la production animale et son impact sur l'environnement n'ont été aussi évidents que dans certaines parties de l'Asie. Durant les années 90, il n'aura suffi que de 10 ans pour que la production de porcs et de volaille double pratiquement en Chine, en Thaïlande et au Viet Nam. A eux seuls, ces trois pays interviennent pour plus de la moitié de la production mondiale de porcs et un tiers de celle de volaille en 2001.

Il n'est pas surprenant que la production animale intensive de ces pays ait entraîné une forte augmentation de la pollution. La concentration des activités liées aux porcs et à la volaille sur les régions côtières de la Chine, du Viet Nam et de la Thaïlande devient une source majeure de pollution par les nutriments du sud de la mer de Chine. Dans la plupart des régions côtières densément peuplées, la densité de porcs excède 100 animaux par km² et les terres agricoles sont surchargées de quantités très importantes de nutriments (voir la Carte 4.1, Chapitre 4). Le ruissellement provoque de graves dégradations de l'eau de mer et de la qualité des sédiments de l'une des zones de hauts fonds maritimes qui offrent la plus grande diversité biologique dans le monde. Il provoque des «marées rouges» et menace les fragiles habitats maritimes côtiers, notamment les mangroves, les récifs coralliens et les prairies marines.

Cela s'est traduit par des augmentations rapides de production et de pollution, à l'origine de l'un des plus vastes efforts accomplis en matière de réponse politique efficace, le projet intitulé «Livestock Waste Management in East Asia Project» (LWMEAP), portant sur la gestion des déchets issus de l'élevage en Asie de l'Est; celui-ci a été préparé par la FAO, en collaboration avec les gouvernements de Chine, de Thaïlande et du Viet Nam et l'Initiative élevage, environnement et développement (LEAD – www.lead.virtualcentre.org), et subventionné par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM). Le projet concerne les menaces

environnementales et élabore des politiques qui permettent d'équilibrer l'emplacement des activités liées à la production animale et d'encourager les agriculteurs à utiliser le fumier et d'autres nutriments. Il mettra également en place des fermes pilotes pour donner l'exemple de bonnes techniques de gestion des engrais animaux.

Les polluants que les trois pays produisent menacent le sud de la mer de Chine. Mais la nature des activités liées à l'élevage est très différente d'un pays à l'autre. En Thaïlande, les trois quarts de la production de porc ont lieu dans de vastes fermes industrielles qui comptent plus de 500 animaux. Au Viet Nam en revanche, les très petits producteurs ne possédant que 3 ou 4 cochons représentent 95 pour cent de la production. Si la moitié des porcs du Guangdong sont produits dans des entreprises de moins de 100 animaux, les grosses entreprises industrielles se développent rapidement. Près d'un quart des porcs du Guangdong sont produits sur des fermes comptant plus de 3 000 animaux.

Le projet LWMEAP présente des politiques aussi bien nationales que régionales. Au niveau national, il insiste sur le besoin d'une coopération entre agences afin de développer des règles efficaces et réalistes en matière de suivi de l'environnement et de gestion des engrais animaux, et afin d'aménager des espaces pour l'implantation de futurs élevages et pour un meilleur recyclage de leurs effluents. En tant qu'outil clé pour l'élaboration et la mise en œuvre de politiques régionales, le LWMEAP apporte son soutien au développement de codes de pratiques adaptés aux contextes spécifiques.

Source: FAO (2004d).

tiques agricoles peut considérablement modifier leur processus de décomposition ainsi que leur apport nutritif (Matson *et al.*, 1997).

Changements des ressources naturelles

La matière organique est un composant essentiel des sols. Elle fournit les substrats qui libèrent les nutriments et joue un rôle critique dans la structure des sols en augmentant leur capacité de rétention d'eau et en limitant l'érosion. Au cours des 25 premières années d'exploitation, les sols cultivés de manière intensive dans les zones tempérées observent des pertes très rapides de leur matière organique, ces dernières pouvant s'élever à 50 pour cent de leur carbone d'origine. Dans les zones tropicales, de telles pertes peuvent toutefois se produire dans les cinq années qui suivent la conversion (Matson *et al.*, 1997). Indépendamment des impacts locaux, la grande quantité de CO₂ libérée pendant le processus de décomposition de la matière organique contribue largement au changement climatique.

La croissance des rendements nécessite également davantage d'eau. La surface des terres irriguées a augmenté à un taux de 2 pour cent par an entre 1961 et 1991 et de 1 pour cent par an au cours des 10 dernières années (FAO, 2006b – voir tableau 1, Annexe 2). Cette tendance a des conséquences dramatiques sur les ressources en eau. Le prélèvement excessif est un sujet très inquiétant dans de nombreuses régions, surtout celles où les espèces fourragères sont cultivées en dehors de la zone agroécologique qui leur est propre (par exemple le maïs dans la majeure partie de l'Europe) et où l'on utilise fréquemment des ressources en eau non renouvelables (eau fossile). Le recours à l'irrigation a souvent lieu dans un contexte de pénurie d'eau qui risque de s'aggraver avec l'augmentation du pompage liée à la croissance démographique, au développement et au changement climatique.

Détérioration de l'habitat

L'intensification mondiale de la production agricole a fortement amplifié l'usage d'engrais à base

d'azote (N) et de phosphore (P). La consommation d'engrais chimiques a augmenté de 4,6 pour cent par an entre 1961 et 1991 avant de se stabiliser (FAO, 2006b – voir tableau 1, Annexe 2). Cette stabilisation à l'échelle mondiale est le résultat de l'équilibre de la consommation, cette dernière augmentant dans les pays en développement mais diminuant dans les pays développés.

Les cultures n'absorbent qu'une quantité limitée d'éléments fertilisants. Une proportion importante de phosphore est emportée par le ruissellement, et selon les estimations de certains auteurs (Matson *et al.*, 1997), 40 à 60 pour cent de l'azote appliqué sur les cultures reste ou s'infiltré dans le sol. L'infiltration de l'azote des sols vers les bassins hydrographiques entraîne de fortes concentrations de ce dernier dans l'eau potable et une contamination des eaux de surfaces et des nappes souterraines qui menace la santé humaine et les écosystèmes naturels. Plus particulièrement, l'eutrophisation des bassins hydrographiques et des zones côtières tue les organismes aquatiques et finit par causer des pertes de biodiversité.

La fertilisation azotée, chimique et organique, provoque également des émissions accrues de gaz tels que les oxydes d'azote (Nox), l'oxyde nitreux (N₂O) et l'ammoniac (NH₃). Kilmont (2001) a constaté qu'en Chine, les émissions d'ammoniac sont passées de 9,7 thermogrammes (Tg) en 1990 à 11,7 Tg en 1995, et devraient atteindre près de 20 Tg de NH₃ en 2030. La source d'émission la plus importante provient de l'utilisation d'urée et de bicarbonate d'ammonium, les principaux engrais employés dans ce pays.

L'oxyde d'azote et l'ammoniac peuvent être emportés par le vent et déposés sur d'autres écosystèmes. Ce dépôt peut provoquer une acidification des sols, une eutrophisation des écosystèmes naturels et des changements dans la diversité des espèces, susceptibles d'avoir des répercussions sur les parasites et les prédateurs (Galloway *et al.*, 1995). L'usage de l'azote, principalement lié à l'agriculture, devrait augmenter de manière spectaculaire dans les prochaines

Encadré 2.5 Systèmes d'élevage et érosion aux Etats-Unis d'Amérique

L'érosion du sol est considérée comme l'un des plus gros problèmes environnementaux aux Etats-Unis d'Amérique. Au cours des deux derniers siècles, ce pays a probablement perdu au moins un tiers de sa couche arable (Barrow, 1991). Bien qu'ils aient baissé entre 1991 et 2000, les taux moyens d'érosion de 2001, qui s'élevaient à 12,5 tonnes par hectare et par an (voir tableau 2.13), étaient encore supérieurs au taux de perte de sols déclaré viable, à savoir 11 tonnes par hectare et par an (Barrow, 1991).

Le niveau et la sévérité de l'érosion sont spécifiques à chaque endroit et dépendent largement des conditions locales et des types de sols. Toutefois, le lien avec l'élevage est incontournable. Près de 7 pour cent des terres agricoles (2001) aux Etats-Unis d'Amérique sont consacrées à la production fourragère. La production animale peut être considérée comme directement ou indirectement responsable de l'érosion du sol dans le pays. Une évaluation minutieuse de l'érosion des pâturages et des terres cultivées révèle que l'élevage contribue de façon majeure à l'érosion des terres agricoles et que 55 pour cent de la totalité de la masse de sols érodés chaque année lui sont imputables (tableau 2.13). De cette masse érodée, environ 40 pour cent finira dans les ressources d'eau. Le reste se déposera ailleurs sur les terres.

Quoi qu'il en soit, si l'on considère le rôle important que les terres agricoles jouent dans la contamination de l'eau par les sédiments aux Etats-Unis d'Amérique, nous pouvons raisonnablement supposer que les systèmes de production animale sont la source majeure de contamination des ressources d'eau potable par les sédiments.

Tableau 2.13**Contribution de l'élevage à l'érosion des terres agricoles aux Etats-Unis d'Amérique**

Erosion des terres cultivées	
Erosion totale des terres cultivées (millions de tonnes/an)	1 620,8
Taux cumulé moyen d'érosion par l'eau et le vent (tonnes/ha/an)	12,5
Superficie totale de terres cultivées pour la production fourragère (millions d'ha)	51,6
Erosion totale des terres de cultures fourragères (millions de tonnes/an)	
En pourcentage par rapport à l'érosion totale des terres cultivées	40
Erosion des pâturages	
Taux cumulé moyen d'érosion par l'eau et par le vent (tonnes/ha/an)	2
Superficie totale de pâturages (millions d'ha)	234
Érosion totale des pâturages (millions de tonnes/an)	
	524,2
Erosion des terres agricoles (cultures et pâturages)	
Erosion totale des terres agricoles (millions de tonnes/an)	2 145,0
Erosion totale liée à l'élevage (millions de tonnes/an)	
	1 172,5
Pourcentage par rapport à l'érosion totale des terres agricoles	
	55

Source: USDA/NASS (2001); FAO (2006b).

décennies. Les émissions d'oxydes nitreux ont aussi des incidences sur le climat mondial et contribuent au réchauffement de la planète. En effet, le N₂O a un potentiel de réchauffement 310 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone.

Enfin, l'utilisation intensive des terres agricoles affecte l'habitat de la faune sauvage, qui manque de nourriture et d'abri dans les zones de

monoculture et y est donc quasi-inexistante. De plus, les parcelles cultivées de manière intensive entravent les mouvements de la faune sauvage et provoquent une fragmentation de l'écosystème. En conséquence, Pingali et Heisey (1999) affirment que pour répondre à la demande de nourriture à long terme, surtout en matière de céréales, il ne suffira pas de reculer le seuil des

rendements. Il faudra changer fondamentalement la façon d'utiliser les engrais et les pesticides et de gérer les sols. Pour maintenir la croissance de la productivité des céréales tout en préservant les ressources, il faut accroître la production sans augmenter les apports chimiques de façon proportionnelle. Les améliorations récentes des formules d'engrais et de pesticides et les innovations techniques et technologiques liées à leur efficacité peuvent aider à atteindre ces objectifs (Pingali et Heisey, 1999).

Erosion des sols

Les taux d'érosion varient considérablement selon les conditions locales et il est difficile de comparer les données régionales. Les taux d'érosion dépendent de plusieurs facteurs, notamment la structure des sols, la morphologie des paysages, la couverture végétale, les pluies et les vents, l'utilisation et la gestion des terres – méthode, durée et fréquence d'exploitation (Stoate *et al.*, 2001) (voir encadré 2.5). Le ruissellement des eaux étant responsable des effets les plus graves, l'érosion tend à augmenter à mesure que l'infiltration diminue. Toute activité qui modifie de façon importante le processus d'infiltration a un impact sur l'action de l'érosion.

Les terres de culture, surtout celles cultivées de manière intensive, sont généralement plus sujettes à l'érosion que les terres utilisées à d'autres fins. Les principaux facteurs qui aggravent l'érosion des terres de culture sont:

- l'élimination de la végétation naturelle qui fixe les sols, les protège des vents et améliore l'infiltration;
- les pratiques d'exploitation inappropriées;
- l'impact mécanique d'un équipement agricole lourd;
- l'appauvrissement de la fertilité naturelle des sols.

Barrow (1991) a analysé l'ampleur de l'érosion qui touche les terres de culture dans divers pays. Les méthodes d'évaluation du processus de l'érosion n'étant pas normalisées, il est difficile

de comparer les différentes mesures. Barrow a remarqué que, dans certains cas, l'érosion était extrêmement grave et se traduisait par une perte annuelle de plus de 500 tonnes de sol par hectare (notamment en Équateur et en Côte d'Ivoire). Or, une perte annuelle de 50 tonnes par hectare équivaut à une perte d'épaisseur du profil des sols d'environ 3 mm par an. Si la couche arable est mince, cela suffit à compromettre l'agriculture en très peu de temps. Peu d'ouvrages s'accordent sur les limites jugées tolérables, mais des niveaux d'érosion entre 0,1 et 0,2 mm par an sont souvent considérés comme acceptables (Barrow, 1991).

Au niveau mondial, les principaux problèmes environnementaux qui concernent les cultures fourragères comprennent le changement climatique, imputable aux gaz émis par les engrais et la matière organique qui se décompose dans les sols, l'appauvrissement des ressources en eau dû à la pollution et au pompage, et l'érosion de la biodiversité due à la destruction de l'habitat. Ces questions seront respectivement examinées dans les chapitres 3, 4 et 5.

2.6 Conclusions

Aujourd'hui, le secteur de l'élevage est un utilisateur majeur de terres, couvrant plus de 3,9 milliards d'hectares, soit près de 30 pour cent de la superficie des terres de la planète. Cependant, l'intensité d'utilisation varie considérablement. Sur ces 3,9 milliards d'hectares, 0,5 sont cultivés et généralement gérés de manière intensive (section 2.3), 1,4 sont des pâturages dont la productivité est relativement élevée et les 2 milliards restants sont constitués de pâturages extensifs dont la productivité est relativement basse (tableau 4, Annexe 2). L'élevage est le premier utilisateur agricole de terres, représentant environ 78 pour cent des terres agricoles et l'équivalent de 33 pour cent des terres cultivées. Bien que les systèmes hors sol intensifs soient en grande partie responsables de la croissance du secteur, l'influence de l'élevage sur les terres

de culture est toutefois non négligeable et une analyse exhaustive des problèmes environnementaux liés à la production animale ne pourrait être menée sans inclure le secteur des cultures.

Quoi qu'il en soit, à mesure qu'il se développe, l'élevage a besoin d'étendues de terres de plus en plus vastes et connaît une évolution géographique impliquant des changements dans l'intensité d'utilisation des terres et les schémas de distribution géographique.

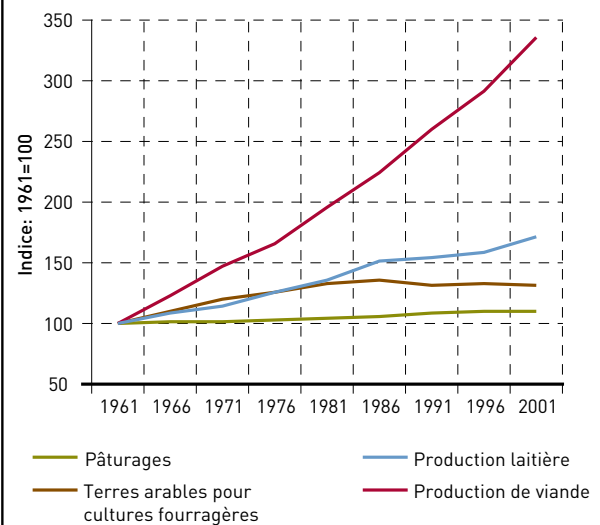
L'intensification ralentit la hausse de l'utilisation des terres liée à l'élevage

Le premier aspect de cette transition est l'intensification de l'utilisation des terres. Elle concerne l'alimentation du bétail, objectif principal de l'utilisation des terres par l'élevage (directement, en tant que pâturage, ou indirectement, pour les cultures fourragères). Les cultures fourragères et les pâturages cultivés s'intensifient dans les zones dotées d'une infrastructure de transport développée, de solides institutions et d'une grande aptitude agroécologique. La figure 2.18 montre la différence marquée des taux de croissance entre les zones consacrées au pâturage et à la production fourragère et les productions de viande et de lait. L'augmentation de la productivité est la conséquence d'une forte intensification du secteur à l'échelle mondiale. Le passage des ruminants aux espèces monogastriques nourris d'aliments concentrés joue un rôle critique dans ce processus.

La demande accrue de produits d'origine animale jouera probablement encore un rôle dominant dans les prochaines décennies et entraînera une nette augmentation des surfaces consacrées à l'élevage, malgré la tendance à l'intensification. Les pâturages extensifs et la production fourragère s'étendront sur les habitats naturels dont le coût d'opportunité est faible. Toutefois, il est probable que l'essentiel de cette expansion ait déjà eu lieu et que le processus d'intensification aura raison de la tendance à l'expansion pour aboutir finalement à une forte réduction des zones de pâturages et de cultures fourragères.

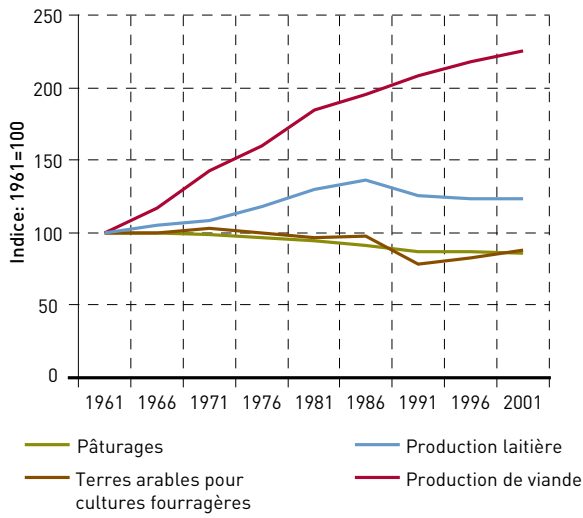
Ces tendances mondiales varient selon les régions. Dans l'Union européenne (figure 2.19) et plus généralement dans les pays de l'OCDE, la production de viande et de lait s'est accrue alors que la surface consacrée aux pâturages et aux cultures fourragères a diminué. Cette évolution a eu lieu essentiellement grâce à l'amélioration des taux de transformation des aliments mais une partie de la réduction de la surface de cultures fourragères a aussi été compensée par des importations d'aliments, principalement d'Amérique du Sud (figure 2.20). En effet, les tendances comparables en Amérique du Sud (figure 2.20) font apparaître une augmentation relativement forte des superficies de cultures fourragères. Bien que le développement rapide de l'élevage intensif au niveau régional ait stimulé la production industrielle d'aliments pour le bétail, la croissance supplémentaire s'explique par les exportations. Les cultures fourragères ont connu une expansion particulièrement rapide dans les années 70 et à la fin des années 90, lorsque les

Figure 2.18 Tendances mondiales des superficies utilisées pour la production animale et de la production totale de viande et de lait



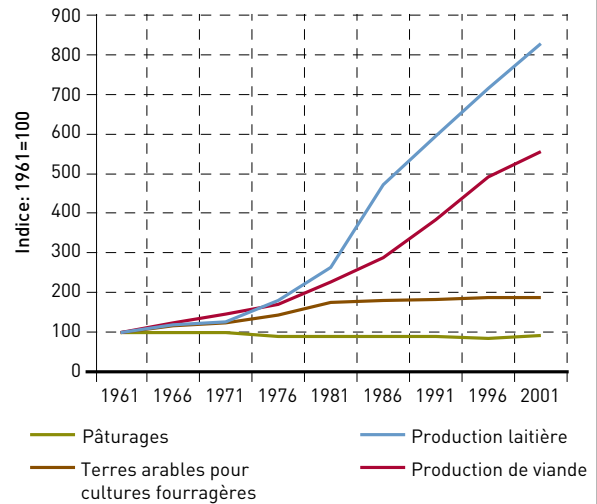
Source: FAO (2006b).

Figure 2.19 Evolution des superficies utilisées pour la production animale et de l'approvisionnement local en viande et en lait – UE des 15



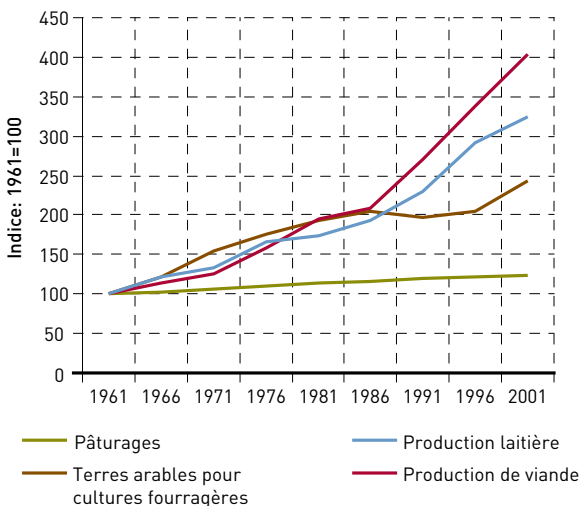
Source: FAO (2006b).

Figure 2.21 Evolution des superficies utilisées pour la production animale et de l'approvisionnement local en viande et en lait – Asie de l'Est et du Sud-Est (sans la Chine)



Source: FAO (2006b).

Figure 2.20 Evolution des superficies utilisées pour la production animale et de l'approvisionnement local en viande et en lait – Amérique du Sud



Source: FAO (2006b).

pays développés dans un premier temps puis les pays en développement se sont lancés dans l'industrialisation de l'élevage et ont commencé à importer des protéines destinées à l'alimentation du bétail.

C'est le cas actuellement en Asie de l'Est et du Sud-Est, où la production a augmenté beaucoup plus rapidement que les surfaces cultivées pour le fourrage et que les pâturages (qui sont restés stables). Cette différence a pu être compensée par des importations d'aliments du bétail mais aussi par l'intensification rapide de l'industrie de l'élevage grâce à l'amélioration des races et des techniques ainsi qu'à une réorientation vers la volaille (la méthode mise au point pour estimer l'utilisation des terres par l'élevage et les résultats complémentaires sont présentés dans l'Annexe 3.1).

La production s'oriente vers les zones à moindre coût ou disposant de ressources en alimentation animale

La seconde caractéristique de la transition géographique de l'élevage réside dans l'évolution de la distribution spatiale de la production. La production ne coïncide plus avec la consommation car cette dernière se situe surtout dans les centres urbains, loin des ressources en alimentation animale. Le secteur de l'élevage s'est adapté à cette nouvelle configuration en fragmentant la

filière des produits et en implantant chaque segment spécialisé de production ou de transformation là où les coûts sont réduits au minimum. Avec le développement des infrastructures de transport, l'expédition des produits d'origine animale devient relativement bon marché par rapport à d'autres coûts de production. La tendance vers une demande accrue d'aliments transformés contribue à réduire également les coûts de transport. La production animale se rapproche donc des ressources fourragères ou des endroits où le contexte politique (régime fiscal, normes de travail, normes environnementales), l'accès aux services ou les conditions en matière de maladies limitent les coûts. En d'autres termes, l'élevage s'éloigne de la stratégie «d'utilisateur des terres par défaut» (c'est-à-dire comme unique façon d'exploiter la biomasse des terres marginales, les résidus et les zones interstitielles) pour adopter celle «d'utilisateur actif des terres» (c'est-à-dire qui rivalise avec d'autres secteurs pour établir des cultures fourragères, des pâturages intensifs et des unités de production).

Le prix environnemental à payer

Cette transition permet une utilisation plus efficace des ressources. Toutefois, elle se développe habituellement dans un contexte d'externalités environnementales et sociales qui ne sont pratiquement pas prises en compte et d'une estimation inappropriée de la valeur des ressources, calculée en fonction de coûts privés plutôt que du coût social. En conséquence, les changements que subit la géographie de l'élevage sont liés à des impacts importants sur l'environnement. Ainsi, les coûts privés de transport sont exagérément faibles et ne reflètent pas les coûts sociaux. L'expansion et l'intensification de l'agriculture dans les milieux naturels donnent naissance à de graves problèmes de dégradation des terres. Le développement continu de l'agriculture dans les écosystèmes naturels entraîne un changement climatique et une perte de la biodiversité. La séparation entre la production

animale et celle d'aliments du bétail crée des conditions qui, ne favorisant pas une gestion efficace des déchets, sont souvent à l'origine de la pollution des eaux et des sols ainsi que des émissions de gaz à effet de serre.

D'après les tendances actuelles, l'empreinte écologique du secteur de l'élevage va être de plus en plus marquée du fait de la hausse de l'utilisation des terres et de leur dégradation. Pour faire face aux défis que cela pose à l'environnement mondial, il faudra évaluer et gérer les compromis inhérents au fait de devoir répondre à la demande actuelle de produits d'origine animale tout en préservant la capacité des écosystèmes à assurer des biens et des services à l'avenir (Foley *et al.*, 2005). En définitive, pour atteindre un équilibre durable, il sera nécessaire de fixer les prix des ressources naturelles de façon adéquate, d'internaliser les externalités et de préserver les écosystèmes clés.