



Élevage et pays du Sud



cirad

Une demande croissante en produits animaux

Dans les pays émergents comme dans les pays en développement, la croissance économique et l'augmentation des revenus individuels entraînent une forte augmentation de la demande en produits d'origine animale.

Un élevage de plus en plus intensif



Un poulailler au Burkina Faso.



Un élevage de porcs en Chine.

© P. Dugué/Cirad

© T. Bernard

Au cours des 50 dernières années, les systèmes d'élevage ont évolué d'une production artisanale à petite échelle vers une production intensive qui intègre les différentes étapes de la production (génétique, préparation de l'aliment, élevage, abattage et transformation) et même de la commercialisation. Cette évolution est particulièrement visible dans les pays où l'élevage connaît une forte croissance, en Asie et en Amérique latine, et pour les productions de volaille (viande et œufs) et de porc.

Les systèmes de production en aquaculture sont plus variés, moins mécanisés et moins utilisateurs de technologies avancées que l'élevage de volailles ou de porcs. Les petits producteurs y côtoient souvent des entreprises internationales.



Une Chèvre, un Mouton, avec un Cochon gras, Montés sur même char s'en allaient à la foire : Leur divertissement ne les y portait pas ; On s'en allait les vendre, à ce que dit l'histoire.

Jean de la Fontaine, Le Cochon, la Chèvre et le Mouton



Les animaux de trait

Les animaux ne sont pas élevés uniquement pour la viande ou le lait. Dans les pays en voie de développement, 250 millions d'animaux de trait apportent leur force de travail sur près de la moitié des terres cultivées dans les exploitations familiales. Ils représentent une économie importante en consommation d'énergie fossile.



La période des semis dans la région du Sine Saloum au Sénégal

© P. Dugué/Cirad

Plus que les produits de l'élevage, c'est l'aliment du bétail qui fait l'objet d'un commerce international.

Un quart de la production de soja, notamment, est commercialisé sur le marché mondial.

Le commerce du poisson est en revanche très actif : plus de 37 % de la production font l'objet d'échanges internationaux.

En arrière-plan, soja extrudé destiné à l'alimentation animale.
© C. Nicolas/Inra

Un exemple de filière en forte expansion : le panga



Les pangas sont omnivores. Certains comme *Pangasius krempfi* se nourrissent principalement des fruits charriés par le fleuve Mékong.

© J.F. Barrolier/Cirad

Il y a quelques années, un poisson bon marché, sans arêtes et au goût neutre, est arrivé sur les étals des poissonneries européennes : le panga. Ce poisson-chat était produit depuis longtemps au Vietnam, mais la maîtrise de sa reproduction en captivité a permis une explosion de la filière, unique dans l'histoire de la pisciculture.

De 30 000 tonnes en 1995, la production est passée à 1,5 millions de tonnes aujourd'hui. Une telle explosion ne s'est pas faite sans problèmes, tant en ce qui concerne les échanges commerciaux que la qualité des produits. Aujourd'hui, les réglementations ont permis de mettre la production en conformité avec les normes de qualité européennes et internationales.



Elevage de panga dans des cages installées sous les maisons flottantes au Vietnam.

© J.F. Barrolier/Cirad





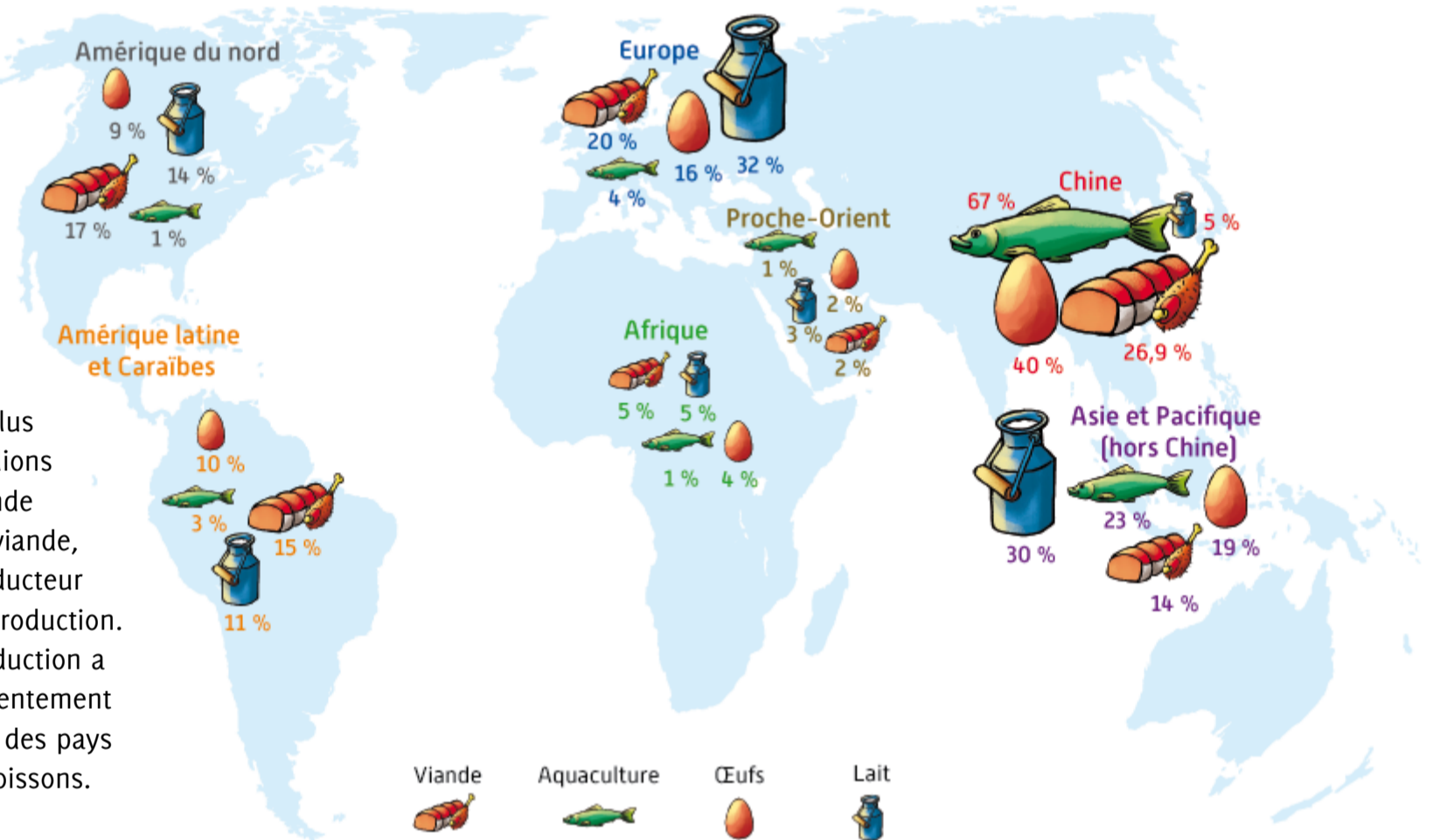
Pour nourrir 9 milliards d'habitants dans le monde en 2050, même en supposant un plafonnement de la consommation de protéines animales, il sera nécessaire d'augmenter considérablement la production actuelle.



L'Asie en tête des régions productrices

TROIS PAYS DOMINENT LE SECTEUR DE L'ÉLEVAGE EN TERMES DE VOLUMES PRODUITS : LA CHINE, LE BRÉSIL ET L'INDE, DÉPASSANT AINSI LES PAYS DÉVELOPPÉS.

La Chine produit aujourd'hui environ 70 % des produits aquacoles, 40 % des œufs et 30 % de la viande du monde. Le Brésil possède le plus grand cheptel bovin avec 205 millions de têtes, et fournit 7 % de la viande mondiale. L'Inde produit peu de viande, mais est devenue le premier producteur mondial de lait avec 15 % de la production. En Afrique subsaharienne, la production a également progressé, mais plus lentement qu'ailleurs. Le Nigeria est en tête des pays africains pour la production de poissons.



Les pays du Sud ont besoin de produits animaux

Dans les pays en développement, le régime alimentaire est essentiellement composé de céréales et de tubercules. Les déficiences nutritionnelles sont fréquentes, particulièrement chez les femmes et les enfants. Un apport de produits animaux améliore donc fortement la qualité du régime. La viande, le poisson, les œufs et le lait sont en effet des sources importantes de protéines de haute qualité et de micronutriments, essentiels pour le développement des capacités intellectuelles.

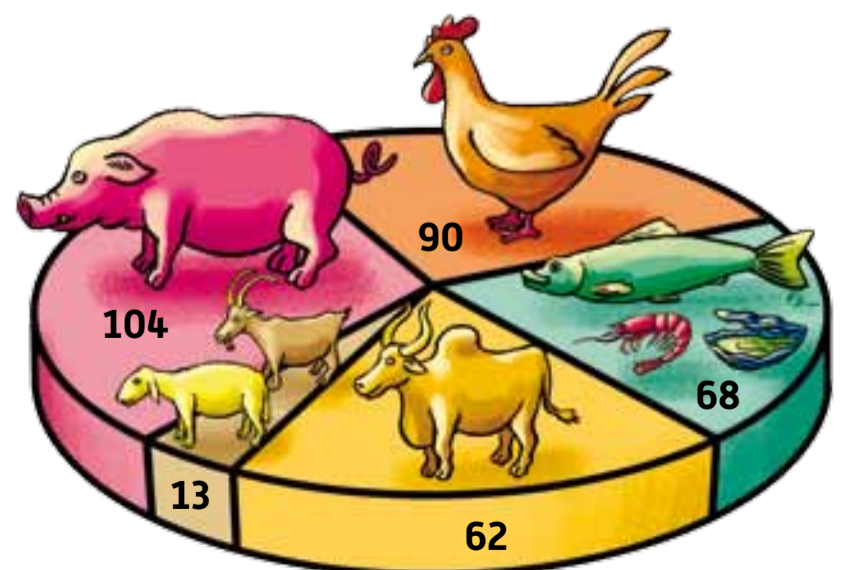


chiffre CLE

La planète compte 19 milliards d'animaux d'élevage, dont 70 % sont détenus par des éleveurs hors pays industrialisés.

La volaille, le porc et le poisson en développement rapide

C'est la production de viande de volaille qui s'est développée le plus rapidement depuis 20 ans, suivie par la viande de porc. La production de viande bovine et de petits ruminants a beaucoup moins augmenté. L'aquaculture poursuit son essor à un rythme encore plus rapide que l'élevage. Les principales espèces de poissons élevées sont les carpes et les tilapias.



Production de viande et de produits aquacoles dans le monde, en millions de tonnes

L'élevage, une opportunité

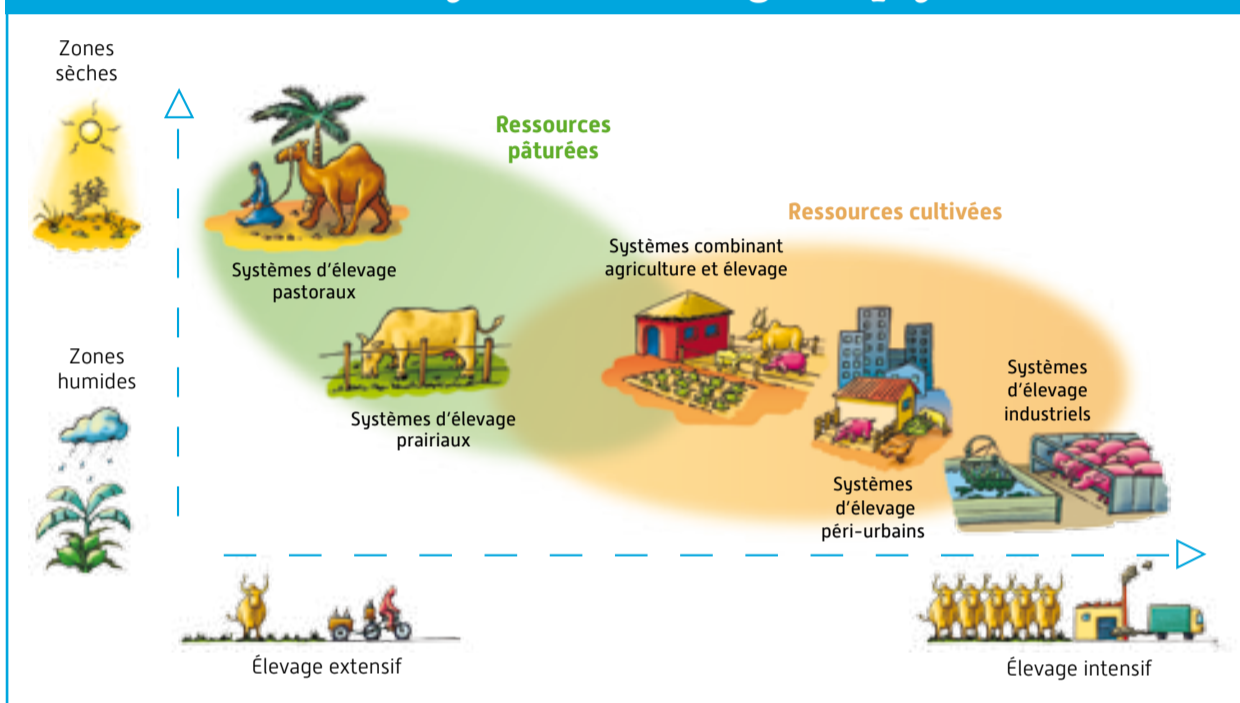
La forte augmentation de la demande en viande, en lait et en poisson est une opportunité à saisir pour les pays du Sud. En effet, dans les pays industrialisés, les animaux ont déjà un niveau de productivité élevé, et c'est plutôt en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud que cette productivité est amenée à croître dans les prochaines années.



ÉGYPTÉ

© J.F. Tourrand/Cirad

Les différents systèmes d'élevage des pays du Sud



Les entreprises piscicoles, moteur du développement local

La région du lac Victoria, en Afrique équatoriale, est grande productrice de poisson. C'est là qu'est implantée la ferme aquacole industrielle *Source of the Nile Fish Farm Ltd*, du côté ougandais. Sans rapport avec le système de pêche sauvage de la perche du Nil décrit dans un documentaire qui a fait beaucoup de bruit en 2005, elle produit 500 tonnes par an de tilapias du Nil, élevés en cages, avec un objectif de 4 000 tonnes en 2014.

Loin de concurrencer les petits producteurs, *SON Fish Farm* favorise leur développement. Elle leur vend sa surproduction d'alevins de qualité, et sa présence a permis l'installation d'une unité industrielle de fabrication d'aliments pour poissons, qui bénéficie à tous les pisciculteurs.

Par ailleurs, l'entreprise contribue à accroître le savoir-faire local à travers la formation de ses employés et de nombreux étudiants, ce qui à terme favorise le transfert de connaissances vers tous les acteurs de la filière.

Commercialisation du tilapia (en haut) et vente d'alevins (en bas) à la *SON Fish Farm*, en Ouganda.



© O. Mikolasek/Cirad

© O. Mikolasek/Cirad

chiffre CLE

L'élevage contribue aux moyens de vie d'un milliard de pauvres dans les pays du Sud et emploie 1,3 milliard de personnes dans le monde.

Les feedlots industriels : des « hôtels » pour bovins en Amérique du Sud

Avec l'extension des cultures de soja, les éleveurs de la pampa d'Argentine, d'Uruguay et du Brésil sont confrontés au manque de prairies. Pour engraisser les jeunes bovins, ils se tournent donc vers les *feedlots*, des ateliers d'engraissement gérés par des entreprises privées ou des coopératives, qui achètent les bovins ou les prennent en pension. Les éleveurs y placent leurs taurillons après le sevrage vers 7 ou 8 mois, payent un prix à la journée pour la pension et récupèrent les animaux lorsqu'ils ont deux à trois ans et pèsent 500 kg. La gestion de l'alimentation est cruciale, vu le nombre d'animaux et l'importance de leur donner des rations régulières.



© J.F. Tourrand/Cirad

Certains ateliers d'engraissement dans la pampa sud-américaine peuvent rassembler plusieurs dizaines de milliers de bovins. Ils représentent 15 à 20 % du marché des abattoirs.

Le *feedlot* produit une petite partie du fourrage et du soja, mais s'approvisionne surtout auprès des exploitants voisins. Le fumier est épandu sur les cultures, souvent en excès, et cause alors de sérieux problèmes d'odeurs pour le voisinage. Les *feedlots* se développent en profitant de la forte demande internationale en viande.

Histoire de mots

La falaise a des singes, j'ai des vaches
 La montagne a des sources, j'ai des vaches
 La lande a des biches, j'ai des vaches
 La rivière a des poissons, j'ai des vaches
 Le fleuve a de l'eau, j'ai des vaches
 La mer a des vagues, j'ai des vaches

Alfâ Ibrâhîm Sow, La femme, la vache, la foi
 Poésie peule du Fouta-Djallon



pour le Sud ?

Mais quels producteurs pourront saisir cette opportunité ? Les élevages industriels bien insérés dans des filières organisées et positionnés sur les marchés, ou les élevages familiaux, plus isolés, considérés comme moins compétitifs, et procurant des moyens de subsistance à des centaines de millions de personnes ?



CAMEROUN

© P. Dugué/Cirad

La révolution blanche en Inde



Collecte de lait en Haryana.

© V. Alary/Cirad

GRÂCE À LA RÉVOLUTION VERTE À LA FIN DES ANNÉES 60, L'INDE A ATTEINT L'AUTOSUFFISANCE EN CÉRÉALES. Mais la classe moyenne indienne réclame maintenant des œufs, du lait et de la viande de volaille. Au début des années 70, des éleveurs ont décidé d'échapper aux abus des commerçants urbains en s'associant et en acheminant eux-mêmes leur lait vers la ville de Bombay. Ce fut le début de la « révolution blanche ». Avec l'appui de l'Etat et la fourniture gratuite de poudre de lait par des organismes internationaux, le système coopératif s'est étendu à tout le pays. Puis le lait local a remplacé la poudre de lait importée.

Aujourd'hui, le *National Dairy Development Board* est la plus grande coopérative laitière au monde : elle regroupe 133 000 coopératives de village, 14 millions d'éleveurs et traite 60 % du lait commercialisé. Depuis les années 90, elle doit affronter la concurrence du secteur privé et des multinationales. Pourra-t-elle faire face tout en gardant sa vocation de développement social ?



© M. Roesch/Cirad

L'élevage pastoral : un espace vital à préserver

Les surfaces irriguées ont doublé ces dix dernières années autour du Ferlo, des terres sont affectées à de grandes firmes privées ou à des projets internationaux, au détriment de l'élevage pastoral.

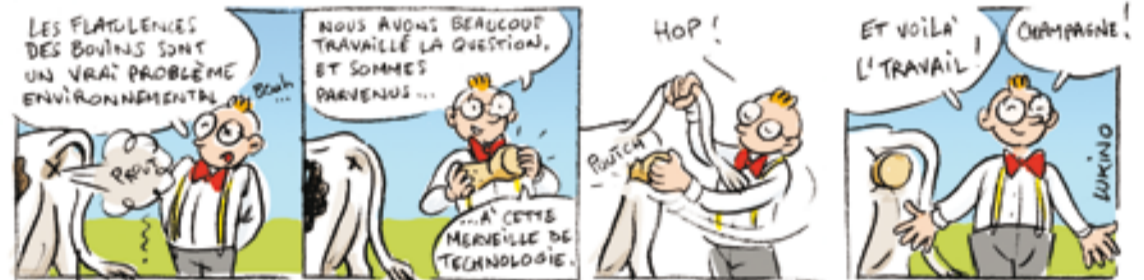


© A. Ickowicz/Cirad

La région du Ferlo, au nord-est du Sénégal, est une zone aride à la végétation fragile et fluctuante. L'élevage pastoral des bovins et des petits ruminants, très adapté à ces milieux, fournit plus de la moitié de la production de viande du pays. Le travail des éleveurs s'organise autour de la quête de pâturages, de l'abreuvement, de la traite et de la transhumance. La mobilité des troupeaux y est donc essen-

tielle. Or, les pasteurs n'ont pas de droits fonciers reconnus et la concurrence avec l'agriculture est de plus en plus forte. Les parcours réservés aux animaux se fragmentent et se réduisent. Les risques de dégradation du milieu s'accroissent, encore amplifiés par les changements climatiques. Pour se maintenir, l'élevage pastoral devra bénéficier de politiques qui favorisent sa sécurité et son adaptation.

ÉMISSIONS IMPOSSIBLES (1)



Buffle



Éland du Cap



Grand Koudou

Le ranching d'animaux sauvages

En Afrique du Sud, plus de 10 000 ranchs de faune sauvage gèrent 2,5 millions d'animaux élevés dans leur habitat naturel. Les ranchs sont clôturés ou simplement structurés autour de points d'eau qui suffisent à retenir les animaux. Les espèces à fort taux de reproduction sont exploitées pour leur viande et les plus recherchées sont vendues comme trophées aux chasseurs. Les ranchs proposent parfois des services aux villages alentour : location de matériel de transport, autorisation de coupe de bois ou de cueillette.

Ces exploitations sont le plus souvent des entreprises privées, mais fonctionnent dans certains cas selon un modèle de coopérative, chaque village étant impliqué dans la gestion et l'entretien du ranch. Le bénéfice monétaire qu'en tirent les villageois devient alors la meilleure motivation pour préserver la faune sauvage.



Zèbre de Burchell



Gnou bleu

Dans les ranchs, on trouve des espèces capables d'utiliser tous les étages de végétation : antilopes, buffles, gnous, zèbres, koudous, impalas, élans, phacochères.

© P. Pollecot/Cirad



Élevage et environnement...



ALGÉRIE

© J.P. Boutonnet/Mira

L'élevage concerne des surfaces considérables, et représente l'unique mode de mise en valeur de certains territoires. Plus du quart des terres émergées (non gelées) sont exploitées par les herbivores, et un tiers est consacré à la production d'aliments du bétail.

Un atout pour la fertilité des sols... ou une source de pollution

L'élevage joue un rôle crucial dans le maintien de la fertilité des terres agricoles, en particulier dans les régions de production céréalière intensive ou de cultures commerciales comme le coton, le soja ou les fruits et légumes.

Dans de nombreux pays en développement, confrontés à la montée du prix des engrais de synthèse, l'apport de matières organiques issues de l'élevage représente le principal fertilisant.

En revanche, l'élevage industriel, en particulier celui des porcs et des volailles,

Lavage des porcs au Vietnam.



© V. Porphyre/Cirad

engendre dans certaines circonstances d'importantes pollutions, peu maîtrisées dans les pays du Sud. L'excès d'azote et de phosphore

des effluents d'élevage, lorsqu'il se concentre sur de petites étendues, pollue les eaux profondes et de surface.

Stockage du fumier dans un village au Cameroun.



© J.Y. Jamin/Cirad/Prasac

© G. Trébuil/Cirad

Une alternative à la pêche... ou un épuisement des ressources marines

La pêche atteint aujourd'hui la limite de ses possibilités et l'aquaculture apparaît comme une bonne alternative. Mais les poissons d'élevage sont nourris avec des farines et des huiles de poisson, ou avec des poissons frais eux-mêmes issus de la pêche. Il faut par exemple 3 kg de poisson frais pour produire 1 kg de saumon d'élevage. Plus l'aquaculture se développe, plus la pêche d'espèces non consommées par l'homme augmente.

Il est possible de remplacer les farines et les huiles de poisson par des produits végétaux, par exemple le soja. Mais cela suppose d'augmenter fortement les surfaces agricoles. Par ailleurs, les poissons nourris avec des produits végétaux sont moins riches en acides gras et perdent une partie de leur intérêt nutritionnel. Une alternative pourrait être l'utilisation d'algues dans l'alimentation des poissons.

Crevettes d'élevage *Panesus monocon*.

Un maintien... ou une réduction de la biodiversité

L'élevage interagit avec la flore locale.

Dans certains environnements, le pâturage maintient des paysages ouverts et une végétation herbacée spontanée, entretenant ainsi une riche biodiversité végétale et animale. S'il va de pair avec une déforestation, il peut en revanche réduire fortement la biodiversité.

Chèvres pâturant sous les régimes de bananiers au Vietnam.



© V. Porphyre/Cirad

Elevage d'ombrines en Martinique.



© E. Casset/Martinique

L'élevage interagit également avec la faune sauvage : en pisciculture, les poissons qui s'échappent de leurs cages peuvent se reproduire avec les poissons sauvages et réduire la diversité génétique de l'espèce. L'équilibre entre espèces est fragile : l'introduction de la perche du Nil dans le lac Victoria, combinée à la pollution du lac, a probablement accéléré la disparition de nombreuses espèces de poissons autochtones.



Marché de poisson en Martinique

© E. Casset/lifremer

quelles interactions ?

Ces dernières années, l'augmentation rapide des productions animales, en particulier dans les pays en développement, a entraîné des changements radicaux de modes de production et une prise de conscience de leurs impacts sur l'environnement.



Un moyen de valorisation... ou une cause de dégradation des terres

L'élevage est le meilleur moyen de valoriser de grands espaces : 40 % des terres disponibles dans les pays en développement ne peuvent être exploitées que sous forme de pâturages ou de prairies cultivées. Cependant, dans les zones sahéliennes, l'augmentation des effectifs de ruminants, la sécheresse et la réduction des surfaces de parcours sont des facteurs de désertification. Dans les zones tropicales

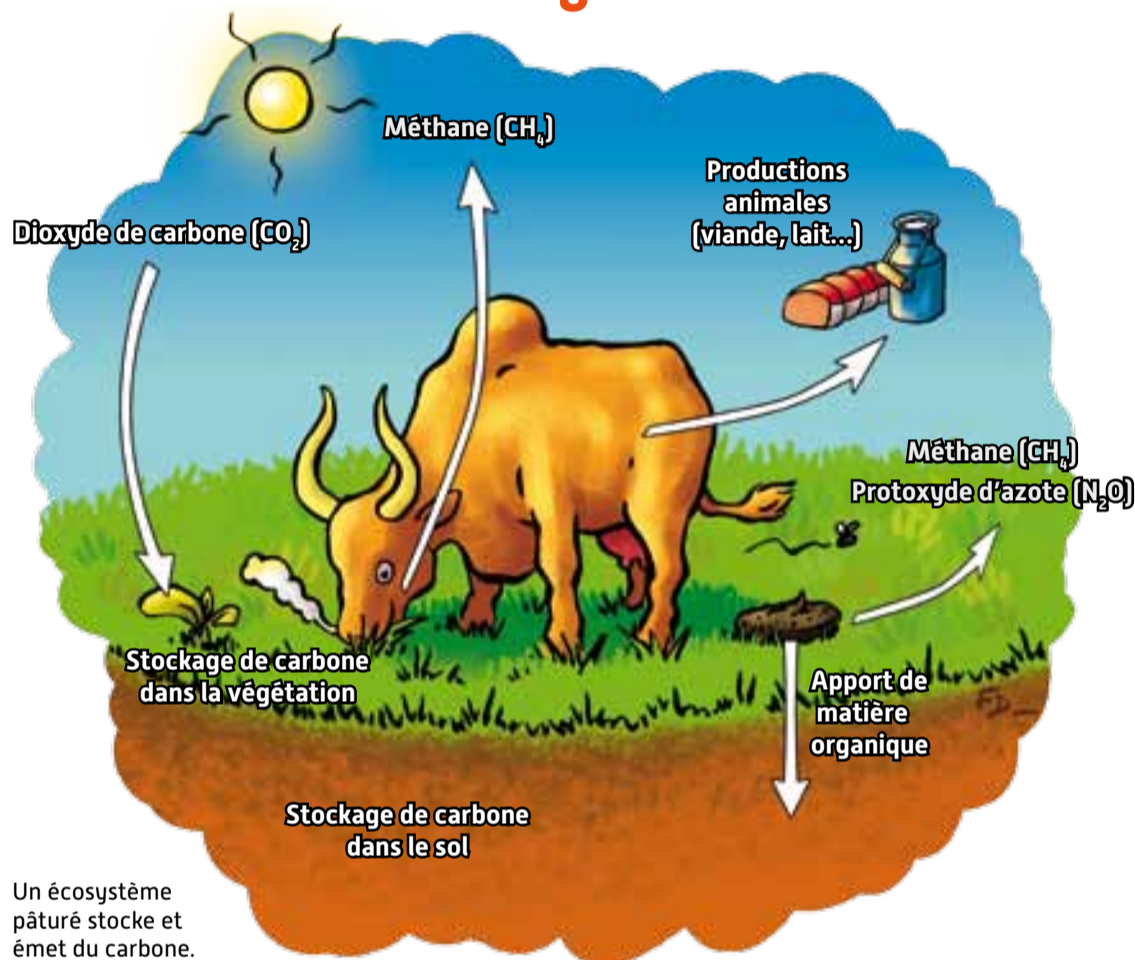
humides, comme en Amazonie, l'élevage a souvent été cause de déforestation, pour implanter des pâturages ou pour cultiver du soja destiné à l'alimentation du bétail.

Cette déforestation se ralentit aujourd'hui grâce aux mesures énergiques prises par le gouvernement brésilien, qui incitent les éleveurs à associer arbres et prairies et à entretenir le patrimoine que représentent les zones pâturées.

En Amazonie brésilienne, le cheptel bovin est passé de 2 millions de têtes en 1970 à plus de 44 millions aujourd'hui, utilisant plus de 500 000 km² de prairies issues de déforestation.



Une séquestration du carbone... ou une émission de gaz à effet de serre



Un écosystème pâturé stocke et émet du carbone.

Contrairement à une idée répandue, le méthane provient des fermentations dans la panse des ruminants et est émis par la bouche de l'animal.

Les animaux d'élevage contribuent aux émissions de gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique : dioxyde de carbone (CO₂) dû à la respiration, méthane (CH₄) éructé par les ruminants, protoxyde d'azote (N₂O) venant des effluents d'élevage. Il faut y ajouter l'ensemble des émissions indirectes liées à la déforestation, ainsi qu'à la production et à l'acheminement des engrais et des aliments du bétail. En contrepartie, l'élevage de ruminants, en fixant et en entretenant les couverts prairiaux, contribue à la séquestration du carbone dans le sol. On estime que les 3,5 milliards d'hectares de pâturages permanents du monde recèlent 30 % des stocks de carbone des sols émergés, les forêts en contenant 50 %.



**chiffre
CLE**

On estime que le cycle complet des activités d'élevage contribue à 18 % des émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines.



*Histoire
de mots*

*Non loin, quelques bœufs blancs, couchés parmi les herbes,
Bavent avec lenteur sur leurs fanons épais,
Et suivent de leurs yeux languissants et superbes
Le songe intérieur qu'ils n'achèvent jamais.*

Charles-Marie Leconte de Lisle, Midi



Des animaux

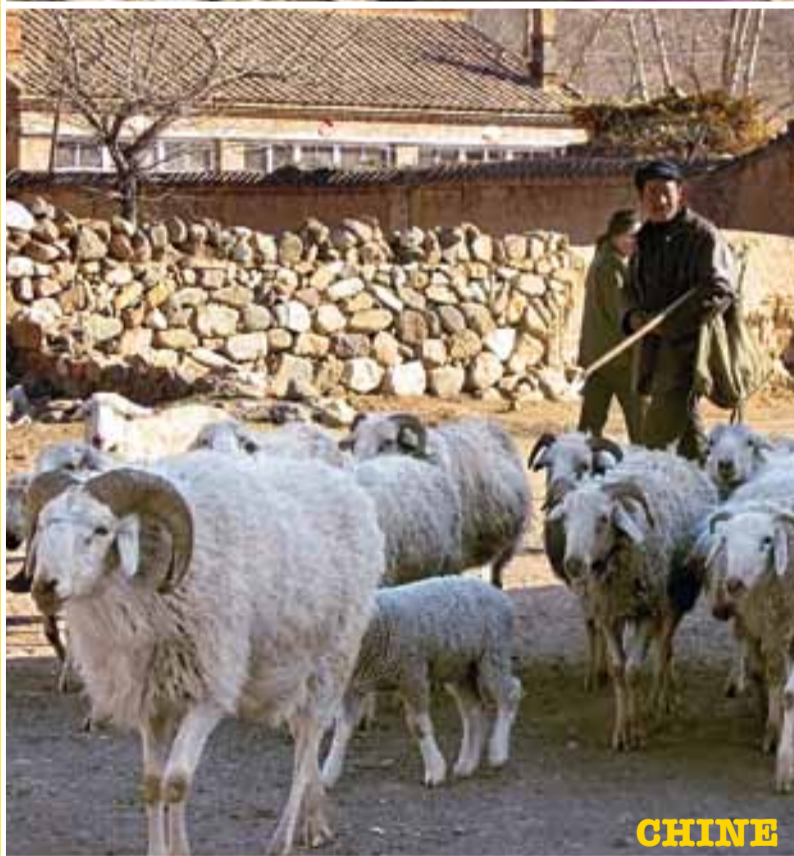
Des zones arides aux forêts tropicales humides, en passant par les banlieues des villes, l'élevage apporte sécurité alimentaire et emploi à plus d'un milliard de personnes dans le monde. Dans de nombreux pays, et particulièrement au Sud,



MADAGASCAR



SÉNÉGAL



CHINE

Ricardo, éleveur de bovins en Amazonie

J'ÉTAIS SALARIÉ AGRICOLE DANS UNE RÉGION PAUVRE DU NORDESTE DU BRÉSIL. En 1973, j'ai tenté ma chance en Amazonie : le gouvernement incitait les pionniers à s'installer et ouvrait des routes. Je me suis installé à São Félix do Xingú, au cœur de la forêt de l'Etat du Pará. En dix ans, j'ai semé 800 hectares de pâturages en brûlant la forêt, et j'ai constitué un troupeau de 500 zébus Nelore. A l'époque, la forêt n'avait guère de valeur. Rapidement, des abattoirs et des laiteries se sont installés, attirant toujours davantage de migrants. En 2009, le nombre de bovins atteignait près de 2 millions sur le *município*, tout tournait autour de l'élevage ! Au fil des ans, les problèmes sont apparus : le quart



© N. Cialdella/Cirad

du *município* a été déboisé, le rythme des pluies a changé. Les prairies, toutes semées avec la même herbe, ont été attaquées par un champignon, et des conflits ont éclaté pour revendiquer les terres. Depuis 2004, le gouvernement a réagi en créant des réserves, en contrôlant la déforestation et les transactions foncières. Les industriels exigent de travailler avec des éleveurs qui

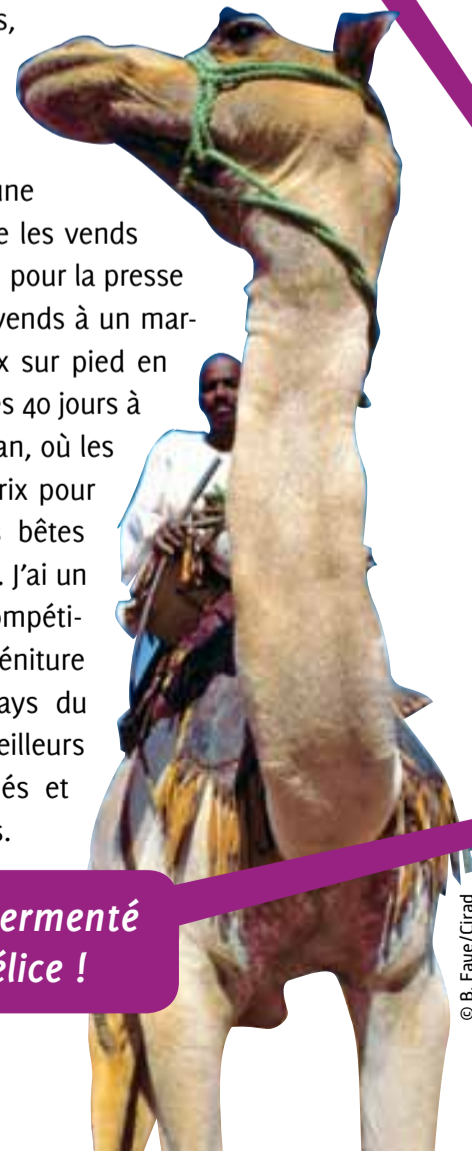
respectent la réglementation. Maintenant, j'exploite mieux mes pâturages, je diversifie mes productions et je reboise. Aujourd'hui, mon objectif est de continuer à vivre de l'élevage, dans la légalité, et de ne pas avoir à émigrer en ville.

L'élevage, une chance pour les pionniers.

Omar, éleveur de chameaux au Soudan

JE VIS AVEC MON TROUPEAU DE CHAMELLES DANS LE NORD-KORDOFAN AU SOUDAN. Mon campement est à quelques kilomètres de la ville d'El-Obeid, mais en vérité je me déplace beaucoup pour trouver l'herbe et l'eau pour mon troupeau et parfois, je vais très loin vers le nord, à quelques centaines de kilomètres de là. Mon troupeau est composé de chameaux et de quelques mâles pour la reproduction, en tout près de 80 bêtes. Avec le lait, je prépare du *gariss*, une boisson

fermentée agrémentée d'épices, que les clients du marché d'Hafez apprécient beaucoup. Quand j'ai une grosse dépense, j'envoie un jeune mâle ou une vieille femelle à l'abattoir, ou je les vends à un agriculteur qui en a besoin pour la presse à huile de sésame. Parfois, je vends à un marchand qui exporte les animaux sur pied en Egypte, par la fameuse route des 40 jours à travers le désert jusqu'à Assouan, où les animaux sont achetés à bon prix pour la viande. J'ai aussi quelques bêtes que je réserve pour les courses. J'ai un animal qui a gagné plusieurs compétitions. Aussi, je réserve sa progéniture pour l'exportation vers les pays du Golfe, parce que là-bas, les meilleurs champions sont très recherchés et atteignent des prix mirobolants.



© B. Fajé/Cirad

Le lait de chamelle fermenté aux épices, un délice !



et des hommes

chiffre
CLE

Dans le monde des animaux d'élevage, on compte environ :
1 porc pour 7 habitants, 1 bovin pour 4 habitants, 1 petit ruminant
(chèvre ou mouton) pour 3 habitants et plus de 2 volailles par habitant.

l'animal remplit de multiples fonctions : revenu d'appoint, épargne sur pied, production de fumier, traction animale, moyen de transport, moteur de transformation des paysages, facteur de survie dans des milieux difficiles, monnaie d'échange au sein des communautés, marque de prestige, rôle symbolique ou religieux. Dans de nombreuses sociétés, l'élevage est un héritage culturel et un pilier de l'organisation sociale.

Brigui, éleveur de bovins au Burkina Faso

IL Y A QUELQUES ANNÉES, JE ME SUIS INSTALLÉ AVEC MON TROUPEAU DANS LE VILLAGE DE KOUMBIA, À L'OUEST DU BURKINA FASO. Mon principal revenu, c'est la vente de jeunes bœufs de trait aux cultivateurs de coton. C'est leur premier achat dès que l'argent du coton arrive. Au fil du temps, j'ai noué des contacts avec eux. Après la récolte, ils autorisent mon troupeau à pâturer leurs champs, et en échange, ils viennent chercher du fumier dans mes parcs

de nuit. Devenu sédentaire, je cultive moi-même 2 hectares de coton, que je fertilise avec le fumier de mon troupeau en début de saison des pluies.

Mes vaches ne produisent pas beaucoup de lait, 2 litres par jour en moyenne. Quand il y en a suffisamment pour les veaux et la consommation familiale, mon épouse vend le surplus au marché du village, mais ce n'est pas un gros revenu. Quant à la viande, seuls les animaux accidentés ou les bœufs âgés sont vendus pour la boucherie.



© P. Dugué/Cirad

Je fournis des bœufs de trait et du fumier aux agriculteurs.

© N. Le Gall

Au village, tout le monde élève des volailles.

Rhadija, éleveuse laitière au Caire en Égypte

AVEC MON MARI, NOUS SOMMES INSTALLÉS EN 1986 DANS LE QUARTIER AL NAWA AU NORD DU CAIRE. Nous avons trois bufflesses, deux jeunes mâles et deux ânes pour transporter le fourrage. Nous produisons du blé et du *berseem* (trèfle d'Alexandrie) en hiver, et du maïs en été, sur 1,5 *feddan* (0,6 hectare). Les animaux sont logés au rez-de-chaussée de la maison. Chaque jour, je conduis mes bufflesses à proximité des champs, sous un abri, où elles sont nourries et voient le soleil. Mon mari leur apporte une charrette de *berseem* en



© V. Alamy/Cirad

hiver ou de maïs en été et nous complétons avec un peu d'aliment acheté. Chacune de mes bufflesses produit environ 10 litres de lait chaque jour. Je garde 3 ou 4 litres pour la famille et je vends le reste à des commerçants. Avec tous

les éleveurs de la banlieue du Caire, nous approvisionnons en lait les trois-quarts des 20 millions d'habitants de la ville ! Et nous avons encore des marges de progrès pour produire plus de lait, et de meilleure qualité sanitaire.

Je suis éleveuse en banlieue.

Histoire de mots

« Il ne suffit pas de savoir bien les conduire en traçant un sillon parfaitement rectiligne, de leur alléger la peine en soulevant ou enfonçant à point le fer dans la terre : on n'est point un parfait laboureur si on ne sait chanter aux bœufs. »
George Sand, La mare au diable

Mai Huong, éleveuse de volailles au Vietnam

J'HABITE LA PROVINCE DE HANOI, DANS LE DELTA DU FLEUVE ROUGE AU NORD DU VIETNAM. Au village, tout le monde élève des volailles ! J'ai un élevage de 300 têtes, dont 50 canards dans un parc attendant au poulailler. Je produis des poussins d'un jour, expédiés dans les provinces voisines, et des œufs fécondés de canards, très appréciés des gourmets chez nous ! Mon mari cultive une petite rizière de 5 *sao* (0,2 hectare), où j'emmène régulièrement les canards pour manger les insectes et les escargots, et récupérer les grains de riz après la récolte.

C'est dans notre province que le virus de la grippe aviaire a été repéré pour la première fois au Vietnam en 2003. Nous avons

eu peur la première année, mais heureusement, il n'y a pas eu beaucoup de victimes humaines. Les élevages ont subi des pertes, les transports ont été limités, les couvoirs fermés et les consommateurs ne voulaient plus manger de volaille vietnamienne, les prix ont beaucoup baissé. Mais nous avons l'habitude ici d'avoir des hauts et des bas, entre les inondations, les variations de prix et les maladies. Donc, en empruntant de l'argent, je suis repartie ! Je prends davantage de précautions, je m'adapte aux nouvelles réglementations, et j'essaie d'élever plusieurs espèces de volailles pour faire face aux imprévus.



© J.-C. Mailllard/Cirad

Lutter contre les maladies animales,

Un changement de climat ou d'environnement peut modifier les migrations d'animaux sauvages, les types d'élevage ou les populations d'insectes, et influencer indirectement la transmission des maladies aux animaux et aux hommes. C'est pourquoi la santé des milieux naturels, des animaux et des hommes est un tout.



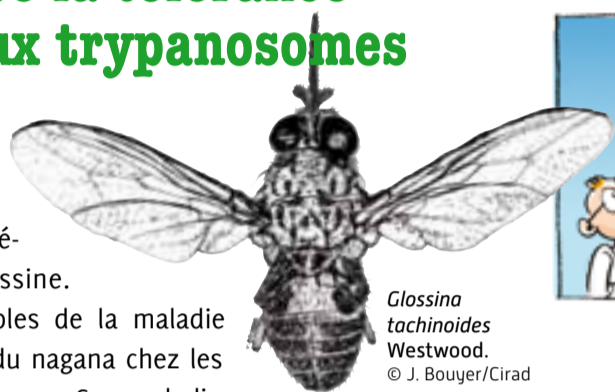
© M. Peyre/Cirad

Comprendre la tolérance des bovins aux trypanosomes

Les trypanosomes sont des parasites sanguins transmis par la mouche tsé-tsé, également appelée glossine.

En Afrique, ils sont responsables de la maladie du sommeil chez l'homme et du nagana chez les animaux sauvages et domestiques. Ces maladies sont bien souvent mortelles en l'absence de traitement.

Certaines races bovines africaines comme la N'Dama sont tolérantes aux trypanosomes et restent productives même si elles sont infestées. Les chercheurs du Cirad tentent de comprendre les mécanismes biologiques responsables de cette tolérance, à travers l'identification des gènes bovins qui la contrôlent et l'étude conjointe de l'expression des gènes des bovins et des trypanosomes au cours de l'infection. A long terme, cette stratégie devrait contribuer à identifier de nouvelles molécules thérapeutiques et vaccinales. Les « marqueurs génétiques » bovins identifiés pourront être utilisés pour sélectionner des animaux plus tolérants.



Glossina tachinoides Westwood.
© J. Bouyer/Cirad

MOUSTIK



Mettre en place des réseaux régionaux de santé

La tique sénégalaise (*Amblyomma variegatum*) transmet aux ruminants des maladies graves comme la cowdriose ou la dermatophilose. Arrivée dans les petites Antilles il y a 50 ans, elle menaçait les pays voisins. Pour éviter sa diffusion, il fallait mieux la connaître : dans quels territoires allait-elle se développer ? A quelle saison ? Quels animaux sauvages la transportaient ? Pour répondre à ces questions, il fallait regrouper les compétences de tous les acteurs de la santé. C'est chose faite avec le réseau Caribvet, qui rassemble des instituts de recherche, des services vétérinaires, des laboratoires et des universités de 25 pays de la zone des Caraïbes. En croisant des informations sur les vecteurs des maladies, sur l'environnement et sur le climat, Caribvet permet d'avoir une vision intégrée des maladies, de modéliser leur évolution, et de mettre en place des méthodes de surveillance et de lutte adaptées.

<http://www.caribvet.net/fr>

La peste bovine officiellement éradiquée en 2011

L'Organisation mondiale de la santé animale a annoncé en 2011 l'éradication de la peste bovine.

Cette maladie avait éliminé près de 90 % du cheptel africain à la fin du 19^e siècle.

Après la variole, c'est la deuxième maladie dont l'homme vient à bout. Aux côtés des organisations internationales, le Cirad a activement participé aux campagnes de vaccination, aux études sur les animaux sauvages transportant la maladie et à la mise au point d'outils de diagnostic et de surveillance.



Vache de race N'dama

© C. Berthier/Cirad

Etudier le rôle des chauves-souris dans la transmission des maladies

Les chauves-souris comptent plus de 1 100 espèces identifiées. De par leur diversité et leur capacité à voler, unique chez les mammifères, elles jouent un grand rôle dans la transmission de maladies (rage, encéphalites, fièvres hémorragiques Ebola et Marburg).

Au Gabon, et à moyen terme en Asie du Sud-Est, le Cirad et ses partenaires mènent des recherches sur les chauves-souris cavernicoles. L'objectif est d'identifier les virus qu'elles véhiculent, de comprendre les mécanismes d'émergence et de transmission des maladies, puis d'identifier les risques sanitaires pour les populations humaines. Des travaux similaires sont menés sur les rongeurs au Gabon et en Asie du Sud-Est.

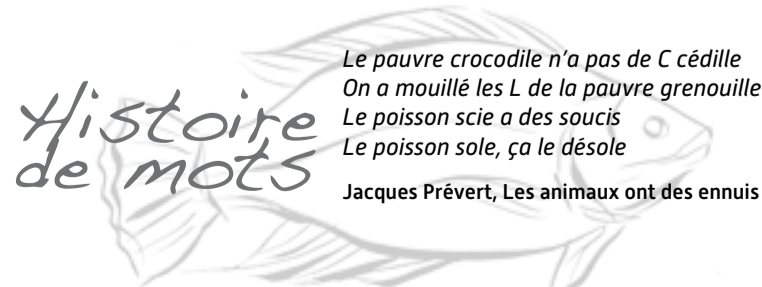


Chauve-souris *Rousettus aegyptiacus*.



© Carpagg

Le réseau Caribvet collecte des données de terrain sur les maladies transmises par les tiques, la peste porcine et la grippe aviaire. En retour, il transfère rapidement les résultats de recherche vers les services vétérinaires.



© J.L. Albert

c'est préserver la santé des hommes et de notre planète

chiffre
CLE

75 % des maladies infectieuses émergentes chez l'homme sont des zoonoses, c'est-à-dire des maladies transmissibles de l'animal à l'homme.

Des organismes internationaux ont donc proposé une approche globale et préventive baptisée « Une seule santé », où les acteurs de la gestion de l'environnement, de la santé humaine et de la santé animale travaillent ensemble pour trouver de nouveaux moyens de lutte contre les maladies.

Surveiller les oiseaux sauvages réservoirs de la grippe aviaire

DEPUIS 1997, UN VIRUS DE GRIPPE AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGÈNE DE TYPE H5N1, transmissible à l'homme, s'est installé en Asie. Il a gagné l'Europe en 2005, puis l'Afrique en 2006. Les oiseaux sauvages ont été les premiers suspectés et leur surveillance a été renforcée.

Le Cirad a mené des recherches sur l'écologie et les déplacements de ces oiseaux. Aucun n'a été trouvé porteur du virus qui avait suscité de vives inquiétudes. Mais des virus de grippe aviaire faiblement pathogènes circulent continuellement dans les communautés d'oiseaux sauvages sur tous les continents. En Afrique,



En Afrique, les virus circulent plus fortement là où il y a une grande concentration de canards sauvages.

les trajets migratoires des canards sauvages ont été suivis par satellite. Ces oiseaux peuvent disperser le virus de grippe aviaire sur de longues distances (jusqu'à 2 000 km en 4 jours), mais avec une faible probabilité (de 5 à 15 jours seulement par an pour un oiseau). En effet, chaque oiseau effectue peu de grands déplacements dans l'année. C'est donc plutôt par des contacts de proximité entre oiseaux sauvages et domestiques que le virus se transmet, et se transforme à l'occasion en souche hautement pathogène.

<http://gripavi.cirad.fr>

La fièvre de la vallée du Rift : une maladie émergente à surveiller

La fièvre de la vallée du Rift sévit en Afrique, dans l'océan Indien et dans la péninsule arabique, et ré-émerge régulièrement sous l'effet d'événements météorologiques et de déplacements d'animaux. Transmise par les moustiques, elle provoque des mortalités massives chez les ruminants et peut être mortelle pour l'homme. Le Cirad mène des recherches dans les pays infectés pour mieux connaître la maladie et évalue les risques d'introduction dans les pays encore indemnes, en Asie et en Europe, afin de proposer des recommandations pour éviter la propagation de la maladie.



© C. Corniaux

<http://grease-network.com/>
<http://www.arbo-zoo.net/>

Piège le jour...



© H. Guis/Cirad

... et la nuit



Le moucheron piqueur *Culicoides imicola*, vivant habituellement au sud du Sahara, est remonté en 2000 jusqu'en Corse, sous l'effet du réchauffement climatique. Il transmet la fièvre catarrhale ovine, dite « maladie de la langue bleue », qui touche principalement les

Mieux connaître l'habitat des insectes vecteurs de maladie



Estimation du taux de piqûres par aspiration directe des moucheron *Culicoides* sur une brebis.

© T. Balenghien/Cirad

moutons. Quels sont les milieux appréciés par le moucheron ? Pour le savoir, les chercheurs du Cirad ont posé des pièges en Corse, repéré les zones de présence de l'insecte sur image satellite, puis noté les caractéristiques du paysage. Ce travail permet de dresser des cartes de milieux

favorables, de prévoir la propagation du moucheron, de cibler la surveillance et de construire des modèles pour anticiper l'effet du changement climatique. Un travail similaire est actuellement entrepris sur toute la France, ainsi qu'au Sénégal où ces moucheron transmettent la fièvre équine.



CHINE



© T. Bernard

Des recherches pour un élevage intensif et écologique

Sauvegarder les races de vaches locales

En Afrique comme en Europe, les races bovines tendent à s'uniformiser. Or, dans un contexte de réchauffement climatique où l'on recherche des élevages moins polluants, plus économes en médicaments et en compléments alimentaires, mais néanmoins

productifs, il est important de conserver les races locales, adaptées à leur environnement et à des climats difficiles.

Le Cirad mène des recherches pour caractériser les races bovines locales africaines à

l'aide de marqueurs génétiques, afin de déterminer les bases génétiques de leur résistance à la chaleur, au manque d'eau et aux maladies parasitaires. Bien identifiées, les races locales, qui font la richesse des éleveurs africains, pourront être valorisées dans le cadre de politiques d'élevage.



© E. Miguel

© R. Peltier/Cirad

Intensifier les systèmes d'élevage en respectant l'environnement

Le projet de recherche EPAD* étudie et compare différents systèmes d'élevage en fonction de critères environnementaux : consommation d'énergie, émissions de gaz à effet de serre, stockage de carbone. Lancé en 2010 pour une durée de 4 ans, il concerne les élevages de ruminants en France, en Europe, en Afrique, au Brésil et sur des terrains complémentaires tels que le Vietnam, la Nouvelle-Zélande et Madagascar.

<http://epad.cirad.fr>

* EPAD, Efficience environnementale et productions animales durables, est financé par l'Agence nationale de la recherche et par l'Agence inter-établissements de recherche pour le développement.



© J.C. Maillard/Cirad



Des formations en élevage et en médecine vétérinaire en régions chaudes

Le Cirad organise des masters, des formations professionnelles et des formations à distance dans le domaine de la production et de la santé animales. Plusieurs modules sont disponibles sur la plate-forme de formation à distance du Cirad.

<http://elearning.cirad.fr>



© J. Thomnat/Cirad

Le Cirad est membre du groupement France vétérinaire international, qui coordonne l'offre française de formation et de coopération technique vétérinaire à l'international.

www.cirad.fr/ur/formation_elevage

Limiter la pollution génétique par les poissons d'élevage

Les poissons d'élevage échappés de leurs cages se croisent avec les populations locales et modifient ainsi le patrimoine génétique des espèces sauvages. Un moyen de remédier à ce problème est de stériliser les poissons d'élevage. Le Cirad travaille sur des approches acceptables d'un point de vue environnemental, sans produits chimiques ni manipulations chromosomiques. Ainsi, en augmentant la température de l'eau à certaines périodes de la vie des poissons, il a été possible de provoquer leur stérilité ! La méthode a été développée sur le tilapia et est étudiée sur d'autres espèces de poissons.

Ombrines en cage. © UMR Intrepid

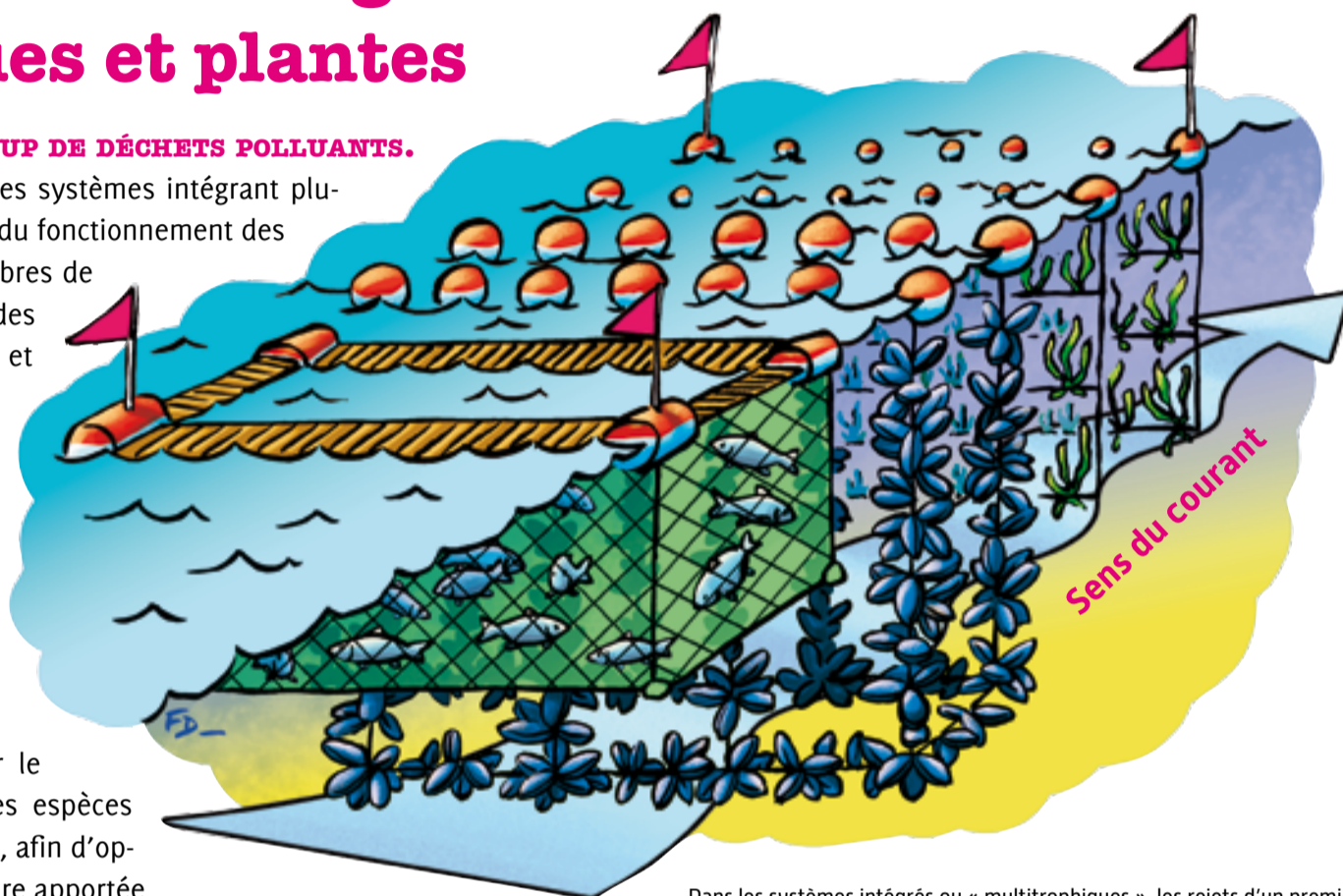
Il est indispensable de produire davantage pour répondre à l'augmentation considérable de la demande en produits animaux, particulièrement dans les pays du Sud. Mais comment éviter la compétition entre alimentation humaine et alimentation animale ? Comment promouvoir les services environnementaux rendus par l'élevage et limiter ses impacts négatifs ? Comment adapter les animaux, les ressources et les systèmes d'élevage dans la perspective de changements climatiques ? Pour répondre à ces questions, le Cirad et ses partenaires mènent des recherches pour un élevage durable dans les pays du Sud.

Concevoir des systèmes intégrés combinant poissons, mollusques et plantes

LA PISCICULTURE INTENSIVE GÉNÈRE BEAUCOUP DE DÉCHETS POLLUANTS.

Afin de résoudre ce problème, le Cirad travaille sur des systèmes intégrant plusieurs espèces d'animaux et de plantes, en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes. Des huîtres, des moules ou des concombres de mer valorisent la nourriture qui tombe des cages des poissons. Une culture d'algues à proximité dépollue et utilise les déchets des poissons et des mollusques. Un poisson herbivore, qui consomme les algues, complète le système.

L'aquaponie est également un système intégré : les poissons sont élevés dans un bassin et leurs effluents fertilisent des cultures de tomates ou de salades, qui elles-mêmes libèrent des minéraux qui contribuent à nourrir les poissons.



Dans les systèmes intégrés ou « multitrophiques », les rejets d'un premier maillon d'élevage sont utilisés comme nourriture par un deuxième maillon. Par exemple, les moules filtrent les matières organiques issues des cages de poissons et les algues récupèrent les matières inorganiques issues des poissons et des moules.

Ces systèmes nécessitent de trouver le bon équilibre entre différentes espèces d'animaux et de plantes, afin d'optimiser la nourriture apportée, de valoriser les déchets et d'obtenir un élevage rentable.



Tilapia du Nil.



Histoire de mots

Holà, gardeur de troupeaux, sur le bas-côté de la route, que te dit le vent qui passe ?

Qu'il est le vent, et qu'il passe, et qu'il est déjà passé, et qu'il passera encore.

Fernando Pessoa, Le gardeur de troupeaux

Evaluer le stockage de carbone par les prairies

Les prairies contribuent à lutter contre le réchauffement climatique en stockant du carbone sous forme stable dans la matière organique du sol. Combien de tonnes de carbone une prairie tropicale peut-elle

stocker ? C'est la question étudiée en Guyane par le projet CARPAGG*.

Des « tours à flux » mesurent en continu les flux de dioxyde de carbone (CO₂) échangés entre la prairie et l'atmosphère,

et en calculent le bilan. Des échantillons d'herbe, de racines et de sol sont prélevés. Ces dispositifs sont installés dans des ranchs d'élevage bovin, afin de tenir compte de la gestion des prairies par les éleveurs. Les recherches montrent que le sol des prairies tropicales humides peut stocker plus de 140 tonnes de carbone par hectare après 30 ans d'installation. En comparaison, une forêt tropicale stocke jusqu'à 400 tonnes de carbone à l'hectare.

<http://antilles-guyane.cirad.fr/>



* CARbone des PAturages de Guyane et Gaz à effet de serre.

Une « tour à flux » à Sinnamary, Guyane

Des paiements pour services environnementaux

Rémunérer les éleveurs pour développer des systèmes d'élevage plus respectueux de l'environnement, tel est l'objectif de l'opération pilote mise en place au Costa Rica avec le CATIE*. L'objectif est d'inciter les éleveurs bovins à remettre en état des pâturages dégradés, à planter des arbres et des haies vives. Pour cela, des techniciens attribuent des points « stockage de carbone » et des points « biodiversité » à chaque parcelle en fonction de son état. Si l'état des pâturages s'améliore, les éleveurs sont rémunérés selon le nombre de points gagnés. L'opération a été un succès et laisse espérer d'autres initiatives nationales et internationales.

* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. L'opération a été financée par le GEF (Global Environment Facility).



© Pedro Aso/Université Simon Bolívar

L'élevage, sujet de controverses

L'alimentation animale va-t-elle concurrencer l'alimentation humaine ?

Consommer de plus en plus de viande posera-t-il un problème de sécurité alimentaire d'ici 2050 ? Aujourd'hui, le tiers des céréales produites sert à nourrir les animaux d'élevage.

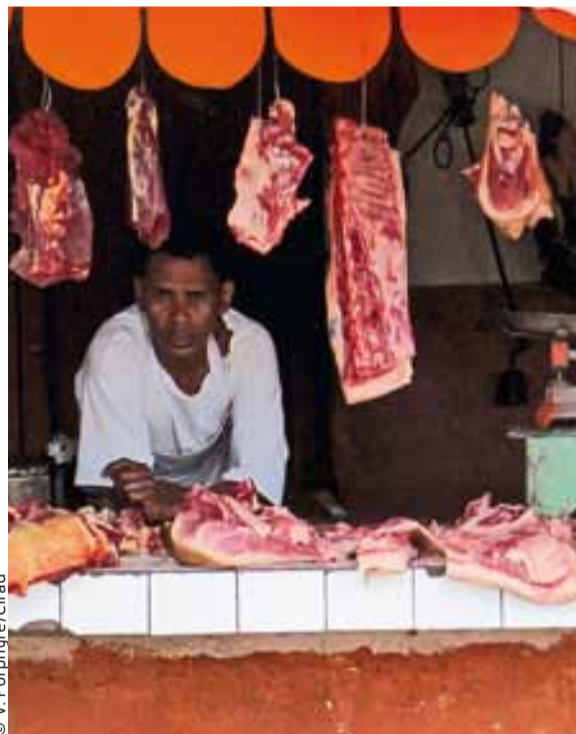
A l'avenir, faudra-t-il choisir entre cultiver des céréales pour les animaux ou pour les hommes ?



[Plutôt oui] Dans tous les pays où les productions animales se sont développées, la consommation de céréales et de soja a augmenté. Or, des modèles mondiaux basés sur le niveau de consommation et sur les modes de production intensifs européens ne sont pas viables. Cela supposerait une multiplication par 4 à 5 de la consommation de céréales et de tourteaux destinés à l'alimentation animale dans les pays en développement. C'est alors un volume équivalent à toute la production mondiale actuelle de céréales et de tourteaux qui devrait servir d'aliment du bétail. Ces évolutions pourraient générer des tensions sur les marchés des céréales, potentiellement porteuses d'insécurité alimentaire dans les villes des pays pauvres. Elles pourraient aussi accélérer l'apparition de tensions sur les marchés des engrais.



[Plutôt non] Les famines auraient-elles été évitées si les pays riches consommaient moins de viande ? Probablement pas, car la production mondiale de céréales serait plus faible. Par ailleurs, la demande de céréales pour l'élevage est une bonne chose pour les cultivateurs, qui sont parmi les plus menacés par les crises alimentaires.



© V. Porphyre/Cirad

Boucher-charcutier à Antananarivo, Madagascar

Actuellement, la consommation de produits d'origine animale se stabilise en Europe et aux Etats-Unis, et diminue même au Japon. La crise économique et les maladies nutritionnelles dues à une alimentation trop riche accélèrent cette évolution. A l'avenir, l'élevage devrait se développer dans les pays du Sud, où l'élevage est plus économe en céréales que dans les pays du Nord. En Asie du Sud-Est, on utilise des tubercules ou des sous-produits de l'industrie agroalimentaire. En Inde, gros producteur de lait, les vaches consomment beaucoup de résidus alimentaires. En Afrique, les animaux pâturent les résidus de cultures et les zones de savane. En Amérique latine, la proportion d'élevages sur pâturages extensifs reste importante. Les gaspillages alimentaires, qui représentent jusqu'à 50 % de la production, pourraient être recyclés dans l'alimentation animale. Ainsi, la demande globale en céréales pourrait être satisfaite en 2050, sans exclure toutefois que leur prix augmente.

L'élevage nomade a-t-il un avenir ?

Dans les systèmes d'élevage pastoral, les troupeaux se déplacent sur de grands espaces, utilisent des fourrages issus de végétations naturelles et contribuent à conserver la biodiversité. Encore faut-il que les parcours soient suffisamment vastes et que leur accès soit garanti.

L'élevage nomade a-t-il encore un avenir sur des territoires de plus en plus convoités par de multiples utilisateurs ?



[Plutôt oui] Dans les zones arides, l'élevage pastoral est la seule production possible. Il contribue au maintien des populations rurales et à l'économie de nombreux pays, notamment en Afrique subsaharienne. Il entretient les espaces pâturés et y crée de la valeur ajoutée de manière tout à fait naturelle. La mobilité des troupeaux permet de valoriser la diversité de la végétation dans le temps et dans l'espace, et limite les risques liés aux périodes de sécheresse ou aux attaques d'insectes. Les complémentarités sont nombreuses entre groupes nomades et populations sédentaires des régions traversées : retour de fumure organique sur les champs, transport des céréales, prêt d'animaux. Il est souhaitable de maintenir une cohabitation et une gestion commune de l'espace par ses différents utilisateurs.



[Plutôt non] Les pâturages en zone aride sont menacés par le réchauffement climatique et sont revendiqués par de nombreux utilisateurs : agriculteurs, forestiers, gestionnaires d'aires protégées, chasseurs. L'espace disponible pour les troupeaux se fragmente et se restreint. Les conflits entre communautés se multiplient. Les autorités aimeraient sédentariser des populations nomades qu'elles ont du mal à contrôler et ne leur accordent qu'un accès limité aux établissements scolaires ou aux services de santé.

chiffre CLE Un tiers de la récolte mondiale de céréales et de soja est absorbée par les productions animales, en grande partie par l'élevage industriel. Un tiers de la population mondiale vit dans des systèmes mixtes d'agriculture-élevage utilisant un niveau faible ou modéré de ressources extérieures.

Histoire de mots

Ce n'est viande que pour Rois et Princes. La chair en est tant délicate, tant savoureuse, et tant friande que c'est baume. Je les amène d'un pays, dans lequel les porceaux ne mangent que myrobolans. Les truies, en leur gésine, ne sont nourries que de fleurs d'orangers.

Rabelais, Pantagruel, Le Quart Livre, chapitre VII



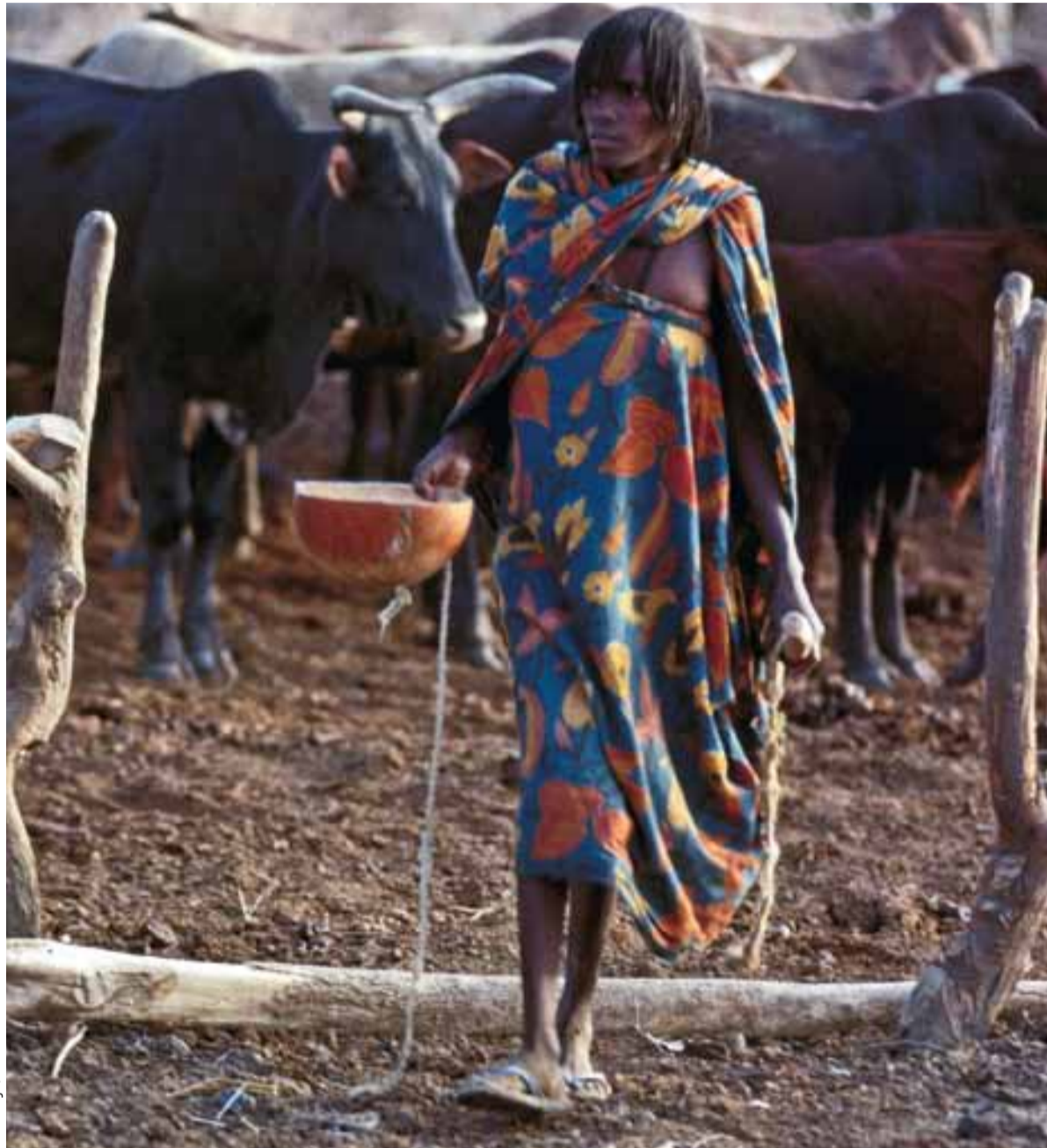
BIFTECK



© M. Peyre/Cirad

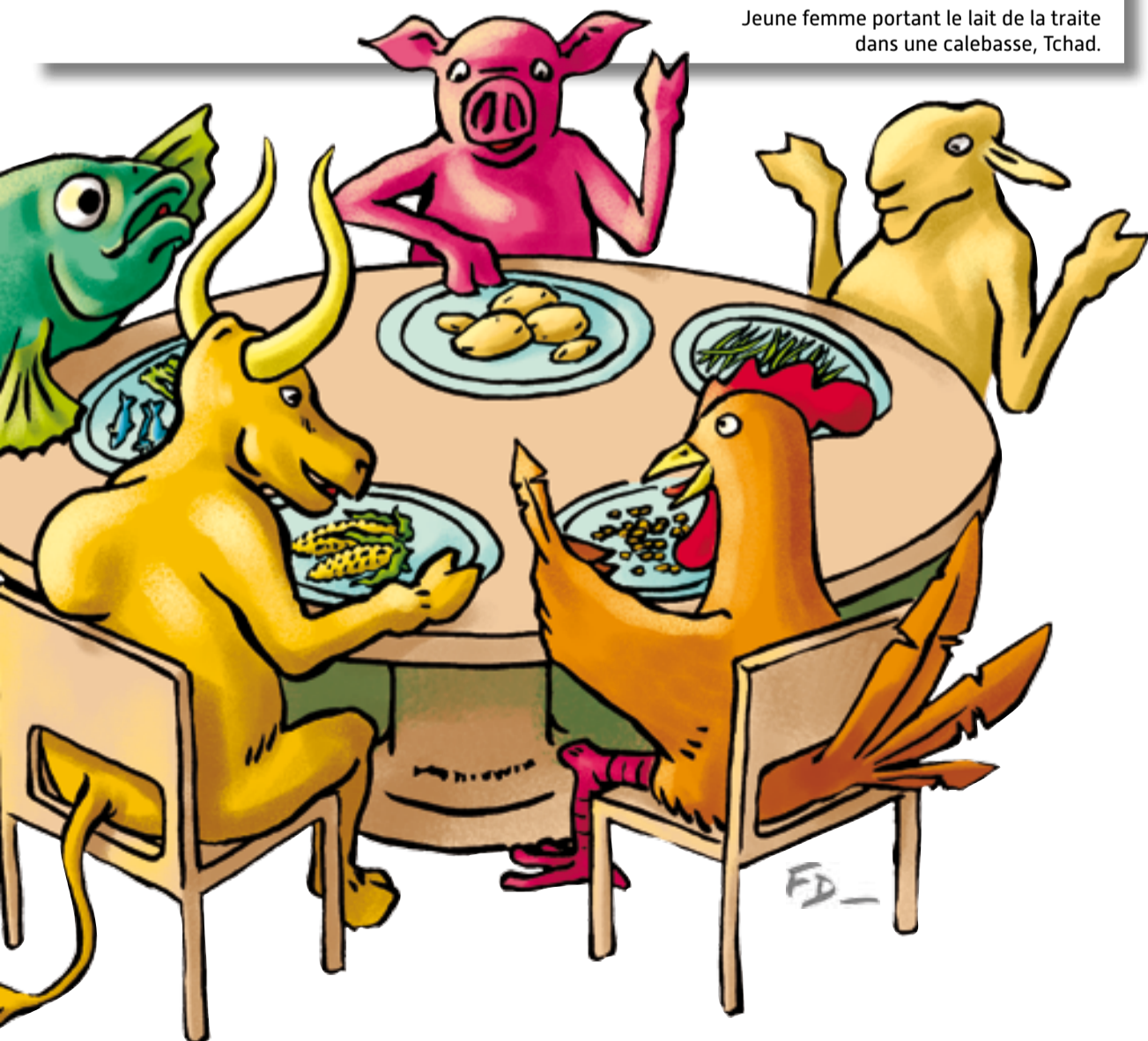


CHINE



© B. Fajre/Cirad

Jeune femme portant le lait de la traite dans unealebasse, Tchad.



L'industrialisation de l'élevage est-elle inéluctable ?

Que signifie intensifier ? L'élevage pastoral est une très bonne valorisation de grandes étendues pauvres en ressources et de faible qualité, par des éleveurs qui utilisent intensément leur connaissance fine du terrain, du climat et de leurs animaux.

A l'opposé, des systèmes hors-sol permettent de développer la productivité par animal avec peu de main-d'œuvre.

Dans une zone donnée, quel système choisir ? L'industrialisation de l'élevage est-elle inéluctable ?



[Plutôt oui] Industrialiser l'élevage, au moins en partie, est nécessaire pour répondre aux besoins en protéines de 9 milliards d'habitants en 2050, en produisant dans de bonnes conditions d'hygiène, en respectant des normes et à des coûts abordables. L'élevage industriel représente une opportunité pour certains investisseurs et son développement est probable. Cette industrialisation permet

de restreindre la conquête de nouveaux espaces pour l'élevage et de sauvegarder des terres pour d'autres activités, notamment pour des espaces forestiers. Différents types d'intensification existent – par rapport à la main-d'œuvre, au sol, à l'alimentation – et il faut veiller à en limiter les impacts environnementaux et sociaux négatifs.



[Plutôt non] L'élevage industriel est complexe à conduire si l'on veut être attentif à ses impacts sur l'environnement : les effluents, les maladies et le bien être animal sont d'autant plus difficiles à gérer que les élevages sont concentrés sur un espace très limité. Nombre de races locales risquent de disparaître au profit d'un élevage idéalement standardisé et les consommateurs considèrent, souvent à tort, que les produits issus d'élevages industriels sont de moindre qualité gustative.

Une alternative repose sur les petites exploitations intégrant l'agriculture et l'élevage, qui sont capables de mettre en œuvre une intensification écologique dans les pays du Sud. Leur potentiel, facilement améliorable, est énorme. En les couplant au secteur industriel et en les intégrant à des chaînes de valeurs environnementales, sociales et économiques, il reste d'importantes marges de progrès à conquérir.

Le Cirad est un centre de recherche français qui répond, avec les pays du Sud, aux enjeux internationaux de l'agriculture et du développement.

Il produit et transmet, en partenariat avec ces pays, de nouvelles connaissances, pour accompagner le développement agricole et contribuer aux débats sur les grands enjeux mondiaux de l'agriculture, de l'alimentation et des territoires ruraux.

Le Cirad dispose d'un réseau mondial de partenaires et de directions régionales, à partir desquelles il mène des activités de coopération avec plus de 90 pays.

Il emploie 1 800 agents, dont 800 ingénieurs chercheurs. Son budget s'élève à 214 millions d'euros dont les deux tiers proviennent de l'Etat français.

Siège social

42, rue Scheffer - 75116 Paris - France

Centre de recherche de Montpellier

Av. Agropolis - 34398 Montpellier - France

www.cirad.fr

Elevage et pays du Sud

Coordination : Anne Hébert, déléguée à la communication, Cirad

Rédaction : Christine Rawski, Cirad

Avec la collaboration de : Véronique Alary, Jean-François Baroiller, David Berthier, Vincent Blanfort, Mathieu Bourgarel, Véronique Chevalier, Benoît Daviron, Marie-Noël de Visscher, Amadou Diallo, Magali Dufour, Céline Dutilly, Bernard Faye, Muriel Figuié, Nicolas Gaidet-Drapier, Patrice Grimaud, Hélène Guis, Alexandre Ickowicz, Sébastien Le Bel, Tristan Le Cotty, Philippe Lecomte, Dominique Martinez, Michel Meuret, Olivier Mikolasek, René Pocard Chapuis, François Roger, Jean-François Tourrand

Certaines données présentées dans cette brochure sont issues du numéro spécial de la revue *Productions animales*, 2011, Vol. 24, n° 1, *Elevage en régions chaudes*, réalisé avec nos partenaires de l'Inra.

Conception et réalisation : Patricia Doucet, Cirad

Illustrations de couverture et d'*Histoire de mots* : Nathalie Le Gall

Schémas et autres illustrations : François Dolambi

Strips : Lukino

Recherche iconographique : Pascale Lajous-Causse avec l'aide du Pôle Images du Cirad

Impression : Pure Impression, Mauguio (34)

Imprimé avec des encres végétales sur du papier provenant de forêts gérées durablement.

