

Agriculture et Foncier

Concurrences entre usages des sols
et entre usagers des sols agricoles :
la question foncière renouvelée

Cahier Demeter

Bon an, mal an, la France perd en moyenne chaque année, depuis les années soixante, 50 000 hectares de terres agricoles et forestières au profit de l'extension urbaine et des infrastructures. Alors que la population de l'Hexagone a quasiment augmenté de 20 millions de personnes sur la période, les densités urbaines ont chuté de 600 à 400 habitants au kilomètre carré. Autrement dit, l'extension urbaine est plus rapide que la croissance démographique. Les surfaces urbanisées ont doublé en cinquante ans, passant de 2,5 à près de 5 millions d'hectares. Et si ce rythme de 50 000 ha perdus chaque année se stabilisait jusqu'en 2050, la France aurait perdu, en moins d'un siècle, plus de 4 millions d'hectares : soit 16 % de ses surfaces et plus de 20 % de la réserve utile en eau des terres agricoles actuelles.

Cette évolution se retrouve sur toute la planète. L'écart entre les taux de croissance démographique et de progression des sols imperméabilisés est même encore plus élevé dans les pays en voie de développement. La surface urbanisée augmente avec le revenu. Partout et toujours, la densité des villes diminue avec la richesse et la diffusion de la voiture individuelle. Or, les surfaces agricoles de la planète couvrent seulement 4,9 milliards d'hectares (dont 1,5 de cultures annuelles et permanentes) sur 13 milliards d'hectares de terres émergées. Le sol constitue un facteur limitant de l'offre alimentaire en quantité comme en qualité, alors même que les surfaces urbanisées se développent le long des grands axes de communication comme les vallées alluviales, c'est-à-dire sur les terres les plus fertiles. Compte tenu de l'augmentation prévisible de la population mondiale, un habitant de la planète disposerait, en 2050, de moins d'un hectare d'espace naturel contre 1,25 ha aujourd'hui.

3

Dans ce contexte, les rapports de l'humanité aux sols naturels – objets de toujours plus de convoitises et de concurrences – sont au cœur de ce *Cahier Déméter* tant le sort des deux est indissociable. Vingt chercheurs (agronomes, économistes, géographes) ont été mobilisés durant plus d'un an, sous la houlette de M. Robert Levesque, directeur de Terres d'Europe – Scafr, pour rédiger les neuf articles qui le composent. Le *Cahier* analyse la question foncière à partir des enjeux agricoles, donc alimentaires, en l'étudiant sous trois angles cruciaux : les fonctions des sols, les concurrences entre les usages des sols et les concurrences entre les usagers des sols agricoles.

La course aux hectares naturels – agricoles ou forestiers – est lancée sur tout le globe, France et Union européenne incluses comme le prouvent les chapitres sur l'évolution (la financiarisation) des unités de production agricole en France et au sein de l'Union européenne. Les concurrences entre les usages de la terre, mais aussi entre les producteurs agricoles pour accéder au droit d'exploiter, renouvellent la question foncière, en Europe comme ailleurs. Arbitrer ces concurrences s'avère de plus en plus difficile, voire conflictuel. Le sujet doit donc s'imposer, aujourd'hui et pour longtemps, comme préoccupation centrale d'une humanité toujours plus nombreuse, plus gourmande et menacée par les conséquences du réchauffement climatique.

Fin de rédaction : 8 décembre 2014

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU CAHIER

La question foncière renouvelée : pour une alimentation durable de l'humanité et une souveraineté alimentaire européenne	7
---	---

M. Robert Levesque

Directeur – Terres d'Europe – Scafr, société de conseil pour l'aménagement foncier rural

Point de vue Le foncier et les contraintes sur la production de semences	49
---	----

M. Jean Wohrer

Service Réglementation – Groupement national interprofessionnel des semences (GNIS)

FONCTIONS DES SOLS

Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation	51
--	----

M. Christian Walter

Professeur de Science du sol – AgroCampus Ouest

M. Antonio Bispo

Ingénieur Sol et environnement – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)

Mme Claire Chenu

Professeur de Science du sol – AgroParisTech

Mme Alexandra Langlais-Hesse

Chargée de recherche CNRS en droit – Institut Ouest Droit et Europe

M. Christophe Schwartz

Professeur en Génie pédologique – Université de Lorraine

La qualité des sols et son évolution	69
---	----

Mme Marion Bardy

Directrice de l'unité InfoSol – INRA, Orléans

Mme Isabelle Cousin

Directrice de recherche Unité Sols – INRA, Orléans

M. Dominique Arrouays

Ingénieur de recherche, unité InfoSol – INRA, Orléans

M. Guy Richard

Chef du département Environnement et Agronomie – INRA, Orléans

CONCURRENCES ENTRE LES USAGES DES SOLS

L'extension urbaine à travers le monde : enjeux pour les villes et les campagnes83

M. Frédéric Lançon

UMR Acteurs ressource et développement dans les territoires – CIRAD, Paris

M. Olivier Mora

Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études (DEPE) – INRA, Paris

M. Francis Aubert

Centre d'économie et de sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux – INRA / AgroSup, Dijon

Les terres agricoles, un enjeu pour la sécurité alimentaire de la planète à l'acuité variable selon les régions du monde101

M. Hervé Guyomard

Directeur scientifique Agriculture – INRA, Paris

M. Bertrand Schmitt

Directeur de la Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études (DEPE) – INRA, Paris

CONCURRENCES ENTRE LES USAGERS DES SOLS AGRICOLES

Des coûts de production en hausse dans les principaux pays exportateurs de blé et de maïs119 5

Mme Crystel l'Herbier

M. Yannick Carel, M. Baptiste Dubois, Mme Valérie Leveau et M. Benoît Pagès

Service Agronomie – Économie – Environnement – Arvalis – Institut du végétal

L'usage conflictuel des terres agricoles : nouvel enjeu géo-économique de la mondialisation153

M. Mathieu Boche

Agro-économiste, doctorant au Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

M. Thierry Pouch

Responsable Études économiques à l'Assemblée permanente des Chambres d'Agriculture (APCA)
et chercheur associé au laboratoire Regards de l'université de Reims Champagne - Ardenne

Quel(s) avenir(s) pour les structures agricoles ?169

Mme Marie de Lattre-Gasquet

Direction Générale Déléguée Recherche et Stratégie – Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

Mme Catherine Donnars

Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études – Institut national de la recherche agronomique (INRA)

M. Jacques Marzin

UMR ART-Dév. Montpellier – Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

M. Laurent Piet

Unité SMART-LERECO, Rennes – Institut national de la recherche agronomique (INRA)

La question foncière renouvelée : pour une alimentation durable de l'humanité et une souveraineté alimentaire européenne

7

par Monsieur Robert Levesque
Directeur Terres d'Europe - Scafr
Société de conseil pour l'aménagement foncier rural

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

1. La question foncière au cœur des enjeux du vingt-et-unième siècle

2. Espaces naturels et alimentation

- 2.1. Fonctions des espaces naturels
 - 2.1.1. *Le stockage de carbone*
 - 2.1.2. *L'habitat de la biodiversité*
 - 2.1.3. *Réserves d'eau et d'éléments minéraux*
- 2.2. Les surfaces naturelles menacées en quantité
 - 2.2.1. *La situation française*
 - 2.2.2. *L'urbanisation à l'échelle mondiale*
- 2.3. Les terres agricoles menacées en qualité
- 2.4. Le sol, facteur limitant de l'offre alimentaire
- 2.5. Les rendements
 - 2.5.1. *L'histoire des rendements*
 - 2.5.2. *L'eau fossile*
 - 2.5.3. *L'azote*
 - 2.5.4. *Les phosphates*
 - 2.5.5. *Le potassium*
 - 2.5.6. *Le réchauffement climatique*

3. La demande alimentaire

- 3.1. L'offre alimentaire dépendra de plus en plus des surfaces terrestres
- 3.2. Perspectives de la demande alimentaire
- 3.3. Les équilibres offre / demande

4. L'accès à l'exploitation agricole : nouvelles modalités, nouvelles régulations

- 4.1. En France
- 4.2. Les structures européennes
- 4.3. Un tournant économique et financier pour l'agriculture mondiale, y compris européenne

5. La souveraineté alimentaire européenne ou la fragilité européenne

6. Perspectives

Annexe

Évolution du prix de la terre en France : financiarisation du foncier agricole depuis vingt ans

Point de vue

Le foncier et les contraintes sur la production de semences

par Monsieur Jean Wohrer, Groupement national interprofessionnel des semences et des plants (GNIS)

Bibliographie

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1

Enquête Teruti – Lucas : croisement des usages physiques et fonctionnels du territoire français en 2010

Tableau 2

Phosphate : production mondiale et réserves estimées

Tableau 3

Phosphate naturel : estimation de la durée des réserves connues et des ressources potentielles

Tableau 4

Potasse : production mondiale et réserves estimées

Tableau 5

Potasse : estimation de la durée des réserves connues et des ressources potentielles

Tableau 6

Scénarios prospectifs d'évolution de la production alimentaire pour satisfaire les besoins humains à l'horizon 2050

10 Tableau 7

France : rapport entre la main-d'œuvre non familiale et familiale en 2010 selon les statuts d'exploitation

Tableau 8

France : répartition des exploitations agricoles en 2010 selon le statut et l'orientation technico-économique (OTEX)

Tableau 9

Union européenne à vingt-huit États-membres :

répartition en 2010 des 12 millions d'exploitations et des 176 millions d'hectares agricoles

Tableau 10

Union européenne : part en 2010 des exploitations de plus de 100 hectares

dans sept grands pays agricoles : répartition en nombre et surfaces

Tableau 11

Union européenne à vingt-huit États-membres en 2010 :

des exploitations agricoles majoritairement familiales et émergence d'unités sociétales de production

Tableau 12

France : prix moyens sur les différents marchés fonciers ruraux en 2013

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1

Indicateurs d'intensification de la production agricole mondiale, 1961 – 2007

Graphique 2

Application moyenne d'engrais minéraux, 2008 / 2009

Graphique 3

Réchauffement climatique : évolution prévue des rendements d'ici à un siècle selon le cinquième rapport d'évaluation, publié en novembre 2014 par le GIEC

Graphique 4

Union européenne à douze, puis à quinze États-membres : évolution du nombre d'exploitations depuis 1990

Graphique 5

Union européenne à douze, puis à quinze États-membres : évolution de la surface agricole utilisée (SAU) depuis 1990

Graphique 6

Union européenne à douze, puis à quinze États-membres : évolution de la main-d'œuvre employée depuis 1990

Graphique 7

Union européenne à quinze États-membres : évolution depuis 1995 des exploitations non-individuelles en nombre, en surface et en unités de travail

Graphique 8

France : évolution en valeur constante des prix par types de biens entre 1997 et 2013

Graphique 9

France : triplement du nombre d'acquisitions par des personnes morales privées sur le marché des terres agricoles entre 1993 et 2013

11

LISTE DES CARTES

Carte 1

Union européenne à vingt-huit États-membres : pourcentage de la surface agricole utile (SAU) en fermage en 2010

Carte 2

Union européenne à vingt-huit États-membres : part de la SAU des exploitations de plus de 100 hectares dans la SAU totale en 2010

1. LA QUESTION FONCIÈRE AU CŒUR DES ENJEUX DU VINGT-ET-UNIÈME SIÈCLE

Le titre « *Agriculture et Foncier* » place l'*homo sapiens* comme sujet central de ce nouveau Cahier d'études DEMETER. Les mots « *agriculture* » et « *foncier* » renvoient à l'humanité :

- Il y a plus de 12 000 ans, soit 350 générations, l'humanité a développé une activité spécifique à son espèce, à savoir l'agriculture. Elle ne s'est plus contentée de la chasse, de la pêche et de la cueillette pour se nourrir. Elle s'est immiscée dans les processus de formation de la biomasse en travaillant la terre, en sélectionnant les plantes et les animaux et en modifiant de plus en plus les diverses conditions de leur croissance et de leur reproduction.
- Le sujet « *foncier* » traite des rapports entre les personnes et les sols. Les relations entre propriétaires et producteurs relèvent de la question foncière, tout comme les rapports entre les propriétaires, les fermiers, les usagers de l'espace à divers titres (randonneurs, chasseurs, résidents, touristes, consommateurs d'eau), les collectivités et l'État qui, de plus, garantit le droit foncier.

Dans ce contexte, les rapports de l'humanité aux sols vont être au cœur de cet article tant le sort des deux est indissociable. La mince pellicule que constitue le sol enveloppe la planète Terre sur le quart de sa surface et constitue le lieu même de la vie de l'humanité. Les « *sauts de puce* » de celle-ci dans l'atmosphère ou ses excursions sur les eaux n'occulent pas le fait que son support de vie est la terre ferme, cette terre qui porte la végétation et lui assure, directement ou indirectement, plus de 97 % de son alimentation.

En raison de l'accroissement de la population sur le globe, le sol fait l'objet de toujours plus de convoitises et de concurrence :

- D'une part, entre toutes ses fonctions : productions agricoles, forestières, support pour l'industrie, l'artisanat, le commerce, le logement, les loisirs, le transport
- D'autre part, entre ses « *usagers* » – individus, familles, groupes sociaux, tribus, collectivités, pays – qui veulent s'approprier ou partager un même espace.
- Mais les sols n'étant pas « *infinis* », la question foncière s'impose aujourd'hui, et sans doute pour longtemps, comme préoccupation centrale d'une humanité toujours plus nombreuse. Dans ce *Cahier*, nous avons choisi de l'analyser par le biais des enjeux alimentaires, c'est-à-dire des équilibres durables entre l'offre et la demande. Le présent article traite donc des fonctions des espaces naturels qui permettent le développement des végétaux, en établissant un lien avec la production alimentaire :

- L'évolution des sols, en qualité comme en quantité, est étudiée. Les facteurs limitants de la production végétale sont revus, avant d'évaluer les possibles équilibres entre offre et demande alimentaires.
- L'attention est portée sur l'évolution des unités de production agricole en France et à travers l'Europe dans le nouveau contexte de ce début de vingt-et-unième siècle : ce sujet est celui de l'accès au droit d'exploiter la terre.
- Ce parcours conduit à s'interroger sur la souveraineté alimentaire de l'Europe, mais interpelle aussi sur les relations que l'humanité entretient avec le reste de la biosphère. Les limites sont rappelées. Les allers et retours entre les échelles française, européenne et mondiale s'avèrent nécessaires tant les contextes supranationaux éclairent la réflexion sur les politiques à mener localement. Les opportunités et les contraintes globales constituent aussi des opportunités et des contraintes locales pour un futur qui reste à construire.

2. ESPACES NATURELS ET ALIMENTATION

2.1. Fonctions des espaces naturels

Dans le premier article suivant celui-ci, M. Christian Walter, professeur de *Science du sol*, et quatre de ses collègues analysent les services écosystémiques rendus par les sols. Il s'agit des fonctions assurées par les espaces naturels (agricoles et forestiers) qui entrent en relation très étroite avec la production de biomasse, en particulier la production alimentaire : c'est-à-dire celles de stockage du carbone, d'accueil de la biodiversité et de réserve d'eau et d'éléments minéraux.

2.1.1. Le stockage de carbone

Au regard du réchauffement climatique, les sols et les végétations qu'ils portent jouent un rôle primordial de par leur fonction de stockage et d'émission de carbone. Ils stockent en effet 1 500 millions de tonnes de carbone dans leurs trente premiers centimètres, un volume auquel s'ajoutent les 1 700 millions de tonnes piégées dans le permafrost¹.

En milieu tempéré, un hectare de sol sous forêt ou prairie stocke 80 à 120 tonnes de carbone et un sol cultivé, 40 à 60 tonnes. Plus le climat est froid, moins la matière organique se décompose (prairies d'altitude, tourbières) et plus les sols contiennent du carbone. Par contre, plus il est chaud, plus le carbone des sols se minéralise rapidement et dégage des gaz à effet de serre. Mais, plus il est chaud, plus la végétation est susceptible de stocker du carbone : les arbres des forêts tropicales détiennent environ la moitié du stock mondial de carbone végétal estimé à

1. Édouard Schuur et Benjamin Abbott.

600 millions de tonnes, alors que les arbres des forêts tempérées n'en abritent que 20 % et ceux des forêts septentrionales environ 10 %. Toutefois, au-delà d'un certain seuil, plus le climat se réchauffe, plus la matière organique des sols se minéralise rapidement et moins ceux-ci stockent de carbone². Dans ces conditions, le réchauffement climatique – s'il n'est pas limité – peut conduire au dégel du permafrost (qui a déjà commencé) et donc à une forte libération de dioxyde de carbone et de méthane.

Autrement dit, les stocks ne sont pas en équilibre, mais en dynamique permanente. Aujourd'hui, les sols, la végétation et le permafrost stockent quatre fois plus de carbone que l'atmosphère (720 millions de tonnes) et le stock de carbone atmosphérique reste très sensible à une variation de matière organique dans les sols³. Les changements d'usage des sols contribuent fortement aux émissions de gaz à effet de serre. Leur contribution est estimée à environ 20 %, sachant que trois mécanismes entraînent des émissions significatives : la déforestation, le retournement de surfaces enherbées (prairies, savanes, parcours) en terres arables et l'imperméabilisation.

14 Limiter le réchauffement climatique à 2 °C suppose ainsi l'arrêt de la déforestation⁴, du retournement des surfaces herbacées et de l'extension des sols imperméabilisés, donc de l'extension urbaine et des infrastructures, sans mesure de compensation. Réduire les surfaces naturelles au profit de la ville conduit en effet, pour maintenir les surfaces de cultures, à retourner les prairies et à détruire la forêt, donc à réduire le stock de carbone dans les sols et dans la végétation. Étendre les terres arables ou imperméabilisées au détriment des surfaces en herbe ne peut s'envisager que si de nouvelles surfaces sont préalablement boisées et / ou si la matière organique des sols augmente grâce à de nouvelles pratiques culturales. Une production alimentaire à partir d'arbres, en forêt ou non, permettrait de fournir des aliments, tout en préservant le stockage de carbone.

Lutter contre le réchauffement climatique est incontournable pour l'agriculture compte tenu des perspectives d'évolution des rendements des cultures durant le prochain siècle⁵. La localisation des forêts et des cultures peut être étudiée afin d'optimiser le stockage du carbone et la production agricole, notamment alimentaire. Mais retenons qu'il n'est envisageable ni de déboi-

ser, ni de retourner les surfaces herbacées sans mesures préalables de compensation (*Encadré 1*).

2.1.2. L'habitat de la biodiversité

La biodiversité englobe toutes les formes du vivant sur la planète. Elle est organisée en trois niveaux :

- L'écosystème, subdivision de la biosphère : milieu géographique (biotope), soit le territoire, le sol, croisé avec un ensemble d'espèces (biocénose)
- Les espèces
- Les gènes de chaque espèce, le gène constituant l'unité de base du vivant, de sa sélection et de son évolution.

L'un des intérêts de la biodiversité est d'offrir une bibliothèque d'informations permettant l'adaptation du vivant à l'évolution de l'environnement sur le temps long. La diversité biologique permet l'adaptation de la vie à des milieux différents grâce à des associations complexes spécifiques entre « *sol, climat, espèces végétales, espèces animales* ». La biodiversité végétale ou animale, associée aux sols, est indispensable au développement de la biomasse : les pollinisateurs favorisent la reproduction des plantes comme des arbres fruitiers, alors que la micro-faune et la microflore permettent aux légumineuses de capturer l'azote de l'air et jouent un rôle encore largement méconnu concernant l'assimilation des minéraux du sol par les plantes pour la libération des phosphates. La biodiversité offre aussi des plantes médicinales et produit des molécules pour la pharmacopée ou l'industrie. Elle constitue, pour partie, une assurance pour l'adaptation à des modifications (lentes) du complexe « *sols, climat, espèces végétales et animales* »⁶.

La biodiversité se situe toujours en équilibre instable entre proies et prédateurs. Comme il est très difficile de déterminer la ou les espèces-clés d'un écosystème, il n'est pas de bonne gestion d'en détruire un élément sans connaissance préalable des conséquences, si tant est qu'il soit possible de connaître toutes les interactions entre espèces. Beaucoup d'experts considèrent que l'érosion de la biodiversité que subit aujourd'hui la planète – la sixième de son histoire en quatre milliards d'années – est la conséquence du comportement d'*homo sapiens*. L'action de l'homme multiplierait par cent, voire mille le rythme de disparition des espèces, faisant reculer la biodiversité sous l'effet de :

- L'imperméabilisation des sols
- La multiplication des coupures des milieux naturels par les infrastructures linéaires (routes, autoroutes, voies ferrées et même canaux) qui perturbent la circulation et les échanges des espèces

2. Cf. Cox, P.M., Bettes, R.A., Jones, C.D., Spall, S.A. and Totterdell, I.J. (2000) Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model ; *Nature*, 408, 184-187.

3. Dominique Arrouays, ingénieur de recherche à l'INRA d'Orléans, souligne que « une augmentation relative de 4 pour mille par an des stocks de matière organique des sols suffirait à compenser l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre de la planète. Inversement, une diminution relative de 4 pour mille doublerait nos émissions. Il est donc primordial de protéger ces stocks ».

4. Cf. la neuvième conférence ministérielle de l'Organisation mondiale du commerce réunie à Bali en décembre 2013.

5. Cf. infra, chapitre 2.5.6.

6. L'agro-écologie entend d'ailleurs s'appuyer, pour une part, sur cette biodiversité afin de déterminer les synergies existant au sein du vivant qui permettraient d'augmenter la production biologique.

>>> Encadré 1

Les politiques de compensation écologique : les mesures compensatoires

Pour préserver la biodiversité, des politiques de compensation se sont développées en Europe depuis la fin du vingtième siècle, dans un contexte de surproduction des marchés agricoles. Elles visent à préserver quelques espèces « remarquables », donc remarquées, connues et visibles. L'objectif est que les populations d'espèces protégées soient aussi importantes après qu'avant l'opération d'aménagement. Ces politiques sont donc mises en œuvre dans le cadre de grands aménagements ayant un impact important en termes de surface : rocadés, autoroutes, lignes à grandes vitesses, zones industrielles. Elles ignorent les « petites » opérations de destruction des surfaces naturelles, agricoles ou forestières (comme, par exemple, de nouvelles zones de lotissements), qui sont pourtant les plus nombreuses et représentent globalement des surfaces plus importantes.

En bilan net, après la mise en œuvre d'une mesure compensatoire environnementale, des surfaces agricoles, forestières ou d'autres natures sont détruites ou imperméabilisées. Le potentiel agromique exprimé en réserve utile en eau des sols, ainsi que le potentiel de capture et de stockage de carbone et la biodiversité ordinaire (notamment micro-flore et micro-faune) ont diminué et n'ont pas été compensés. Au mieux, les espèces remarquables sont maintenues pour une (très courte) période de vingt ou trente ans, c'est-à-dire le terme des engagements pris.

Au final, les politiques de compensation environnementale ou écologique ne permettent pas de préserver l'ensemble des ressources naturelles et autorisent, zone par zone, la destruction d'espaces naturels, agricoles ou forestiers. Elles pourraient être pertinentes si l'Europe ne manquait pas d'espaces naturels et à condition de viser la compensation de toutes les fonctions écologiques, indispensables dans une vision anthropocentrée. Elles se traduiraient alors par le recyclage de sols déjà imperméabilisés et par l'extension urbaine, après remise en état écologique d'espaces imperméabilisés.

- Certaines pratiques agricoles et forestières : compactage des terres, monocultures, itinéraires techniques simplifiés, drainage, modification du lit des cours d'eau, arasement de haies, agrandissement de parcelles pour s'adapter à du matériel d'envvergure toujours plus large, etc.
- Pollutions dues aux produits chimiques
- Prélèvements excessifs d'espèces sauvages : surpêche, braconnage d'espèces menacées comme les éléphants ou les singes
- Introduction d'espèces exogènes envahissantes
- Modification du climat.

L'impact de plus en plus important de l'homme sur les milieux naturels conduit à l'appauvrissement biologique de la planète ⁷, alors même que la richesse biologique est proportionnelle aux surfaces occupées par la biodiversité ⁸. Aussi, lutter contre l'érosion de la biodiversité (comme contre le réchauffement climatique) suppose d'arrêter la destruction des aires consacrées à celle-ci, mais aussi d'en augmenter les surfaces. La diminution continue de la biodiversité est inenvisageable, sachant que nous sommes bien incapables de connaître les espèces indispensables à un écosystème et les gènes « *qui ne seront jamais utiles* ». Tant pour le climat que pour la biodiversité, il convient de viser l'arrêt de la disparition des espaces naturels permettant le développement des végétaux, donc de l'imperméabilisation des sols.

2.1.3 Réserves d'eau et d'éléments minéraux

Les sols naturels stockent de 40 à 400 litres d'eau par mètre carré et celle-ci est utilisée par les plantes au fur et à mesure de leur développement. Or, plus on imperméabilise les surfaces naturelles, plus cette réserve utile se réduit, diminuant d'autant le potentiel de croissance des végétaux. L'imperméabilisation des sols survient le plus souvent autour des implantations urbaines, donc généralement dans les régions les plus fertiles, le long d'axes de communication comme les vallées alluviales : autrement dit, sur les terres disposant des plus grandes réserves utiles en eau. Résultat : en pourcentage, la destruction du potentiel agromique mesuré par la réserve utile en eau des sols est plus importante que la destruction des surfaces elle-même.

Les sols naturels stockent également des éléments minéraux. Pour croître, les plantes ont besoin d'au moins quatorze éléments nutritifs disponibles sous forme minérale dans les sols ⁹ et la moindre carence de l'un d'entre eux limite la croissance des plantes, donc des rendements ¹⁰. Comme l'eau, chaque nutriment constitue un facteur limitant de la production de biomasse.

Enfin, la fonction de réservoir de phosphates des sols est à considérer. Les phosphates peuvent être répartis sur toute la profondeur du sol et une bonne part n'est pas immédiatement mobilisable par les plantes. De longs processus, où interviennent micro-faune et micro-flore, sont nécessaires pour qu'ils le deviennent progressivement. Les sols constituent donc

7. Selon le chercheur Edward O. Wilson, « si nous continuons à détruire certains environnements naturels, à la fin du XXI^e siècle, la moitié ou plus des plantes et des animaux de la planète sera éliminée ».

8. D'après Rosenzweig.

9. Il s'agit de macro-nutriments (azote, phosphore, potassium, soufre, calcium et magnésium) et de micro-nutriments (bore, fer, manganèse, cuivre, zinc, molybdène, nickel et chlore). White et Brown, 2010.

10. Loi des minima de Justus Liebig (1840).

TABLEAU 1
Enquête Teruti – Lucas : croisement des usages physiques et fonctionnels du territoire français en 2010 (en hectares)

	Agriculture	Sylviculture	Protection de la nature	Autres usages	Réseaux de transports	Services, et Industries	Sports et loisirs	Habitat	Ensemble
Volumes construits	98 000	200	-	15 600	23 700	169 200	17 200	507 900	832 000
Serres et abris hauts	14 700	-	-	1 100	-	500	-	500	16 700
Sols revêtus ou stabilisés	347 000	70 200	5 400	36 600	1 189 600	347 300	102 700	377 500	2 476 300
Sols enherbés artificialisés	9 000	-	400	-	127 400	125 100	226 500	1 089 100	1 577 400
TOTAL / Sols urbanisés	468 700	70 400	5 800	53 300	1 340 700	642 300	346 400	1 975 000	4 902 400
Terres arables, dont jachères et hors prairies	14 764 000	-	400	-	2 300	400	7 900	-	14 775 000
Vigne et cultures permanentes	1 194 300	6 200	200	12 100	400	900	1 200	200	1 210 400
Prairies temporaires	2 379 000	-	13 300	-	-	-	1 300	-	2 393 600
Prairies dont alpages	9 308 800	900	30 800	111 600	0	2 000	6 800	1 100	9 461 900
Jardins familiaux	0	-	-	-	-	-	7 500	157 200	164 600
Autres	234 300	-	-	-	-	-	-	0	234 300
TOTAL / Sols agricoles	27 880 400	7 100	44 600	123 700	2 700	3 200	24 700	158 400	28 239 900
Forêts, bosquets	366 800	13 183 100	101 600	2 020 700	8 700	75 100	156 000	106 400	16 018 500
Haies, alignement d'arbres	503 300	148 000	126 700	95 000	13 500	35 900	-	58 900	981 300
Landes, friches et surfaces enherbées	500 100	197 700	92 100	1 932 500	25 000	44 700	50 300	11 000	2 853 300
TOTAL / Espaces naturels non agricoles avec végétation	1 370 200	13 528 800	320 400	4 048 200	47 200	155 800	206 200	176 200	19 853 100
Sols nus naturels	0	1 100	116 400	809 800	1 100	7 700	31 500	0	967 500
Eaux et zones humides	111 100	0	116 100	299 800	103 300	83 700	163 800	23 200	901 000
TOTAL / Espaces naturels hors végétations	111 100	1 100	232 500	1 109 600	104 400	91 300	195 300	23 200	1 868 500
Zones interdites non photos interprétées	100	0	0	12 600	400	37 400	0	0	50 400
TOTAL GÉNÉRAL	29 830 500	13 607 400	603 300	5 347 400	1 495 300	930 000	772 500	2 332 800	54 914 300

Source : Terres d'Europe – Scafi, d'après Agreste, Teruti – Lucas, 2010

une réserve de phosphates, certes diffus, mais bien réelle, accessible aux plantes annuelles et surtout aux arbres ¹¹.

2.2. Les surfaces naturelles menacées en quantité

2.2.1. La situation française

En France, l'extension urbaine – logements, activités artisanales, industrielles, logistiques, commerciales, administratives, services de santé – et le développement des infrastructures et des parkings n'ont cessé de s'amplifier depuis une cinquantaine d'années. La généralisation des voitures individuelles a permis aux Français de s'installer plus loin des villes et les densités urbaines ont diminué, passant de 600 habitants au kilomètre carré en 1960 à 400 en 2010.

Dans les années soixante, les surfaces de terres agricoles et forestières prélevées chaque année au profit de l'extension urbaine et des infrastructures couvraient environ 40 000 hectares. Puis le rythme a atteint 54 000 hectares entre 1980 et 1992, 61 000 ha entre 1992 et 2003 et, avant la crise de fin 2008, il dépassait les 80 000 hectares. Depuis, il est revenu aux alentours de 42 000 hectares par an : la crise économique et financière s'avère, pour le moment, un moyen plus puissant que la décision politique pour faire reculer la destruction des biens communs naturels ! Si le rythme se stabilisait à 50 000 hectares par an jusqu'en 2050, la France verrait disparaître 1,75 million d'hectares de terres agricoles supplémentaires, puisque l'extension urbaine investit surtout des terres agricoles ou des espaces en friches ou boisés ayant été agricoles. À ce rythme, la France perdrait, en trente-cinq ans, 6,5 % de ses surfaces agricoles et probablement 8 à 9 % de son potentiel agronomique exprimé en réserve utile en eau. Depuis cinquante ans, les surfaces urbanisées ont doublé, passant de 2,5 à près de 5 millions d'hectares (*Tableau 1*). En moins d'un siècle, entre 1960 et 2050, c'est-à-dire en trois générations, l'urbanisation coûterait au pays 4,25 millions d'hectares : soit 16 % de ses surfaces et plus de 20 % de la réserve utile en eau des terres agricoles actuelles. L'extension urbaine est plus rapide que la croissance démographique. À population constante, la surface urbanisée augmente d'année en année. Il « faut » toujours plus de voies de communication, d'espaces de loisirs, de parkings, d'espaces pour se loger, de surfaces commerciales, logistiques. Jour après jour, chaque Français dispose de toujours plus d'espace imperméabilisé.

11. Le développement racinaire des végétaux leur permet d'accéder aux phosphates diffus. Les plantes annuelles peuvent explorer les premières dizaines de centimètres des sols, alors que les arbres explorent un volume beaucoup plus important. Ils sont donc plus efficaces pour remonter les phosphates diffus et les autres minéraux des horizons profonds des sols. Les plantes annuelles en bénéficient. La décomposition des feuilles des arbres enrichit l'horizon supérieur des sols d'éléments minéraux à la disposition des plantes annuelles. L'un des intérêts de l'agroforesterie réside dans ce mécanisme.

>>> Encadré 2

L'utilisation du territoire en 2012 : les enquêtes Teruti-Lucas

La connaissance et le suivi de l'occupation du territoire sont des préoccupations anciennes de la statistique agricole. La première enquête sur l'utilisation du territoire agricole remonte à 1946. L'utilisation de la photographie aérienne est introduite en 1962, puis généralisée en 1969. Le concept de l'enquête Teruti repose sur l'association originale de photographies aériennes, constituant la base de sondage et de relevés de terrain effectués par des enquêteurs. Depuis 1982, elle bénéficie de la mise en place d'un échantillon national obligatoire qui a permis de stabiliser le système et d'étendre le champ d'analyse, jusque-là orienté vers l'espace agricole, à l'ensemble du territoire.

L'enquête Teruti a été réalisée de manière continue jusqu'en 2004. Deux raisons principales ont conduit à évoluer en 2005 vers une nouvelle enquête Teruti-Lucas : les progrès techniques en matière de numérisation des documents cartographiques et de géo-référencement des points, ainsi que la recherche d'une cohérence en termes de nomenclature, de méthode d'observation et de conception de l'échantillon avec l'enquête européenne Lucas (*land use/cover area frame statistical survey*) qui se mettait en place.

Les apports de Teruti-Lucas sont déterminants. Le géo-référencement permet une localisation plus précise et constante des points désormais localisés sur le Scan 25 de l'IGN et sur des orthophotographies. Il permet aussi au statisticien de définir tout zonage « à la demande » au moyen d'un système d'informations géographiques et de faire des recoupements avec toute autre base de données géo-référencée. De plus, la modularité de l'enquête permet des traitements « flexibles », adaptés aux besoins des différents utilisateurs. Toutefois, la définition d'un zonage à la demande doit respecter la contrainte du niveau de représentativité de l'enquête et le respect du secret statistique interdit la communication de données individuelles identifiées.

(<http://lagreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/territoire-prix-des-terres/teruti-lucas-utilisation-du/>)

Selon la dernière enquête Teruti-Lucas (*Encadré 2*), 5 millions d'hectares étaient artificialisés en France en 2012 dont :

- 900 000 hectares (à plus ou moins 30 000 ha près) occupés par l'assise des constructions
- 2,4 millions d'ha (+ ou – 48 000 ha) de surfaces non bâties mais imperméabilisées : routes, parkings, sols compactés
- et 1,7 million d'hectares (+ ou – 42 000 ha) correspondant à des pelouses.

Autrement dit, le tiers des surfaces urbanisées correspond à des pelouses auxquelles les engins agricoles n'accèdent plus, mais dont une partie n'a pas perdu ses qualités agronomiques et peut être utilisée en jardins potagers, en vergers ou plantée d'arbres

ou d'arbustes. Quand 1 mètre carré est bâti, 2,7 m² sont imperméabilisés et presque 2 m² couverts en pelouses. Ces proportions indiquent que les formes urbaines ont une grande importance dans l'aménagement du territoire et qu'il est possible de densifier et de réaménager l'existant, tout en améliorant le cadre de vie des habitants.

2.2.2. L'urbanisation à l'échelle mondiale

Les mécanismes à l'œuvre ne sont pas propres à la France, comme le montre, dans ce *Cahier*, l'article intitulé « *L'extension urbaine à travers le monde : enjeux pour les villes et les campagnes* » et rédigé par MM. Lançon et ses collègues. Le phénomène se déploie dans tous les pays. L'écart entre les taux de croissance démographique et de progression des surfaces urbanisées se révèle même encore plus élevé dans les pays en voie de développement que dans les pays de l'OCDE. La surface urbanisée augmente avec le revenu. La densité des villes diminue avec la richesse et la diffusion de la voiture individuelle.

Toutefois, la mesure de l'extension urbaine s'avère très difficile : d'une part, à cause des outils de mesure à mettre en œuvre et, d'autre part, à cause des difficultés à définir les objets à observer. Au regard de la production alimentaire, il s'agit de mesurer les hectares qui perdent leur fonction de production de biomasse à partir de la photosynthèse. Or, la mesure des surfaces administratives des collectivités qualifiées d'urbaines et de rurales ne répond pas à la préoccupation de distinguer les sols imperméabilisés des autres.

En France, l'outil mis en place par le ministère de l'Agriculture depuis 1982 répond bien à la préoccupation d'évaluer l'évolution des surfaces disponibles pour l'agriculture, la forêt et la biodiversité. Le dispositif est basé sur l'observation d'un échantillon de points (*Encadré 2*). L'approche est statistique. Aux niveaux national et régional, les évaluations sont fiables et des intervalles de confiance donnés. L'évaluation porte bien sur l'occupation de l'espace. Le dispositif suit dans le détail les surfaces agricoles, l'assise des bâtiments, les surfaces imperméabilisées (routes, parkings) et les pelouses.

D'autres dispositifs sont basés sur l'interprétation d'images satellitaires à partir de l'analyse de mailles plus ou moins larges. Le système européen (*Corinne Land Cover*) est ainsi basé sur un dispositif qui sous-estime largement l'imperméabilisation rurale comme celle des franges des agglomérations. Lorsque Teruti-Lucas constate une consommation annuelle de 70 000 hectares, le dispositif européen n'en détecte que 15 000 ¹².

Les études dont les résultats sont présentés dans l'article de M. Lançon et *al.* sont basées sur des systèmes de photo – inter-

prétation d'images satellitaires comme le système européen. Les objets observés sont donc, sans doute, moins bien définis que dans l'enquête Teruti-Lucas. Néanmoins, ils offrent des ordres de grandeur des surfaces « *urbanisées* ». En 2000, celles-ci sont estimées entre 27 et 352 millions d'hectares ¹³ pour 6 milliards d'habitants sur terre : soit entre 45 m² et 586 m² par personne au niveau mondial, alors qu'en France, à la même date, Teruti-Lucas estime à 460 m² + 240 m² de pelouse la surface urbanisée par personne. De son côté, un autre scientifique estime que les surfaces urbanisées sur la planète couvrent alors 66 millions d'hectares : soit 110 m² par personne, un chiffre 4,2 fois moins élevé que la moyenne française, hors pelouses ¹⁴.

Entre 2000 et 2030, la croissance urbanisée pourrait être comprise entre 43 et 1 256 millions d'hectares, la progression la plus probable étant de 152 millions d'hectares ¹⁵. Et si la progression annuelle restait la même jusqu'en 2050, 253 millions d'hectares seraient, au total, urbanisés entre 2000 et 2050. Ce chiffre pourrait sous-estimer l'urbanisation dans la mesure où l'imperméabilisation des territoires ruraux ne semble pas être prise en compte. Néanmoins, il est à rapprocher du 1,5 milliard d'hectares de terres arables cultivés au plan mondial : il équivaut à 17 %. Certes, toute l'extension urbaine ne se fera pas au détriment de terres arables, mais une part significative, certainement. Selon les ordres de grandeur avancés, l'urbanisation a un impact significatif sur la réduction du potentiel agricole mondial et sur la réduction du potentiel de capture de carbone des espaces herbacés et forestiers.

Au total, la progression des surfaces urbanisées estimée à 253 millions d'hectares entre 2000 et 2050, ajoutée aux 67 millions d'hectares de 2000 ¹⁶ porterait les surfaces urbanisées sur la planète à 320 millions d'hectares : soit 333 m² par personne en 2050. Si les 9,6 milliards de terriens prévus en 2050 bénéficiaient du même « *standard de vie* » que les Français (480 m² en 2000), la surface atteindrait 460 millions d'hectares hors pelouses et 690 millions d'hectares, pelouses comprises : soit une progression de plus de 400 millions d'hectares des surfaces urbanisées en seulement cinquante ans.

D'autres estimations existent : en 2000, une étude américaine chiffrait la progression mondiale annuelle de l'urbanisation à 10 millions d'ha, soit plus de 560 millions d'ha de surfaces urbanisées en 2050 (583 m² par habitant) ¹⁷, alors que la FAO a avancé le chiffre de 19,5 millions d'hectares consacrés chaque année à l'industrialisation, aux infrastructures et au logement :

13. Seto et al.

14. Schneider.

15. D'après Seto.

16. Schneider.

17. B. Sundquist, université du Minnesota, *Topsoil loss – Causes, effects and implications : a global perspective*, 2000.

12. Cf. rapport de l'Observatoire de la consommation des espaces agricoles et naturels, ministère de l'Agriculture, 2014.

sur cinquante ans, ce rythme correspond à 975 millions d'hectares urbanisés.

Même s'il est impossible de se faire une idée précise des surfaces imperméabilisées aujourd'hui comme à l'horizon 2050, toutes ces approches ont l'immense avantage de donner des ordres de grandeur significatifs par rapport aux surfaces arables. De nombreuses questions se posent¹⁸, mais deux points importants émergent :

- L'imperméabilisation des sols a un impact significatif sur le potentiel de production agricole (de plusieurs points de pourcentage), ainsi que sur celui de capture de carbone par les forêts et les espaces herbacés. Par conséquent, les rendements devraient encore augmenter de façon plus nette pour satisfaire la demande.
- Les outils d'observation sont à améliorer, tant au niveau européen qu'à l'échelle mondiale ; les objets observés doivent être mieux définis ; la vision exhaustive n'est peut-être pas à privilégier par rapport à des approches statistiques. La mesure doit porter sur les surfaces, mais aussi sur le potentiel de production agronomique (réserve utile en eau, ...).

2.3. Les terres agricoles menacées en qualité

Dans leur article sur la qualité des sols et son évolution, Mme Bardy et ses collègues rappellent que celle-ci est menacée par l'érosion due à la pluie, au vent et au labour, ainsi que par l'imperméabilisation : deux sujets concernant particulièrement la France. Elle est également menacée par la diminution de la matière organique, l'érosion de la biodiversité, la pollution diffuse ou ponctuelle par des polluants minéraux ou organiques (métaux lourds, poussières nucléaires, dioxine, pesticides, ...), le tassement lié au passage des engins agricoles ou forestiers, les inondations et les glissements de terrains, la salinisation due à de mauvaises pratiques d'irrigation et à la remontée du niveau des mers et l'acidification sous l'effet de phénomènes naturels ou d'origine humaine. Au final, ils précisent que 60 % des 2,9 milliards d'hectares favorables à l'agriculture sont touchés par une ou plusieurs formes de dégradation.

La perte de fertilité des sols agricoles due à l'érosion est beaucoup plus rapide que leur renouvellement à partir de la décomposition de la roche-mère : elle est estimée à 0,5 % par an¹⁹. Grosso modo, la perte de fertilité se fait 50 à 250 fois plus vite que sa reconstitution. Nous sommes loin d'une situation durable, où la perte de terre serait compensée par son renouvellement.

18. Les surfaces comptabilisées par Seto et al. comprennent-elles des pelouses – en totalité ou partie – comme dans l'Observatoire français ? Dans quelle mesure, les objets observés sont-ils comparables ?

19. D'après Paul Nahon.

En 2010, environ 50 millions d'hectares étaient considérés comme perdus pour l'agriculture en raison de pratiques d'irrigation mal contrôlées. Cette salinisation des sols risque de s'accroître avec la montée du niveau des océans : en 2010, la tempête Xynthia qui a frappé la côte atlantique a submergé des terres agricoles qui ont dû être dessalées avec des coûts importants. La remontée des eaux liée au réchauffement climatique et la plus forte violence des tempêtes devraient, notamment dans les grands deltas, entraîner des inondations conduisant à une salinisation des terres avant leur submersion définitive.

La dégradation des sols constitue un facteur de diminution des rendements agricoles. Or, comme nous l'avons vu, l'imperméabilisation s'effectue généralement sur les sols bénéficiant des meilleures qualités agronomiques. Dans ces conditions, les terres épargnées par l'urbanisation offriront une réserve utile en eau moindre, donc des rendements moindres. Urbaniser 2,5 millions d'hectares français en cinquante ans est l'un des facteurs expliquant la baisse des rendements dans la mesure où, globalement, la réserve utile moyenne en eau de ces terres était supérieure à ceux restant à usage agricole.

Tous les sols permettant le développement des végétaux assurent des fonctions vitales pour l'humanité : production de biomasse, stockage de carbone, d'eau et d'éléments minéraux, régulation des flux d'eau, habitat de la biodiversité, etc. Plus nous souhaitons une population nombreuse, plus il faut de sols naturels. Retenons que les pratiques de l'homme sont celles qui affectent le plus la qualité des sols.

2.4. Le sol, facteur limitant de l'offre alimentaire

La surface du globe est de 51 milliards d'hectares. Les terres émergées en couvrent 13, soit le quart et sachant que ces surfaces devraient se réduire avec l'élévation du niveau des océans dû au réchauffement climatique. Aujourd'hui, les 13 milliards d'hectares de terres émergées se répartissent entre :

- 4,9 milliards d'hectares de terres agricoles, dont 1,5 milliard de cultures annuelles et permanentes (dont environ 285 millions d'hectares irrigués) et 3,4 milliards de prairies, parcours, savanes, etc.
- 4 milliards d'hectares de forêts
- 4 milliards d'hectares de déserts, de surfaces minérales et d'eaux intérieures
- environ 140 à 200 millions d'hectares de surfaces urbanisées.

En moyenne, un habitant de la planète dispose de 2 150 mètres carrés de terres arables, de 4 850 m² de prairies, de 5 500 m² de forêts et de 200 m² à 300 m² de surfaces urbanisées : soit, au total, 1,25 hectare d'espace naturel. En 2050, ce chiffre devrait être inférieur à un hectare. Or, tout espace naturel susceptible de permettre le développement des végétaux contribue à augmenter

le potentiel de vie humaine. Le détruire diminue ce potentiel. La vie humaine dépendant de surfaces naturelles agricoles et forestières, il est inenvisageable de tout bétonner. Il va bien falloir s'arrêter, trouver les points d'équilibre à ne pas dépasser, avant que tous les sols qui nous font vivre ne soient imperméabilisés. Plus nous sommes nombreux, plus nous détruisons d'espaces naturels. Cette contradiction est à résoudre rapidement. L'enjeu est d'autant plus crucial que tous les espaces naturels ne peuvent pas être mis en culture. Nous devons nous contenter des surfaces agricoles actuelles pour assurer l'alimentation future. Lutter contre le réchauffement climatique exige en effet de stopper la déforestation, alors qu'en bilan net, la forêt recule de 5 à 6 millions d'hectares par an : c'est là une contrainte mondiale forte qui, de fait, constitue une contrainte locale. Retourner des prairies et des espaces enherbés n'est pas davantage envisageable, sauf à accroître par ailleurs la capture de carbone grâce, notamment, à de nouvelles plantations d'arbres sur des espaces agricoles. Face au réchauffement climatique, étendre les terres arables de 400 à 500 millions d'hectares²⁰ est possible, mais seulement si des arbres sont préalablement plantés et / ou si des itinéraires techniques adaptés permettent d'augmenter le stockage de carbone : la multifonctionnalité est à prendre en considération pour gérer les sols, même si celle-ci peut aller à l'encontre de certains systèmes simplifiés de production sur des parcelles de plus en plus grandes.

Dans ce contexte tendu, où les équilibres sont précaires, les phénomènes marginaux de production comme de stock prennent une importance forte :

- Les terres marginales contribuent, elles aussi, à apporter des assurances aux générations futures. Pas plus que les espaces agricoles et forestiers, les friches végétales ne doivent être considérées comme des « *vides inutiles* » en attente d'urbanisation, mais bien comme des « *pleins* ». Elles stockent du carbone, accueillent la biodiversité et peuvent produire de la biomasse grâce aux arbres qu'elles portent. Elles peuvent même retrouver une fonction agricole ou forestière.
- Sur les marchés de matières premières agricoles, la production marginale des moins bonnes parcelles a une influence importante sur le niveau des prix. La demande alimentaire étant faiblement élastique, les prix varient plus que proportionnellement aux variations de production : ils peuvent exploser en cas de pénurie et s'effondrer en cas de surproduction. Ces deux situations extrêmes sont à éviter.

- Des décisions dont l'effet semble devoir être marginal – comme imperméabiliser un ou deux hectares dans une commune – peuvent contribuer à des impacts majeurs et l'addition de ces effets marginaux avoir un impact significatif dans le temps et l'espace. La somme des extensions urbaines et des infrastructures réalisées en France de 1960 à 2010 a ainsi significativement entamé le potentiel national de production de plus de 10 % de la réserve utile en eau actuelle de la surface agricole. La somme des décisions marginales publiques émanant des communes, des collectivités et de l'État a globalement conduit à la destruction de près de 1,7 Mha hors pelouses depuis un demi-siècle. Une décision locale a un impact global fort.

La préservation des espaces naturels ne relève pas des politiques agricoles, voire des politiques environnementales. Elle relève des politiques urbaines, d'aménagement du territoire, du logement et des transports car ce sont elles qui conduisent à étendre les surfaces imperméabilisées. Réussir à préserver des espaces naturels revient à réussir une politique de recyclage des sols imperméabilisés, à reconstruire la ville sur la ville, les bourgs sur les bourgs, les hameaux sur les hameaux. Définir des zones de protection d'espaces agricoles ou forestiers – qui ne vont représenter que quelques pour cent des surfaces naturelles à préserver – ne ralentit pas l'imperméabilisation. La protection renforcée de 20, 50 ou 80 % des espaces agricoles d'une commune va indiquer que les 80, 50 ou 20 % non protégés constituent des réserves pour l'extension urbaine. Si nous n'étions pas dans une situation d'équilibre précaire, de telles politiques se comprendraient. Aujourd'hui, elles sont inappropriées. Toute surface naturelle apporte sa contribution aux grands équilibres à atteindre.

Les politiques d'aménagement du territoire et d'extension urbaine sont élaborées dans le cadre d'un « *développement équilibré* » du territoire. Du moins, c'est la présentation qui en est souvent faite. Les intentions sont louables, sauf que la notion de développement équilibré n'est pas définie, notamment en termes de rapport entre les surfaces imperméabilisées et les surfaces naturelles multifonctionnelles aptes au développement des végétaux. Comme la contrainte mondiale est aussi une contrainte locale – compte tenu de la multifonctionnalité de tous les espaces naturels au regard de la vie humaine – toute destruction d'un espace naturel revient à détruire un potentiel de vie humaine. Dans la situation de pénurie mondiale d'espaces naturels dans laquelle nous nous trouvons, tout espace naturel est plus indispensable à l'humanité que tout nouvel espace bétonné ou bitumé. Les générations actuelles et futures ont davantage besoin d'espaces naturels que d'espaces bétonnés.

20. Cf. dans ce Cahier l'article « *Les terres agricoles, un enjeu pour la sécurité alimentaire de la planète à l'acuité variable selon les régions du monde* » par MM. Hervé Guyomard et Bertrand Schmitt de l'INRA.

L'objectif est bien le zéro mètre carré de béton supplémentaire. Prenons conscience des limites.

2.5. Les rendements

Nous venons de voir que les surfaces agricoles et forestières ne sont pas illimitées et que les forêts et les arbres, isolés ou implantés en linéaire, devaient continuer de couvrir un minimum (conséquent) de surface, notamment pour stocker du carbone. Dans ces conditions, la question des rendements, c'est-à-dire de la production végétale récoltée par unité de surface, s'avère centrale pour faire face à la demande accrue de produits agricoles, notamment alimentaires.

2.5.1. L'histoire des rendements

Lors de la publication de *l'Essai sur le principe de population* par l'économiste écossais Malthus en 1798, les rendements agricoles européens (hors Russie) n'avaient rien à voir avec ceux d'aujourd'hui. En 1800, ils étaient de l'ordre de 0,7 à 0,9 tonne par hectare ²¹ et augmentaient au rythme de + 0,2 % par an (période 1700 – 1850). Depuis, la production agricole a progressé plus vite que la population grâce à l'extension des surfaces cultivées et surtout par l'augmentation des rendements. Les rendements céréaliers européens (toujours hors Russie) ont progressé au rythme de + 1,1 % par an sur la période 1850 – 1950, puis de + 2,5 % entre 1950 et 1985. En 1910, ils étaient de 1,4 à 1,5 tonne par hectare et, en 1985, ils dépassaient les 4 tonnes. Autrement dit, les rendements ont quintuplé en Europe entre 1800 et 1985.

Selon l'organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) et grâce aux révolutions vertes, la production agricole mondiale a presque triplé entre 1961 et 2007 en raison de la progression d'un tiers des surfaces cultivées et surtout de la multiplication par 2,3 des rendements. Le rendement des céréales a même été multiplié par 2,5. Mais quels sont les facteurs ayant permis cette évolution depuis 1850 ?

L'utilisation de l'énergie fossile (principalement le pétrole) pour la motorisation (tracteurs, moissonneuses-batteuses) a permis une mécanisation croissante. De nouvelles terres ont ainsi pu être mises en culture et, surtout, la surface cultivée par unité de travailleur a augmenté. Mais cette énergie ne contribue pas directement à l'augmentation des rendements. De même, l'irrigation, le drainage, les traitements phytosanitaires ou le chauffage des serres offrent aux plantes des conditions favorables de croissance à condition que des éléments nutritifs soient mis à leur disposition aux moments-clés de leurs stades de croissance. L'histoire de la hausse des rendements des productions végé-

tales est ainsi l'histoire de la mise à disposition des plantes, à leurs différents stades de développement, des éléments nutritifs de base (eau, azote ²², phosphore ²³, potassium), ainsi que des autres macro-nutriments et oligo-éléments.

Dans les premiers systèmes agricoles, l'apport de nitrates était limité par la capture de l'azote de l'air par les bactéries du sol. Le renouvellement des phosphates s'opérait par la lente dissolution des phosphates du sol et de la roche-mère, la dégradation de la matière organique, l'apport d'alluvions lors d'inondations et les éruptions volcaniques. Dans les systèmes d'abattis brûlis, dans un premier temps, les arbres remontaient, via leur système racinaire, des éléments minéraux du sol (phosphates, potasse, etc.). Les feuilles qui tombaient alimentaient alors le sol en éléments fertilisants. Après brûlis des branches et d'une partie des troncs, des éléments minéraux se retrouvaient à disposition des nouvelles cultures et permettaient un cycle de production. Dans les systèmes d'élevage extensifs, les faibles prélèvements pouvaient être compensés à partir des différents mécanismes de renouvellement cités ci-dessus. Enfin, la conquête de nouveaux territoires permettait également d'accéder à de nouveaux stocks d'éléments minéraux de sols préalablement non exploités.

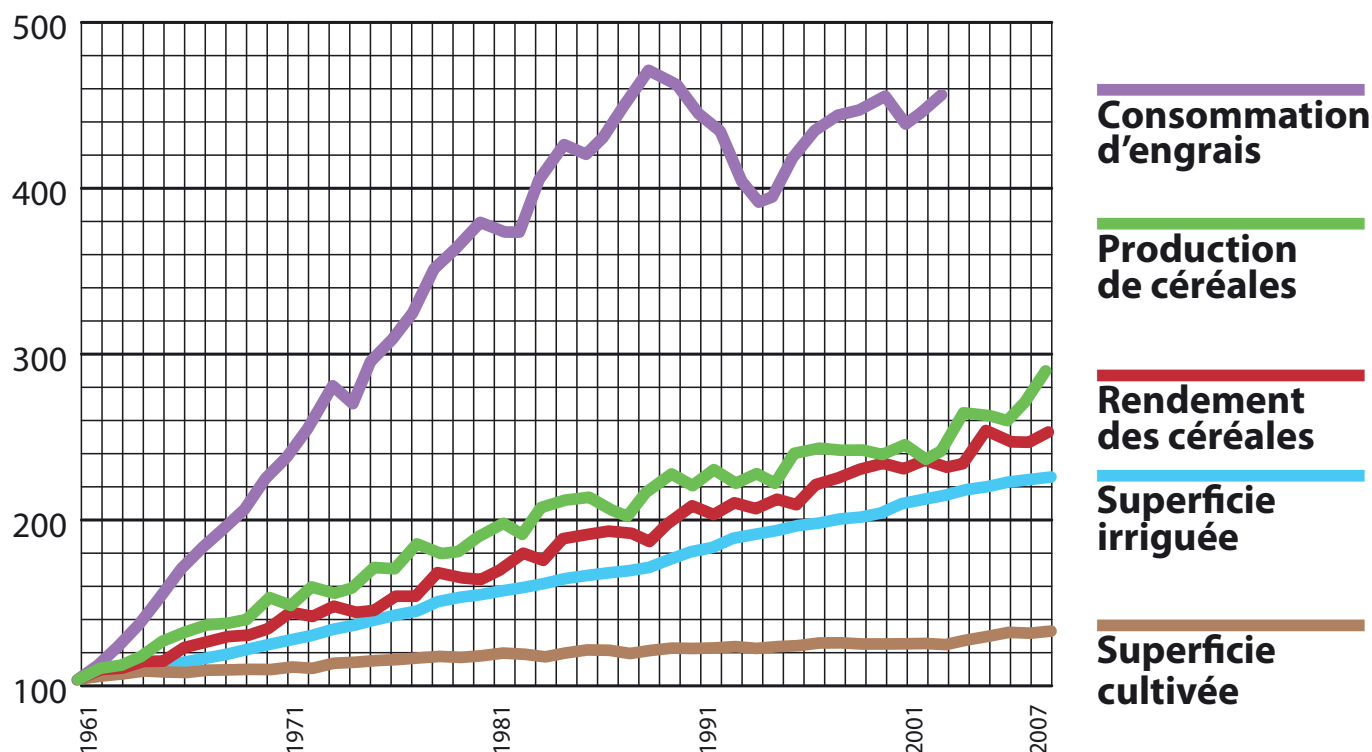
Dans de nombreux systèmes de polyculture – élevage, le renouvellement des éléments minéraux peut avoir comme origine les arbres des bois ou des haies, grâce à leur système racinaire qui explore un volume de terre plus important que les plantes annuelles, voire atteint la roche-mère dont la lente dégradation fournit de nouveaux minéraux. Ceux-ci sont alors remontés par le système racinaire et récupérés par les animaux qui consomment les fruits (glands) ou les feuilles et les hommes qui, autrefois, chassaient, cueillaient, se fournissaient en bois de chauffage, en bois d'œuvre, en piquets, en fourrage ou en litière pour leurs animaux. Les éléments minéraux ainsi « embarqués » étaient « libérés » aux alentours des zones d'habitation. Les excréments des animaux, mélangés ou non à la litière, les cendres, notamment de bois brûlé, la matière organique issue des produits de la chasse et de la cueillette et les excréments des populations permettaient de renouveler la fertilité des jardins, des potagers et des cultures proches des maisons. Ces systèmes d'agriculture – avec les potagers autour des habitations, les cultures dans un deuxième cercle, les pâturages dans un troisième et les forêts

22. L'azote est assimilé par les racines des plantes sous formes de nitrates. Il a son cycle particulier. Dans le sol, les bactéries transforment l'azote de l'air ou l'azote de la matière organique en décomposition en nitrates assimilables par les racines des plantes. Pour les légumineuses, l'azote de l'air est capté par des bactéries dans leurs nodules mêmes.

23. Les racines des plantes absorbent le phosphore sous forme de phosphates. Ceux-ci proviennent de la décomposition de la roche-mère et de la matière organique. Dans le sol, le phosphate peut être stocké sous des formes minérales ou organiques sans être disponibles pour les plantes. Les minéraux phosphatés doivent être dissous ou le phosphore organique dégradé pour que des phosphates soient à la disposition des plantes.

21. Paul Bairoch.

GRAPHIQUE 1
Indicateurs d'intensification de la production agricole mondiale, 1961 - 2007
Indice (1961=100)



FAO. 2011. Base de données statistiques FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>).

dans un quatrième – se sont maintenus avec des rendements faibles, voire des périodes de jachères. Néanmoins, l'épuisement des sols a parfois conduit à l'abandon de terres.

Faute d'une augmentation de la production alimentaire suffisante par rapport à celle de la population, de nouveaux sols ont alors été mis en culture. En France, en 1850, la forêt n'occupait plus que 8 à 9 millions d'hectares sous les effets des défrichements opérés depuis le XI^e siècle et les sols agricoles représentaient autour de 40 millions d'hectares contre environ 28 aujourd'hui.

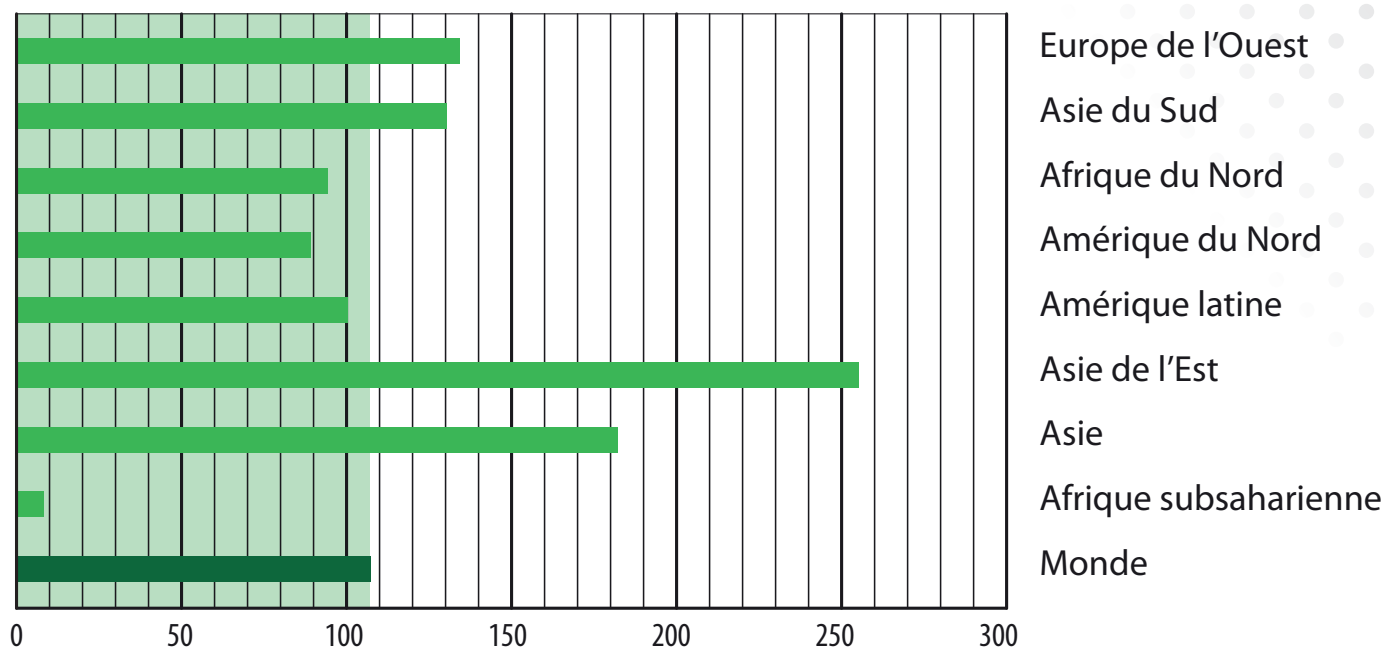
La première révolution agricole a débuté vers 1680 / 1700 en Angleterre ²⁴. Elle s'est caractérisée par l'amélioration et la généralisation du système de rotation, avec l'introduction de légumineuses permettant de capter l'azote de l'air. Par ailleurs, l'amélioration des outils (charrues, semoirs, faux, ...) a permis d'augmenter la productivité par travailleur. La deuxième révolution agricole a débuté vers le milieu du XIX^e, appuyée sur l'usage d'engrais provenant de l'extérieur de l'exploitation et sur l'amélioration de la mécanisation, notamment pour les récoltes.

L'un des premiers engrais utilisé était biologique : il s'agissait de guano, c'est-à-dire d'excréments d'oiseaux marins récoltés sur la côte pacifique du Pérou et exportés en Angleterre à partir de 1835. Après 1870, est apparu le salpêtre (nitrate de potassium), un nouvel engrais provenant de l'intérieur du désert chilien d'Atacama et ayant lui aussi pour origine des excréments d'oiseaux. L'explosion de la demande mondiale de cette ressource naturelle a d'ailleurs constitué le principal enjeu de la guerre entre le Pérou et le Chili de 1879. Le Chili a finalement annexé ces territoires convoités, dont les ressources ont été exploitées notamment par des intérêts américains et anglais. Et, au tout début du vingtième siècle, les deux tiers des engrais utilisés sur la planète provenaient du Chili, guano et calèches contenant à la fois des nitrates, des phosphates et de la potasse.

Une nouvelle étape est franchie à partir des années 1910, avec le début de la production de nitrates de synthèse par l'industrie chimique. Le procédé *Haber-Bosch* permet de produire du nitrate assimilable par les plantes à partir du gaz naturel et de l'azote de l'air. Le recours de plus en plus important à cet engrais de synthèse a contribué à l'augmentation des rende-

24. Paul Bairoch.

GRAPHIQUE 2
Application moyenne d'engrais minéraux, 2008 / 2009
(en KG d'éléments nutritifs par ha)



IFDC, d'après la base de données statistiques FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>).

23

ments. Aujourd'hui, l'alimentation de plus de la moitié de la population mondiale dépend du procédé *Haber-Bosch*²⁵.

La troisième révolution agricole commence à partir de 1935²⁶, avec l'usage de produits phytosanitaires (insecticides, fongicides, herbicides), une approche plus scientifique de la sélection des semences, mais aussi le recours de plus en plus important aux engrais provenant de ressources naturelles non renouvelables : azote de synthèse, phosphates et potasse d'origine minière (*Graphiques 1 et 2*). Les révolutions vertes des années soixante ont réussi grâce à l'utilisation de ces ressources non renouvelables. Les semences sélectionnées et les produits phytosanitaires ont certes autorisé l'augmentation des rendements, mais dans la mesure où les plantes avaient à leur disposition des éléments minéraux en quantité suffisante. Entre 1961 et 2007, les rendements ont ainsi un peu plus que doublé, alors que le recours aux engrais a, lui, plus que quadruplé. Sans apports d'azote de synthèse, de phosphates et de potasse d'origine minière, les rendements agricoles n'auraient pas progressé dans de telles proportions.

C'est bien parce que les rendements actuels n'ont rien à voir avec les rendements du XVIII^e qu'une grande majorité de la population mondiale échappe désormais à la famine et que les faits ont donné tort à Malthus. Mais ce n'est pas parce que, depuis deux siècles, les famines n'ont pas pour origine un manque global de nourriture qu'il en sera toujours ainsi à l'avenir, quel que soit le nombre de personnes vivant sur Terre. Aujourd'hui, la question alimentaire mondiale n'est pas de savoir si, en 2050, la planète pourra nourrir 9 ou 10 milliards de personnes, mais comment faire pour passer d'une agriculture assise sur des ressources naturelles non renouvelables à une agriculture durable. La question suivante est de savoir quelle est la population qu'une agriculture durable pourra nourrir.

2.5.2. L'eau fossile

Comme nous venons de le voir, les rendements agricoles dépendent d'un grand nombre de facteurs : la disponibilité en eau, le climat (températures maxima, minima et moyennes, sécheresse, pluviométrie, canicules, inondations, tempêtes, ...) et les éléments fertilisants. Nous allons maintenant analyser les facteurs limitants les plus importants de la production végétale :

25. Erisman, 2008. Chatellier Vincent, Daniel Karine, Lecuyer Bérangère, Le marché des engrais, la volatilité des prix et la dépendance de l'agriculture européenne, INRA, février 2013, 48 p.

26. Paul Bairoch.

l'eau fossile, l'azote de synthèse, les phosphates, la potasse et le réchauffement climatique.

L'eau est l'un des facteurs limitants de la vie biologique, donc de la croissance des végétaux. Aucune plante ne se développe sans eau, comme en témoignent les nombreux espaces terrestres désertiques. La majeure partie de l'eau utilisée en agriculture est recyclée. Elle provient de la pluie ou de la neige et alimente les sols directement ou indirectement, par irrigation à partir de cours d'eau, de lacs, de retenues collinaires ou de nappes phréatiques rechargeables, « *réapprovisionnées* » par la pluie et la neige : c'est de l'eau « *circulaire* ».

Toutefois, certaines agricultures se sont développées à partir de réserves d'eau fossile. En 2000, les eaux souterraines non renouvelables auraient constitué environ 20 % de l'eau d'irrigation ²⁷. Cette contribution a plus que triplé entre 1960 et 2000, passant de 75 à 234 kilomètres cubes. L'Inde en était le plus important pays consommateur (63 km³ par an), suivie par le Pakistan (35 km³), l'Iran (20 km³), la Chine (20 km³), le Mexique (10 km³) et l'Arabie saoudite (10 km³).

Ces eaux sont surtout utilisées dans des régions semi-arides. Sachant que les terres irriguées fournissent 35 à 40 % de la production agricole, 7 à 8 % de la production agricole dépendraient ainsi de l'eau fossile. Cet ordre de grandeur est significatif : à terme, cela reporte les quantités à produire sur l'agriculture pluviale ou irriguée à partir d'une eau renouvelée. Les gains dus à l'extension des surfaces irriguées – qui pourraient atteindre environ 10 % d'ici à 2050 – pourraient être contrebalancés par les pertes dues à l'épuisement de l'eau fossile. L'amélioration de l'efficacité de l'eau d'irrigation constitue une priorité. L'augmentation de la matière organique des sols est aussi un facteur augmentant la réserve utile en eau des sols.

2.5.3. L'azote

L'atmosphère est composée à près de 80 % d'azote. Ce n'est donc pas une denrée rare, mais elle n'est pas directement assimilable par les plantes. Les bactéries associées aux légumineuses permettent, avec une dépense énergétique et métabolique élevée, de rendre l'azote de l'air assimilable par les plantes.

Aujourd'hui, cette fixation biologique de l'azote est moins importante que la production industrielle d'azote de synthèse qui, elle, nécessite du méthane (gaz naturel) ou du charbon, notamment chinois. Chaque année, la production d'engrais azotés de synthèse consomme 3 à 5 % du gaz naturel extrait,

soit 1 à 2 % de la consommation mondiale d'énergie ²⁸. Sa production, indispensable à la production alimentaire, semble assurée pour plusieurs décennies. Au-delà, la fabrication de nitrate de synthèse est envisageable à partir d'énergies renouvelables pour produire de l'hydrogène, à condition de mettre au point la chaîne de production industrielle. Il s'agit avant tout d'un problème énergétique, donc d'énergie renouvelable.

2.5.4. Les phosphates

Le phosphate est un élément constitutif fondamental des êtres vivants. Il est présent dans notre ADN (acide désoxyribonucléique) depuis l'origine et renferme toute l'information nécessaire au développement, au fonctionnement et à la reproduction. Les atomes de phosphore ne sont pas substituables au sein de la matière vivante.

Le phosphate utilisé par les plantes provient de la matière organique recyclée, des sols et de la roche-mère ou de l'extraction de ressources minières. Entre 2003 et 2010, l'usage des engrais phosphatés d'origine minière est passé de 35,8 à 45,4 millions de tonnes, soit une augmentation de 27 % en 7 ans ²⁹ ! Sur cette période, l'Union européenne a réduit sa consommation de 30 % en raison de la hausse des prix, ainsi que des stocks dans ses sols préalablement enrichis et d'une meilleure gestion des itinéraires techniques. Par contre, la Chine a augmenté sa consommation de + 72 %, l'Inde de + 94 %, la Fédération de Russie de + 44 %, l'Ukraine de 250 % et l'Afrique de l'Est de + 50 %.

Les grandes exploitations de plusieurs milliers, voire dizaines de milliers d'hectares qui se sont constituées à travers le monde depuis le début du vingt-et-unième siècle accèdent largement à cette ressource quasiment non renouvelable puisque, comme tous les minerais, elle a besoin de dizaines ou de centaines de millions d'années pour se reconstituer. Dans ces conditions, le rythme actuel d'extraction des phosphates n'est pas durable, même si les stocks ont été fortement réévalués en 2011, notamment au Maroc (*Tableau 2*). Selon les experts, les stocks pourraient être épuisés d'ici 189 ou 269 ans ³⁰, soit au maximum moins de trois siècles (*Tableau 3*).

Ces chiffres constituent des ordres de grandeurs. Bien avant l'épuisement, la production atteindra un pic d'extraction, puis les dernières réserves seront plus difficiles à extraire et de moindre qualité. Mais, aujourd'hui déjà, la concentration en

27. D'après l'article « *Nonsustainable groundwater sustaining irrigation : A global assessment* » publié en 2012 par Yoshihide Wada, L. P. H. van Beek et Marc Bierkens.

28. Smil, 2001 ; Barry E. Smith, « *Structure. Nitrogenase reveals its inner secrets* », *Science*, vol. 297, n° 5587, septembre 2002, p. 1654–5 (DOI 10.1126/science.1076659) ; « *World fertilizer prices soar as food and fuel economies merge* », *IFDC*, 19 février 2008.

29. En termes de matières actives. Source : FAOSTAT, avril 2013.

30. Cf. INRA, département *Sciences Sociales, Agriculture et Alimentation, Espace et Environnement* (SAE2), d'après données USGS, 2012.

TABLEAU 2
Phosphate : production mondiale et réserves estimées (en milliers de tonnes)

	Mines en production		Réserves
	2012	2013	
États-Unis	30 100	32 300	1 100 000
Algérie	1 250	1 500	2 200 000
Australie	2 600	2 600	870 000
Brésil	6 750	6 740	270 000
Canada	900	300	2 000
Chine	95 300	97 000	3 700 000
Égypte	6 240	6 000	100 000
Inde	1 260	1 270	35 000
Irak	200	350	430 000
Israël	3 510	3 600	130 000
Jordanie	6 380	7 000	1 300 000
Kazakhstan	1 600	1 600	260 000
Mexique	1 700	1 700	30 000
Maroc & Sahara occidental	28 000	28 000	50 000 000
Pérou	3 210	3 900	820 000
Russie	11 200	12 500	1 300 000
Arabie saoudite	3 000	3 000	211 000
Sénégal	1 380	920	50 000
Afrique du Sud	2 240	2 300	1 500 000
Syrie	1 000	500	1 800 000
Togo	870	900	30 000
Tunisie	2 600	4 000	100 000
Autres pays	5 500	5 630	520 000
Total Monde	217 000	224 000	67 000 000

Source : USGS, 2014

25

phosphate des roches exploitées n'est plus que de 30 % contre 32,7 % en 1980 et leur teneur en impuretés augmente, notamment en Floride. Certains auteurs³¹ ont calculé que le pic d'extraction pourrait être atteint entre 2030 et 2040. L'échéance sera peut-être repoussée. Mais même à un ou deux siècles, elle reste très proche pour avoir le temps de mettre en place le recyclage des phosphates. Le phosphore n'ayant pas de substitut pour la croissance des plantes, les phosphates exportés des parcelles par les récoltes doivent en effet y être rapportés dans la perspective d'une alimentation durable. Dans ce but, plusieurs voies complémentaires sont à mettre en œuvre :

- Diminuer les gaspillages ou améliorer l'efficacité de la ressource utilisée par les plantes. Autrement dit, optimiser l'utilisation des phosphates miniers car beaucoup de phosphates

apportés en engrais ne sont pas utilisés par les plantes : le phosphore consommé dans l'alimentation par la population mondiale correspond à 20 % du phosphore utilisé sous forme d'engrais³².

- Mieux valoriser l'apport de phosphates entre zones agricoles et types d'agriculture : faut-il concentrer l'apport des phosphates ou élargir leur utilisation, notamment auprès des agriculteurs n'utilisant pas d'intrants et dont la fertilité des sols se dégrade ?
- Chercher à réduire les besoins des plantes en diminuant le stockage du phosphore dans leurs divers compartiments.
- Mieux utiliser les phosphates diffus dans les sols, réalimentés par la dégradation de la roche-mère, car ils constituent un stock important : ceci en facilitant le transfert du phosphore de sa phase stable vers sa phase soluble et par l'exploration

31. Cordell.

32. Cordell, 2010.

TABLEAU 3
Phosphate naturel : estimation de la durée des réserves connues et des ressources potentielles

	Réserves (71 000 Mt)	Ressources potentielles (290 000 Mt)
Production constante	390 ans	1 592 ans
Augmentation de 1 % jusqu'en 2050, puis + 0 %	269 ans	1 076 ans
Augmentation de 2 % jusqu'en 2050, puis + 0 %	189 ans	733 ans

Source : INRA SAE2 Nantes – Angers, d'après données USGS, 2012

racinaire des plantes, en particulier des arbres. De ce point de vue, l'agro-foresterie constitue une pratique fort intéressante. Les sols participant au stockage diffus des phosphates offrent une fonction utile pour l'humanité et c'est une raison supplémentaire pour les conserver. La mobilisation accrue du stock diffus oblige à mieux maîtriser le recyclage du phosphate.

- Préparer l'avenir en mettant en place les circuits de recyclage et en repoussant la date d'épuisement de la ressource. Une agriculture durable suppose que les éléments minéraux exportés des parcelles par les récoltes soient compensés par un apport équivalent sur celles-ci. Cela signifie que ce qui est consommé dans les bourgs et les villes revienne sur les parcelles. D'une manière ou d'une autre, il faudra rapporter le contenu de nos déchets organiques et de nos excréments sur les parcelles agricoles ou forestières. Mettre en place une agriculture circulaire exige la participation active de l'ensemble des filières agro-alimentaires, des consommateurs et de la chaîne de traitement de nos déchets, en prenant en compte le fait que la dégradation de la roche-mère participe au renouvellement du stock et que la pêche marine permet de rapporter du phosphore sur l'espace terrestre. La pêche est l'un des moyens de recycler du phosphore dans la mesure où le phytoplancton assimile des phosphates dissous dans l'eau de mer et nourrit toute la chaîne trophique marine. C'est un point important, même s'il ne règle que quelques pour cent des besoins en phosphates.

Aujourd'hui, nous sommes loin de recycler. En France³³, l'équivalent de la moitié du phosphore apporté par les engrais minéraux est perdu chaque année dans le réseau hydrographique, principalement en raison de l'érosion des sols. La moitié des boues issues des stations d'épuration, ainsi qu'une large part des déchets municipaux solides sont incinérées et les cendres versées dans des décharges dites de « *déchets ultimes* » : autrement dit, le phosphore contenu dans ces cendres n'est pas recyclé.

Augmenter, année après année, l'utilisation de phosphates miniers permet, certes, d'accroître la production agricole, mais

épuise aussi progressivement les stocks. Cela revient à améliorer le présent aux dépens du futur. Une fois le pic d'extraction atteint, le phosphore deviendra l'un des facteurs les plus limitants de production, avec le risque de voir baisser les rendements. Nous devons donc réfléchir aux moyens d'optimiser la ressource dans l'espace, entre les zones de production et dans le temps. Sinon, des tensions vont poindre entre pays, entre agriculteurs.

Aujourd'hui, l'accès au phosphate se fait sur la base du prix de marché. Or, celui-ci connaît une forte volatilité, passant de moins de 60 dollars la tonne en 2006³⁴ à 300 euros en octobre 2008, puis revenant à son niveau antérieur en octobre 2009 avant de remonter à 150 euros. Il est actuellement à 90 euros. Dans ces conditions, l'accès au marché est difficile pour les petits paysans, mais plus facile pour les grandes exploitations fortement capitalisées qui ont émergé à travers le monde. Le marché est aveugle aux intérêts des plus faibles et à ceux des générations futures. Il ne constitue sans doute pas le meilleur moyen de répartir la pénurie entre acteurs actuels de la production, ni entre générations. Comme nous l'avons vu, le phosphate a déjà fait l'objet d'une guerre au dix-neuvième siècle. Il pourrait être l'objet de nouveaux conflits au cours du vingt-et-unième ou du vingt-deuxième siècle dans la mesure où les mines sont très inégalement réparties sur la planète. Les gisements se concentrent dans quelques pays : 85 % des phosphates se trouvent au Maroc et au Sahara occidental, alors que la Chine dispose de 5 à 6 % des réserves mondiales et que l'Europe en est totalement dépourvue.

2.5.5. Le potassium

Le potassium est, lui aussi, un élément indispensable et non substituable pour la croissance des végétaux. La potasse se dissout dans l'eau et ne se conserve qu'au sec. Elle fond au-delà de

33. Sylvain Pellerin, INRA, 2013.

34. Référence : phosphate naturel (Maroc), 70 % BPL, contrat, fas Casablanca.

TABLEAU 4
Potasse : production mondiale et réserves estimées (en milliers de tonnes de K₂O)

	Mines en production		Réserves
	2012	2013	
États-Unis	900	970	200 000
Biélorussie	4 760	4 900	3 300 000
Brésil	425	425	300 000
Canada *	8 980	10 500	1 000 000
Chili	1 050	1 100	150 000
Chine	4 100	4 300	210 000
Allemagne	3 120	3 000	140 000
Israël	1 900	2 000	40 000
Jordanie	1 090	1 200	40 000
Russie *	5 470	5 300	600 000
Espagne	420	436	20 000
Royaume-Uni	470	470	22 000
Autres pays	-	-	50 000
Total Monde	32 700	34 600	6 000 000

* En quantité de monoxyde de potassium (K₂O)

Source : USGS, février 2014

27

TABLEAU 5
Potasse : estimation de la durée des réserves connues et des ressources potentielles

	Réserves (9 500 Mt)	Ressources potentielles (18 000 Mt)
Production constante	257 ans	486 ans
Augmentation 1 % jusqu'en 2050, puis + 0 %	182 ans	338 ans
Augmentation 2 % jusqu'en 2050, puis + 0 %	131 ans	237 ans

Source : INRA SAE2 Nantes - Angers, d'après données USGS, 2012

60 °C. Les gisements se situent entre 400 et 1 000 mètres de profondeur.

Comme les phosphates, la potasse est très inégalement répartie à travers le monde (Tableau 4). Le Canada dispose de près de la moitié des réserves (46 %), suivi de la Russie (35 %) et la Biélorussie (68 %). L'Allemagne dispose de 2 % des ressources. Là encore, les chiffres sont à prendre avec beaucoup de précautions car les estimations varient fortement d'une année sur l'autre. Le fait que l'Allemagne, l'Espagne et le Royaume-Uni disposent d'un peu de potasse ne modifie pas fondamentalement la problématique : les stocks de ces trois pays devraient s'épuiser en moins de cinquante ans.

La vitesse d'épuisement des ressources de potasse est plus rapide que celle du phosphate, compte tenu de la réévaluation des stocks de ce dernier ³⁵. Dans des hypothèses analogues, les stocks de potasse s'épuisent en 131 ans contre 189 ans pour les phosphates (Tableau 5). Certaines méthodes recommandées pour recycler le phosphate s'appliqueront sans doute avantageusement à la potasse. Néanmoins, le caractère soluble de celle-ci risque de rendre son recyclage plus difficile. À terme, son indisponibilité pourrait constituer un facteur de diminution des rendements.

35. D'après Chatellier et al.

2.5.6. Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique a pour origine une augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, notamment le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux. Celle-ci a de nombreuses causes : la combustion d'énergie fossile (charbon, pétrole et gaz naturel), le changement d'affectation des sols (déforestation, retournement des parcours, savanes et prairies), certaines pratiques agricoles (riziculture, élevage bovin).

L'effet de serre est connu depuis longtemps par les scientifiques : dès la fin du XVIII^e siècle, le physicien suisse Horace-Bénédict de Saussure avait même émis l'hypothèse qu'il était généré par l'atmosphère. Et beaucoup de chercheurs ont longtemps considéré le réchauffement climatique comme un phénomène positif puisque l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone favorise la croissance des plantes, tout comme la hausse de la température favorise l'activité biologique. La hausse des rendements agricoles et forestiers enregistrée au vingtième siècle a sans doute bénéficié de ces deux facteurs.

Mais les conséquences du réchauffement climatique ne sont pas toujours aussi positives. Dès ses premiers rapports, le *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC) créé en 1988 avance que celui-ci va provoquer de plus en plus de phénomènes météorologiques forts (tempêtes, inondations, sécheresses plus longues, canicules) et que tous ces phénomènes vont entraîner une baisse des rendements. En 2006, cette baisse est également annoncée dans le rapport de l'économiste Nicholas Stern consacré à l'économie du changement climatique³⁶. Celui-ci montre³⁷ que le réchauffement déjà constaté a induit une diminution du potentiel de production alimentaire aux marges du Sahel, intensifiant la concurrence autour des ressources végétales et, par conséquent, entre éleveurs nomades et agriculteurs sédentaires. Il annonce aussi la chute des récoltes dans de nombreuses régions en développement à partir d'une hausse des températures de + 1 à 1,5 °C, l'augmentation des rendements, appuyée sur une fertilisation importante, dans les pays développés de haute latitude avec une hausse jusqu'à + 2 °C et, enfin, la diminution de la production dans toutes les régions, quel que soit le niveau de fertilisation, avec une hausse supérieure à + 2,5 – 3 °C.

Dans les années qui ont suivi, ce tableau général a été précisé par de nombreux travaux scientifiques. En 2009, l'Institut

national de recherche agronomique (INRA) et l'institut de recherche appliquée ARVALIS ont constaté que les rendements en blé n'augmentaient plus en France depuis 1996 : l'amélioration des itinéraires techniques et des variétés a seulement permis de limiter les effets négatifs du réchauffement (fortes chaleurs, sécheresses prolongées). Cette rupture de la tendance à la hausse des rendements a été observée dans d'autres pays européens : la tendance s'est inversée en 1989 en Espagne, en 1993 aux Pays-Bas, en 1994 en Italie, en 1995 au Danemark, en 1996 au Royaume-Uni et en 1999 en Allemagne. Le blé est une culture de régions tempérées qui souffre des trop fortes chaleurs : au-delà de 30 °C, la photosynthèse est perturbée et le vieillissement du blé s'accélère, faisant chuter le rendement. Or, en France, les journées très chaudes sont de plus en plus fréquentes : depuis 1985, le nombre de journées où le thermomètre a dépassé les 25 °C a augmenté de + 25 %.

Le problème est le même pour le colza. Par contre, les rendements du maïs et des betteraves continuent d'augmenter. Mais eux aussi, tout comme le riz, vieilliront prématurément et verront leurs rendements diminuer au-delà d'une certaine température. L'*International food policy research institut* (IFPRI) annonce à terme une baisse des rendements sur tous les continents, estimant même qu'une augmentation de 2 °C conduirait à une diminution de 30 % en Australie et de 20 % en Inde, dans la plaine du Gange.

Selon le rapport du GIEC publié en 2013, le changement climatique réduira les rendements moyens de 0 % à 2 % par décennie jusqu'à la fin du vingt-et-unième siècle par rapport au climat de la fin du vingtième siècle (*Graphique 3*), cela avec ou sans mesures d'adaptation et dans un contexte d'augmentation de la demande, les pays tropicaux étant les plus menacés. De plus, la variabilité interannuelle des rendements devrait augmenter. Les mesures d'adaptation permettraient, en moyenne, d'augmenter les rendements d'environ + 15 à + 18 %, mais avec des situations hautement variables selon les régions. De plus, elles seraient efficaces pour une augmentation des températures de + 2 °C par rapport au niveau pré-industriel, mais auraient peu d'effets à partir de + 4 °C.

Jusqu'à la fin du vingtième siècle, le réchauffement climatique a pu favoriser la hausse des rendements agricoles. Mais cela n'est plus vrai aujourd'hui et il conduirait même, à terme, à leur diminution. De plus, il entraîne une remontée du niveau de la mer qui va réduire les surfaces de terres agricoles et forestières, alors que celles-ci sont déjà confrontées à l'augmentation de la pression urbaine. De plus, cette perte de surfaces terrestres sera précédée de la salinisation d'espaces importants

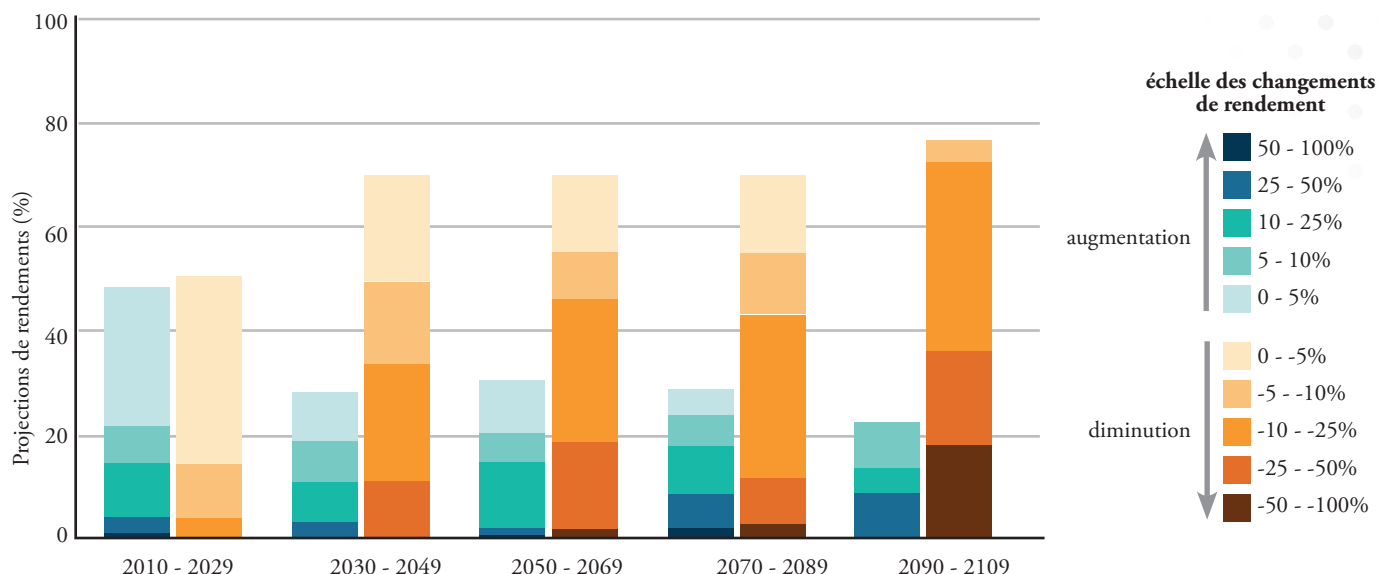
36. Rédigé à la demande du gouvernement britannique et publié en octobre 2006, ce rapport est le premier dirigé par un économiste et non un météorologue. Il alerte sur le fait que, faute d'agir rapidement, le réchauffement global de la planète provoquerait une récession économique « d'une ampleur catastrophique » (Stern Nicholas, *Stern Review on the Economics of Climate Change*, 2006, 700 p.).

37. Cf. Figure 13.4 : *stabilisation levels and probability ranges for temperatures increases*, in Le Déméter 2009, page 141 (<http://www.clubdemeter.com>).

GRAPHIQUE 3

Réchauffement climatique : évolution prévue des rendements d'ici à un siècle selon le rapport d'évaluation, publié en novembre 2014 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

Ce graphique résume les changements prévus en termes de rendements en raison du changement climatique durant le 21ème siècle. La hauteur de chaque couleur représente le pourcentage d'études scientifiques montrant le même pourcentage de variation des rendements. Il présente les projections pour différents scénarios d'émissions, sur les régions tropicales et tempérées, pour des cas avec et sans adaptation combinés. Peu d'études ont examiné les effets, sur les systèmes de culture, de scénarios où les températures moyennes mondiales augmenteraient de 4° C ou plus. Les variations de rendements sont calculées par rapport aux niveaux de la fin du vingtième siècle. Les données pour chaque période sont réparties en pourcentage.



29

lors de grandes marées et de tempêtes³⁸. Concernant l'agriculture, le réchauffement doit être contenu en dessous des 2 °C : pour ce faire, il faut équilibrer le plus rapidement possible émissions et capture de gaz à effet de serre. Il ne s'agit pas simplement de réduire ou d'atténuer le réchauffement, mais bien de l'arrêter le plus vite possible. Cela sera beaucoup plus difficile dans quelques années qu'aujourd'hui. En 1992, lors de la conférence de Rio, il fallait diviser les émissions de gaz à effet de serre par deux. Or, elles ont continué d'augmenter et nous sommes aujourd'hui sur une trajectoire de + 4 °C à la fin du siècle. C'est trop, beaucoup trop. Nous n'avons plus que quelques années pour modifier les tendances. C'est la priorité des priorités et ce n'est pas que l'affaire des agriculteurs. Résoudre la question alimentaire dépend de l'ensemble de la population, du succès ou non de la lutte contre le réchauffement climatique. Là encore, les émissions de gaz à effet de serre sont le fait d'une multitude de décisions et chaque décision marginale compte.

38. Ces divers aspects restent à quantifier.

3. LA DEMANDE ALIMENTAIRE

3.1. L'offre alimentaire dépendra de plus en plus des surfaces terrestres

L'alimentation de l'humanité est produite grâce à la photosynthèse qui permet de capter l'énergie solaire : sur mer avec le phyto-plancton et sur terre avec les végétaux. Sur mer, le phyto-plancton constitue la base alimentaire de toute la chaîne trophique des organismes marins, donc des poissons que nous consommons. Sur terre, les plantes constituent la base alimentaire de toute la chaîne animale, herbivore, carnivore et omnivore. Autrement dit, l'homme, omnivore, tire sa nourriture du milieu marin comme du milieu terrestre puisqu'il consomme des produits végétaux (fruits, tubercules, racines, tiges, feuilles), des poissons (de mer ou d'eau douce) et des produits animaux terrestres (laitages, œufs, viandes notamment des herbivores). À la fin du dix-neuvième siècle, les prises annuelles de poisson en mer étaient estimées à 5 millions de tonnes. En un siècle, elles ont été multipliées par 14. Depuis la fin des années quatre-vingt, les prélèvements plafonnent à 90 millions de tonnes

par an et représentent 2 à 3 % des calories consommées par l'homme et 6 à 7 % des protéines. L'augmentation des prises est due à l'industrialisation de la pêche, avec l'utilisation, depuis les années cinquante, des chalutiers industriels qui sont de véritables usines flottantes. Depuis un demi-siècle, ils vont de plus en loin des côtes et pêchent de plus en plus profond : la profondeur moyenne des prises est passée de 150 à 200 mètres entre 1950 et 1970 à plus de 250 mètres à partir des années quatre-vingt. Les bateaux en viennent à racler les fonds marins, perturbant gravement la vie marine. L'augmentation des prélèvements n'est plus envisageable au risque de détruire les stocks ³⁹. De plus, l'acidification des océans, avec l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, constitue une nouvelle menace pour le phyto-plancton et donc pour toute la chaîne alimentaire sur les océans.

Dans ces conditions et compte tenu de la hausse de la démographie, la part de poisson sauvage dans l'alimentation humaine ne peut que diminuer. Selon les *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO pour la période 2014 – 2023* publiées en juillet 2014, « la production mondiale de poisson, (aquaculture et pêche) a battu un nouveau record en 2013, s'établissant à plus de 160 Mt ». Ce développement est « tiré par l'essor continu de la production aquacole ». En moyenne 2011 – 2013, le volume est de 158,8 Mt de poissons, dont 66,3 provenant de l'aquaculture. En 2023, « la production provenant de l'aquaculture devrait s'établir à quelque 92 Mt en 2023, progressant ainsi de 38 % pendant la prochaine décennie. Cela correspond à un taux de croissance annuel de 2,5 %, bien moins que les 5,6 % enregistrés ces dix dernières années (2004 – 13). Mais, en dépit de la décélération de sa croissance, l'aquaculture continuera de figurer parmi les secteurs les plus dynamiques de la filière agro-alimentaire. La part de l'aquaculture dans la production totale de poisson devrait croître de 42 % pendant la période de référence (2011 – 13) à 49 % en 2023. La production aquacole, à l'exclusion des usages non-alimentaires, devrait prendre le pas sur la production halieutique en 2014 et devenir la première source de poisson destiné à la consommation humaine, comptant pour 53 % de la production totale de poisson en 2023 ». La « production » totale de poissons dépasserait les 186 Mt en 2023, dont 91,5 Mt provenant de l'aquaculture ⁴⁰. Dans ces conditions, l'offre alimentaire de l'humanité dépendra de plus en plus de la production végétale terrestre. Dans la

mesure où il suffit d'un peu moins de 2 kilogrammes de céréales pour produire un kilogramme de poisson contre respectivement 7 pour 1 kg de viande bovine, 4 pour 1 kg de viande de porc et un peu plus de 2 pour 1 kg de volaille, la fourniture de calories et de protéines animales à partir d'élevage de poissons végétaux est effectivement une voie à explorer. Mais, sachant que la limite de l'alimentation est la surface qui permet la photosynthèse, il convient de voir quelles surfaces pourront, à l'avenir, être consacrées à la production alimentaire.

3.2. Perspectives de la demande alimentaire

Dans son livre « *Feeding the world : a challenge for the twenty-first century* » publié en 2000, le scientifique canadien Vaclav Smil, spécialiste de l'environnement, a quantifié la production et la consommation de kilocalories nécessaires par personne et par jour, à l'échelle mondiale, à la fin des années quatre-vingt-dix. Ses chiffres ont été repris par Marion Guillou, présidente de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et Gérard Matheron, président du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) dans leur livre « *9 milliards d'hommes à nourrir. Un défi pour demain* » publié en septembre 2011.

Sur la base des chiffres de Vaclav Smil, la production alimentaire atteignait 4 600 kilocalories par personne et par jour à la fin des années quatre-vingt-dix, alors que la consommation (la quantité ingérée) était seulement de 2 000 kilocalories. Comment expliquer un tel écart ?

- 600 kilocalories étaient considérées comme perdues au cours du transport et du stockage des récoltes
- 1 700 kilocalories étaient consommées par les animaux afin de fournir, in fine, 500 kilocalories ⁴¹
- 800 kilocalories étaient perdues et gaspillées sur les chaînes des industries agro-alimentaires (transformation et distribution) et sur les lieux de consommation, à domicile ou hors foyer
- Au final, 2 600 kilocalories étaient perdues et la consommation n'était donc que de 2 000 kilocalories par personne et par jour.

Dans ce cadre, nous avons posé diverses hypothèses afin d'apprécier l'évolution de la production alimentaire nécessaire pour satisfaire les besoins alimentaires humains à l'horizon 2050. Les scénarios qui suivent prennent comme hypothèse centrale une population de 9,6 milliards de personnes à l'horizon 2050 et un objectif de 2 500 kilocalories par personne et par jour. Trois scénarios (H2, H3 et H4) sont étudiés : pour chacun d'entre eux

39. Le biologiste canadien Jeffrey Hutchings pense « qu'une reconstitution des stocks reste encore possible si des mesures majeures étaient prises. Par contre si ces mesures ne sont pas prises rapidement, la durée de reconstitution s'allonge et devient exponentiellement improbable avec le temps. Il souligne que le devenir des stocks halieutiques mondiaux est entre les mains des politiciens qui doivent faire preuve de courage pour ne plus reporter ces décisions urgentes pour des raisons à court terme qui condamnent les populations sur le long terme » (<http://myweb.dal.ca/jhutch/>).

40. <http://www.oecd.org/fr/sites/perspectivesagricolesdelocdeetdelafao/#d.fr.192283>.

41. Vaclav Smil considérerait qu'il fallait 3,4 calories végétales pour produire une calorie animale. Ce faible ratio est notamment dû aux élevages chinois de volailles et de poissons.

TABLEAU 6
Scénarios prospectifs d'évolution de la production alimentaire
pour satisfaire les besoins humains à l'horizon 2050

Situation en 2000*	H 1	H 2	H 3	H 4
Disponibilité alimentaire (Kcal / jour / personne)				
4 600	3 100	3 567	4 260	5 100
Perte après récolte (Kcal / jour / personne)				
- 600	- 100	- 200	- 400	- 600
Disponibilité alimentaire apparente (Kcal / jour / personne)				
4 000	3 000	3 367	3 860	4 500
Aliments pour animaux (Kcal / jour / personne)				
- 1 700	- 850	- 850	- 1 360	- 1 700
Produits animaux (Kcal / jour / personne)				
500	250	250	400	500
Pertes et gaspillages (Kcal / jour / personne)				
- 800	- 200	- 267	- 400	- 800
Consommation alimentaire (Kcal / jour / personne)				
2 000	2 200	2 500	2 500	2 500
Production pour 6 milliards de personnes (milliards de kcal par jour et par personne)				
27 600	-	-	-	-
Production pour 9,6 milliards de personnes (milliards de kcal par jour et par personne)				
	30 590	37 307	40 470	48 450
Augmentation de la production par rapport à 2000 (en pourcentage)				
	7 %	23 %	47 %	76 %

* Chiffres Vaclav Smil, *Feeding the world*, 2000.

Source : Calculs de l'auteur

31

varient la perte après récolte, la part de produits animaux dans la ration alimentaire (donc la part de la production de calories végétales consacrée à l'alimentation animale) et les pertes et gaspillages dans les circuits de transformation, de distribution et de consommation (Tableau 6).

- Le scénario H4 diffère de la situation de 2000 par l'augmentation des calories finales disponibles. Celles-ci passent de 2 000 à 2 500 kcal afin de tenir compte de la sous-nutrition d'une partie de la population mondiale en 2 000, sans gagner sur les autres postes et sans augmenter la consommation de viande par personne. Dans ce scénario, la production agricole doit augmenter de + 76 %.
- Dans les scénarios H3 et H2, des progrès très substantiels sont obtenus au niveau des différents postes de pertes et la consommation de viande diminue respectivement de 20 % et de 50 %. La production alimentaire doit alors progresser de + 47 % ou de + 23 %.
- Dans le scénario H1, la consommation n'atteint que 2 200 kcal par personne, la consommation de viande diminue égale-

ment de moitié et des progrès spectaculaires sont réalisés afin de réduire les pertes. Dans ce scénario « sévère », la production alimentaire doit augmenter de + 7 %.

Les scénarios peuvent être multipliés à l'infini. Si la consommation de viande par personne augmentait, la production alimentaire devrait croître dans des proportions encore plus importantes. Ces chiffres prouvent que la production doit augmenter dans tous les cas de figure pour satisfaire une population en forte croissance et que les rendements doivent augmenter à surface constante et encore plus avec des surfaces en baisse. Ils indiquent aussi que l'équilibre alimentaire mondial n'est pas, loin s'en faut, du seul ressort de la production. La hausse de la production nécessaire varie en fonction de l'amélioration potentielle des conditions de transport et de stockage et des modifications d'habitudes (réduction de la consommation de viande et du gaspillage à la consommation). Tous les acteurs des filières agro-alimentaires, ainsi que les consommateurs sont concernés pour parvenir à l'équilibre alimentaire mondial.

3.3. Les équilibres offre / demande

Des éléments ci-dessus, il convient de retenir que la question alimentaire mondiale n'est pas qu'un problème de répartition. Si la sous-alimentation s'explique souvent par une mauvaise répartition de la production, les perspectives font apparaître des limites à la production même. Les futurs équilibres alimentaires devront tenir compte, à la fois, des limites de la production et de sa répartition. Compte tenu des grandes incertitudes pesant sur l'évolution des rendements, l'équilibre alimentaire durable pour une population nombreuse n'est pas assuré. La production ne peut augmenter indéfiniment.

Réfléchir aux moyens d'assurer l'équilibre alimentaire de l'humanité :

- ne se réduit pas à savoir si, en 2050, la planète sera capable de nourrir les milliards d'êtres humains qui la peupleront. Il est facile d'imaginer un scénario basé sur l'augmentation notable des surfaces arables et de la consommation localisée d'engrais qui permettrait de satisfaire les besoins. Mais sa réalisation pourrait favoriser le réchauffement climatique et épuiser rapidement les stocks de phosphates et de potasse : autrement dit, rendre encore plus difficile la transition vers une agriculture durable et, *in fine*, compliquer l'équilibre alimentaire mondial ultérieur.

- 32 • impose de s'intéresser aux conditions de la transition d'une agriculture basée sur l'utilisation d'énergies fossiles (pétrole, gaz naturel) et de ressources minières épuisables (phosphates, potasse) à une agriculture durable, où les principaux éléments minéraux sont à recycler.

Les futurs équilibres alimentaires mondiaux dépendent, en premier lieu, de notre capacité à lutter contre le réchauffement climatique et, donc, à stabiliser les gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ils dépendent aussi de la gestion quantitative et qualitative des espaces naturels, de la démographie, de régimes alimentaires plus ou moins carnés, de la réduction des pertes au sein des filières agro-alimentaires et de la fin du gaspillage lors de la distribution et de la consommation. Ils dépendent enfin, sur le long terme, de notre capacité à répartir et à recycler les éléments minéraux, notamment les phosphates et la potasse. En bref, ils dépendent de tous les citoyens, non des seuls producteurs agricoles.

L'alimentation humaine provient d'une production de biomasse issue de processus relevant de la vie biologique. Elle dépend de ressources naturelles, du climat, de l'air, de l'eau, des sols, d'espaces, de biotopes, d'éléments minéraux ni substituables, ni renouvelables. L'alimentation humaine dépend donc de la gestion de ressources naturelles. De plus, elle entre en concurrence avec la production de biomasse énergétique, industrielle et pharmaceutique. Là encore, il apparaît clairement que la

question alimentaire n'est pas du seul ressort des politiques agricoles. Elle dépend aussi des politiques énergétiques et industrielles. Aujourd'hui dans le monde, 40 millions d'hectares sont consacrés aux cultures énergétiques. Selon les politiques suivies, les surfaces varient fortement et créent une concurrence par rapport à la production alimentaire en pesant sur l'extension des surfaces arables et l'emploi d'engrais.

4. L'ACCÈS À L'EXPLOITATION AGRICOLE : NOUVELLES MODALITÉS, NOUVELLES RÉGULATIONS

L'agriculture est une activité proprement humaine, mais aussi récente puisqu'elle a débuté il y a 12 000 ans, soit environ 350 générations. La transition entre la cueillette, la chasse, la pêche et l'agriculture (élevage itinérant, cultures) s'est progressivement opérée sur la planète. Aujourd'hui, les unités de production sont extrêmement diverses, entre les exploitations dépassant les 100 000 hectares au Brésil ou en Ukraine et les lopins de 50 ares remis aux anciens kolkhoziens, voire les paysans sans terre sud-américains. Certaines accumulent tracteurs et matériels de récolte ou de traitement, alors que d'autres en sont restées à la traction animale et au travail manuel : il n'y a qu'un tracteur pour près de 50 actifs agricoles sur la planète !

Les modalités d'accès au droit d'exploiter la terre comme de commercialiser des produits agricoles restent, elles aussi, très diverses. Dans certaines sociétés, la propriété foncière n'existe pas et le marché n'est pas le moyen pour réallouer les terres entre producteurs : les règles se basent, par exemple, sur le nombre de personnes à nourrir par famille. En Europe de l'Ouest, région de propriété foncière depuis la fin des régimes féodaux, l'accès au droit d'exploiter la terre se fait généralement par héritage, location ou achat, même s'il subsiste des droits d'usage liés à l'habitat comme les *sectionnaux* du Massif Central. Dans ce contexte, l'objet de ce chapitre est de dresser le tableau des tendances en cours, en commençant par la situation française avant de s'intéresser à l'Union européenne.

4.1. En France

Au sortir de la Révolution française, la majorité des terres était exploitée en métayage. Un grand propriétaire mettait une surface à disposition d'un métayer et les récoltes étaient réparties entre les deux. Dans certaines régions, les terres étaient louées à des fermiers dans des conditions précaires qui ne les encourageaient pas à investir. Enfin, de nombreux petits paysans cultivaient les terres qu'ils détenaient en propriété. Le capital foncier et le capital d'exploitation (bâtiment, terre, outils, intrants) étaient majoritairement détenus par les propriétaires

non exploitants et le travail effectué par des producteurs possédant peu de capital. L'agriculture était affaire de propriétaires principalement non exploitants.

Progressivement, les propriétaires bailleurs se sont désengagés de leur capital foncier pour investir dans d'autres secteurs ou ont mis leurs propriétés en fermage. Le faire-valoir direct s'est développé, remplaçant le métayage. À la veille de la Seconde Guerre mondiale, le faire-valoir direct concernait 60 % des terres agricoles, le métayage 10 % et le fermage 30 %. La référence était l'exploitation familiale de propriétaires exploitants qui détenaient le capital foncier et le capital d'exploitation et où la famille, qui pouvait réunir deux ou trois générations, fournissait le travail.

Au sortir de la guerre, la France, comme la plupart des pays d'Europe de l'Ouest, était importatrice nette de produits agricoles. Les responsables politiques en place ont donc décidé de relancer la production en offrant un cadre incitatif aux fermiers pour les encourager à investir. Le statut du fermage est établi en 1946, offrant à l'agriculteur :

- Un bail d'une durée minimum de neuf ans, renouvelable sauf en cas de reprise du fonds par le propriétaire pour une exploitation personnelle.
- Une indemnité pour les améliorations apportées au fonds en cas de sortie.
- Un loyer encadré et indicé annuellement qui a permis aux exploitants de bénéficier de l'augmentation de la valeur ajoutée qu'ils ont pu développer car les loyers, indicés sur le prix des denrées jusqu'en 1994, ont peu augmenté.
- Un droit de préemption en cas de vente par le bailleur.

À la fin des années cinquante, au moment de la création de l'Union européenne par les six premiers États-membres dont la France ⁴², l'État français répond à la demande des jeunes agriculteurs et entend renforcer son économie agricole en « modernisant » l'agriculture. La politique nationale promeut le modèle de l'exploitation familiale à deux unités de travail via une politique des structures reposant sur :

- La création de *Commissions départementales des structures* chargées de délivrer des autorisations ou des refus d'exploiter à ceux souhaitant s'agrandir ou s'installer. Les candidats aux marchés de la terre et des locations sont ainsi sélectionnés. De

plus, le prix de la terre est formé par les personnes autorisées à s'agrandir.

- La création, en 1960, des *Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural* (Safer) chargées d'acheter des terres, de restructurer le parcellaire et de « moderniser » les exploitations par des travaux d'aménagement (drainage, irrigation, amélioration des bâtiments) pour installer de jeunes agriculteurs. En 1962, à la demande de la profession agricole, elles sont aussi dotées d'un droit de préemption qui leur permet d'orienter le marché foncier agricole vers les agriculteurs prioritaires de la politique des structures. La référence reste l'exploitation familiale où main-d'œuvre et capital d'exploitation relèvent de la famille, indépendamment du mode de faire-valoir.

La restructuration des exploitations s'effectue d'autant plus facilement que des aides au départ incitent les agriculteurs âgés à céder leurs terres et que les secteurs secondaires et tertiaires embauchent les jeunes souhaitant quitter les campagnes. Les exploitations « se modernisent », s'équipent de matériels et de bâtiments et recourent de plus en plus aux intrants. Les systèmes de production sont simplifiés et une certaine industrialisation de l'agriculture s'engage, avec des itinéraires techniques de plus en plus standardisés. Les exploitations se spécialisent comme les territoires. Le capital et l'énergie, en particulier fossile, se substituent au travail.

Au sortir des années soixante, l'exploitation agricole familiale continue d'être favorisée. Le droit au renouvellement du bail est élargi aux descendants et au conjoint. Le fermage de long terme bénéficie d'incitations fiscales. Les montages sociétaires sont encouragés afin de faciliter la transmission inter-générationnelle : *Groupe agricole d'exploitation en commun* (GAEC) parent – enfant, *Exploitation agricole à responsabilité limitée* (EARL) uni-personnelle et pluri-personnelle, *Sociétés civiles d'exploitation* (SCEA). Les exploitations travaillent de plus en plus en faire-valoir mixte. Celles qui se sont maintenues ou développées ont dû financer un capital foncier et d'exploitation (bâtiment, matériel, cheptel et intrants) de plus en plus important, donc de plus en plus difficile à payer par une seule personne ou par la famille nucléaire : autrement dit, de moins en moins d'exploitants ont les moyens de financer seuls l'ensemble du capital mis en œuvre.

Concernant le foncier, le fermage progresse et le nombre de propriétaires fonciers par exploitation ne cesse d'augmenter : le nombre de comptes de propriété peut dépasser les quinze, vingt, voire trente. La terre appartient de moins en moins aux exploitants et, de plus en plus, aux parents, aux frères et sœurs, aux anciens exploitants ou aux héritiers des bailleurs. Le nombre des structures de portage sociétaire, de types *Groupe agricole* (GFA) et *Sociétés civiles immobilières* (SCI), augmente

42. Depuis 1er juillet 2013 et l'adhésion officielle de la Croatie, l'Union européenne (UE) compte vingt-huit États-membres (UE – 28). L'Allemagne de l'Ouest (RFA), la Belgique, la France, l'Italie, le Luxembourg et les Pays-Bas sont les six membres fondateurs, réunis en 1957 par le Traité de Rome. Puis se sont ajoutés la Grande-Bretagne, le Danemark et l'Irlande en 1973, la Grèce en 1981, l'Espagne et le Portugal en 1986, l'Autriche, la Finlande et la Suède en 1995, Chypre, l'Estonie, la Hongrie, la Lettonie, la Lituanie, Malte, la Pologne, la République tchèque, la Slovaquie et la Slovénie en mai 2004 et, enfin, la Roumanie et la Bulgarie le 1er janvier 2007.

TABLEAU 7

France : rapport entre la main-d'œuvre non-familiale et familiale en 2010 selon le statut d'exploitation

Ce tableau montre que la main-d'œuvre non-familiale représente 18 % de la main-d'œuvre familiale dans les exploitations individuelles et les GAEC, ces derniers se comportant comme des réunions d'exploitations individuelles. Par contre, dans les SCEA, la main-d'œuvre non-familiale représente un peu plus d'une fois et demie la main-d'œuvre familiale.

	Nombre d'exploitations	SAU (hectares)	Rapport entre la main-d'œuvre non-familiale et familiale
Individuelles	339 872	11 556 979	0,18
EARL	78 610	7 478 922	0,52
GAEC	37 205	5 489 793	0,18
SCEA	23 160	2 053 576	1,58
Sociétés commerciales	6 129	257 471	4,54
Autres	5 001	126 510	2,59
Total	489 977	26 963 252	0,41

Source : Terres d'Europe-Scafr d'après SSP, RGA 2010

TABLEAU 8

**France : répartition des exploitations agricoles en 2010
selon le statut et l'orientation technico-économique (OTEX)**

34

Individuelles	EARL	GAEC	SCEA	Sociétés commerciales	Autres	TOTAL
Exploitations spécialisées en grandes cultures						
69 %	20 %	3 %	7 %	1 %	1 %	100 %
Exploitations spécialisées en maraîchage et horticulture						
64 %	15 %	4 %	4 %	7 %	5 %	100 %
Exploitations spécialisées en viticulture						
72 %	13 %	2 %	9 %	2 %	1 %	100 %
Exploitations spécialisées en cultures fruitières et autres cultures permanentes						
80 %	10 %	2 %	4 %	1 %	2 %	100 %
Exploitations bovines spécialisées – orientation lait						
48 %	25 %	23 %	2 %	0 %	1 %	100 %
Exploitations bovines spécialisées – orientation élevage et viande						
81 %	9 %	7 %	2 %	1 %	0 %	100 %
Exploitations bovines – lait, élevage et viande combinés						
50 %	19 %	28 %	2 %	1 %	1 %	100 %
Exploitations avec ovins, caprins et autres herbivores						
85 %	6 %	5 %	2 %	1 %	2 %	100 %
Exploitations d'élevage hors sol						
53 %	27 %	9 %	6 %	3 %	1 %	100 %
Exploitations de polyculture et poly-élevage						
67 %	17 %	11 %	3 %	0 %	1 %	100 %
TOTAL						
69 %	16 %	8 %	5 %	1 %	1 %	100 %

Source : Terres d'Europe-Scafr d'après SSP, RGA 2010

car celles-ci permettent de répartir la propriété de la terre entre plusieurs ayants droit⁴³. Dans ce contexte, la propriété foncière est de plus en plus morcelée par rapport à l'exploitation. Or, plus la propriété est morcelée par rapport à l'exploitation, plus l'organisation de la transmission de l'exploitation est du ressort de l'exploitant.

Tout comme le foncier, le capital d'exploitation est réparti entre un nombre de plus en plus important de personnes. Dès les années soixante-dix, les GAEC parents – enfants ont facilité la transmission progressive du capital d'exploitation, les comptes courants des parents permettant de financer le capital d'exploitation. Par la suite, le développement progressif, mais régulier des formes sociétaires a permis de faire porter le capital d'exploitation par un nombre de plus en plus important de personnes. Selon les données de la Caisse centrale de Mutualité sociale agricole (CCMSA), les exploitants détenaient en 2012 moins de 50 % du capital social des SCEA. Les membres de la famille sont de plus en plus sollicités pour porter une part du capital social. Mais, dans le secteur de l'élevage, les difficultés pour financer un capital toujours plus important ou trouver un repreneur peuvent conduire certains exploitants à décapitaliser et à s'orienter vers les grandes cultures.

Aujourd'hui, de nouveaux schémas se mettent en place dans le cadre de successions familiales, avec une part du capital social revenant aux co-héritiers. Auparavant, l'enfant qui reprenait l'exploitation se voyait plutôt attribuer le capital d'exploitation, alors que le capital foncier revenait de préférence à ses frères et sœurs co-héritiers. Désormais – compte tenu du capital à transmettre, mais peut-être aussi des perspectives de revenus de l'exploitation comparées à celles des co-héritiers travaillant hors agriculture – le capital d'exploitation peut être réparti entre co-héritiers. L'exploitant a alors un statut de gérant, salarié ou non, et une rémunération au titre de chef d'exploitation. Les revenus de l'exploitation sont partagés entre l'exploitant et les co-héritiers, alors qu'auparavant ceux-ci percevaient seulement le fermage. Des holdings financières familiales peuvent même se constituer : les familles se rassemblent autour de l'exploitation pour accompagner son financement. Ce système peut permettre de financer l'entreprise agricole familiale au niveau du capital, alors que le capital foncier appartient de moins en moins à la famille et que le travail non-familial devient progressivement prépondérant dans l'agriculture française (*Tableau 7*). Ces schémas s'inscrivent dans le mouvement de concentration des terres agricoles enclenché depuis la fin du dix-neuvième siècle. Entre 1955 et 2010, le nombre d'exploitations est passé

de 2,3 millions à 500 000 : autrement dit, il a été divisé par 4,6, alors que la population active agricole était, elle, divisée par plus de 6 sur la même période. En 2010, les actifs agricoles représentaient 3,3 % de la population active totale, soit un taux dix fois moindre qu'en 1955. Et la concentration pourrait se poursuivre – donc ce modèle se développer – autour de familles agricoles toujours moins nombreuses.

Pour autant, ce processus de concentration et de financiarisation n'évolue pas au même rythme selon les régions et les orientations technico-économiques (OTEX⁴⁴). Mais il semble concerner toutes les OTEX. Comme le montre le *Tableau 8*, la viticulture et le maraîchage / horticulture apparaissent les deux secteurs où l'évolution est la plus avancée : les SCEA et les sociétés commerciales y regroupent 11 % des exploitations. Viennent ensuite les élevages hors sol et les grandes cultures, avec des taux respectifs de 9 et 8 %. Les SCEA émergent dans toutes les autres orientations technico-économiques.

D'autres formes d'organisation peuvent également se développer. Des porteurs de capitaux d'origine non-agricole, français et étrangers, s'intéressent en effet aux exploitations françaises. Or, l'émergence des exploitations sociétaires facilite l'entrée de capitaux extérieurs à l'agriculture, et ce d'autant plus aisément que les outils de régulation foncière n'ont pas été conçus pour les transferts de parts sociales.

Dans un contexte de tensions sur l'offre, des opérateurs situés en aval des filières peuvent chercher à assurer leur approvisionnement en matières premières agricoles afin d'amortir leurs installations et valoriser leur réseau commercial. La contractualisation constitue l'un des moyens de le garantir. Les maisons de Champagne ont développé une stratégie particulière. Elles achètent des vignes qu'elles confient à bail à des viticulteurs. En contrepartie, ces derniers s'engagent à leur livrer la production de raisins provenant des surfaces louées, mais aussi d'autres surfaces dont ils sont propriétaires ou locataires. Investir dans des outils de première transformation en est un autre et des entrepreneurs chinois l'ont utilisé en investissant en Bretagne et en Normandie pour s'assurer des volumes de poudre de lait à exporter vers leur pays.

Mais il est aussi possible d'investir directement dans le capital social de l'exploitation agricole. Ces dernières années, des négociants en vin (notamment français) ont ainsi pris pied dans la production. En Bordelais, des opérateurs chinois disposant d'un réseau de commercialisation ont, en trois ans, acheté une centaine des 7 000 châteaux que compte le vignoble. Dans le secteur maraîcher, des expéditeurs achètent des terres ou des exploitations pour garantir leur approvisionnement. En Camargue, des investisseurs italiens sont présents dans les

43. Sur ce point, cf. en annexe, à la fin de cet article, l'analyse intitulée « *Évolution du prix de la terre en France : financiarisation du foncier agricole depuis vingt ans* ».

44. <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/definitions-et-methodes/otex-pbs/>

grandes exploitations rizicoles ⁴⁵. Depuis le début des années deux mille, en particulier depuis l'éclatement de la crise financière de 2008, des investisseurs s'intéressent aux exploitations en raison de la croissance de la demande de biomasse agricole. Des entrepreneurs, notamment français, s'intéressent à des élevages laitiers ou de production bovine. Un fonds de pension belge a acheté une exploitation céréalière de plus de 250 hectares dans le Nord.

Suivant des stratégies de court, moyen ou long terme, les opérateurs d'aval pourraient chercher à prendre le contrôle de plus en plus d'exploitations agricoles. De même, des investisseurs non-agricoles pourraient saisir toute opportunité de contrôler des exploitations françaises de taille conséquente, comme cela se produit déjà dans certaines régions d'Europe. Un investisseur asiatique a d'ailleurs tenté d'acheter une exploitation céréalière de 250 hectares dans le Sud-Ouest. Leurs propositions peuvent séduire des détenteurs de sociétés agricoles souhaitant se retirer et cherchant à vendre au plus offrant. Ce schéma peut donc se développer et conduire à des exploitations où le capital social

est détenu, majoritairement ou en totalité, par des investisseurs employant des gérants salariés.

Des exploitations familiales individuelles ou sociétaires au capital moins important vont évidemment perdurer, notamment dans les régions où les économies d'échelle sont impossibles, comme en zones de montagne. Elles résisteront et même se développeront si elles savent valoriser leur production grâce à un réseau de commercialisation approprié. Néanmoins, la tendance lourde est bien, pour l'instant, à la concentration des terres et, donc, à la marginalisation des petites et moyennes exploitations. Sans révision du mode de régulation, ce mouvement ne semble pas prêt de s'arrêter : le nombre d'exploitations françaises pourrait diminuer de 40 % entre 2010 et 2025 ⁴⁶.

Les dynamiques de restructuration des exploitations sont aujourd'hui mal connues, en France comme dans les autres pays de l'Union européenne, en raison de la méconnaissance des transferts de parts de sociétés agricoles. La mise en œuvre de la *Loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt* (LAAAF)

45. Cf. les travaux du sociologue François Purseigle.

46. Cf. Le monde agricole en tendances, ministère de l'Agriculture (<http://agriculture.gouv.fr/monde-agricole-en-tendances>).

TABLEAU 9
Union européenne à vingt-huit États-membres : répartition en 2010
des 12 millions d'exploitations et des 176 millions d'hectares agricoles (en %)

Taille des exploitations	Répartition en nombre	Surfaces occupées
Moins de 2 hectares	50 %	< 3 %
De 2 à 10 hectares	30 %	10 %
De 10 à 30 hectares	10 %	13 %
De 30 à 100 hectares	7 %	25 %
Plus de 100 hectares	< 3 %	50 %

Source : Terres d'Europe-Scafr, d'après Eurostat

TABLEAU 10
Union européenne : part en 2010
des exploitations de plus de 100 hectares dans sept grands pays agricoles

	Répartition en nombre	Surfaces occupées
Allemagne	11 %	55 %
Bulgarie	1,5 %	82 %
France	18 %	60 %
Hongrie	1,3 %	65 %
République tchèque	19 %	89 %
Roumanie	0,4 %	49 %
Royaume-Uni	21 %	74 %
Moyenne UE – 28	< 3 %	50 %

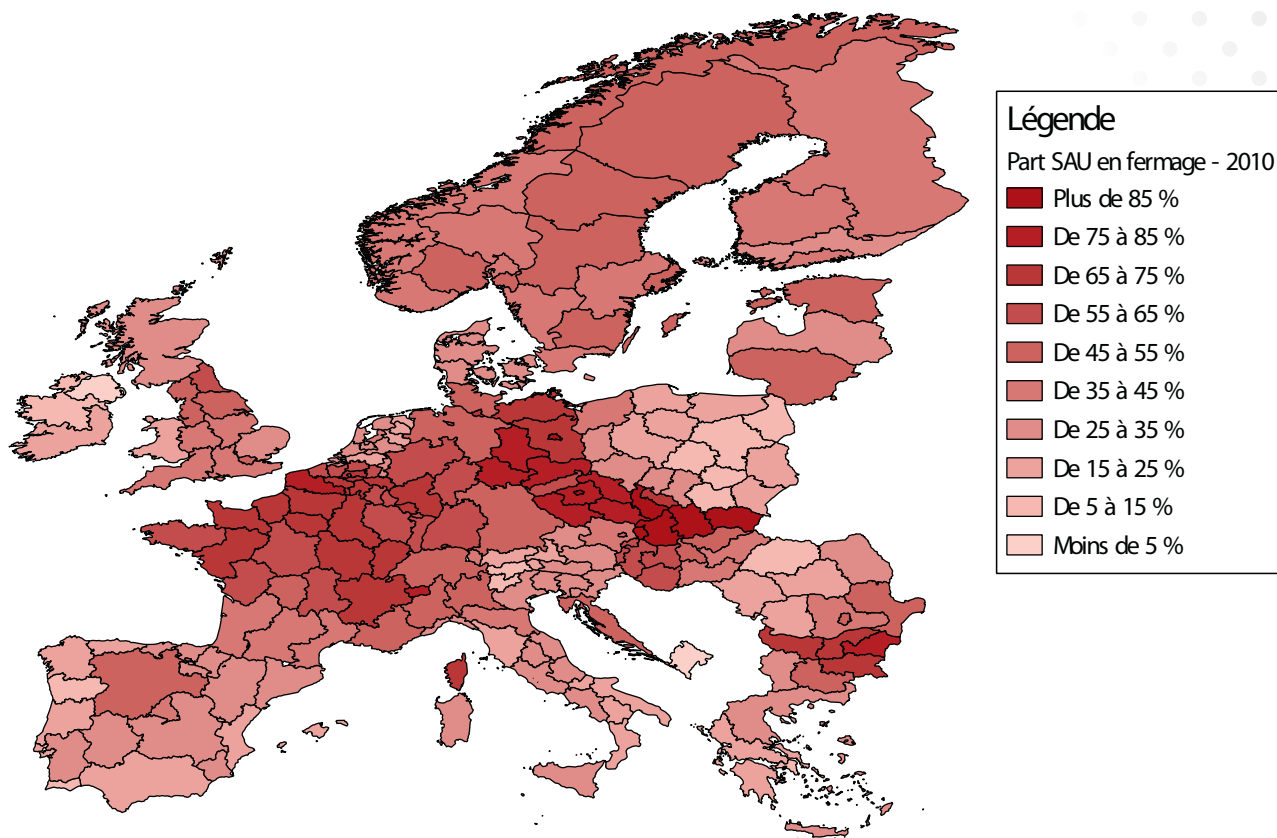
Source : Terres d'Europe-Scafr, d'après Eurostat

CARTE 1

Union européenne à vingt-huit États-membres : pourcentage de la surface agricole utile (SAU) en fermage en 2010

Dans cette carte, le faire-valoir direct inclut le faire-valoir direct réel, les terres en métayage et, pour la France uniquement, les terres des coexploitants mises à disposition de leur sociétés ("faux fermage").

Source : Terres d'Europe-Scafr d'après Eurostat et SSP (Ministère de l'agriculture).



37

publiée au Journal Officiel le 13 octobre 2014 ⁴⁷ devrait permettre de mieux connaître et quantifier les tendances à l'œuvre puisque les transferts de parts sociales devront être notifiés aux Safer. Encadrer l'accès aux marchés de la terre, des locations et des parts de marché devient stratégique. L'établissement des schémas régionaux des structures prévus par la LAAAF et leur mise en œuvre seront riches d'enseignements sur la capacité à orienter l'évolution des structures agricoles françaises.

4.2. Les structures européennes

Comme nous l'avons dit, la dynamique de concentration des exploitations agricoles est également à l'œuvre au sein de l'Union européenne qui compte vingt-huit États-membres

depuis juillet 2013 ⁴⁸. Les structures des unités de production sont d'une extrême diversité. Moins de 3 % des exploitations exploitent la moitié de la surface agricole, alors que la moitié des exploitations exploite moins de 3 % des terres (*Tableau 9*). En Roumanie par exemple, 0,4 % des exploitations exploitent 49 % des surfaces (*Tableau 10*).

Le fermage constitue le mode privilégié d'agrandissement des exploitations. Les régions où il est le plus développé sont également celles où les exploitations supérieures à 100 hec-

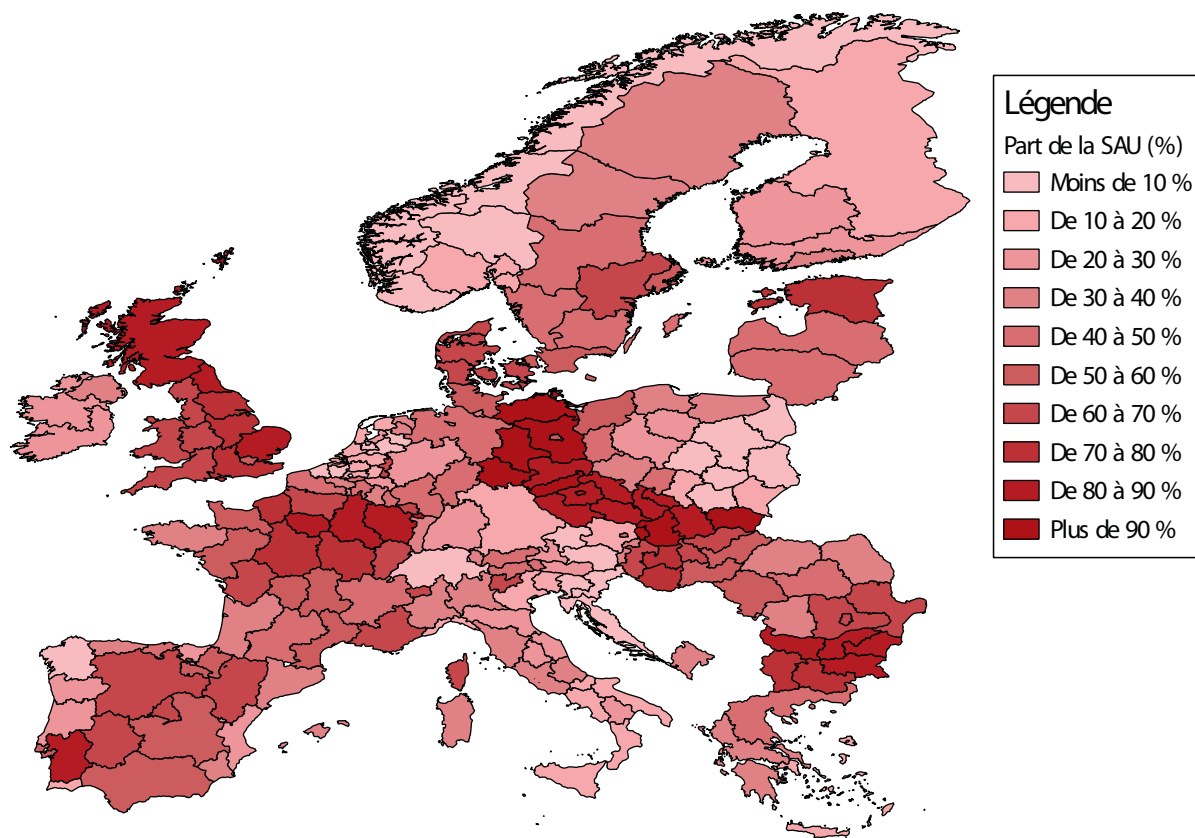
47. (http://www.legifrance.gouv.fr/affichLoiPubliee.do;jsessionid=5691BBA0E2987B8FCBB6195E53853F64.tpdjo07v_2?type=general&cidDocument=JORFD OLE000028196878).

48. Depuis 1er juillet 2013 et l'adhésion officielle de la Croatie, l'Union européenne (UE) compte vingt-huit États-membres (UE – 28). L'Allemagne de l'Ouest (RFA), la Belgique, la France, l'Italie, le Luxembourg et les Pays-Bas sont les six membres fondateurs, réunis en 1957 par le Traité de Rome. Puis se sont ajoutés la Grande-Bretagne, le Danemark et l'Irlande en 1973, la Grèce en 1981, l'Espagne et le Portugal en 1986, l'Autriche, la Finlande et la Suède en 1995, Chypre, l'Estonie, la Hongrie, la Lettonie, la Lituanie, Malte, la Pologne, la République tchèque, la Slovaquie et la Slovénie en mai 2004 et, enfin, la Roumanie et la Bulgarie le 1er janvier 2007.

CARTE 2

Union européenne à vingt-huit États-membres : part de la SAU des exploitations de plus de 100 hectares dans la SAU totale en 2010

Source : Terres d'Europe-Scafr d'après Eurostat.



38

tares occupent une part significative de la surface agricole utile (SAU). C'est notamment le cas dans les anciens pays de l'Europe de l'Est ayant connu le régime soviétique (Cartes 1 et 2). Vingt-cinq ans après l'effondrement du mur de Berlin en

1989, le nombre d'exploitations et la main-d'œuvre employée y ont fortement diminué, alors que le nombre de grandes exploitations en ferme et d'exploitations sociétaires a fortement augmenté. Dans certaines régions, ces dernières ont été

TABLEAU 11

Union européenne à vingt-huit États-membres en 2010 : des exploitations agricoles majoritairement familiales, mais émergence d'unités sociétaires de production

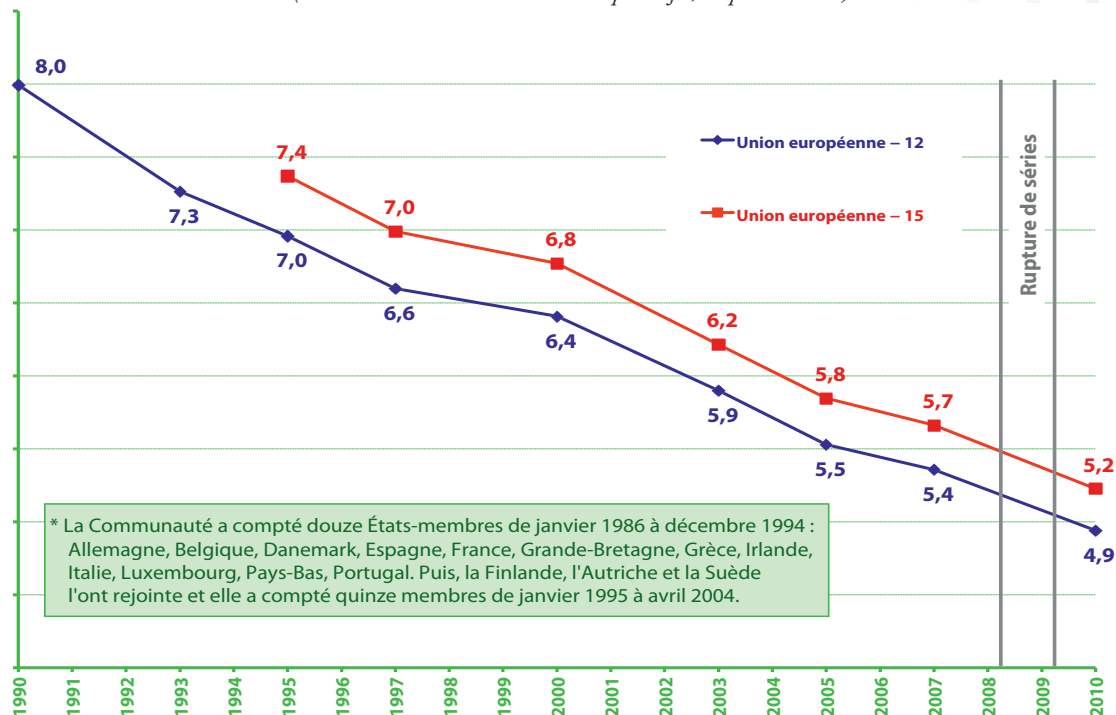
	Exploitations individuelles	Exploitations individuelles regroupées	Exploitations sociétaires	Total
Nombre (millions)	11,9	0,07	0,3	12,3
<i>Pourcentage</i>	97 %	0,6 %	2 %	100 %
Surface (millions hectares)	120	9	47	176
<i>Pourcentage</i>	68 %	5 %	27 %	100 %
Unités de travail (millions)	8,6	0,2	1,2	9,9
<i>Pourcentage</i>	86 %	2 %	12 %	100 %

Source : Terres d'Europe-Scafr, d'après Eurostat

GRAPHIQUE 4

Union européenne à douze, puis à quinze États-membres* : évolution du nombre d'exploitations depuis 1990

(en millions - Sources : Terres d'Europe-Scafer, d'après Eurostat)

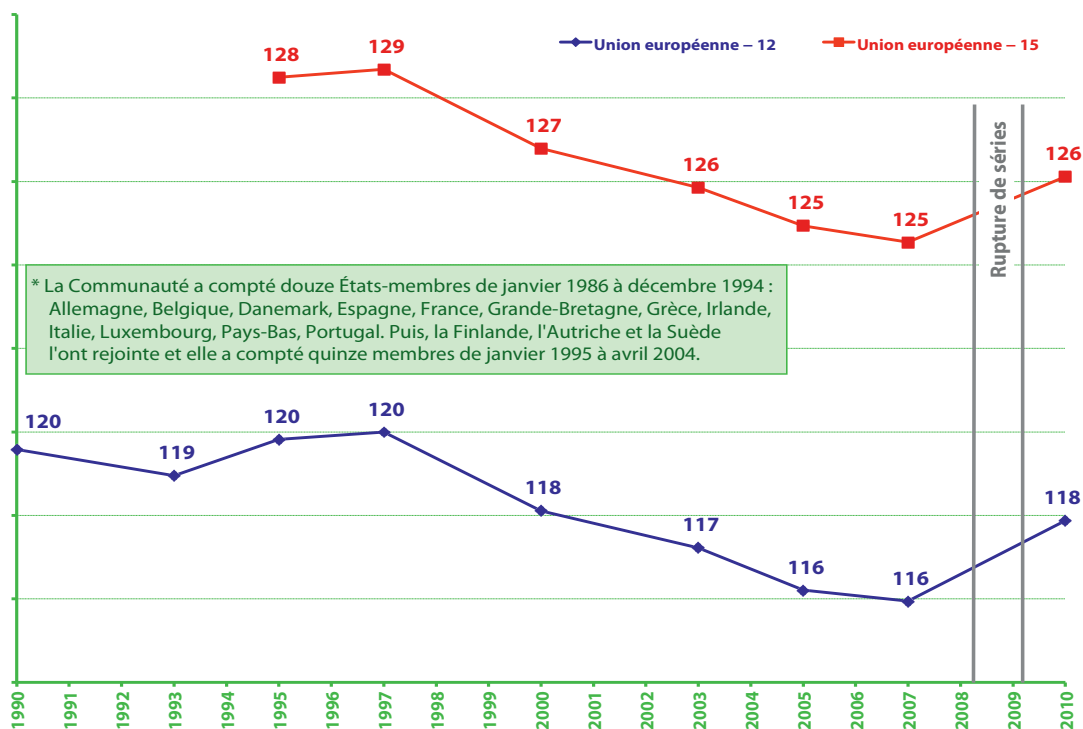


39

GRAPHIQUE 5

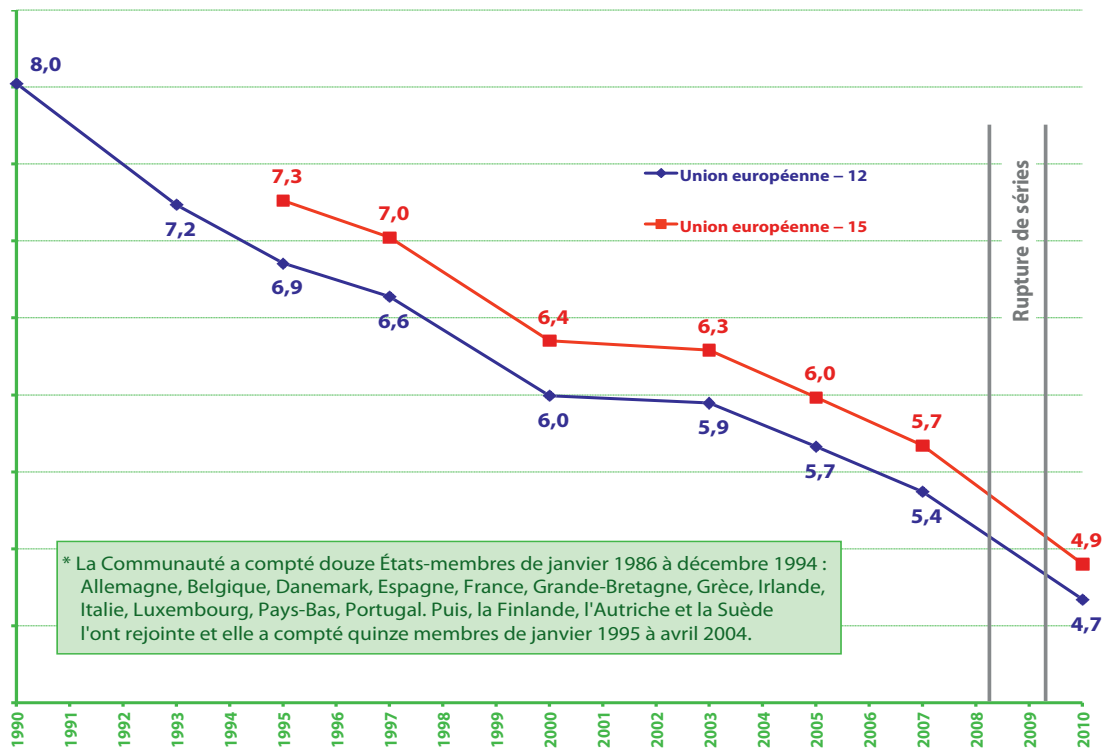
Union européenne à douze, puis à quinze États-membres* : évolution de la surface agricole utilisée (SAU) depuis 1990

(en millions d'hectares - Sources : Terres d'Europe-Scafer, d'après Eurostat)



GRAPHIQUE 6

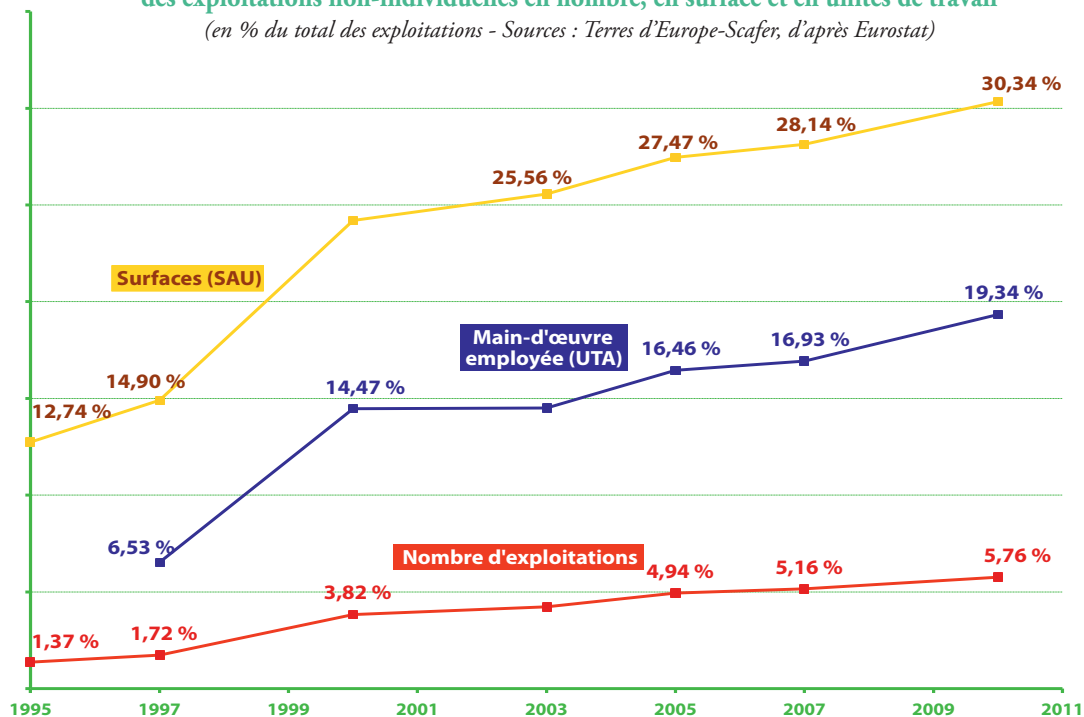
Union européenne à douze, puis à quinze États-membres* : évolution de la main-d'œuvre directement employée depuis 1990
(en millions d'UTA - Sources : Terres d'Europe-Scafer, d'après Eurostat)



40

GRAPHIQUE 7

Union européenne à quinze États-membres : évolution depuis 1995
des exploitations non-individuelles en nombre, en surface et en unités de travail
(en % du total des exploitations - Sources : Terres d'Europe-Scafer, d'après Eurostat)



directement constituées à partir d'anciennes exploitations d'État ou d'anciennes coopératives. Elles disposent de plusieurs milliers d'hectares et ont à leur tête d'anciens dirigeants des structures soviétiques. Elles ont souvent bénéficié de concessions, de ventes de la part de l'État et / ou de locations de terres auprès des nouveaux petits propriétaires, souvent d'anciens salariés des fermes collectives ne disposant ni du capital, ni des qualifications nécessaires pour exploiter eux-mêmes. Ils préfèrent souvent quitter la campagne pour chercher du travail. Au fil des années, les premières grandes exploitations créées ont été regroupées et leur taille peut dépasser les dix mille hectares. Il en résulte aujourd'hui une grande disparité des unités de production, entre les très grandes et les très petites exploitations.

En Europe de l'Ouest et du Nord, c'est-à-dire dans les quinze États-membres que la Communauté comptait jusqu'en avril 2004 – Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grande-Bretagne, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal et Suède – les terres se concentrent au sein d'un nombre de plus en plus réduit d'exploitations et la main-d'œuvre agricole diminue notablement : entre 1993 et 2007, le nombre d'exploitations et la main-d'œuvre ont reculé de 22 % (*Graphiques 4, 5 et 6*). Les exploitations non-individuelles sont les seules dont le nombre, les surfaces exploitées et la main-d'œuvre augmentent (*Graphique 7*).

Les plus grandes exploitations de l'Union européenne – hors les exploitations individuelles regroupées comme, par exemple, les GAEC – ont un statut de société. Ces exploitations sociétaires exploitaient déjà 27 % des surfaces agricoles communautaires selon le recensement agricole européen de 2010 (*Tableau 11*). Leur structure facilite l'arrivée de capitaux extérieurs au secteur agricole. Il faut même noter que l'interdiction faite aux étrangers d'acheter des terres agricoles dans de nombreux pays d'Europe de l'Est n'a pas empêché ceux-ci de constituer des entreprises de droit local pour exploiter. En fait, l'émission de la propriété foncière favorise l'essor des sociétés d'exploitation. L'entreprise peut investir dans le capital d'exploitation, louer facilement de nouvelles terres et le retour sur investissement est plus rapide. La maîtrise de la production n'appartient plus au propriétaire foncier, mais au détenteur du capital social de l'exploitation. Quand la propriété est divisée par rapport à l'unité de production agricole, c'est la détention du capital de l'unité de production qui prime.

À ce titre, la situation de la Roumanie est extrême avec, d'un côté, une très forte concentration des terres et, de l'autre, une multiplicité de petites structures. Début 2014, avant même la fin de l'interdiction faite aux étrangers d'acheter la terre,

700 000 hectares – soit près de 9 % de la surface agricole du pays – étaient exploités par des étrangers, au premier rang desquels les Italiens, puis les Allemands. Début 2013, la plus grande exploitation de Roumanie, à capitaux roumains et néerlandais, atteignait 57 000 hectares, devançant *Intergra*, détenu par des capitaux roumains, qui disposait de 55 000 hectares. Une autre exploitation, de 54 000 hectares, était dirigée par un responsable roumain, alors que *Jihet*, à capitaux libanais, s'étendait sur 35 000 hectares. La holding *Bardeau*, à capitaux autrichiens opérait, elle, dans l'ouest du pays, exploitant 21 000 hectares de terres dont 12 000 en pleine propriété, 5 800 loués auprès de l'Agence roumaine d'État et 3 000 loués à des propriétaires privés, ce sans compter une rizière et des milliers d'hectares de forêts. *Martifer*, à capitaux portugais et américains, exploitait 25 000 hectares et *A et S International*, à capitaux roumains et américains, 15 000 hectares. Des investisseurs danois (*Firstfarm*, *Inglely*, *Dangro Invest*, ou *Jantzen Development*) exploitaient au total 130 000 hectares et, enfin, l'entreprise allemande *Vital & Heyl*, associée au roumain Nicolae Mann, exploitait 26 000 hectares.

Certains groupes se sont même déployés sur plusieurs pays. *Spearhead International*, à capitaux britanniques, est ainsi un acteur européen : il exploite 82 000 hectares, dont 18 000 en Roumanie, 5 400 au Royaume-Uni, 30 000 en Pologne, 24 500 en République tchèque et 5 100 en Slovaquie. Cette dispersion géographique lui permet de répartir les risques. *Spearhead* préfère louer des terres afin de préserver ses ressources financières pour le capital circulant et la mécanisation. D'autres groupes sont à cheval sur plusieurs pays, comme *KTG Agrar*, une entreprise cotée en bourse qui gère 40 000 hectares en Allemagne de l'Est (land du Brandebourg) et en Lituanie. En Allemagne, *Steinhoff Holding*, une compagnie internationale de mobilier possède 25 000 hectares dans l'est du pays pour diversifier ses actifs. En Pologne, des entreprises danoises exploitent près de 18 000 hectares.

4.3. Un tournant économique et financier pour l'agriculture mondiale, y compris européenne

Tous ces exemples prouvent l'intérêt que la terre agricole présente pour certains acteurs économiques et la progression rapide de l'exploitation capitaliste en agriculture. Avec ces prises de contrôle, les décisions stratégiques sont prises de plus en plus loin des lieux de production et des travailleurs de la terre, mais aussi par des décideurs qui ne connaissent pas obligatoirement le fonctionnement des écosystèmes. À ce titre, le début du vingt-et-unième siècle marque un tournant dans la sphère agricole du point de vue économique et financier :

- Des fonds d'investissement recherchent de nouveaux secteurs d'activité et le secteur agricole les intéresse, en particulier depuis la crise financière de fin 2008 et compte tenu de la croissance de la demande de biomasse. Ils limitent l'achat de foncier afin de préserver un retour sur investissement élevé et privilégier les *flexcrops*, c'est-à-dire les productions utilisables pour l'alimentation ou l'énergie.
- Les émeutes de la faim survenues dans plusieurs pays en 2007 / 2008 ont révélé que le marché international des produits agricoles n'était pas forcément le meilleur moyen de garantir l'approvisionnement physique des populations en cas de pénurie de l'offre. Maîtriser la production physique constitue une assurance, d'où l'implication de ces pays, via des sociétés, dans la recherche de terres à exploiter notamment en Afrique, en Asie et en Europe de l'Est.
- La tendance au démantèlement des outils de régulation peut conduire à des fluctuations fortes des revenus agricoles d'une année sur l'autre et cela accélère la disparition des plus faibles, favorisant ainsi la concentration des unités de production.
- La circulation des capitaux à l'échelle mondiale, non limitée dans l'enceinte européenne.
- Les opérateurs d'aval des filières, qui cherchent à sécuriser l'approvisionnement de leurs usines ou de leurs entrepôts en produits physiques agricoles, sont conduits à passer des contrats avec les agriculteurs, à prendre des co-participations dans l'industrie de première transformation ou à prendre le contrôle d'unités de production via des participations directes dans les exploitations.

42

Sur le plan mondial, la constitution de grandes exploitations a pu s'opérer rapidement grâce à des opportunités d'accès au foncier, sans avoir à acheter la terre. En témoignent l'obtention de concessions en Afrique, où les droits locaux non écrits n'ont pas été pris en compte⁴⁹, mais aussi l'évolution en Ukraine où l'interdiction de vendre la terre a facilité la constitution de très grandes entreprises à partir du démantèlement des anciennes exploitations d'État ou collectives. Les données comparées entre exploitations situées dans de grands pays agricoles que présente Mme Chrystel L'Herbier dans l'article qu'elle a rédigé pour ce Cahier illustre très bien cet intérêt des grandes exploitations à ne pas « *supporter* » le foncier. En Ukraine ou en Russie, la répartition de la valeur ajoutée avantage ceux qui détiennent le capital d'exploitation face aux petits propriétaires. En Argentine, même si les propriétaires récupèrent une partie notable de la valeur ajoutée, le faible capital investi permet à ceux ayant investi dans l'unité de production d'espérer des rendements élevés.

Dans la dynamique de restructuration des exploitations agricoles en cours, les exploitations françaises les plus grandes, hors régulation, sont susceptibles d'intéresser des capitaux étrangers à l'agriculture, qu'ils soient ou non français. Nous avons vu que c'était déjà le cas dans certains vignobles et en Camargue. Des structures déjà à l'œuvre dans plusieurs pays européens pourraient développer des stratégies d'implantation en France via la prise de participations dans le capital des plus grandes exploitations agricoles.

La pérennité de l'exploitation familiale, comme modèle dominant à terme, se pose. Mais l'évolution des structures agricoles reste un sujet d'ordre politique⁵⁰. À la fin des années cinquante, au moment de la création de la Communauté européenne par l'Allemagne, la Belgique, la France, l'Italie, le Luxembourg et les Pays-Bas, l'exploitation familiale était la référence pour les six pays. La Politique agricole commune (PAC) pouvait donc s'appliquer à tous et la politique des structures rester du ressort de chacun. Aujourd'hui, au regard de l'extrême diversité des agricultures européennes, il serait légitime de s'interroger sur les objectifs de la Politique agricole commune en matière structurelle. Doit-elle favoriser :

- Les très grandes exploitations créées sur les décombres des exploitations étatiques et collectives héritées du régime soviétique par les pays de l'Est ?
- Les exploitations sociétaires non familiales à salariés ?
- Certains types d'agricultures familiales ?

Dans la mesure où la terre constitue une ressource rare et finie et où l'emploi fait défaut, l'Union européenne n'aurait-elle pas intérêt à favoriser la valeur ajoutée à l'hectare et l'emploi dans le secteur agricole et se préparer à la transition vers une agriculture durable ? Dans le nouveau contexte alimentaire et écologique mondial, la Communauté a besoin d'une agriculture forte, avec des structures lui permettant de créer valeur ajoutée et emploi et de produire à la fois des matières premières agricoles et des services environnementaux. Dans ce contexte, ne faut-il pas engager une réflexion concernant les structures agricoles sur lesquelles l'UE doit s'appuyer et ainsi donner un nouveau souffle à la PAC ?

5. LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE EUROPÉENNE OU LA FRAGILITÉ EUROPÉENNE

L'Union européenne est dépendante de surfaces agricoles situées en Amérique, en Asie et en Afrique. En moyenne 2007 – 2008, elle est en effet importatrice nette de l'équivalent de la produc-

49. Cf. dans ce Cahier l'article de MM. Boche et Pouch intitulé « *L'usage conflictuel des terres agricoles, nouvel enjeu géo-économique de la mondialisation* ».

50. Cf. dans ce Cahier l'article de Mme de Lattre-Gasquet et ses collègues intitulé « *Quell(s) avenir(s) pour les structures agricoles ?* ».

tion de 35 millions d'hectares ⁵¹ et sa dépendance s'accroît puisque ce chiffre était de 26 millions d'hectares en moyenne annuelle sur la période 1999 – 2000. Cette accentuation résulte de l'accroissement de la population européenne, l'amélioration du niveau de vie, l'augmentation de la consommation de viande, l'incorporation d'agro-carburants dans l'essence ou le diesel et la poursuite de l'imperméabilisation des sols. Modifier nos modes de vie et notre consommation permettrait de diminuer notre dépendance. Les 35 millions d'hectares représentent 20 % des surfaces agricoles de l'Union européenne à vingt-sept États-membres (donc hors Croatie) et davantage que la surface agricole française (27 millions d'hectares). L'UE entre en concurrence sur les marchés internationaux des matières premières agricoles avec la Chine et les pays arabes. Elle est tributaire des marchés internationaux et de l'évolution de la production agricole mondiale.

En matière d'énergie, l'Europe dépend des importations de pétrole pour une grande partie des travaux motorisés sur les exploitations. Elle est aussi dépendante du gaz naturel étranger, à hauteur de 60 % de ses besoins, alors que celui-ci est aujourd'hui indispensable pour produire de l'azote de synthèse ⁵². L'Europe agricole dépend ainsi des marchés mondiaux de l'énergie. Concernant le gaz naturel, l'enjeu est important car l'offre est assujettie aux investissements réalisés en Russie, au Turkménistan, en Iran et au Qatar, les quatre pays concentrant 60 % des réserves prouvées. Les enjeux géopolitiques peuvent gravement perturber l'approvisionnement en matières premières à court, moyen ou long terme. Aujourd'hui, la Communauté dispose des installations nécessaires pour produire de l'azote de synthèse à partir de gaz naturel. Elle peut couvrir ses besoins, sachant que les États-membres d'Europe de l'Ouest (UE – 15) sont déficitaires et ceux d'Europe de l'Est et centrale, excédentaires. La France produit un peu plus de la moitié de sa consommation ⁵³.

Comme nous l'avons vu, l'Europe ne dispose pas de phosphate et ses réserves de potasse devraient être épuisées en moins d'un demi-siècle. Sur le long terme, le recyclage est la seule issue. En attendant, l'agriculture européenne reste très dépendante de plusieurs ressources naturelles non renouvelables (pétrole, gaz naturel, phosphates) dont les prix, voire la disponibilité peuvent varier très rapidement, au gré des soubresauts géopolitiques. Dans ces conditions et au regard de la complexité de la transition à opérer pour aller vers une agriculture durable, l'Union

européenne a grand intérêt à s'engager dès maintenant. Recycler les éléments minéraux devrait ainsi constituer un chantier stratégique de recherche : cela lui permettrait de renforcer son indépendance, mais aussi d'accumuler des savoir-faire à partager. L'Europe dispose d'espaces naturels qui constituent une richesse et l'une des rares ressources naturelles dont elle bénéficie. Elle a donc tout intérêt à les préserver en développant des politiques audacieuses de préservation. De plus, l'enjeu est directement lié à la lutte contre le réchauffement climatique. Dans la mesure où les agriculteurs contribueraient à améliorer les fonctions écologiques des sols et des espaces naturels, ils devraient pouvoir être rémunérés pour services rendus. L'adaptation de pratiques agricoles permettant d'augmenter la matière organique des sols et de stopper l'érosion pourrait faire l'objet de rémunérations appropriées.

Enfin, l'arrivée de capitaux extérieurs à l'agriculture dans des unités de première transformation ou au sein du capital d'exploitations agricoles organisées de plus en plus sur un mode industriel, s'éloignant du modèle familial, serait susceptible d'affaiblir la souveraineté alimentaire de la Communauté : témoins les investissements chinois dans des unités produisant de la poudre de lait en Bretagne et en Basse-Normandie pour l'exporter en Chine. Les prises de participations de capitaux étrangers dans les sociétés d'exploitations agricoles, comme en Roumanie, peuvent aussi aller à l'encontre de la souveraineté alimentaire européenne dans un contexte de pénurie. Les décisions stratégiques peuvent être prises hors de l'Europe et la production systématiquement exportée. L'évolution de tels investissements doit donc être suivie attentivement au niveau européen.

6. PERSPECTIVES

L'activité agricole est histoire d'accès au droit d'exploiter la terre, histoire de capitaux à mettre en œuvre pour financer le foncier et le capital d'exploitation et histoire de main-d'œuvre qualifiée pour connaître le fonctionnement des écosystèmes. C'est aussi, dans le même temps, la conduite orientée de processus relevant de la vie biologique afin de produire de la biomasse. Ces processus biologiques dépendent toujours de la photosynthèse et de diverses ressources de la biosphère (climat, air, eau, éléments minéraux, faune et micro-faune, flore et micro-flore) dans des écosystèmes complexes. La production de biomasse dépend, elle, de nombreux facteurs limitants : climat (températures), air, eau, éléments minéraux, sols (surfaces agricoles et arborées), biodiversité (pollinisateurs), etc.

Aujourd'hui, la plupart des agricultures ont recours à des ressources naturelles non renouvelables, voire non substituables pour les éléments minéraux constitutifs des plantes, en tête desquels le phosphore et le potassium. Elles n'ont donc pas de

51. Cf. EU agricultural production and trade (Harald von Witzke, Humboldt University Berlin et Steffen Noleppa, Agripol).

52. Elle pourrait chercher à diminuer sa dépendance concernant son approvisionnement en nitrates de synthèse à partir d'énergies renouvelables lorsque la production d'hydrogène à partir d'énergie renouvelable sera rentable.

53. Chatellier et al.

caractère durable. La quantité de carbone stockée par les sols et la végétation (espaces naturels) doit se maintenir et même augmenter car elle constitue une donnée fondamentale pour lutter contre le réchauffement climatique.

L'équilibre entre l'humanité et le reste de la biosphère est précaire et dépend de tout citoyen. Tout citoyen est « *paysan* » dans le sens où son mode de vie influe sur l'équilibre alimentaire mondial. Dans le prologue de son livre « *Effondrement : Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie* », le biologiste américain Jared Diamond énumère les huit processus qu'il estime à l'origine de la disparition des sociétés s'ils ne sont pas bien gérés : la déforestation, la gestion des sols (érosion, salinisation, perte de fertilité), la gestion de l'eau, la chasse excessive, la pêche excessive, l'introduction d'espèces allogènes dans un milieu, la croissance démographique et l'augmentation de l'empreinte écologique par habitant. Force est de constater que ces processus sont à l'œuvre aujourd'hui à l'échelle planétaire. L'avenir de l'humanité dépendra de sa capacité à gérer les ressources naturelles de façon durable, ce qui n'est absolument pas le cas aujourd'hui.

Un équilibre alimentaire mondial durable ne sera atteint que si l'humanité s'accorde sur la gestion commune de certaines ressources naturelles. Elle s'est déjà rassemblée pour maintenir la couche d'ozone de la haute atmosphère. Elle tente aujourd'hui de se rassembler pour maintenir un climat compatible avec la vie humaine. Elle doit se rassembler pour gérer les ressources naturelles de la planète dans un objectif de durabilité. Organiser la lutte contre le réchauffement climatique devrait déboucher sur la gestion commune de ressources comme les espaces naturels tant leurs multifonctionnalités jouent sur la stabilité du climat.

Ces ressources naturelles, dont la gestion globale influe sur la vie et la qualité de vie de chaque individu, sont à considérer comme des biens communs. Dans ce cadre, les sols, avec la faune et la flore qui leur sont associées, constituent des biens communs dans la mesure où ils offrent à l'humanité des fonctions qui permettent l'épanouissement de la vie humaine. Les éléments minéraux constitutifs de la biomasse sont des biens communs. La connaissance, qui nous permet de comprendre une partie des mécanismes à l'œuvre et nous donne les moyens de sortir de l'impasse dans laquelle nous nous sommes engouffrés, est un bien commun. Il convient alors de s'inspirer des règles que l'américaine Elinor Ostrom, prix Nobel d'économie en 2009, a identifiées concernant la gestion de milieux naturels fragiles dans son livre « *Gouvernance des biens communs* »⁵⁴ :

- Des limites clairement définies : les individus ou les ménages possédant le droit de prélever des unités d'une ressource com-

mune doivent être clairement définis, ainsi que les limites de la ressource commune en tant que telle.

- La concordance entre les règles d'appropriation et de fourniture et les conditions locales : les règles restreignant, en termes de temps, d'espace, de technologie et / ou de quantité, l'appropriation des unités de ressource sont liées aux conditions locales et aux obligations en termes de main-d'œuvre, de matériels et / ou d'argent.
- Des dispositifs de choix collectifs : la plupart des individus concernés par les règles opérationnelles peuvent participer à la modification de celles-ci.
- La surveillance : les surveillants examinant les conditions de la ressource commune et le comportement des appropriateurs rendent compte aux appropriateurs ou sont eux-mêmes appropriateurs.
- Des sanctions graduelles : les appropriateurs transgressant les règles s'exposent à des sanctions graduelles par les autres appropriateurs et / ou par les agents de ceux-ci.
- Des mécanismes de résolutions des conflits : les appropriateurs et leurs représentants disposent d'un accès rapide à des arènes locales bon marché pour résoudre les conflits entre appropriateurs ou entre les appropriateurs et leurs représentants ou agents.
- Une reconnaissance minimale des droits d'organisation : les droits des appropriateurs d'élaborer leurs propres institutions ne sont pas remis en cause par des autorités gouvernementales externes.
- Des entreprises imbriquées : pour les ressources communes appartenant à des systèmes plus grands, les activités d'appropriation, de fourniture, de surveillance, d'application des règles, de résolution des conflits et de gouvernance sont organisées par de multiples niveaux d'entreprises imbriquées.

Elinor Ostrom avance que « *les décisions des individus varient en fonction de l'importance qu'ils accordent à agir dans le respect de ce qu'eux-mêmes et d'autres considèrent comme légitime et approprié. Les normes comportementales reflètent la valeur que les individus accordent aux actions et aux stratégies considérées intrinsèquement et non en fonction de leurs conséquences immédiates* ». Autrement dit, nous changerons nos comportements à partir du moment où nous prendrons pleinement conscience de nos liens à la biosphère et attribuerons une valeur (non monétaire) importante⁵⁵ à la préservation des ressources naturelles, de la biosphère. La première étape est de faire reconnaître que la qualité de vie de chacun d'entre nous dépend des rapports entre l'humanité et le reste de la biosphère.

55. Sur ce point, cf. en annexe, à la fin de cet article, l'analyse intitulée « Évolution du prix de la terre en France : financiarisation du foncier agricole depuis vingt ans ».

54. p114-115.

Manifestement, l'équilibre planétaire entre l'humanité et le reste de la biosphère est précaire. Les contraintes mondiales sont des contraintes européennes, nationales, régionales, locales, communales. Notre intérêt particulier rejoint l'intérêt général. Par contre, l'intérêt général n'est pas la somme des intérêts particuliers.

La gestion des ressources naturelles ne peut alors relever de simples marchés non encadrés. Aujourd'hui, le marché des énergies ne permet pas de réguler la quantité d'énergie fossile à extraire du sous-sol pour ne pas modifier le climat, le marché du phosphate et de la potasse ne permet pas d'organiser la transition vers une agriculture durable en incitant à la recherche d'une meilleure efficacité de la ressource. Dans de nombreux pays en développement, les apports ne sont pas suffisants pour maintenir la fertilité des sols, alors qu'ils sont excessifs dans la plupart des pays développés et dans certains pays émergents ⁵⁶. De même, l'allocation des droits d'exploiter la terre par le simple marché conduit à l'exclusion et à la marginalisation de certaines populations de l'activité agricole, alors que celle-ci est la seule susceptible de leur procurer emploi, ressource et subsistance. Or, pour une meilleure gestion des ressources naturelles, en particulier des sols, des pistes de réflexion existent ⁵⁷. Les services environnementaux correspondant aux efforts humains réalisés en faveur de la nature doivent être rémunérés selon le coût du travail réalisé et ce point concerne les agriculteurs. Par contre, l'évaluation monétaire et la marchandisation de la nature restent sujets de discussion car, d'une part, les méthodes utilisées ne sont pas homogènes et ne correspondent pas à des concepts identiques et, d'autre part, les diverses méthodes s'appliquent à une fonctionnalité et non à la multifonctionnalité. Une autre critique, aussi fondamentale, est de savoir à quel élément affecter le coût d'un « *service naturel* » sachant qu'une multitude de facteurs entrent en jeu. Le service de production de biomasse ou de stockage de carbone, par exemple, doit-il être affecté au sol ? À l'eau d'irrigation ? Aux nitrates de synthèse ? Aux bactéries qui rendent assimilable l'azote de l'air ? Au climat qui permet la croissance des végétaux ? L'affecter à l'un des facteurs limitants et non aux autres ou répartir la valeur entre les différents facteurs paraît bien hasardeux. Une autre critique porte sur le lien entre l'évaluation du bénéfice du service et la valeur du capital. Quelle période de capitalisation de la valeur du service prendre en considération, sachant que le service doit avoir la même valeur aujourd'hui, dans dix ans, cinquante ans,

un siècle ou un millénaire ? Enfin, quelle serait l'utilisation de telles valeurs ? Attribuer une valeur monétaire au capital écologique d'un sol ne doit pas autoriser un acheteur éventuel à l'imperméabiliser. Quelle que soit sa valeur écologique, le bien n'a pas à être détruit dans la mesure où l'humanité a davantage besoin de sols naturels que de sols imperméabilisés.

Définir et mettre en œuvre des règles de gestion des ressources naturelles, les édicter à différents niveaux d'organisation imbriqués (selon les principes d'Elinor Ostrom) apparaît plus approprié que le marché non encadré pour préserver la multifonctionnalité des sols. Dans cette gestion des ressources naturelles, la connaissance des fonctionnalités des sols ou plutôt de leur multifonctionnalité est primordiale. Gérer durablement une ressource naturelle comme le climat ou les espaces naturels est complexe, il convient donc de :

- Trouver les bonnes articulations entre les divers niveaux d'organisation sociale, entre le local et le mondial.
- Développer des politiques sectorielles en matière d'urbanisme, d'énergie ou de consommation cohérentes, en synergie avec les politiques agricoles, alimentaires et écologiques pour préserver les ressources naturelles indispensables à l'humanité.
- Prendre en compte la multifonctionnalité des espaces naturels (sols, faunes et végétations associées).

Dans ce contexte, les concurrences entre, d'une part, les différents usages de la terre et, d'autre part, les producteurs agricoles pour accéder au droit de l'exploiter, renouvellent la question foncière tant en France qu'aux échelles européenne et mondiale. La préservation des sols agricoles et forestiers tout comme l'accès au droit d'exploiter deviennent des sujets de premier plan. Arbitrer les concurrences entre usages et usagers, pour un bien fini, va devenir à la fois de plus en plus important et de plus en plus difficile, mais aussi de plus en plus indispensable pour éviter les conflits violents. La Politique agricole commune ne devrait-elle pas être orientée pour relever les défis d'une agriculture durable ? N'y aurait-il pas intérêt à réfléchir aux structures d'exploitations que l'Union européenne doit soutenir ?

Sans gestion concertée au niveau mondial des biens communs au cours des prochaines années, nous allons directement vers de nouveaux conflits sociaux et de nouvelles guerres. Il est sans doute plus facile de faire la guerre que de préparer la paix. Mais il est plus enthousiasmant d'œuvrer en faveur de la paix, même si l'œuvre est complexe. Travail passionnant en vue tout en sachant qu'« *on ne résout pas un problème avec les modes de pensée qui l'ont engendré* » selon la formule du physicien Albert Einstein.

56. Vitousek et al., 2009.

57. Cf. dans ce Cahier l'article de M. Walter et de ses collègues intitulé « *Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation* ».

ANNEXE

ÉVOLUTION DU PRIX DE LA TERRE EN FRANCE :
FINANCIARISATION DU FONCIER AGRICOLE DEPUIS VINGT ANS

Les concurrences entre les usages et les acteurs de l'espace rural s'expriment sur les marchés fonciers. En France, les *Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural* (Safer) observent ces marchés, dans le cadre de l'exercice de leur droit de préemption. Elles travaillent à partir des projets de vente de biens agricoles ou forestiers que les notaires leur adressent. Sur la base de ces informations, elles établissent une segmentation des marchés en fonction de l'usage le plus probable des biens après mutation (vente). Sont ainsi distingués cinq marchés fonciers :

- Le marché agricole des terres et prés, des vergers et des vignes
- Le marché forestier
- Le marché des maisons à la campagne
- Le marché de l'urbanisation, c'est-à-dire le marché des terres sur lesquelles s'opèrent l'extension urbaine et celle des infrastructures
- Et le marché des espaces résidentiels et de loisirs, c'est-à-dire les parcelles acquises par des non-agriculteurs voulant agrandir leur espace privatif autour de leur résidence principale ou secondaire et qui concourent au mitage des espaces agricoles.

46

1. LES CONCURRENCES D'USAGE

L'un des critères mesurant, à un moment donné, les rapports de force entre les marchés est le prix à l'hectare. Le *Graphique 8* présente l'évolution, en valeur constante, des prix par types de biens entre 1997 et 2013. Le *Tableau 12* donne la hiérarchie entre types de biens sur le marché pour l'année 2013. Les « *terres constructibles de moins d'un hectare acquis par des parti-*

culiers » se révèlent comme les plus chers. Ils se négocient, en moyenne, sur la base de 367 000 €uros l'hectare ou 36,70 €uros le mètre carré ⁵⁸ : soit soixante-quatre fois plus cher que le prix moyen de l'hectare agricole, vendu libre (*Tableau 12*).

Premier constat : aujourd'hui, le marché attribue une valeur très nettement supérieure aux terrains à bâtir par rapport aux terrains productifs agricoles. Au regard des contraintes exposées sur le manque d'espaces naturels, la hiérarchie entre les prix de marché est inverse de celle qui pourrait exister entre les « *valeurs écosystémiques* » des espaces compte tenu de leur importance pour la vie humaine, pour les générations d'aujourd'hui et de demain.

Deuxième constat : l'encadrement du marché des terrains à bâtir permet de freiner le grignotage et le mitage de l'espace agricole et forestier. La propriété agricole ne contient pas le droit de construire. L'extension urbaine fait toujours l'objet d'une décision politique. Dans les communes dotées d'un *Plan local d'urbanisme* (PLU), les permis de construire sont délivrés conformément au document d'urbanisme. Dans les communes qui n'en sont dotées, le maire attribue les permis en fonction du règlement national d'urbanisme.

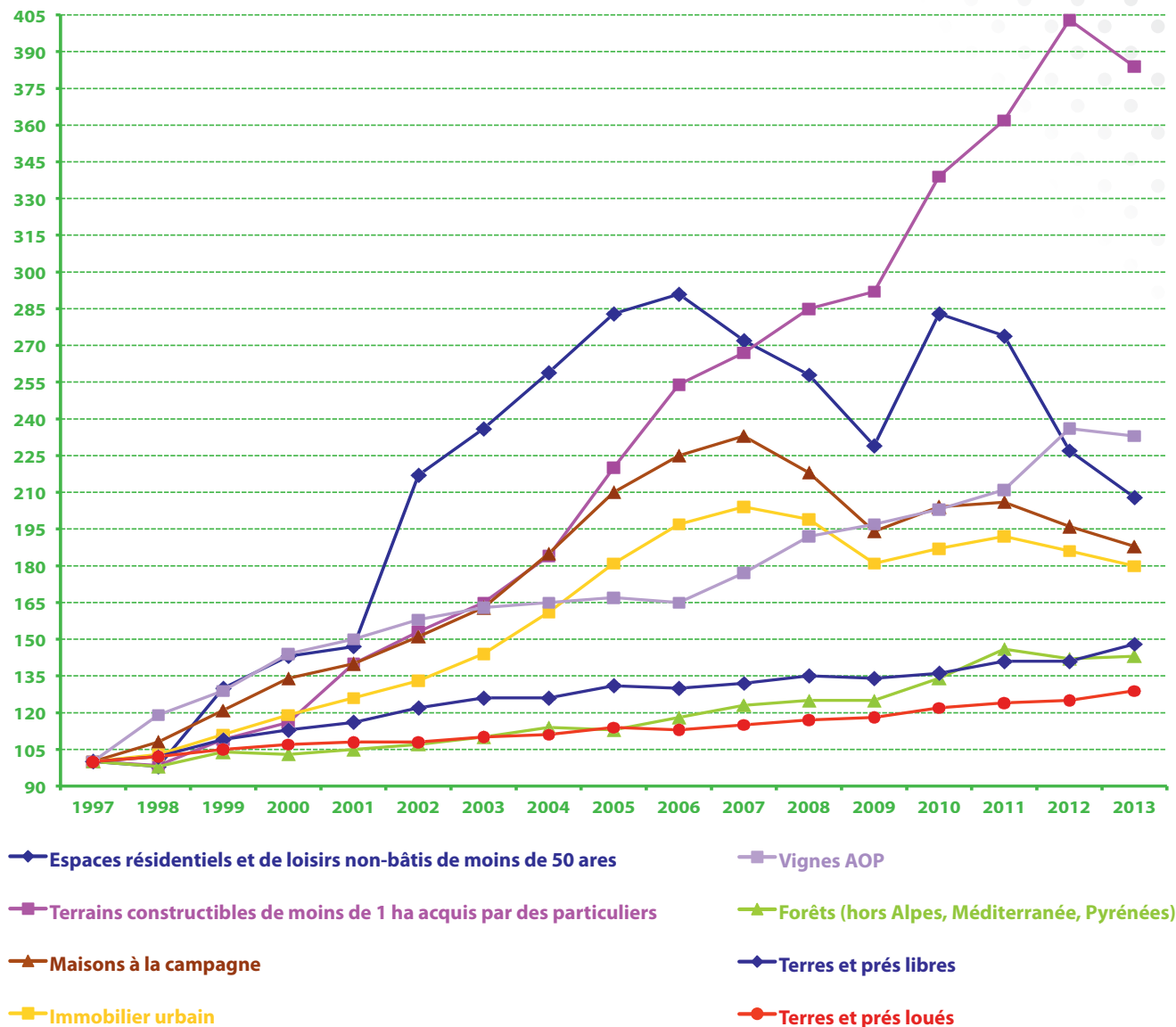
58. Le prix moyen du mètre carré de terrain à bâtir est de 74 €uros, d'après le numéro de novembre 2014 de *Chiffres et statistiques* (numéro 576) publié par le Commissariat général au développement durable (CGDD). La différence de prix s'explique notamment par le fait que l'ensemble du CGDD comprend les biens lotis et équipés qui ne se trouvent pas dans l'ensemble observé par les Safer. (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/CS576.pdf>).

TABLEAU 12
France : prix moyens sur les différents marchés fonciers ruraux en 2013

	Prix moyens (€uros / hectare)	Rapport au prix des terres et prés libres
Terrains constructibles de moins d'un hectare acquis par des particuliers	368 300	64
Vignes en appellations d'origine (AOP) *	131 600	23
Espaces résidentiels et de loisirs non bâtis de moins de 50 ares	37 500	6,5
Terres et prés libres **	5 750	1,0
Terres et prés loués **	4 240	0,7
Forêts (hors Alpes, Méditerranée, Pyrénées)	3 990	0,7

Sources : *Terres d'Europe-Scafr* d'après Safer, * Safer-SSP-Terres d'Europe-Scafr, ** Safer-SSP-Terres d'Europe-Scafr-INRA.

GRAPHIQUE 8
France : évolution en valeur constante des prix par types de biens entre 1997 et 2013
(Base 100 en 1997 – Source : Terres d'Europe - Scafr d'après Safer)



En l'absence de règles d'urbanisme, la situation serait pire que celle que nous connaissons. Sans règles, tout terrain agricole ou forestier serait sur le marché des terrains à construire. Autrement dit, les constructions pourraient « pousser » sur tout le territoire et les espaces agricoles et forestiers seraient grignotés et mités de toutes parts. Ce sont bien les règles de spatialisation de l'extension urbaine qui protègent les espaces naturels. Compte tenu des contraintes globales, ces règles sont à renforcer. À quoi servirait une valeur « environnementale » qui serait, par exemple, dix ou cent fois plus élevée que la valeur de marché, si tant est qu'on sache la calculer ? Les agriculteurs ne pour-

raient pas acheter à cette valeur environnementale car elle serait incompatible avec les résultats économiques agricoles. Les bailleurs ne pourraient pas plus acheter pour un rendement locatif proche de zéro. L'achat à la valeur environnementale ne doit pas plus permettre à son acquéreur d'avoir le droit de détruire le bien qui assure une fonction indispensable à l'humanité. Cette valeur environnementale n'a rien à voir avec le marché. La préservation de l'espace relève bien de l'affectation différenciée de droits sur des espaces urbains et naturels et non du marché non encadré. Autre question : la valeur environnementale pourrait-elle être constante à partir du moment où, pour les générations

futures, l'utilité n'a pas à varier, alors que les valeurs de marché fluctuent sous l'effet des taux d'intérêts, des revenus agricoles, des revenus des ménages, des politiques bancaires ?

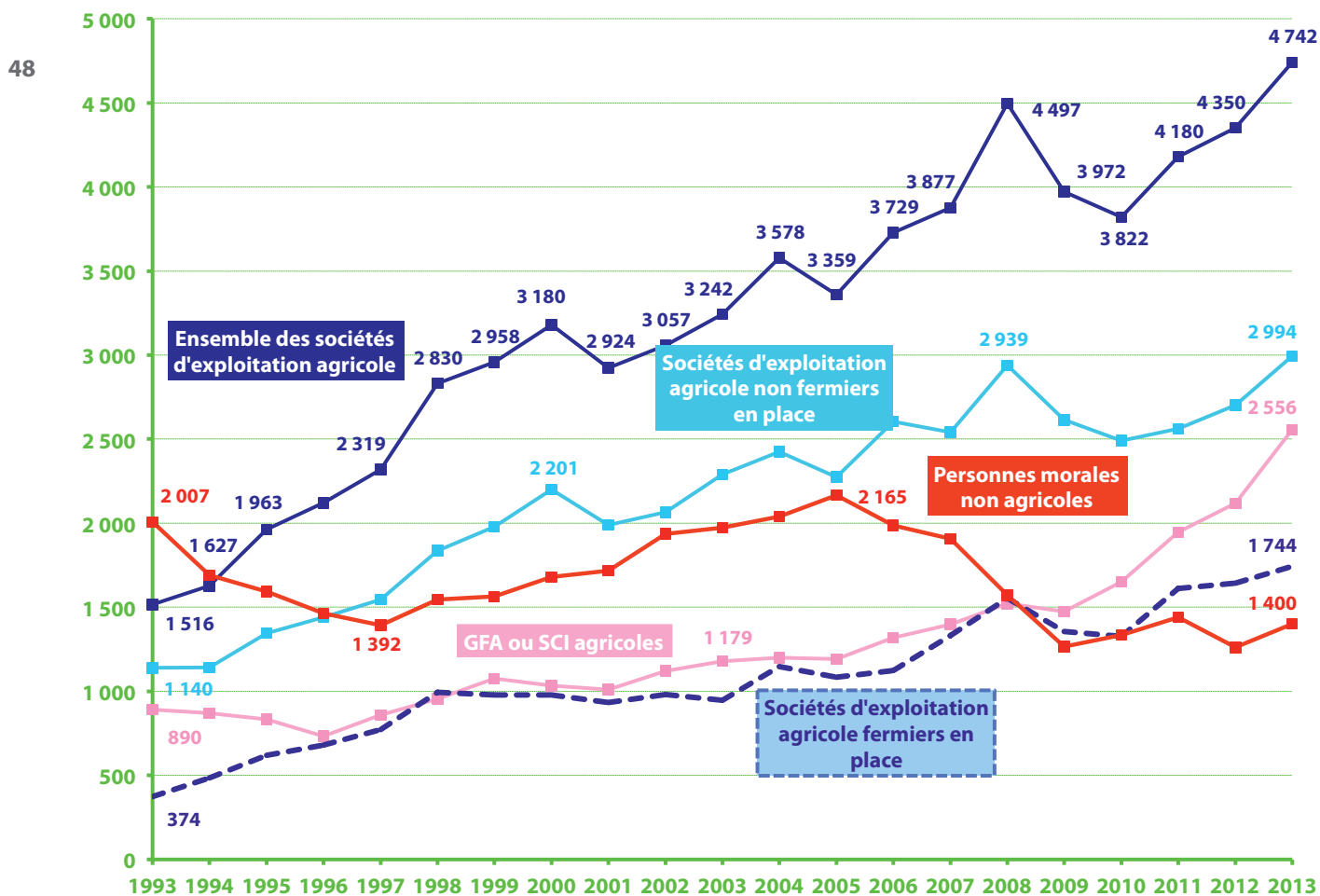
2. LES CONCURRENCES ENTRE ACTEURS AGRICOLES

Le marché foncier à destination agricole permet de suivre la concurrence entre les divers acteurs. Le *Graphique 9* montre l'évolution des acquisitions réalisées, en France, sur ce marché par des personnes morales. Il révèle la financiarisation du foncier agricole (la propriété sous formes sociétaires) depuis vingt ans :

- Sur cette période en effet, le nombre d'acquisitions par des personnes morales agricoles a triplé.

- Les sociétés d'exploitation sont de plus en plus souvent propriétaires des biens qu'elles exploitent. Ainsi, le capital foncier, avec les bâtiments se retrouve au sein de la structure sociétaire qui porte le capital d'exploitation.
- Par ailleurs, les sociétés spécifiques de portage foncier – *Groupeement foncier agricole* (GFA) et *Sociétés civiles immobilières* (SCI) – ont également triplé leurs achats. L'explosion des acquisitions des personnes morales agricoles est d'autant plus remarquable que celui des acquisitions des personnes physiques a chuté de 20 % sur la même période. Les acquisitions des personnes morales atteignent désormais 9 % des ventes pour 12 % des surfaces et 21 % des valeurs du marché agricole.
- Sur le marché viticole, les personnes morales sont encore plus présentes. Elles prennent 20 % de parts de marché en nombre, 40 % en surface et 60 % en valeur.

GRAPHIQUE 9
France : triplement du nombre d'acquisitions
par des personnes morales privées sur le marché des terres agricoles entre 1993 et 2013
(en nombre de transactions – Source : Terres d'Europe-Scafr d'après Safer)



POINT DE VUE

LE FONCIER ET LES CONTRAINTES SUR LA PRODUCTION DE SEMENCES

par Monsieur Jean Wohrer

Service Réglementation

Groupement national interprofessionnel des semences et des plants (GNIS)

Un agriculteur désire produire des semences pour un établissement producteur grainier. En signant le contrat, il va s'engager à respecter une convention-type qui comporte des obligations. L'une de celles-ci est de respecter une distance d'isolement minimale fixée pour l'espèce qu'il multiplie. Cette distance peut aller jusqu'à 2 000 mètres pour des semences d'oignons. L'agriculteur va donc devoir choisir avec soin la parcelle d'implantation pour éviter qu'une culture de consommation de la même espèce, chez lui ou chez ses voisins, ne soit située trop près de sa production de semences. Cette gestion de l'espace peut entraîner des échanges de parcelles entre agriculteurs.

La gestion des isolements peut devenir collective, avec la création par la loi de « zones protégées » interdisant la production de la culture de consommation d'une espèce (maïs, tournesol, ...) dans une zone délimitée pour la limiter à la seule production de semences. On assiste alors à une limitation du droit d'exploiter le sol dans la zone protégée.

Certaines conventions-type de multiplication de semences interdisent des précédents culturels de la même espèce ou d'es-

pèce ayant des semences impossibles à trier. D'où, la aussi, des choix de parcelles utilisables.

Par ailleurs, les établissements semenciers sont soucieux de protéger au maximum les productions de semences de leurs nouvelles variétés. La multiplication de ces quelques grammes ou quelques kilos de semences de premières générations présente un risque important de pollution pollinique extérieure. D'où une tendance à rechercher des exploitants agricoles extrêmement isolés, au milieu de forêts ou dans des zones d'élevage. Ce type de foncier est donc recherché pour ces cas particuliers. Signalons enfin que tous les contrats de semences potagères fines (hors pois et haricots) sont signés aujourd'hui quasi exclusivement avec des agriculteurs disposant de l'irrigation. L'accès à l'eau, par forage ou par retenue d'eau, est donc une condition indispensable pour obtenir un contrat de multiplication de ce type de semences.

Une production particulière peut donc être conditionnée par un foncier spécifique.

Bibliographie

- Bairoch Paul. Les trois révolutions agricoles du monde développé : rendements et productivité de 1800 à 1985. In : *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 44e année, N. 2, 1989. pp. 317-353.
- Bardy Marion, Bispo Antonio, Citeau Laëtitia, King Dominique, coordina-teurs, 2008, Gestion durable des sols, éditions Quae, 320 p.
- Centre d'analyse stratégique, 2009, Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, 376 p.
- Chatellier Vincent, Daniel Karine, Lecuyer Bérengère, Le marché des engrais, la volatilité des prix et la dépendance de l'agriculture européenne, INRA, février 2013, ; 48 p.
- Cochet Hubert, Clément Jaubertie, Robert Levesque, Lénaïc Pardon, 2010 : Ukraine : une approche comparée des dynamiques et performances écono-miques des structures agricoles, Ministère de l'agriculture, NESE, 20 pages.
- Diamond Jared, 2005, Effondrement, comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie, Folio essais, 873 p.
- Gambino M., Laisney C., Vert J., (coord.), Le monde agricole en tendances. Un portrait social prospectif des agriculteurs, Centre d'études et de prospective, SSP, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, 2012.
- Guillou Marion, Gérard Matheron, 9 milliards d'hommes à nourrir, Un défi pour demain, François Bourin Éditeur, 2011, 420 p.
- Jackson Tim, Prospérité sans croissance, la transition vers une économie durable, Planète enjeu, De Boeck Etopia, 2009, 247 p.
- Levesque Robert, 2008, Usage des sols et marchés fonciers ruraux en France, L'humanité en manque d'espaces naturels, Pour une nouvelle politique foncière in DEMETER 2009, p 103-170.
- Levesque Robert, 2011, Terre Nourricière, si elle venait à manquer, L'Harmat-tan, 180 p.
- Morin Edgar, 2003, La Méthode, 5. L'humanité de l'humanité, L'identité humaine Essais, Points, 357 p.
- Morin Edgar, Terre-Patrie, (en collaboration avec Anne Brigitte Kern), essais, Points, Seuil, 1993, 235 p.
- Nahon Daniel, 2008, L'épuisement de la Terre, L'enjeu du XXIe siècle, Odile Jacob, 235 p.
- Ostrom Elinor, Gouvernance des biens communs, pour une nouvelle approche des ressources naturelles, Planète Enjeu, De Boeck, 1990, 301 p.
- Sourisseau Jean-Michel, Agricultures familiales et mondes à venir, Éditions Quae, 2014, 360 p.

Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation

par Monsieur Christian Walter
professeur de Science du sol à AgroCampus Ouest

Monsieur Antonio Bispo
ingénieur Sol et environnement
à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)

Madame Claire Chenu
professeur de Science du sol à AgroParisTech

Madame Alexandra Langlais-Hesse
chargée de recherche CNRS en droit
à l'Institut Ouest Droit et Europe (IODE) de Rennes

et Monsieur Christophe Schwartz
professeur en Génie pédologique à l'université de Lorraine

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

Introduction

1. Évolution de la perception du rôle des sols

2. Les services écosystémiques fournis par les sols

- 2.1. Les services d'approvisionnement
- 2.2. Les services de régulation
- 2.3. Les services culturels
- 2.4. Les services d'auto-entretien

3. La valorisation des services écosystémiques

- 3.1. L'évaluation biophysique des services
- 3.2. Les approches de monétarisation
- 3.3. La protection juridique des services écosystémiques du sol

Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1

Évaluation à l'échelle mondiale de différents types de services d'approvisionnement dépendant des sols via l'agriculture, la production forestière ou l'extraction directe de matériaux du sol

Tableau 2

Relations entre les services fournis par les sols, les fonctions associées et les indicateurs de ces services ou fonctions

Tableau 3

Schéma récapitulatif des méthodes d'évaluation des actifs non-marchands

Tableau 4

Valeur économique moyenne de treize services écosystémiques rendus par les sols sur une exploitation laitière néo-zélandaise sur une période de trente-cinq ans

Graphique 1

Évolution entre 1980 et 2014 du nombre de publications scientifiques portant sur les services écosystémiques des sols, en regard d'autres concepts liés aux sols

54

Graphique 2

Schéma conceptuel positionnant le sol comme un capital naturel générant des services écosystémiques en réponse à des besoins humains

Graphique 3

Visualisation du stockage de carbone organique dans différents types de sol

Graphique 4

Le génie pédologique pour une refonctionnalisation écologique de sites dégradés

INTRODUCTION

En lançant, en 2002, une nouvelle stratégie communautaire de protection des sols, la commissaire européenne à l'Environnement, Margaret Wallström, déclarait que l'Union européenne « *plaçait désormais la protection des sols au même rang que la protection de l'eau et de l'air* ». Le 22 septembre 2006, une proposition de directive du Parlement européen et du Conseil définissait un cadre pour la protection des sols : elle visait à poser les bases d'une meilleure prise en compte de ceux-ci dans la législation des États-membres et à permettre d'identifier et de combattre leur dégradation progressive, un enjeu unanimement reconnu comme important. Pourtant, en 2007, l'adoption définitive de la directive s'est heurtée à la minorité de blocage de cinq pays européens et, en avril 2014, après plusieurs tentatives infructueuses de relance, la Commission a décidé de retirer définitivement la proposition.

Cet échec a des causes multiples, notamment d'ordre politique et juridique. Mais la difficulté à faire reconnaître l'importance des sols pour les sociétés humaines a aussi, vraisemblablement, contribué à cette issue. Contrairement à l'eau et à l'air, les sols ne sont pas perçus comme des milieux ambiants directement nécessaires à la vie humaine¹, leur protection n'est pas jugée indispensable par le grand public et, de ce fait, ils sont peu considérés par les décideurs².

Le concept de « *service écosystémique* » vise à mieux faire reconnaître la contribution des écosystèmes au bien-être et à l'activité économique des hommes. Il peut donc contribuer à alimenter ce besoin de reconnaissance qui semble nécessaire pour envisager la protection des sols. Initié dès les années soixante-dix³, il s'est diffusé largement à partir d'un article fondateur publié en 1987 par deux chercheurs⁴ qui cherchaient à évaluer la valeur économique des services rendus par la nature. Mais c'est surtout son intégration dans le *Millennium ecosystem assessment*⁵ (MEA), commandité par les Nations unies

en 2005, qui a rapidement généralisé son emploi : notamment comme fondement de nombreux programmes de recherche actuels sur les sols.

Dans ce contexte, l'objectif de notre article est d'analyser ce concept de service écosystémique appliqué aux sols. Après une clarification des concepts, nous décrivons les principaux services écosystémiques assurés par les sols, puis nous envisagerons les modes d'évaluation et les pistes de valorisation de ces services dans la décision publique.

1. ÉVOLUTION DE LA PERCEPTION DU RÔLE DES SOLS

Dès 1972, la Charte européenne sur les sols a posé les bases d'une approche multifonctionnelle des sols. Son article 1 considère en effet « *le sol comme un milieu vivant et dynamique qui permet l'existence de la vie végétale et animale. Il est essentiel à la vie de l'homme en tant que source de nourriture et de matières premières. Il est un élément fondamental de la biosphère et contribue, avec la végétation et le climat, à régler le cycle hydrologique et à influencer la qualité des eaux* ».

Néanmoins, cette vision pionnière n'a guère été reprise dans les décennies suivantes. Les approches mono-fonctionnelles ont prévalu dans les démarches d'ingénierie et d'aménagement de la fin du vingtième siècle : les agronomes ou les forestiers s'intéressaient principalement à la fonction de production des sols (leur fertilité) et aux moyens de l'accroître ; les aménageurs urbains à leur rôle de support de l'habitat et des infrastructures ; les producteurs d'eau potable à leur effet de régulation des flux d'eau et des polluants vers les ressources en eau ; etc.

L'idée-force du rôle multifonctionnel des sols n'a été reprise que récemment⁶, notamment dans le cadre des travaux associés à la stratégie européenne de protection : les sols assurent au sein des écosystèmes des fonctions essentielles pour les sociétés et pour l'environnement⁷ et l'existence de ces fonctions justifie des mesures de protection, notamment juridiques, permettant de maîtriser les processus de dégradation

qui affectent de façon croissante les sols. Le projet de directive européenne de 2006 reprenait ce cadre conceptuel et sa finalité première était bien de lutter contre les menaces affectant, à l'échelle européenne, l'aptitude des sols à remplir leurs fonctions. Huit menaces y étaient identifiées (perte en matière organique, imperméabilisation, érosion, contamination, tassement, perte en biodiversité, salinisation, acidification) et celles-ci devaient faire l'objet de plans d'actions au sein de zones vulnérables préalablement identifiées par les États-membres. Au niveau mondial, la même volonté de lutter contre la dégradation des sols a été réaffirmée en 2013, dans la déclaration finale de la convention sur le développement durable de Rio +20 : son article 206 identifie un objectif de « *créer un monde où la dégradation des sols n'est plus un problème* ».

Parallèlement à ces évolutions conceptuelles développées par les spécialistes des sols, les notions de service écosystémique et de capital naturel ont émergé du champ de l'économie et ont été reprises, en 2005, dans le cadre du *Millennium ecosystem assessment* des Nations unies. Il donne les définitions générales suivantes :

- Capital naturel : « *stock de matières et d'information contenu dans un écosystème* »⁸
- Service écosystémique : « *bénéfice que les écosystèmes procurent aux hommes* »⁹.

Ces deux notions ont été définies pour donner une valeur aux ressources naturelles et aux biens et services qu'ils fournissent aux sociétés. Récemment, le concept de service écosystémique a été transféré dans la recherche en science du sol, notamment en relais des études menées sur les processus de dégradation des sols (*Graphique 1*). Le concept de sol, en tant que capital naturel, a lui été moins repris et semble rester spécifique au champ de l'économie de l'environnement.

1. Thiebaut, 2011.

2. Bouma, 2001.

3. Westmann, 1977.

4. Constanza et Daly, 1987.

5. MEA, 2005.

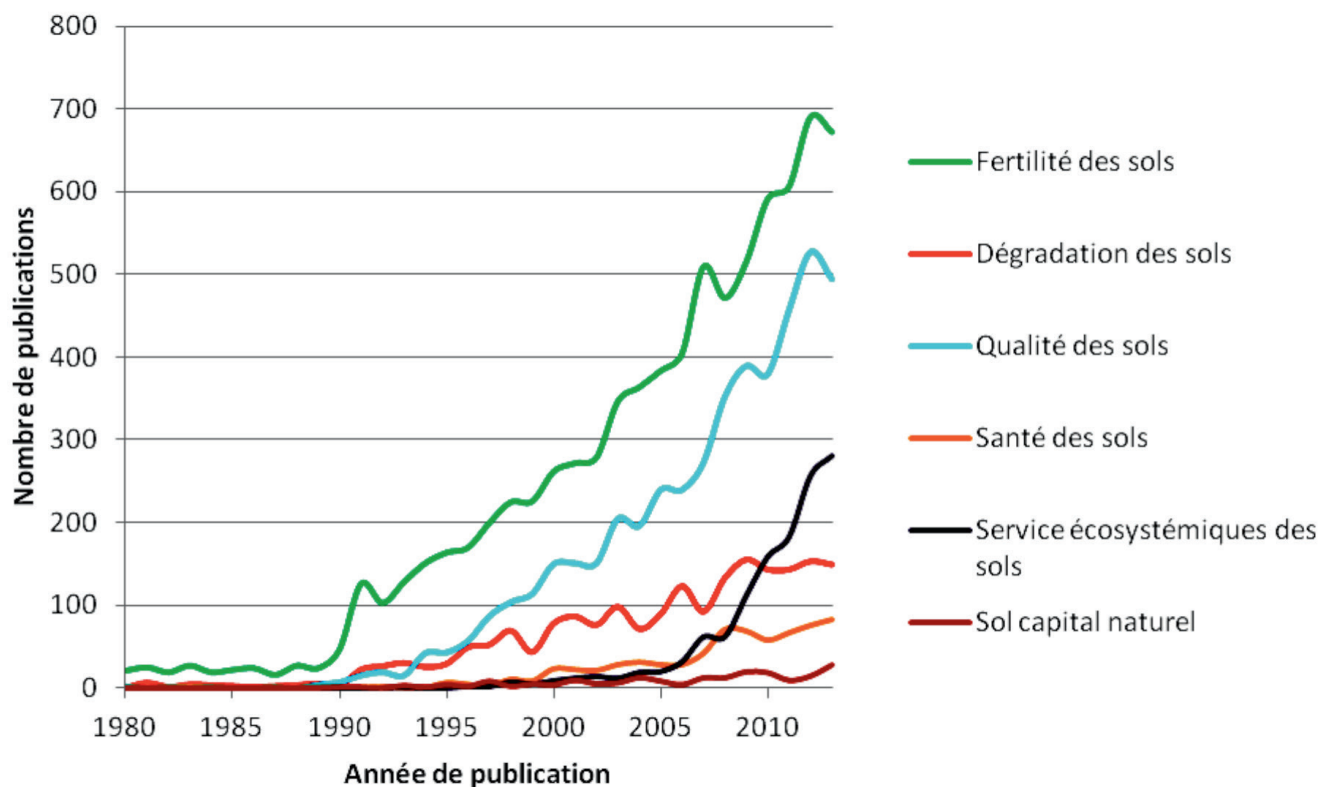
6. Doran et Parkin, 1996.

7. Blum, 2006.

8. Costanza et al., 1997.

9. MEA, 2005.

GRAPHIQUE 1
Évolution entre 1980 et 2014 du nombre de publications scientifiques portant sur les services écosystémiques des sols, en regard d'autres concepts liés aux sols
(Source : Web of knowledge, 2014)



2. LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES FOURNIS PAR LES SOLS

L'adaptation au sol du cadre conceptuel établi par le MEA en 2005 a fait l'objet de nombreux travaux récents. Le *Graphique 2* représente le schéma conceptuel proposé en 2010 par des chercheurs¹⁰ : il positionne le sol comme un capital naturel, caractérisé par ses stocks de matière et de biodiversité, mais aussi par les flux qu'il génère et qui permettent la fourniture d'un certain nombre de services répondant à des besoins humains. Ces services écosystémiques sont regroupés en quatre grandes catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et les services d'auto-entretien.

10. Dominati et al., 2010.

2.1. Les services d'approvisionnement

Les services d'approvisionnement regroupent l'ensemble des productions issues des sols :

- Produits destinés à l'alimentation humaine, mais aussi aux animaux d'élevage
- Bois issus des forêts à vocation énergétique ou pour le bâtiment
- Fibre destinée à la production de textiles (coton, lin, etc.)
- Matériau brut extrait des sols pour servir de support horticole (tourbe, argile) ou pour servir de matériaux de construction (bauge, brique en terre)
- Ressource génétique issue de la biodiversité interne au sol qui fournit notamment des produits biochimiques et pharmaceutiques.

La fonction de support physique assurée par les sols est également incluse dans cette catégorie de services : les sols représentent

en effet la base physique sur laquelle les animaux, les humains, mais aussi l'ensemble des infrastructures se tiennent.

L'importance des services d'approvisionnement assurée par les sols est évidemment considérable. Le *Tableau 1* regroupe des statistiques, à l'échelle mondiale, des surfaces affectées à différentes productions, ainsi que l'importance des productions issues des sols par rapport à d'autres modes de production (pêche, culture hors-sol, etc.). Il apparaît notamment que plus de 90 % des besoins nutritionnels de la population humaine (97 % des calories et 93 % des protéines) sont couverts par des produits végétaux ou animaux fournis directement ou indirectement par les sols. Les projections futures, quels que soient les scénarios retenus, montrent que cette prédominance très forte va se maintenir, à la fois pour subvenir aux besoins nutritionnels (en quantité

TABEAU 1
Évaluation à l'échelle mondiale de différents types de services d'approvisionnement
dépendant des sols via l'agriculture, la production forestière ou l'extraction directe de matériaux du sol

Services	Surfaces dédiées (millions ha)	Produits	Types de productions liées au sol	Productions liées au sol	Part dans la production totale (%)
Alimentation Humaine *	1 500 (cultures) + 3 300 (prairies)	Énergie	Végétaux	2 400 kcal/hab/j	84
			Animaux	400 kcal/hab/j	14
		Protéines	Végétaux	45 g/hab/j	56
			Animaux	29 g/hab/j	37
Fibres textiles *	36 (cultures)	Fibres naturelles	Végétaux (coton, lin, ...)	30 Mt	48
			Animaux (laine, soie)	2,3 Mt	4
Énergie **	4 000 (Forêt) + 3 (Plantations) + 40 (cultures énergétiques)	Chauffage	Bois	104 Mtep	18 % (1)
		Carburants	Biocarburants	0,2 Mtep	3 % (2)
		Électricité	Biomasse	28 Mtep	2 % (3)
Matériaux ***	1 500 (forêts exploitées) 8 (tourbières exploitées)	Construction	Bois	1 650 Mm ³	
		Support horticole	Tourbe	11 000 t	

(1) en % de l'énergie dédiée au chauffage ; (2) en % de la production de carburants ; (3) en % de la production d'électricité

Sources :

* FAO statistical yearbooks : world food and agriculture, 2013 ; The state of world fisheries and aquaculture

** IEA, World Energy Outlook, 2013

*** FAO State of the World's Forests 2014 ; USGS Mineral resource program, Index Mundi, 2014

57

et en qualité) d'une population mondiale en forte croissance et pour répondre aux défis de la transition énergétique. La nécessité de préserver et d'accroître les services d'approvisionnement fournis par les sols sera donc bien un enjeu majeur du vingt-et-unième siècle.

Notons que l'importance des sols dans les fonctions de production transparaît peu dans les publications et les statistiques évaluant les services écosystémiques. Celles-ci considèrent, à l'instar du MEA, de grands types d'espaces (montagne, espaces cultivés, eaux intérieures, etc.) ou de grands secteurs d'activités économiques, à l'image du méta-programme de recherche de l'Institut national de recherche agronomique (INRA) qui s'intéresse aux services écosystémiques de l'agriculture et de la forêt. Les sols sont ainsi englobés dans des catégories où on peine à reconnaître leur importance spécifique dans les services d'approvisionnement. Néanmoins, des programmes de recherche récents

– en particulier le programme GESSOL ¹¹ initié par le ministère de l'Écologie – associent les approches des sciences biophysiques et des sciences sociales pour mieux évaluer le rôle particulier des sols.

2.2. Les services de régulation

Les services de régulation dérivent à la fois des caractéristiques propres des sols et de leur position particulière à l'interface des autres grands compartiments de la planète Terre (biosphère, lithosphère, hydrosphère). Le sol est d'abord un acteur prépondérant du cycle de l'eau ¹² via son rôle de partage des pluies entre infiltration et ruissellement, sa capacité de stockage supérieure à celle de l'atmosphère et des rivières (de l'ordre de 50 à 400 litres par mètre carré), mais aussi les échanges et réactions biogéochimiques qui s'y produisent. Le sol joue un rôle essentiel de régulation, en quantité et en qualité,

des transferts d'eau entre l'atmosphère, les nappes souterraines et les cours d'eau et il assure une fonction de réserve en eau pour les plantes et les organismes du sol.

Les sols abritent ensuite une diversité considérable d'organismes vivants appartenant, d'une part, à tous les groupes connus de micro-organismes (bactéries, actinomycètes, champignons, algues, protozoaires) et, d'autre part, à certains groupes d'animaux comme, par exemple, des nématodes, des lombriciens et des arthropodes ¹³. Ces organismes présentent une très grande diversité. De plus, ils ont de très grandes interactions trophiques et physico-chimiques entre eux, avec les plantes (notamment leurs racines), mais aussi avec les constituants organo-minéraux des sols. L'étude des organismes des sols mobilise aujourd'hui les outils de biologie moléculaire qui ouvrent, progressivement, la voie à la connaissance des organismes non cultivables en laboratoire : soit plus de 95 % des bactéries et champi-

11. Gessol : fonctions environnementales et gestion du patrimoine Sol (www.gessol.fr).

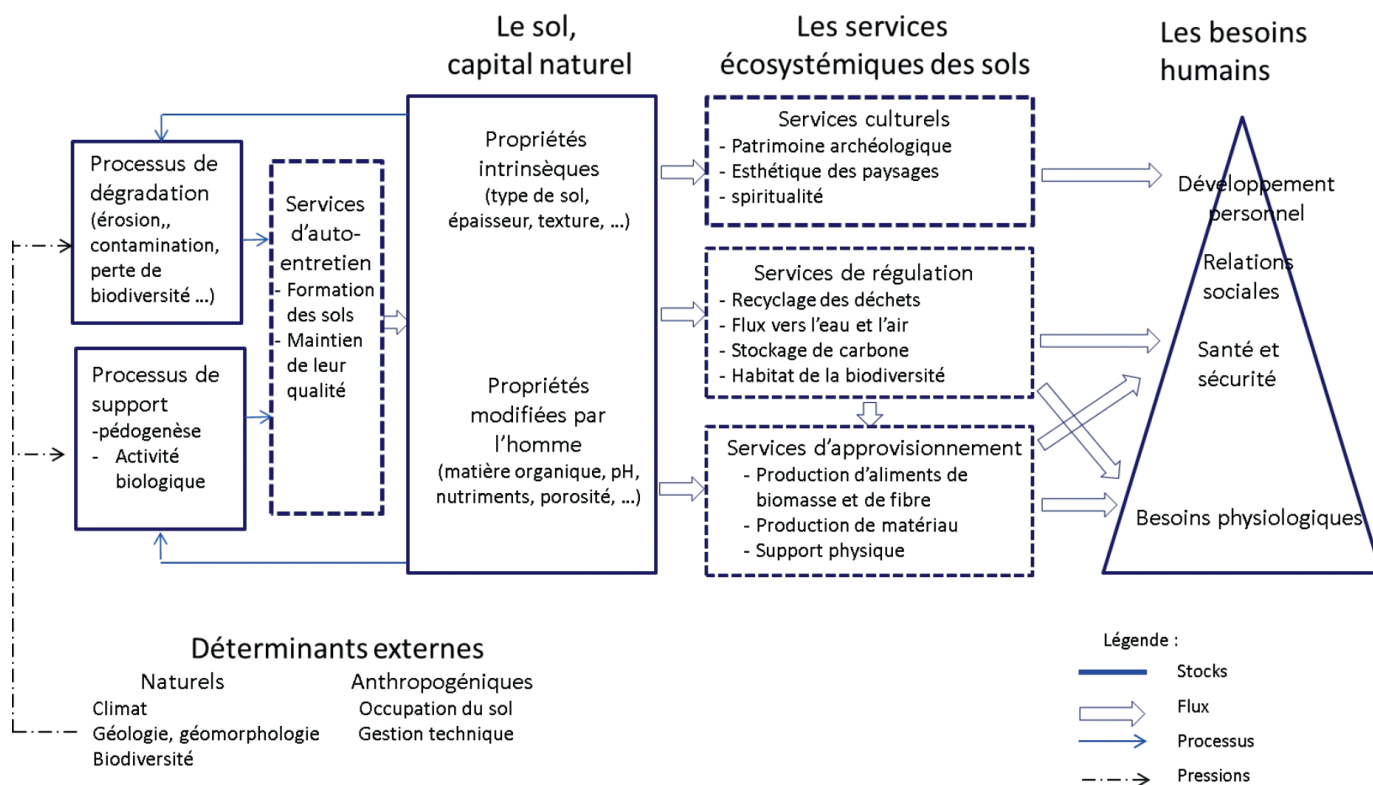
12. Dorfigler et Gascuel, 2014.

13. Cluzeau et al., 2011.

GRAPHIQUE 2

Schéma conceptuel positionnant le sol comme un capital naturel générant des services écosystémiques en réponse à des besoins humains

(adapté de Dominati et al., 2010)



gnons du sol, jusque-là non identifiés par les approches microbiologiques classiques. Cette biodiversité du sol, encore méconnue, joue un rôle essentiel dans l'ensemble des processus biogéochimiques des sols, en particulier ceux affectant les cycles du carbone et des nutriments, notamment l'azote. Elle joue aussi un rôle important vis-à-vis de la protection des plantes puisqu'à la fois, des ravageurs des plantes (par exemple, des limaces) et des auxiliaires de culture (par exemple, des carabes) peuvent effectuer, en totalité ou en partie, leur cycle de développement ou de reproduction dans les sols. Les organismes des sols contribuent également à la structuration des sols en modifiant la porosité (par exemple, lombriciens, enchytreides) ou la cohésion des sols (par exemple, par sécrétion de ciments organiques par les bactéries ou par le développement des hyphes de champignons), ce qui influence

les propriétés physiques, mais également hydriques des sols.

De façon plus générale, les sols constituent un compartiment essentiel des grands cycles biogéochimiques des éléments, en particulier pour le carbone (*Encadré 1*), mais aussi pour d'autres éléments (N, O, P, K, Cu, Zn, ...). Ils constituent un lieu de stockage, de transformation et de transfert important du cycle naturel des éléments, mais, de plus, reçoivent une partie importante des flux d'origine anthropique. En effet, les activités anthropiques génèrent des apports volontaires au sol (ce sont toutes les pratiques de fertilisation ou d'amendement des sols) et des apports fortuits liés aux dépôts atmosphériques ou à la présence de certains éléments, généralement à l'état de traces, dans les produits apportés au sol.

Le rôle des sols dans le cycle des éléments est en lien direct avec le service important qu'ils rendent en termes de recyclage des déchets.

La France produit chaque année environ 900 millions de tonnes de déchets, issus des collectivités, des ménages, de l'industrie, des travaux publics ou de l'agriculture. Environ la moitié est recyclée en agriculture et donc épandue sur les sols avec, pour motivations principales, de valoriser les éléments fertilisants des déchets et de profiter du rôle épurateur des sols pour bénéficier d'une filière de traitement à faible risque qui évite la mise en décharge ou l'incinération.

Ce recyclage est particulièrement important pour le phosphore, un élément nutritif essentiel de la production végétale. La fertilisation minérale classique de P repose sur l'exploitation de gisements de phosphates naturels, géographiquement concentrés à 85 % dans trois pays : Maroc, Chine et États-Unis. Or, dans les décennies à venir, la raréfaction de la ressource et une demande mondiale en très forte croissance vont fortement limiter la disponibilité et augmenter le coût de ce

type de fertilisant. En 2006, les apports aux sols agricoles français étaient constitués de 367 000 tonnes de phosphore issues du recyclage de déchets et de 286 000 tonnes issus de fertilisants ¹⁴. Mais l'efficacité du recyclage en phosphore des déchets ménagers et

des collectivités territoriales restait inférieure à 50 %, en raison de l'importance persistante des mises en décharge et des pertes de P vers l'eau à partir des stations d'épuration. Il apparaît donc essentiel, à la fois pour des raisons économiques et environnementales, de continuer à développer des filières de recyclage maîtrisé de déchets vers les sols :

elles seules permettent d'envisager une gestion durable des ressources en P du globe.

2.3. Les services culturels

Les services culturels liés aux sols recouvrent, en premier lieu, un aspect lié à l'esthétique des paysages. Les différences de couleur

14. Senthikumar et al., 2014.

>>> Encadré 1

Le stockage de carbone dans les sols

À l'échelle mondiale, les sols contiennent environ 1 500 milliards de tonnes de carbone sous forme organique dans la couche comprise entre 0 et 30 cm : soit davantage que l'ensemble du carbone contenu dans la végétation (600 milliards de tonnes) et dans l'atmosphère (720 milliards). Ramené à l'hectare, cela représente, en milieu tempéré, de 80 à 120 tonnes de C par hectare sous forêt et prairie et de 40 à 60 tonnes de C en milieu cultivé. À ce stock, il faut ajouter le carbone organique stocké à plus de 30 cm dans le sol (qui représente souvent plus de 20 % du stock organique total) et, dans les sols calcaires, le carbone sous forme inorganique présent dans les carbonates (CaCO_3). Ces deux derniers stocks sont moins bien caractérisés que les stocks de carbone organique de surface, mais ils sont considérés comme ayant des temps de résidence très longs dans les sols, supérieurs au millénaire et donc participant moins aux flux de carbone, notamment vers l'atmosphère. De faibles variations des stocks de carbone organique des sols du monde peuvent influencer significativement la concentration en CO_2 de l'atmosphère. Ces stocks dépendent de l'équilibre entre, d'une part, des apports par la végétation et les amendements organiques et, d'autre part, des pertes liées à la minéralisation d'une fraction des matières organiques présentes et à la lixiviation des formes dissoutes de carbone organique. Cet équilibre entre apports et pertes dépend de divers facteurs, mais l'usage des terres et le climat sont déterminants dans son évolution. De ce fait, de nombreux travaux sont menés pour déterminer et cartographier les régions du monde où les sols représentent une source ou un puits de carbone vis-à-vis du carbone atmosphérique et prédire l'effet du changement climatique attendu sur ces sources ou puits. En Europe, les forêts et les prairies représentent actuellement les principaux puits de carbone ; à l'inverse, les cultures, où la dégradation de la matière organique prédomine, tendent à perdre du carbone (Soussana, 2014).

59

GRAPHIQUE 3 Visualisation du stockage de carbone organique dans différents types de sol



À gauche, jusqu'à plus de 1 mètre dans un sol tourbeux – Au centre, en surface et en profondeur d'un sol très acide sous forêt – À droite, dans les 25 premiers centimètres d'un sol cultivé sous prairie
(Crédit photographique : L. Berthier et AL. Le Bris, Agrocampus Ouest).

dominante de la surface des sols (noire, brune, rouge, jaune, blanche) et l'importance de la nature des sols dans le type de végétation contribuent aux caractéristiques visuelles des paysages.

Le sol conserve la mémoire et l'empreinte des passages de l'Homme et de ses activités au fil du temps. Il protège les ossements, les objets et les constructions passées et les analyses permettent aux archéologues de reconstituer les climats et les écosystèmes passés, par exemple grâce à la datation de charbons de bois ou l'analyse des molécules organiques.

L'importance du sol dans l'art et sa place dans les conceptions philosophiques et religieuses sont parties intégrantes des fondements culturels des civilisations. Dans les religions, le sol est souvent représenté comme symbole de fécondité et de régénération de la vie, à l'image de l'expression de la Bible « *Tu es poussière et tu retourneras en poussière* »¹⁵.

Par ailleurs, le sol est utilisé comme source de couleurs et de pigments pour les peintures et les décorations des corps. Mais les représentations des sols en elles-mêmes se limitent souvent à leur seule surface (Feller, 2007). Les artistes intègrent rarement des représentations explicites des sols dans leurs œuvres, renforçant ainsi l'idée que la perception des sols est souvent indirecte, via les fonctions et les services qu'ils rendent aux sociétés. La représentation explicite des sols dans les représentations culturelles est récente. Elle s'est faite sous l'influence des travaux scientifiques qui, à partir de la fin du dix-neuvième siècle, ont défini le sol comme un objet naturel spécifique.

2.4. Les services d'auto-entretien

Les services d'auto-entretien – ou de support, selon la terminologie du *Millennium ecosystem assessment* (MEA) commandité par les Nations unies en 2005 – regroupent l'ensemble des fonctions nécessaires pour la production des autres services : sont ainsi considérés le cycle de l'eau, le cycle des

nutriments, la production primaire¹⁶ et la formation des sols. Ces services¹⁷ sont moins bien identifiés que les services d'approvisionnement, de régulation ou culturels, mais ils mettent en jeu l'aptitude des sols à assurer, dans le temps et pour les générations futures, les services attendus par l'humanité. Il s'agit, d'une part, de la formation de sol à partir de l'altération de la roche sous-jacente ou à partir de matériaux d'apports (y compris d'origine anthropique). Elle implique des transformations – à l'échelle de décennies, de siècles et même de millénaires – des propriétés physiques, chimiques et biologiques du matériel initial et permet, progressivement, l'extension latérale et verticale des sols. Les ordres de grandeur de cette formation des sols par des processus naturels de pédogenèse sont faibles : de l'ordre de 0,04 à 0,08 millimètre par an, soit moins d'un centimètre par siècle. Cela justifie que l'on considère les sols comme une ressource non ou peu renouvelable, et ce d'autant que les pertes en sol par des processus de dégradation peuvent être beaucoup plus intenses et rapides.

L'autre aspect important des services d'auto-entretien qualifie la résistance et / ou la résilience du sol à maintenir ou à recouvrir un fonctionnement générateur de services malgré les pressions s'exerçant sur lui : contamination par des polluants, compaction de la structure, érosion, salinisation, modifications de régime hydrique suite au changement climatique, etc. Celles-ci peuvent perturber son fonctionnement, mais les interactions entre processus biologiques et physico-chimiques modulent la réponse du sol à ces pressions. Ces vingt dernières années, la recherche en écologie des sols a ainsi privilégié le rôle des organismes des sols et de leurs interactions sur les processus gouvernant le fonctionnement des sols, mettant en

évidence leur importance fondamentale. La recherche a notamment porté sur l'identification du méta-génome des organismes du sol et sur les relations entre la biodiversité du sol en termes de richesse spécifique et de composition et le fonctionnement du sol. L'explicitation de ces relations et leur prise en compte dans les pratiques d'évaluation de la qualité des sols et des services qu'ils rendent constituent un défi pour la recherche dans les années qui viennent.

3. LA VALORISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

3.1. L'évaluation biophysique des services

Il n'existe pas, actuellement, de méthode reconnue ou consensuelle d'évaluation biophysique des services écosystémiques fournis par les sols. La difficulté tient notamment au fait qu'un service met généralement en jeu plusieurs fonctions et processus, lesquels peuvent contribuer à plusieurs services (*Tableau 2*).

Des indicateurs permettent de quantifier le service. On peut distinguer plusieurs démarches selon qu'un ou plusieurs indicateurs – plus ou moins intégratifs – sont choisis, selon la méthode utilisée pour les sélectionner et selon la méthode de quantification *stricto sensu* : utilisation directe de la valeur de l'indicateur, comparaison à une référence ou attribution de scores.

Lorsqu'il existe une variable très proche représentative et intégrative du service évalué, celui-ci peut être directement quantifié par mesure ou par modélisation. L'un des cas le plus simple est celui du service de régulation du climat via la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), à travers le stockage de carbone dans le sol. Le service peut être directement mesuré ou prédit par modélisation et exprimé par une quantité de C stockée dans le sol par unité d'espace et de temps (*Tableau 2*). De même, l'atténuation des émissions de N₂O peut être mesurée ou prédite par modélisation et exprimée en équivalent (eq) CO₂ atténué par hectare et par an. D'autres travaux se focalisent sur

16. La production primaire correspond à la synthèse de composés organiques par les organismes vivants, principalement par photosynthèse et, en partie, par chimiosynthèse. Elle concerne donc l'ensemble de la biomasse produite par les écosystèmes et non uniquement celle directement utilisée par l'homme, considérée comme un service d'approvisionnement.

17. Dans le schéma conceptuel de Dominati et al., 2010, les services d'auto-entretien ne sont pas positionnés directement en liaison avec les besoins humains, mais influencent le sol considéré comme un capital naturel (*Graphique 2*).

15. Genèse 3: 17-19.

Le génie pédologique au service de la restauration des services écosystémiques de sols dégradés

Les sols des écosystèmes urbains sont souvent qualifiés de *technosols* ou d'*anthroposols* et, depuis 1998, la proposition a été faite de les appeler SUITMAs (*Soils in Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military areas*).

La plupart de ces sols sont fortement modifiés par les activités humaines qui induisent des changements de composition et de fonctionnement. Les fonctions réalisées par ces sols et leur résultante en termes de services écosystémiques sont alors menacées. En plus de permettre l'accès à des zones de loisir et de jouer un rôle dans la régulation de la pollution de l'air et des îlots de chaleur, les sols urbains (quoique très anthropisés) assurent aussi des services d'approvisionnement en eau et en aliments *. Parmi tous les services écosystémiques rendus par les milieux urbains, une grande majorité est en lien avec la présence de végétation. Les murs et les toits végétalisés, les fermes urbaines et, bien évidemment, les jardins potagers urbains peuvent assurer des services d'approvisionnement grâce à la production d'aliments. La végétation urbaine développée sur des sols urbains contribue également à la régulation du climat et de la qualité de l'air par des effets de réduction de l'effet d'îlot de chaleur, la réduction des teneurs en gaz à effet de serre ou encore des teneurs en particules dans l'air. S'ils ne sont pas imperméabilisés, les sols urbains permettent aussi aux eaux atmosphériques de s'infiltrer, réduisant ainsi les risques d'inondations. Ce phénomène est amplifié en présence d'un couvert végétal, qui contribue à limiter les nuisances sonores au sein des villes. En complément de ces services de régulation, les espaces végétalisés urbains sont aussi le support d'espèces végétales spécifiques, parfois rares et patrimoniales, rendant ainsi un service de maintien de la biodiversité.

L'accent peut être mis sur le cas particulier des *technosols* construits, issus de procédés du génie pédologique **. Ces sols sont délibérément construits pour assurer des fonctions choisies. Le procédé de

construction de sol a pour objectif d'assurer la réhabilitation de sites dégradés (friche industrielle, zone de démolition, lagune, décharge, carrière) en rendant au substrat ses propriétés agronomiques, afin de permettre une implantation pérenne d'un couvert végétal. Il est issu des connaissances du génie pédologique. Ce procédé consiste en l'utilisation de matières premières secondaires, c'est-à-dire de déchets et de sous-produits (composts, sous-produits industriels, terres industrielles traitées) en lieu et place de terre végétale pour construire un sol fertile sur des substrats dégradés présentant des déficits de fertilité. L'originalité du procédé est d'associer des matériaux pour constituer différentes couches de sol permettant ensuite une implantation optimale de la végétation. Une fois mis en place, le sol construit permet la requalification du site en assurant une intégration paysagère simple de la zone, voire en permettant son exploitation pour produire de la biomasse à vocation non-alimentaire.

Cette écotechnologie innovante combine quatre éléments : une technique efficace et pérenne de réhabilitation de sites dégradés ; une économie de ressources naturelles (terre végétale) ; le développement d'une filière alternative pour la valorisation de déchets et sous-produits ; des coûts de mise en œuvre significativement plus faibles que les techniques traditionnelles de réhabilitation de sites. À ce titre, elle constitue un procédé économiquement avantageux qui se situe clairement dans une optique de développement durable. Les sols construits rendent en effet différents services écosystémiques : services d'approvisionnement (par exemple, biomasse non-alimentaire pour l'énergie, les fibres voire de la biomasse alimentaire) ; services de régulation (par exemple, régulation de la qualité et de l'infiltration de l'eau, maintien de la biodiversité, stabilisation des polluants, contrôle du climat, stockage du carbone).

* Morel et al., 2014 – ** Séré et al., 2008.

GRAPHIQUE 4

Le génie pédologique pour une refunctionalisation écologique de sites dégradés

(d'après Séré et al., 2008)

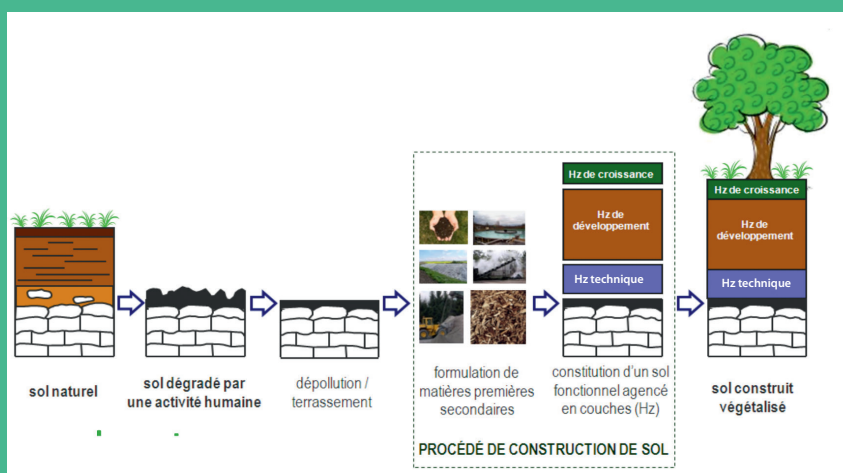


TABLEAU 2
Relations entre les services fournis par les sols,
les fonctions associées et les indicateurs de ces services ou fonctions
(Le tableau n'est pas exhaustif, mais focalisé sur certains services de régulation)

Service	Fonction	Mesure, indicateur
Régulation du cycle de l'eau	Infiltration, ruissellement, rétention de l'eau, transfert de l'eau dans le sol, évaporation, absorption par les plantes	Réserve utile en eau, vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, différence entre précipitations et ruissellement, quantité d'eau drainée par le sol
Régulation de l'érosion	Infiltration, ruissellement, agrégation – désagrégation, transports solides	Quantité de terre érodée (t terre/ha/an)
Régulation du climat global via la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)	Production / transformation de GES, stockage de C, biodégradation minéralisation des matières organiques, dénitrification, nitrification	Variation du stock de C du sol (t C/ha/an), émission de GES (t eq CO ₂ /ha/an)
Régulation de la qualité de l'environnement, atténuation de contaminants	Filtration, adsorption, biodégradation, assimilation, précipitation, transfert	Capacité d'échange cationique (CEC), teneur en C, minéralisation potentielle de C ou N, biomasse microbienne, activité microbienne hétérotrophe...

le service de régulation de l'érosion en se basant sur une prédiction de la quantité de terre érodée par hectare et par an, en utilisant les modèles actuellement disponibles¹⁸ (Tableau 2). Souhaitant quantifier la fourniture d'eau par le sol utilisable par l'homme, des chercheurs¹⁹ ont estimé par modélisation la quantité d'eau drainée, quotidiennement, à la base du profil. D'autres ont calculé la différence entre les précipitations reçues par le sol et la quantité d'eau ruisselée afin d'évaluer le service de régulation des inondations²⁰.

Une fois les indicateurs sélectionnés, l'évaluation de la fonction ou du service fourni par le sol est réalisée de différentes manières. Des travaux attribuent, à dire d'expert, un score à la valeur estimée des indicateurs :

- Ainsi, par exemple, des chercheurs²¹ utilisent trois indicateurs (la réserve utile, la perméabilité à l'eau et la présence de traces d'hydromorphie) pour le service de régulation du cycle de l'eau, rendant compte de la rétention et de la circulation de l'eau. Ils leur attribuent des scores allant de 1 (bonne qualité) à 5 (mauvaise qualité) en s'appuyant sur des seuils issus de

la littérature scientifique. Puis, ils évaluent l'adéquation des scores de ces indicateurs à l'usage du sol (agricole, support d'infrastructures, etc.) et déterminent *in fine* si le service est satisfait ou non.

- D'autres travaux construisent un indice en comparant la valeur mesurée ou prédite des indicateurs choisis à celle d'une situation de référence. Des chercheurs²² ont ainsi construit un indice complexe pour rendre compte du service d'atténuation de contaminants par le sol. Cet indice est composé de six indicateurs choisis par démarche participative²³ et reliés à l'activité microbienne des sols (teneur en C, pH, minéralisation potentielle de C, minéralisation potentielle d'azote, teneur en phosphore biodisponible et activité microbienne hétérotrophe mesurée avec la méthode Biolog). Les valeurs mesurées de ces indicateurs sont divisées par celles acquises sur des parcelles de référence, puis sommées afin de construire un indice général d'« atténuation naturelle de contaminants »²⁴. Les parcelles de référence sont des parcelles de sol de même type, sous le même usage (ici, des sols cultivés) pour lesquelles, à dire d'expert, les systèmes de

culture mis en œuvre représentent un optimum. Le choix de la situation de référence constitue clairement un point critique de la démarche. Néanmoins, celle-ci permet de proposer un indice mesurant l'écart de services entre une parcelle évaluée et une situation jugée optimale.

Il devient ainsi important de quantifier et, à terme, de spatialiser les services rendus par les sols, pour que ceux-ci puissent être utilisés comme critères de décision. Être incapable d'exprimer un service revient généralement à ne pas le considérer : d'où la nécessité de sélectionner, de tester et, si possible, d'homogénéiser des approches d'évaluation biophysique des différents services. Le comité international de normalisation de la qualité des sols veut établir une norme-guide présentant les services et proposant les indicateurs possibles pour leur évaluation. Cet enjeu est particulièrement important si les services doivent ensuite être valorisés, protégés ou restaurés.

3.2. Les approches de monétarisation

Si le concept de services écosystémiques a été initialement conçu pour communiquer sur l'importance des écosystèmes et, donc, de la biodiversité pour le bien être de l'humanité, la volonté d'évaluer ces services et de

18. Dymond et al., 2012 ; Trabucchi et al., 2012.

19. Dymond et al., 2012.

20. Dominati et al., 2014.

21. Robert et al., 2013.

22. Vijnen et al., 2012.

23. Rutgers et al., 2012.

24. Vijnen et al., 2012.

TABLEAU 3
Schéma récapitulatif des méthodes d'évaluation des actifs non-marchands

	Préférences révélées	Préférences déclarées
Méthodes directes	Monétarisation au prix de marchés Coûts de restauration, de remplacement Coûts évités, effets de productivité	Évaluations contingentes
Méthodes indirectes	Dépenses de protection et comportements de prévention Coûts de remplacement Prix hédonistes	Analyse conjointe Classement contingent Comparaison par paires

Source : Chevassus et al., 2009

les monétariser est apparue très vite : notamment pour pouvoir les intégrer dans des analyses coûts / bénéfices et, ainsi, mettre en balance différentes options de gestion, d'aménagement, etc. Mais comment donner une valeur²⁵ et un prix à des services dont certains sont immatériels et d'autres relèvent du bien public ?

Selon les services écosystémiques à évaluer et les données disponibles, plusieurs approches sont possibles (Tableau 3). Elles se différencient par le fait qu'il soit possible d'obtenir directement l'information (par exemple, coûts des productions agricoles, de traitement de l'eau) ou qu'il faille la déduire, indirectement, d'autres informations (par exemple, différence de prix de l'immobilier entre un bien proche d'un site naturel et un autre plus éloigné). Parallèlement, ces méthodes peuvent se fonder soit sur des déclarations d'individus interrogés lors d'enquêtes (par exemple, « *combien seriez-vous prêt à payer pour ... ?* »), soit sur l'observation de comportements d'agents censés révéler la valeur qu'ils attachent à la biodiversité ou à un service (par exemple, coût du transport et d'entrée dans un parc naturel)²⁶.

De nombreuses évaluations ont été conduites concernant les services écosystémiques liés à

la biodiversité en général²⁷ ou, plus spécifiquement, certains milieux et territoires (par exemple, la prairie, la forêt, les zones humides)²⁸. Par contre, pour les sols, les travaux sont assez récents et peu nombreux. Les services d'approvisionnement liés aux sols sont certainement parmi les plus simples à évaluer et à monétariser car des marchés existent (Tableau 1 sur la contribution des sols dans la fourniture de produits alimentaires, la fourniture de fibres, de matériaux et d'énergie). Les services de régulation de l'eau ou du climat peuvent être estimés de la même manière, l'eau comme le carbone étant des biens marchands, intégrés dans des marchés nationaux ou internationaux. Les coûts de traitement des eaux liés à la pollution des sols ou la réserve en eau des sols pour nourrir les plantes peuvent ainsi être chiffrés relativement aisément : des contrats locaux existent d'ailleurs pour protéger la ressource en eau, en lien avec la gestion (ou la non-gestion) des sols et, plus largement, les pratiques agricoles²⁹.

Concernant la régulation du climat, le sol est impliqué dans les flux des trois principaux gaz à effet de serre (CO_2 , N_2O et CH_4) et une unité commune existe (eq CO_2). En fonction de sa gestion et du territoire concerné, les sols vont ainsi stocker du carbone ou l'émettre sous forme de CO_2 ou de méthane (CH_4), mais aussi émettre du N_2O (lié essentiellement à la fertilisation azotée). L'importance des stocks de carbone dans les sols (Encadré 1), ainsi que les surfaces poten-

tiellement concernées ont conduit à vouloir promouvoir ce service. Il s'agit par exemple d'établir des contrats avec des agriculteurs ou, plus probablement, avec des intermédiaires négociant ensuite avec un ensemble d'agriculteurs³⁰ pour adopter des pratiques dites « *stockantes* » (en général, le passage au non-labour). L'idée n'est donc pas de comptabiliser et de financer les stocks existants (autrement dit, le capital stocké), mais les flux de séquestration (c'est-à-dire le carbone additionnel lié au changement de pratique). Mais, compte tenu des particularités du stockage de carbone dans les sols (durée, réversibilité, hétérogénéité) et contrairement aux autres secteurs³¹, les contrats sont proposés sur le long terme (au moins cinq ans), avec des systèmes d'assurance pour se prémunir des changements de pratiques et, donc, de la ré-émission de carbone stocké. Une autre difficulté réside dans le contrôle effectif du stockage et donc son coût : un grand nombre de prélèvements et de mesures sont nécessaires pour détecter une faible variation du stock. Compte tenu de ces contraintes, ajoutées au faible prix du carbone, très peu de projets ont, pour l'heure, abouti.

Le service d'habitat (réservoir de biodiversité) est plus difficile à évaluer. En 2004, lors

30. Feng et al., 2002.

31. Lorsque des subventions sont proposées, par exemple pour changer une chaudière, le gain est immédiat, vérifiable et durable (pas de retour à l'état initial). Pour les sols, stockage et déstockage n'ont pas les mêmes cinétiques et, selon les années climatiques, la nature des sols, les cultures et les pratiques, les cinétiques peuvent être très différentes. Il est donc plus difficile et contraignant de contractualiser et d'être certain que le stockage sera effectif à long terme. Cela explique le faible soutien des pouvoirs publics.

25. Valeur et prix ne sont pas équivalents. La valeur repose sur le concept d'utilité, de préférence, de bien-être, alors que le prix correspond à un équivalent monétaire sur un marché. Les services écosystémiques peuvent donc avoir une valeur sans pour autant avoir un prix.

26. Le rapport sur l'approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes détaille ces méthodes, leurs avantages et leurs inconvénients (Chevassus et al., 2009).

27. Pimentel et al., 1997.

28. Chevassus et al., 2009.

29. <http://www7.inra.fr/vittel/>

TABLEAU 4
Valeur économique moyenne de treize services écosystémiques rendus par les sols
sur une exploitation laitière néo-zélandaise sur une période de trente-cinq ans

Services	Méthodes économiques	Coûts utilisés	Résultats moyens	
			dollars / ha / an	%
Quantité d'herbe	Prix de marché	Prix du lait	4 757	29,0
Qualité herbe (teneur en oligo-éléments)	Coûts de remplacement	Additifs alimentaires (oligo-éléments)	38	0,2
Support pour les infrastructures	Coûts de remplacement	Réalisation de terrassements	17	0,1
Portance pour les animaux	Coûts évités	Construction et maintenance de stabulations	112	0,7
Atténuation des inondations	Coûts évités	Construction d'un réservoir	1 196	7,3
Filtration N	Coûts de prévention	Coût d'atténuation du transfert de N et P (construction et maintenance d'une stabulation et pour N alimentation faible en azote et inhibiteurs de nitrification)	554	3,4
Filtration P			2 924	17,8
Filtration des contaminants	Coûts évités	Création et entretien d'un lagunage	6 513	39,7
Recyclage des déchets	Coûts évités	Stockage et traitement des déchets, fert-irrigation	78	0,5
Flux de carbone	Prix de marché	Prix du carbone	0	0
Émissions de N ₂ O		(eq CO ₂)	7,3	0
Oxydation du méthane			0,23	0
Régulation des zoopathogènes	Coûts évités	Coût d'utilisation de médicaments	210	1,3
Total			16 390	100 %

Sources : adapté de Dominati et al., 2014

du colloque international de zoologie du sol à Rouen, une session a été consacrée à l'évaluation des services écosystémiques rendus par la faune du sol. Elle a donné lieu à deux articles ³² proposant différentes pistes de travail :

- Dans certains pays, des organismes du sol (par exemple, fourmis, vers de terre, termites) ou vivant dans les sols (par exemple, larves d'insectes) sont consommés par les populations locales comme sources de

protéines : il serait donc possible de leur attribuer une valeur alimentaire et de leur donner un prix, même s'ils ne « s'achètent » pas tous sur des marchés.

- Certains organismes comme les carabes ou les papillons (phase larvaire dans les sols) sont très recherchés par les collectionneurs pour leurs formes ou leurs couleurs : ils ont donc directement un prix de marché.
- Les organismes du sol sont également à la base des chaînes trophiques participant à la présence et à l'abondance d'espèces terrestres dans certains milieux. En France, les

vers de terre contribuent aux régimes alimentaires de 175 espèces de mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens ³³ : il est donc possible d'évaluer leur valeur et leur prix (au regard, par exemple, des déplacements du public sur des sites d'observation des oiseaux) ou les coûts liés au maintien d'espèces protégées.

- Autre rôle indirect de la faune du sol, elle contribue fortement à la production agricole via le recyclage des éléments (par

32. Huguenin et al., 2006 ; Decaëns et al., 2006.

33. Decaëns et al., 2006.

exemple, rendement) ou les flux d'eau (par exemple, porosité du sol). Des chercheurs ont ainsi calculé que ces rôles pouvaient être estimés à 1 milliard d'euros par an pour l'Irlande ³⁴.

Les services culturels et d'auto-entretien sont, eux, encore plus difficiles à évaluer et les estimations manquent. Concernant les sols, beaucoup d'auteurs sont donc tentés de n'évaluer que les services « marchands », notamment ceux d'approvisionnement et de régulation ³⁵. Mais l'exemple du stockage de carbone montre les limites d'une approche mono-service. Selon le prix du carbone, ce service – s'il était financé – pourrait s'avérer très valorisant ou, au contraire, très peu rémunérateur et, de ce fait, conduire à des changements de pratiques oblitérant les investissements initialement réalisés (par exemple, abandon du non-labour). Par ailleurs, la seule considération du service rendu et non du capital pose également question : toujours sur l'exemple de la séquestration du carbone, un agriculteur aurait intérêt à perdre du carbone avant d'entrer dans un système de financement de stockage de carbone car son potentiel de stockage serait alors plus important. Il s'agit donc bien de considérer à la fois le capital naturel que représente le sol et l'ensemble des services qu'il rend ³⁶.

Des chercheurs ³⁷ ont récemment appliqué cette approche pour évaluer un ensemble de treize services écosystémiques rendus par des sols volcaniques sous prairie en Nouvelle-Zélande (Tableau 4). Pour réaliser ces calculs, ils ont utilisé un modèle dynamique de sol (SPASMO ³⁸) qui représente les caractéristiques des sols (par exemple, concentration en N et P, teneur en matière organique, respiration des sols, émissions de N₂O, capacité en eau, etc.) en fonction du climat et des modes de gestion. Ces paramètres sont ensuite utilisés et combinés avec des données invariantes du sol (par exemple, profondeur, texture, nature des argiles) pour estimer les services rendus. Ainsi, la portance des sols est-elle estimée à travers la texture, la

densité et l'humidité du sol qui, combinés dans le modèle, proposent un nombre de jours durant lesquels la prairie est à même de supporter des animaux. De même, le modèle calcule annuellement les bilans d'azote, de phosphore et de carbone du système afin d'en déduire les flux. Les services étant estimés tous les ans durant trente-cinq ans, le calcul de la valeur de chaque service est fondé sur différentes méthodes économiques conduisant à un coût total moyen de 16 390 dollars par hectare et par an (Tableau 4).

Plus que le prix global en lui-même, il est intéressant de constater que les services ont des estimations, donc des contributions, très différentes au total. Logiquement, la fourniture d'herbe en quantité représente près du tiers du service, mais il ne s'agit finalement pas du service le plus important. En effet, les services de régulation – prévention des inondations, filtration / rétention de l'azote, du phosphore et de contaminants (pesticides, perturbateurs endocriniens, éléments traces) – contribuent pour plus de 65 % au coût total, alors même qu'ils n'ont actuellement aucune valeur marchande. Cela montre à quel point il est difficile, donc coûteux, de les remplacer contrairement, par exemple, à l'achat d'oligo-éléments pour compléter les rations si le sol n'en contient pas assez. Les flux de gaz à effet de serre jouent finalement très peu dans les estimations car le prix de la tonne d'équivalent CO₂ est trop faible pour avoir une influence sur le prix final.

Les auteurs en conviennent : plus que les valeurs absolues, c'est la démarche et les ordres de grandeurs qu'il faut garder à l'esprit. Cette méthode, qui combine le capital naturel du sol et les services rendus, démontre que les services aisés à évaluer, telle la fourniture de biomasse, ne sont pas nécessairement les plus importants. Les chercheurs signalent cependant que la prévalence des services de régulation sur les services d'approvisionnement peut être liée à un biais méthodologique, puisque la monétarisation sans prix de marché est plus délicate et repose sur des choix. Ainsi, d'autres technologies de traitement de l'azote, du phosphore ou des contaminants conduiraient à des coûts différents. Le service de recyclage des déchets est ainsi peu valorisé (78 dollars par hectare et

par an) car de nombreux procédés de remplacement existent et sont relativement bon marché. Finalement, cet exemple – parmi les plus complets à ce jour – démontre, une fois de plus, qu'il ne faut pas focaliser sur un seul service, mais considérer et protéger l'ensemble des services portés par les sols (d'ailleurs tous ne sont pas évalués : il manque notamment les services culturels).

3.3. La protection juridique des services écosystémiques du sol

Considérer les services écosystémiques du sol sous l'angle de la protection juridique a une conséquence évidente : cela implique que ces services mériteraient une attention particulière, justifiant une intervention du droit. En d'autres termes, cela signifie qu'un consensus aura émergé sur le besoin de les considérer juridiquement, se traduisant par un devoir de protection contre tout risque d'atteinte à leur encounter. Mais, pour le moment, la question des services écosystémiques reste largement un ovni dans le droit de l'environnement. À l'inverse des Américains ³⁹ qui s'en préoccupent depuis une dizaine d'années, les juristes français et européens s'en sont emparé depuis peu : la notion a récemment fait une entrée timide dans le droit.

Les mesures juridiques à prendre pour répondre à ce devoir de protection partagent la logique de celles destinées à toute protection juridique de l'environnement :

- En premier lieu, protéger les services écosystémiques du sol ne renvoie pas uni-

39. L'intérêt des juristes américains pour la notion de service écosystémique s'explique en grande partie par sa place au sein du droit américain de l'environnement. En 2008, des réglementations importantes, comme celle sur la conservation des zones humides, l'ont intégrée. Par ailleurs, des travaux plus anciens de chercheurs américains ont contribué à souligner les obstacles à la reconnaissance et à la protection juridique des services écosystémiques. Ils montrent également leur regard favorable à cette notion et l'intérêt de mieux la considérer juridiquement (J.B. Ruhl & R.J. Gregg, "Integrating Ecosystem Services into Environmental Law: A Case Study of Wetlands Mitigation Banking" (2001) 20 Stan. Envtl. L.J. 365; J.B. Ruhl, "Equitable Apportionment of Ecosystem Services: New Water Law for a New Water Age" (2003) 19 J. Land Use & Envtl. L. 47; J.B. Ruhl, "Ecosystem Services and the Common Law of the Fragile Land System" (2005) 20 Nat. Resources & Envt 3; J.B. Ruhl, "Toward a Common Law of Ecosystem Services" (2005) 18 St. Thomas L. Rev. 1, J.B. Ruhl, Steven E. Kraft, and Christopher L. Lant, *The Law and Policy of Ecosystem Services*, Washington, DC: Island Press, 2007).

34. Bullock et al., 2008.

35. Porter et al., 2009.

36. Robinson et al., 2013.

37. Dominati et al., 2014.

38. <http://tools.envirolink.govt.nz/dsss/soil-plant-atmosphere-system-model/>

quement à des mesures de prévention des atteintes : cela implique également des mesures de réparation. Traditionnellement, les premières ont été privilégiées au regard de l'irréversibilité des atteintes à l'environnement. Mais l'essor de la compensation pourrait modifier la donne.

- En deuxième lieu, une protection juridique de l'environnement ne présuppose pas un modèle prédéfini : la frontière entre protection et gestion reste mal définie. Il est en effet envisageable de protéger sans gérer, de même que la protection peut constituer l'une des composantes de la gestion de l'environnement. Plus simplement, ces questionnements impliquent une réflexion élargie sur le degré d'intervention humaine.
- Enfin, les mesures de protection juridique ne renvoient pas à des outils de protection spécifiques. Ceux-ci peuvent être des instruments économiques comme réglementaires, c'est-à-dire des outils juridiques traditionnels (dits de « *command and control* »). Le fait de privilégier le levier financier plutôt que la règle de droit traditionnelle relève d'une culture de protection de l'environnement différente.

De manière générale, le discours actuel souffle en faveur d'un plus grand libéralisme économique et l'un des temps forts dans le domaine de l'environnement est le Livre vert de la Commission européenne datant de 2007 sur les marchés de l'environnement⁴⁰. Il affirme clairement l'option de la Communauté en faveur d'une régulation de l'environnement par le marché. Concernant les services écosystémiques, l'option de les protéger par des mesures financières est privilégiée, répondant à une logique en marche. En réalité, la controverse porte davantage sur le fait d'accorder une valeur économique aux services écosystémiques, laquelle serait exacerbée par une protection via leur rémunération dans la mesure où leur rémunération repose, par définition, sur une évaluation monétaire.

Ce constat mérite d'être analysé plus en détail. D'une part, recourir à une rémunération ou à un paiement des services écosystémiques pour les protéger implique, a priori,

d'en connaître la valeur économique. Cette recherche est aujourd'hui prônée par de nombreux économistes. Elle est initiée pour médiatiser des menaces planétaires et mettre l'accent sur des valeurs non-marchandes. Elle n'est pas, en soi, dénuée d'intérêt puisqu'elle révèle, à sa manière, une richesse inconnue. Mais cette forme de valorisation quantifiée en unités monétaires reflète sans aucun doute un impérialisme économique : en cela, elle suscite les foudres des tenants d'une vision du monde qui ne serait pas dominée par l'argent. L'approche juridique n'a pas échappé à cette hégémonie économique en usant de référentiels monétaires. Comme l'indiquent les auteurs du rapport français sur l'approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes⁴¹, accorder une valeur à la biodiversité et aux services écosystémiques n'a rien de choquant en soi. En effet, la réparation des dommages causés à l'environnement est largement fondée sur une évaluation monétaire. Néanmoins, la finalité d'une évaluation économique pourrait se révéler plus problématique dans la mesure où elle constituerait une étape vers une marchandisation de la nature. Dans cette hypothèse, le droit est à même de saisir la nuance importante entre évaluation monétaire et marchandisation, en émettant des réserves sur la possibilité pour ces biens actuellement non-marchands de faire l'objet d'échanges marchands.

D'autre part, le focus mis sur la rémunération des services écosystémiques peut conduire à négliger des actions financières en faveur de la biodiversité en général et, ainsi, à ne s'intéresser qu'à ce qui est utile à l'homme. Cette critique récurrente de l'anthropocentrisme des services écosystémiques⁴² est justifiée au regard de la concep-

tion réductrice des services et du pouvoir attractif, voire absorbant, de la notion.

Enfin, les critiques à l'origine de l'idée même d'un paiement pour services écosystémiques peuvent être partiellement infondées car elles reposent sur un postulat sémantique qui n'est pas évident. Même si les terminologies entre « *services écosystémiques* » et « *services environnementaux* » sont proches, elles ne renvoient pas à la même logique. Les premiers répondent à la définition du MEA comme étant les bénéfices que les humains tirent des écosystèmes, alors que les seconds expriment les efforts humains réalisés en faveur de la nature⁴³. À ce titre, ces derniers participent sans aucun doute à la protection des services écosystémiques, mais ils évoluent selon une logique initialement autonome. Dès lors, ils pourraient s'avérer en partie déconnectés, non pas nécessairement de l'évaluation monétaire des services écosystémiques, mais d'une marchandisation en tant que telle de ces derniers. En effet, l'évaluation monétaire des services écosystémiques pourrait se présenter comme un indice pour orienter les efforts humains – autrement dit, les services environnementaux – à fournir, mais l'accent resterait mis sur le travail réalisé. Le lien entre services environnementaux et écosystémiques pourrait donc être dissocié sous peine de tomber dans une impasse. Le paramètre temporel pour l'amélioration, le retour ou le maintien d'un service écosystémique s'annonce difficilement mesurable à l'échelle de pratiques humaines. De plus, en raison des interactions complexes au sein des écosystèmes, associer la rémunération d'un service environnemental à un service écosystémique n'a pas de sens : un bouquet de services serait déjà plus approprié.

Pour autant, si l'on considère que la valorisation des services écosystémiques passe par la valorisation des pratiques à finalité environnementale, une question se pose : la protection juridique des services écosystémiques nécessite-t-elle une protection juridique par-

41. Rapport sur l'approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, sous la responsabilité de B. Chevassus-au-Louis, centre d'analyse stratégique (CAS).

42. N. Hervé-Fournereau et A. Langlais, « *Ecosystem services: promoting new synergies between European strategies on climate and biodiversity* ? » in F. Maes, A. Cliquet, W. du Plessis et H. MacLeod-Kilmurray (sous la dir.), *Biodiversity and climate change, Linkages at International, National and local level*, Edward Elgar Editor, 2013, pp. 65-93. I. Doussan, « La représentation juridique de l'environnement et la Nomenclature des préjudices environnementaux », in *La nomenclature des dommages environnementaux*, éd. LGDJ, 2012, p. 107. V. Maris, *Nature à vendre, Les limites des services écosystémiques*, éd. Quae, 2014.

43. Rapport de la FAO, « Payer les agriculteurs pour les services environnementaux », 2007 et Barnaud et al, « Vers une mise en débat des incertitudes associées à la notion de service écosystémique », revue vertigo, vol. 11, mai 2001 ; A. Langlais (sous la dir.), *L'agriculture et les paiements pour services environnementaux : quels questionnements juridiques ?*, Presses universitaires de Rennes, 2014, à paraître.

40. COM (2007) 140 final du 28 mars 2007.

ticulière, supplémentaire, différente de celle existante ? Une réponse positive à cette question soulève à l'heure actuelle un problème de taille. À supposer que l'on veuille protéger de façon particulière les services écosystémiques, une incertitude demeure sur l'objet à protéger, en raison d'une définition non stabilisée de ces derniers. En outre, une protection spécifique de ces services, donc une protection plus ciblée de l'environnement, exigerait des résultats, même intermédiaires, loin d'être évidents à fixer ⁴⁴.

Sur la première question, relative à l'absence de définition stabilisée des services écosystémiques, c'est une source de difficultés pour le droit dans la mesure où les règles applicables, soit le régime juridique, sont généralement attachées à l'existence d'une catégorie juridique. Actuellement, il existe une définition juridique du service par la directive 2004 / 35 du Parlement européen et du Conseil du 21 avril 2004 sur la responsabilité environnementale concernant la prévention et la réparation des dommages environnementaux, mais elle ne sert que les objectifs de cette directive : à savoir, établir un cadre de responsabilité environnementale fondée sur le principe pollueur – payeur en vue de prévenir et réparer les dommages environnementaux ⁴⁵, c'est-à-dire des dommages existants indépendamment d'une quelconque atteinte à des intérêts humains. Cela explique la définition extensive des services ici, selon laquelle il s'agit des « *fonctions assurées par une ressource naturelle au bénéfice d'une autre ressource naturelle ou du public* » ⁴⁶. La notion de service se propage également dans d'autres législations sans, pour le moment, faire l'objet de définitions. Outre le risque de définitions multiples de nature à complexifier l'appréhension juridique des services écosystémiques, la confu-

sion entre service et fonction renforce ce sentiment de complexité. Elle est présente dans l'actuelle définition des services et elle est sous-entendue, par exemple, dans le projet de directive sur les sols de 2006 qui n'utilise pas de cette notion de « *service* », mais de celle de « *fonction* » qui semble néanmoins évoquer celle de service. Selon plusieurs auteurs ⁴⁷, une fonction représente le potentiel d'un écosystème à délivrer un service qui dépend lui-même de processus et de structures écologiques ⁴⁸. Toutefois, le découpage des services opéré par le *Millennium ecosystem assessment* (MEA) commandité par les Nations unies semble troubler cette distinction s'agissant des services de support ⁴⁹.

En réalité, cette confusion renvoie directement à la seconde interrogation : à savoir, la capacité d'identifier les services écosystémiques et de les distinguer de la fonction de l'écosystème dont ils sont issus afin de les évaluer et de mesurer les efforts à fournir à leur encontre. À supposer que cet exercice soit envisageable et permette d'exiger un niveau de protection et de contrôle associé, les services seront-ils tous traités selon la même priorité ? Là encore, il existe une autonomie juridique. Le droit n'a pas nécessairement vocation à tout protéger, c'est-à-dire à protéger l'ensemble des services écosystémiques. Une cohérence dans la mise en place d'un régime de protection s'annonce, en tout état de cause, une priorité.

CONCLUSION

Le concept de service écosystémique a fait évoluer la prise en compte des sols en mettant l'accent sur leur rôle positif au bénéfice de l'homme et sur leur multifonctionnalité. Il a également ouvert la prise en compte de la question du « *sol* » par des disciplines nouvelles, notamment issues des sciences sociales. On peut ainsi considérer que ce concept est utile pour faire reconnaître l'importance des sols, notamment par les décideurs et le grand public.

La recherche doit progresser pour proposer une ou des démarches permettant de mesurer, exprimer et, si possible, spatialiser les différents services rendus par les sols afin qu'ils puissent être intégrés dans la décision publique. Obtenir des données quantitatives sur les services devient un enjeu d'autant plus important qu'il est désormais question de rémunérer ces services, de les protéger ou de les restaurer.

Parallèlement, un dialogue interdisciplinaire doit s'effectuer pour développer l'évaluation économique des services, ainsi que sa traduction monétaire afin de renforcer la prise en compte des sols lors des projets de développement agricole ou d'aménagement du territoire. Ces travaux sont nécessaires car certains services sont difficiles à évaluer, alors qu'ils bénéficient pourtant à l'ensemble de la population. Ainsi, par exemple, établir que les services de régulation, peu ou non marchands, portés par les sols peuvent représenter, en valeur, davantage que les services d'approvisionnement marchands, constitue un résultat qui pourrait peser dans les décisions publiques.

Cependant, la vision anthropocentrée sous-jacente est également critiquable puisque les fonctions jouées par les sols au sein des écosystèmes ne peuvent être restreintes aux seules fonctions utiles ou jugées utiles par l'homme. En ce sens, l'intégration de la notion de « *capital naturel* » constitue une avancée car elle permet de considérer le sol non seulement comme générateur de services, mais aussi comme un bien à préserver. L'élargissement du concept au-delà de la sphère économique sous-jacente doit donc continuer à être entreprise en envisageant notamment des voies complémentaires de valorisation et de protection des services rendus.

44. A. Langlais, « L'appréhension juridique de la qualité des sols agricoles par le prisme des services écosystémiques », *Revue de droit rural*, à paraître.

45. JOUE n° L 143 du 30 avril 2004.

46. Article 2-13 de la directive. S'agissant de la version française transposée : selon l'article L. 161-1-4° du Code de l'environnement, il est fait mention des « services écologiques » : « affectent les fonctions écologiques, c'est-à-dire les fonctions assurées par les sols, les eaux et les espèces et habitats mentionnés au 3° au bénéfice d'une de ces ressources naturelles ou au bénéfice du public à l'exclusion des services rendus par des aménagements réalisés par l'exploitant ou le propriétaire ».

47. En particulier R.S De Groot.

48. R.S De Groot ; « Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning », *Management and decision making*, 1992. Le Tableau 2 donne des exemples de distinction entre fonctions et services.

49. Cf. partie 2.4. de cet article.

Bibliographie

- Blum, W.E.H. 2006. Functions of soil for society and the environment. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 4:75-79.
- Bouma, J. 2001. The new role of soil science in a network society. *Soil Sci.* 166:874-879.
- Bullock, C., Kretch, C. & Candon, E. 2008. The economic and social aspects of biodiversity benefits and costs of biodiversity in Ireland. www.npws.ie/en/media/NPWS/Publications/Biodiversity/Media,6432,en.pdf
- Chevassus-au-Louis, B., Salles, J. M., & Pujol, J. L. 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Paris, La documentation française.
- Cluzeau D., Blanchart E., Peres G., Piron D., Cuendet G., Fayolle L., Lavelle P. 2011. Faune du sol et lombriciens dans les sols tempérés agricoles Sols et Environnement. 2e édition. in M.C. Girard, C. Walter, J.C. Remy, J. Berthelin & J.L. Morel eds. Dunod, Paris., 85-107
- Constanza R., Daly H.E. 1987. Towards an ecological economics, *Ecological modelling*, 38,162,1-7.
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-60.
- Decaëns, T., Jiménez, J. J., Gioia, C., Measey, G. J., & Lavelle, P. 2006. The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, 42, S23-S38.
- Dominati, E., M. Paterson, and A. Mackay. 2010a. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecol. Econ.* 69:1858-1868.
- Dominati, E., Mackay, A., Green, S., Patterson, M., 2014. A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand. *Ecological Economics* 100, 119-129.
- Dörfliger N., Gascuel-Oudou C. 2014. Connaître et gérer les sols pour préserver l'eau. *Géosciences*, N° 18
- Doran, J.W., and T.B. Parkin. 1996. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. p. 25-37. In J.W. Doran and A.J. Jones ed. *Methods for assessing soil quality*. SSSA Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI
- Dymond, J.R., Ausseil, A.G.E., Ekanayake, J.C., Kirschbaum, M.U.F., 2012. Tradeoffs between soil, water, and carbon - a national scale analysis from New Zealand. *Journal of Environmental Management* 951, 124-131.
- Feller, C. 2007. La représentation du sol dans l'art occidental. *Etude et Gestion des Sols*, vol. 14, 1, 65 à 79.
- Feng, H., Zhao, J., & Kling, C. L. 2002. The time path and implementation of carbon sequestration. *American Journal of Agricultural Economics*, 134-149.
- Hedde, M., Pérès, G., Villenave, C., Gattin, I., Le Guédard, M., Harris-Hellal, J., Dequiedt, S., De Vaulfeury, A., Taibi, S., Grand, C., Bispo, A. 2014. Comment calculer les services écosystémiques rendus par les sols: un essai sur la base des résultats des données du programme Bio2 (Bioindicateurs de qualité des sols). Actes des 12èmes Journées d'Etude des Sols, Le Sol en Héritage, Le Bourget du Lac (<http://jes2014.univ-savoie.fr/index.php/fr/actes>)
- Huguenin, M. T., Leggett, C. G., & Paterson, R. W. 2006. Economic valuation of soil fauna. *European Journal of Soil Biology*, 42, S16-S22.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC
- Morel JL, Chenu C, Lorenz K 2014 Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas SUITMAs, *Journal of Soils and Sediments*, DOI 10.1007/s11368-014-0926-0
- Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J. & Cliff, B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience*, 747-757.
- Porter, J., Costanza, R., Sandhu, H., Sigsgaard, L., & Wratten, S. 2009. The value of producing food, energy, and ecosystem services within an agro-ecosystem. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 384, 186-193.
- Robert, S. et al. 2013. Préconisation d'utilisation des sols et qualité des sols en zone urbaine et péri-urbaine - application du bassin minier de Provence, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.
- Robinson, D. A., Hockley, N., Cooper, D. M., Emmett, B. A., Keith, A. M., Lebron, I., Robinson, J. S. 2013. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biology and Biochemistry*, 57, 1023-1033.
- Rutgers, M., Wijnen, H.J.v., Schouten, A.J., Mulder, C., Kuiten, A.M.P., Brussaard, L., Breure, A.M., 2012. A method to assess ecosystem services developed from soil attributes with stakeholders and data of four arable farms. *Science of the Total Environment* 415, 39-48.
- Senthilkumar K., A. Mollier, M. Delmas, S. Pellerin, T.s Nesme, Phosphorus recovery and recycling from waste: An appraisal based on a French case study, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 87, June 2014, Pages 97-108,
- Séré G, Schwartz C, Ouvrard S, Sauvage C, Renat JC, Morel JL 2008 Soil construction: A step for ecological reclamation of derelict lands. *J Soils Sediments* 8:130-136
- Soussana JF 2014. Le rôle des sols dans le cycle du carbone. *Géosciences*, N°18.
- Thiebaut L. 2011 Sol, environnement, société : fonctions, patrimoine, politiques. In : Girard M.C., Walter C., Rémy J.C., Berthelin J., Morel J.L. Dirs. *Sols et environnement. 2*. Dunod, Paris FRA ; Sciences Sup. pp : 774-797
- Trabucchi, M., Puente, C., Comin, F.A., Olague, G., Smith, S.V., 2012. Mapping erosion risk at the basin scale in a Mediterranean environment with open-cast coal mines to target restoration actions. *Regional Environmental Change* 12, 675-687.
- Westman, W.E. 1977. How much are nature's services worth? *Science* 197:960-964
- Wijnen, H.J.v., Rutgers, M., Schouten, A.J., Mulder, C., Zwart, D.d., Breure, A.M., 2012. How to calculate the spatial distribution of ecosystem services - natural attenuation as example from The Netherlands. *Science of the Total Environment* 415, 49-55.

La qualité des sols et son évolution

par Madame Marion Bardy

directrice de l'unité InfoSol (US 1106)

Madame Isabelle Cousin

directrice de recherche Unité Sols (UR 0272)

Monsieur Dominique Arrouays

ingénieur de recherche, unité InfoSol (US 1106)

et Monsieur Guy Richard

chef du département Environnement et Agronomie

Institut national de la recherche agronomique (INRA) – Orléans

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

Introduction

1. Dispositifs d'acquisition de données sur la qualité des sols et son évolution

- 1.1. Les dispositifs nationaux
- 1.2. Les Systèmes d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement (SOERE)

2. Modèles

3. Complémentarité des dispositifs pour la caractérisation de la qualité des sols et de son évolution

4. Conclusion

Références bibliographiques

70

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Carte 1

Carte d'avancement des inventaires de sols au 1/250 000 en septembre 2014

Carte 2

Implantation des 2 200 sites du Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)

Carte 3

Carte nationale des teneurs en cadmium total des horizons de surface des sols de France métropolitaine

Carte 4

Carte nationale des teneurs en fluoranthène des horizons de surface des sols de France métropolitaine

Carte 5

Carte nationale des teneurs en carbone organique dans les trente premiers centimètres de sol

Carte 6

Évolution des teneurs médianes cantonales en carbone organique des sols bretons entre les périodes 1980 – 1985, 1990 – 1994, 1995 – 1999 et 2000 – 2004

Figure 1

Évolution de la réserve utile des sols du site SOERE - ACBB de Lusignan, après huit ans d'installation du site

INTRODUCTION

En position d'interface dans l'environnement entre l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère, les sols jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes et dans l'ensemble des services écosystémiques qu'ils délivrent. Leurs nombreuses fonctions ont été mises en avant dès 2002 par la Commission européenne¹. Elles sont pourtant peu perçues par la société, alors qu'elles sont au cœur de grands enjeux planétaires comme la sécurité alimentaire (en approvisionnement et en qualité), la qualité des masses d'eau souterraines et superficielles, l'atténuation du changement climatique ou la préservation de la biodiversité. Les sols constituent une ressource naturelle qu'il convient non seulement de protéger, mais aussi de valoriser efficacement et durablement pour le bien-être de l'Homme. Leur formation est très lente et leur destruction peut être rapide et quasi irréversible. C'est en ce sens que l'on peut qualifier les sols de ressources non renouvelables. Or, ceux-ci sont soumis à une pression accrue qui se traduit par des menaces sur la durabilité de leurs fonctions, également identifiées dès 2002 par la Commission européenne² :

- l'imperméabilisation sous l'effet de l'étalement urbain et de celui des infrastructures
- l'érosion par la pluie, le vent ou les travaux aratoires
- la baisse des teneurs en matière organique
- la pollution, diffuse ou ponctuelle, par des polluants minéraux ou organiques
- le tassement lié au passage d'engins agricoles ou forestiers
- la baisse de la biodiversité
- les inondations et les glissements de terrain
- la salinisation
- l'acidification, sous l'effet de phénomènes naturels ou d'origine humaine.

À l'échelle du territoire français, les deux premiers points sont les plus préoccupants³. À l'échelle mondiale s'y ajoute notamment la contamination, particulièrement prégnante dans les grands pays émergents comme la Chine ou l'Inde : 12 % de la production de céréales chinoises seraient, par exemple, ren-

dus impropres à la consommation, soit un coût annuel d'environ 2,6 milliards d'euros. La désertification est également accentuée par des phénomènes d'origine naturelle ou humaine (érosion, surpâturage, salinisation) et par les changements climatiques en cours. On estime ainsi que 22 % des terres émergées possèdent des sols potentiellement favorables à l'agriculture, mais que 60 % d'entre eux sont touchés par une ou plusieurs formes de dégradation. À l'échelle mondiale, la perte en sol par érosion est estimée à 24 milliards de tonnes par an, soit environ 3,4 tonnes par habitant et par an. Environ 20 millions d'hectares de sols agricoles sont convertis chaque année dans le monde pour l'expansion urbaine et industrielle, soit davantage que la surface française de terres arables⁴. Cela représente aussi un taux d'artificialisation de 6 350 mètres carrés par seconde.

Les propriétés des sols présentent une forte variabilité spatiale. Les gérer au mieux implique de réaliser un inventaire cartographique. Par ailleurs, certaines propriétés étant susceptibles d'évoluer rapidement (en particulier sous l'effet des pressions anthropiques ou du changement climatique), il est nécessaire de mettre en place des dispositifs de surveillance afin de détecter précocement les dégradations qui pourraient devenir irréversibles. De plus, prendre en compte la multiplicité des fonctions des sols exige de définir de nouvelles notions de qualité, en plus des concepts de fertilité physique, chimique et biologique.

À l'échelle mondiale, la seule base de données géographique sur les sols correspond à une cartographie réalisée à l'échelle du 1/5 000 000⁵. Mais son échelle, ainsi que son aspect essentiellement qualitatif ne permettent pas de l'utiliser à des résolutions continentales ou nationales. En Europe, la base de données géographique harmonisée la plus précise correspond à une échelle du 1/1000 000⁶. Quant aux dispositifs de surveillance systématique des sols, ils se caractérisent par une très grande hétérogénéité, tant dans leurs stratégies d'échantillonnage que

dans les paramètres suivis et les méthodes employées⁷.

Dans ce contexte, l'article :

- dresse l'état des lieux des capacités des dispositifs français d'observation à recueillir des données pertinentes à différentes échelles pour l'inventaire et la surveillance des sols de France
- présente et discute le potentiel d'utilisation de ces données, notamment *via* l'apport d'outils de modélisation, afin de connaître l'évolution de la qualité des sols sous l'effet de différents scénarios, de façon à en favoriser une gestion durable.

1. DISPOSITIFS D'ACQUISITION DE DONNÉES SUR LA QUALITÉ DES SOLS ET SON ÉVOLUTION

L'accès à des données concernant le sol est indispensable pour répondre à de nombreuses thématiques, allant de la gestion d'une exploitation agricole à la protection des ressources naturelles et à l'aménagement de l'espace rural.

Au niveau national, les demandes sont croissantes et les besoins s'expriment à des échelles très diverses selon les thématiques et les acteurs⁸. Les ministères et les agences nationales expriment le plus souvent des besoins de cartes, zonages ou indicateurs d'ampleur nationale pour orienter leurs politiques. Il s'agit, par exemple, d'estimer le potentiel de stockage de carbone dans les sols français, en appui aux négociations internationales. Les collectivités, les parcs naturels ou les associations ont, eux, des besoins à des échelles territoriales, pour des thématiques comme la protection de la ressource en eau à l'échelle d'un bassin versant, la gestion de la biodiversité ou l'élaboration de documents d'urbanisme. Quant à la profession agricole, ses besoins se déclinent plutôt aux échelles parcellaires, en vue de la gestion de la fertilité des terrains.

Les besoins concernent de plus en plus des bases de données spécialisées, directement

1. COM(2002) 179 final.
2. COM(2002) 179 final.
3. Gis Sol, 2011.

4. Nachtergaele et al., 2011.
5. FAO – UNESCO – ISRIC, 1990.
6. King et al., 1995.

7. Morvan et al., 2008 ; Arrouays et al., 2012.
8. Le Bas et al., 2004 ; Le Bas et Schnebelen, 2006 ; Richer de Forges et al., 2012.

exploitables *via* des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) ou servant de données d'entrée à des modèles ou des outils d'aide à la décision. La multiplicité des thématiques en jeu nécessite de pouvoir accéder à de multiples caractéristiques et propriétés des sols, ainsi qu'à une bonne compréhension des processus en jeu.

1.1. Les dispositifs nationaux

Au niveau national, plusieurs initiatives ont été lancées dès les années soixante pour améliorer la connaissance des sols français. Mais, en 1997, le rapport Bornand a souligné que ces initiatives souffraient d'un manque de coordination, tant dans l'acquisition que dans la sauvegarde des données et que la plupart d'entre elles ne menaient pas à une conservation pérenne et harmonisée des informations concernant les sols.

Les données acquises étaient donc peu disponibles et peu exploitables au regard de leur potentiel. Des revues des principales stratégies d'acquisition de données sur les sols en Europe ⁹ ont même montré que la France accusait, à la fin des années quatre-vingt-dix, un déficit important en termes de connaissance de ses sols et de surveillance de l'évolution de leur qualité. Elle était également en retard par rapport à ses voisins européens. Conscients de l'intérêt de disposer, au niveau national, d'informations sur la caractérisation des sols et l'évolution de leur qualité, les ministères de l'Agriculture et de l'Écologie, l'Institut national de la recherche agronomique (Inra), l'Institut français de l'environnement (Ifen) et l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) ont décidé de renforcer et de mettre en commun leurs moyens pour installer un dispositif national d'inventaire et de surveillance des sols. En 2001, ils ont créé le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (GIS Sol), au sein duquel les ont rejoints l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

Le GIS Sol s'est doté de programmes nationaux d'acquisition de données et l'unité Inra InfoSol a été créée pour coordonner ces programmes au niveau national et assurer une

>>> Encadré 1

Les grands programmes d'acquisition de données du GIS Sol

Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS)

Ce programme d'inventaire vise à constituer des bases de données sur les sols et leur répartition géographique. Il s'agit d'un programme multi-échelles, avec :

- Un volet régional au 1/250 000 visant à constituer des Référentiels régionaux pédologiques (RRP ; *Arrouays et al.*, 2004)
- Un volet à moyennes échelles (1/100 000 à 1/50 000) visant à améliorer la connaissance de leur diversité et de leurs lois de répartition sur la base de leurs facteurs de formation, nommé Connaissance pédologique de la France (CPF ; *Richer de Forges et al.*, 2014)
- Un volet à grandes échelles (de l'ordre de 1/10 000) visant à réaliser des études pédologiques plus détaillées permettant de traiter des questions agricoles ou environnementales à l'échelle locale, avec une possibilité d'extrapolation sur une petite région naturelle, nommé Secteurs de Référence (SR ; *Arrouays et al.*, 2004).

L'acquisition des données mobilise un réseau d'une trentaine de partenaires implantés sur l'ensemble du territoire. Elle est encadrée par un Cahier des clauses techniques générales (CCTG ; *Inra InfoSol*, 2005), lui-même cohérent avec la norme NF X31-560. L'ensemble des données est capitalisé au format national DoneSol (*Grolleau et al.*, 2004) qui garantit une harmonisation sous un format unique des données. Des procédures de vérification de la cohérence des données sont mises en œuvre au sein de l'unité InfoSol et un niveau de qualité est attribué aux bases de données sur avis d'experts indépendants et du Conseil Scientifique national IGCS (*Laroche et Doux*, 2007).

Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS)

Ce programme de surveillance a pour objectif de dresser un bilan de l'état des sols français et de suivre leur évolution à long terme. Il est constitué de 2 200 sites, répartis sur le territoire national selon un maillage systématique de 16 km de côté et représentatifs des principales combinaisons-types de sols X occupation des sols rencontrées au niveau national. Au centre de chaque maille, des observations et des prélèvements d'échantillons de sol sont réalisés et renouvelés tous les dix à quinze ans. Pour ce faire, le programme s'appuie sur une trentaine de partenaires implantés sur l'ensemble du territoire qui mettent en œuvre les prélèvements de façon homogène, conformément au manuel RMQS (*Jolivet et al.*, 2006) et avec un suivi qualité par l'Inra InfoSol. Des analyses des propriétés physiques, chimiques et biologiques sont réalisées et capitalisées au sein de la base de données nationale DoneSol (*Grolleau et al.*, 2004). Des échantillons sont archivés de façon systématique au Conservatoire des sols, sur le site de l'Inra d'Orléans (*Ratié et al.*, 2010). Témoins de l'état des sols au moment où ils ont été prélevés, ils peuvent être remobilisés et analysés de façon rétrospective.

Base de Données d'Analyses de Terres (BDAT)

Ce programme de surveillance capitalise, au sein d'une base de données, les analyses réalisées à la demande des agriculteurs auprès des laboratoires d'analyses agréés par le ministère de l'Agriculture (*Saby et al.*, 2004). Unique en Europe, cette base de données nationale regroupe et rend ainsi exploitables les analyses de plus de 2 millions d'échantillons d'horizons de surface de sols agricoles, dont les prélèvements ont été réalisés depuis plus de vingt ans. Ce sont essentiellement des paramètres agronomiques qui y sont renseignés. La quantité de données, ainsi que le recul temporel permettent de dégager des tendances d'évolutions pour certains paramètres. Elle constitue donc un outil de surveillance et d'alerte des évolutions des caractéristiques agronomiques des sols agricoles.

9. Armstrong-Brown et al., 1998 ; Arrouays et al., 1998.

harmonisation et une gestion pérenne des données collectées, ainsi que leur mise à disposition auprès des pouvoirs publics et de la société. Ce dispositif, tout à fait original au niveau européen, a été renouvelé en 2006, puis en 2012.

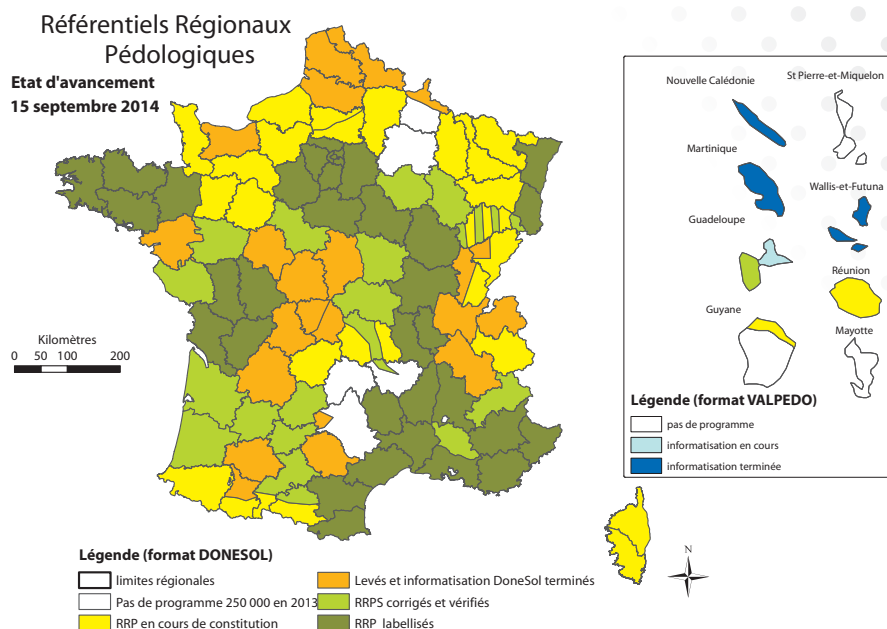
Deux stratégies complémentaires d'acquisition de données sont mises en œuvre dans le cadre du GIS Sol afin de connaître et gérer la diversité de sa couverture pédologique et, d'autre part, de disposer d'un dispositif de surveillance des sols permettant de détecter précocement l'évolution de leurs qualités. Ces stratégies se développent dans le cadre de programmes nationaux (*Encadré 1*).

Depuis les années quatre-vingt-dix, la France dispose d'une cartographie des sols au 1/1 000 000, dite Base de données géographique des sols de France¹⁰. C'est la composante française de la base de données européenne des sols. Cette dernière constitue, à l'heure actuelle, la seule base de données spatialisée couvrant l'ensemble du territoire national. Les efforts du GIS Sol laissent cependant entrevoir l'achèvement, dans les prochaines années, de la couverture exhaustive du territoire national à l'échelle du 1/250 000 (*Carte 1*), dans le cadre du programme national Inventaire, Gestion et Conservation des Sols¹¹.

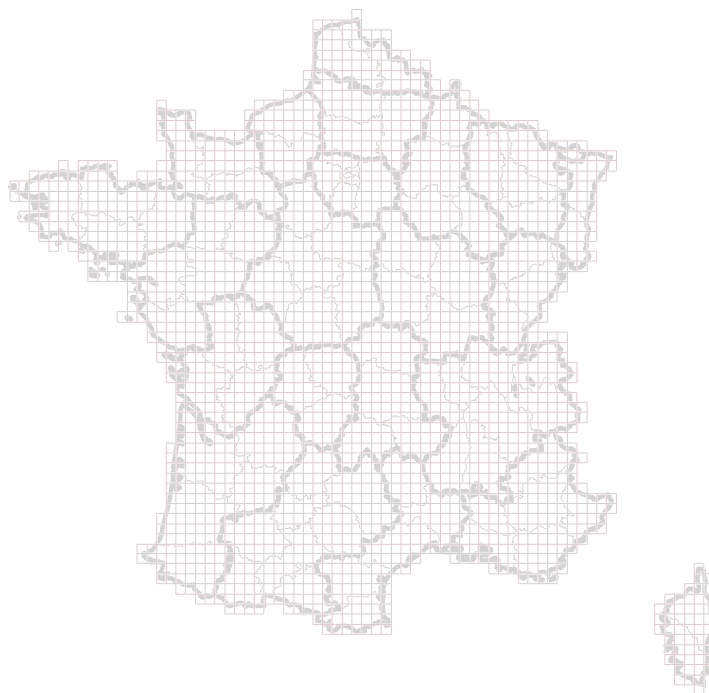
Les données recueillies dans le cadre des actions d'inventaire sont essentiellement des paramètres des sols pérennes (granulométrie, profondeur, pierrosité, type de sol, etc.), qui permettent de définir des types de sols, ainsi que leur organisation spatiale.

Détecter l'évolution des paramètres non pérennes (carbone, éléments traces métalliques, nutriments, etc.) nécessite la mise en place de stratégies de surveillance des sols. Or, à la fin des années quatre-vingt-dix, la France ne disposait pas d'un réseau cohérent de surveillance de la qualité de ses sols lui permettant de dégager des tendances nationales. L'enjeu était donc de créer ce dispositif, capable de relier les évolutions à des déterminants et, d'autre part, de détecter et alerter sur des évolutions jugées défavorables, sans attendre que celles-ci donnent

CARTE 1
Carte d'avancement des inventaires de sols au 1/250 000
en septembre 2014



CARTE 2
Implantation des 2 200 sites
du Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)
(maille de 16 km x 16 km)



10. BDGSF ; King et al., 1995.

11. IGCS ; Encadré 1 ; Arrouays et al., 2004.

lieu à des manifestations de dégradations intenses. Après des études préliminaires ¹², le GIS Sol a mis en place en 2001 un nouveau dispositif, le Réseau de mesures de la qualité des sols ¹³ (RMQS) qui s'appuie sur une stratégie d'échantillonnage systématique (Encadré 1 et Carte 2).

La première campagne d'échantillonnage a duré dix ans. Elle s'est achevée en 2010 et a contribué à dresser un premier bilan de l'état des sols français ¹⁴. Une deuxième campagne sera lancée en 2015 afin de détecter d'éventuelles évolutions. Par ailleurs, le GIS Sol a poursuivi et étendu à l'ensemble du territoire le programme *Base de données d'analyses de terres* ¹⁵ pour surveiller plus spécifiquement les paramètres agronomiques des sols agricoles.

La richesse de toutes ces bases de données repose en grande partie sur le fait que la collecte des données est réalisée de façon harmonisée au niveau national, avec un niveau d'exigence élevé en termes de qualité et sans *a priori* concernant les thématiques

sur lesquelles elles seront mobilisées ultérieurement : ce qui ouvre un large champ d'applications. Ces thématiques sont vastes et continuellement enrichies de nouvelles questions. Les échantillons de sols conservés au sein du Conservatoire des Sols de l'Inra d'Orléans, qui constituent une véritable mémoire des sols français ¹⁶, peuvent être remobilisés à la faveur de problématiques émergentes ou de nouveaux développements méthodologiques. Leur analyse vient alors enrichir le système d'information sur les sols français. Cela a, par exemple, été récemment le cas avec la détermination, à l'échelle de l'ensemble du territoire national, de paramètres biologiques des sols ¹⁷ ou l'analyse de polluants organiques persistants ¹⁸. L'ensemble des données est capitalisé au sein du Système d'information national sur les sols. Celui-ci s'appuie sur le modèle national de données DoneSol ¹⁹ qui permet de disposer de l'ensemble des données dans un format unique, facilitant ainsi leur exploitation harmonisée à l'échelle nationale. Ce système dispose d'interfaces de saisie qui le rendent accessible et convivial pour tous

les partenaires des programmes du GIS Sol. Des contrôles de cohérence sont appliqués aux bases de données pour en assurer la qualité. Par ailleurs, des outils web permettent l'interrogation des bases de données et la consultation de résultats cartographiques ²⁰.

1.2. Les Systèmes d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement (SOERE)

Des données sur les sols et l'évolution de leur qualité sont également acquises au sein de plusieurs *Systèmes d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement* (SOERE). Ceux-ci sont labellisés par l'*Alliance nationale de recherche pour l'Environnement* (AllEnvi) et constituent un dispositif cohérent et pérenne de surveillance des milieux, visible à l'international. Chaque SOERE est constitué d'un réseau de dispositifs élémentaires d'observation ou d'expérimentation portant sur un objet commun, lequel est caractérisé par un ensemble de paramètres observables et mesurables, communs à tous les sites du réseau. Ces paramètres sont mesurés en continu et selon des protocoles partagés. Ils

12. Arrouays et al., 2001.

13. RMQS ; Encadré 1 ; Arrouays et al., 2003 ; Jolivet et al., 2006.

14. Gis Sol, 2011.

15. BDAT ; Encadré 1 ; Saby et al., 2004

16. Ratié et al., 2010.

17. Dequiedt et al., 2009.

18. Villanneau et al., 2009, 2011, 2013.

19. Grolleau et al., 2004.

20. Consultables depuis www.gisol.fr.

Deux SOERE dédiés à l'étude des sols et de leur fonctionnement

Le *Système d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement* ACBB – *Agroécosystèmes, Cycles Biogéochimiques et Biodiversité* – supporte des travaux dédiés à la compréhension des cycles biogéochimiques dans les sols sous différents systèmes de culture, en particulier la dynamique d'évolution quantitative et qualitative des matières organiques du sol. Il s'appuie sur un réseau de trois ensembles de parcelles agricoles, localisés dans des contextes pédo-climatiques différenciés et présentant des degrés d'anthropisation variables : depuis des prairies naturelles permanentes (Auvergne) jusqu'à des rotations de grandes cultures (Picardie), en passant par des prairies semées et fauchées temporaires, en alternance avec des rotations céréalières (Poitou-Charentes). Sur ces sites, des variables d'état du sol sont mesurées en continu sur chaque horizon de sol (teneur en eau, température, teneurs en éléments minéraux et organiques dans la solution du sol, etc.) et des variables indicatrices du fonctionnement biogéochimique sont mesurées à la base ou au toit du solum (flux d'eau à la base du sol, flux de N₂O, CO₂ et CH₄ à la surface du sol, par exemple).

Le SOERE PRO – *Impacts environnementaux du recyclage des produits résiduels organiques sur les écosystèmes cultivés* – a pour objectif de contribuer à la compréhension du devenir des micro-polluants apportés par les produits résiduels organiques et du fonctionnement biologique et microbiologique des sols soumis à épandage régulier et, plus généralement, de la dynamique des matières organiques dans les sols et du fonctionnement des cycles biogéochimiques associés. Il est constitué de trois sites principaux (Ile-de-France, Alsace, Bretagne) et deux sites associés (Lorraine, Aquitaine) auxquels ont été récemment associés des sites hors métropole où des parcelles agricoles sont soumises à un épandage régulier de produits résiduels organiques. On y analyse l'évolution de la qualité des compartiments eau, sol, air de ces parcelles en mesurant, comme dans l'exemple précédent, des variables d'état du sol et des variables indicatrices de fonctionnement.

sont sauvegardés dans des bases de données accessibles à l'ensemble de la communauté scientifique.

Parmi les 19 SOERE actuellement labellisés, plusieurs sont spécifiquement installés en zone agricole et dédiés à l'étude des sols agricoles et de leur fonctionnement. C'est le cas des *SOERE Agro-écosystèmes cycles biogéochimiques et biodiversité* (ACBB) et *Produits résiduels organiques* (PRO) (Encadré 2).

Plusieurs autres SOERE, non spécifiquement dédiés au fonctionnement des sols en milieu agricole, traitent des cycles biogéochimiques intégrant les sols. C'est le cas du SOERE *Fonctionnement des écosystèmes forestiers soumis à des modifications naturelles et anthropiques* (F-ORE-T) qui traite spécifiquement des sols forestiers, mais aborde néanmoins la problématique du changement d'usage des terres. C'est aussi le cas du SOERE *Tourbières* qui traite des cycles biogéochimiques en tourbières, ainsi que de l'*Observatoire Pérenne de l'Environnement* (OPE) qui s'appuie sur un large territoire de 900 km² en Meuse et en Haute-Marne, couvrant ainsi plusieurs écosystèmes et bassins versants. Enfin, c'est le cas du *Réseau des Bassins Versants* et du *Réseau des Zones Ateliers* : le premier surveille spécifiquement les ruisseaux et les rivières associés à leur bassin-versant et plusieurs sites sont donc instrumentés pour suivre en continu le fonctionnement des sols. Le second fédère des recherches interdisciplinaires sur l'environnement et les anthroposystèmes et, à ce titre, intègre ponctuellement des sites instrumentés de suivi de la qualité des sols.

Certains SOERE sont également intégrés dans le projet *Analyses et expérimentations sur les écosystèmes* (ANAE-France) du programme *Investissement d'Avenir*. Aux dispositifs *in natura* que nous venons de décrire, le projet ANAE-France associe des plateformes expérimentales en milieu semi-naturel, ainsi que des écotrons (d'une taille métrique à pluri-métrique) permettant d'analyser finement les processus biogéochimiques en conditions contrôlées. Il est doté d'un dispositif d'instrumentation partagée permettant l'acquisition de références sur le milieu naturel, en particulier le sol, selon des protocoles standards. Un système d'infor-

mation permet le stockage et la transmission des données et facilite également l'accès aux outils de modélisation.

Ces dispositifs nationaux et labellisés, qui constituent des cas-types de gestion des sols, fournissent donc des données de référence sur la qualité des sols et son évolution, en particulier sur les cycles biogéochimiques y prenant place. Pour autant, ils ne couvrent pas l'ensemble des croisements possibles « *type de sol* » X « *systèmes de cultures* ». Il convient donc d'y ajouter les travaux menés sur les parcelles expérimentales des instituts de recherche et des instituts techniques sur des thématiques telles que l'intégration des légumineuses dans les rotations, l'agriculture biologique, l'agro-foresterie, le développement de pratiques agricoles sans labour, etc. L'essai « *Système* », mis en place à l'unité expérimentale INRA de Mons-en-Chaussée de 1990 à 2010²¹ ou l'essai « *non-labour* » de Boigneville, conduit par ARVALIS – Institut du Végétal depuis quarante ans²² ont, par exemple, permis d'analyser les effets du système de culture ou les conséquences d'une conversion du labour au non-labour sur les cycles du carbone et de l'azote²³.

Enfin, ces essais eux-mêmes n'intègrent pas la diversité des pratiques réalisées par les agriculteurs soumis, en particulier, à des contraintes d'organisation du travail non reproductibles en essais agronomiques. Des suivis de la qualité des sols, parfois partiels, sont ainsi mis en œuvre par les agriculteurs eux-mêmes et peuvent être capitalisés dans le cadre de projets participatifs, encadrés par des instituts de recherche ou des instituts techniques.

2. MODÈLES

Les dispositifs décrits dans la première partie de l'article constituent des sources de données extrêmement riches. Il est cependant nécessaire de leur associer un certain nombre d'outils de modélisation afin de dégager une compréhension des processus en jeu au niveau du sol.

Les données sol recueillies sur les dispositifs du Gis Sol, des SOERE ou de la plateforme

ANAE-France ne couvrent pas toutes les situations agro-pédo-climatiques rencontrées sur le territoire. De plus, certaines variables sont difficilement mesurables ou à des coûts très élevés qu'il est impossible de mettre en œuvre à grande échelle. Il arrive ainsi que des informations non mesurées soient nécessaires pour comprendre le fonctionnement d'un sol sur une parcelle ou une région. On peut pallier cette déficience d'information en ayant recours à des modèles, produisant des fonctions ou des règles dites de « *pédo-transfert* ». Celles-ci permettent d'accéder à des propriétés de sol (telles, par exemple, sa *réserve utile*) à l'aide de caractéristiques de sol plus aisément accessibles dans des bases de données (telles, par exemple, sa granulométrie, sa charge en cailloux, sa teneur en matière organique). Elles sont élaborées en croisant des bases de données sol, comme la base *DoneSol* décrite plus haut, et des bases de données spécifiques sur des propriétés de sol²⁴.

Pour formaliser la description des processus physiques, chimiques et biologiques observés dans les dispositifs présentés ci-dessus, de nombreux modèles ont été développés, avec des niveaux de complexité variables et de nombreux champs d'application. Pour appréhender au plus près la description des processus élémentaires, l'échelle d'investigation la plus pertinente reste l'horizon et / ou le profil de sol, soit des échelles de l'ordre du décimètre. Des modèles mécanistes décrivent ainsi les processus hydro-bio-géo-chimiques des sols à l'échelle locale, que ce soit pour caractériser les transferts d'eau et de solutés en régime insaturé²⁵ et décrire les transformations chimiques²⁶ ou, de façon plus intégrée, modéliser l'évolution de la structure du sol²⁷ ou la croissance des plantes²⁸. Ils restent cependant centrés sur un type de processus et l'enjeu est désormais au couplage de plusieurs types de processus capables de décrire le fonctionnement du sol en tant que système complexe.

24. Bruand et al., (2004), par exemple, déterminent la *Réserve Utile* des grands types de sol en mobilisant la base de données SOLHYDRO qui contient des informations sur les propriétés hydriques des sols.

25. Modèle HYDRUS de Simunek et al., 2008.

26. Modèle PASTIS de Garnier et al., 2001.

27. Modèle Virtual Soils de Schluter et al., 2012.

28. Modèle STICS de Brissin et al., 1998.

21. Boizard et al., 2002.

22. Labreuche, 2013.

23. Oorts et al., 2006 ; Dimassi et al., 2013.

Quelques modèles couplés sont disponibles dans la littérature tel, par exemple, le modèle SOILPSI qui décrit la redistribution de l'eau au sein de l'horizon de sol en couplant un modèle de transfert et un modèle de prélèvement racinaire²⁹. La plateforme de modélisation SOL VIRTUEL développée par l'Inra est dédiée, elle, au couplage de tous types de processus prenant place dans le sol, quels que soient leurs niveaux de complexité³⁰.

3. COMPLÉMENTARITÉ DES DISPOSITIFS POUR LA CARACTÉRISATION DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DE SON ÉVOLUTION

Les dispositifs nationaux que nous avons présentés offrent chacun des avantages et des inconvénients spécifiques.

Le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), grâce à son approche non biaisée et systématique, ainsi qu'à la large gamme de mesures et d'informations connexes enregistrées, permet de caractériser la qualité des sols français sans *a priori*. Il a, par exemple, permis de cartographier la distribution globale des éléments traces métalliques de l'Hexagone (Carte 3³¹) et d'identifier leurs sources selon leur origine : naturelle (géologique et pédologique), anthropique (contaminations diffuses ou ponctuelles liées à l'industrialisation, aux transports, aux apports aux sols comme les amendements, les pesticides).

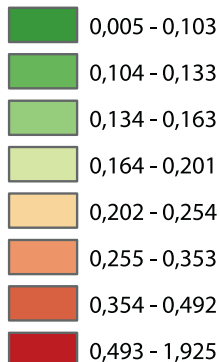
De larges gradients de contamination ont ainsi pu être démontrés comme, par exemple, en périphérie des zones fortement urbanisées ou industrialisées³² ou bien sur des surfaces beaucoup plus importantes correspondant à des dépôts provenant de transports atmosphériques de longue distance (Carte 4³³).

Il a également permis de mettre en évidence et de quantifier des gradients « naturels » comme, par exemple, la distribution des limons dans le quart nord-ouest de la France

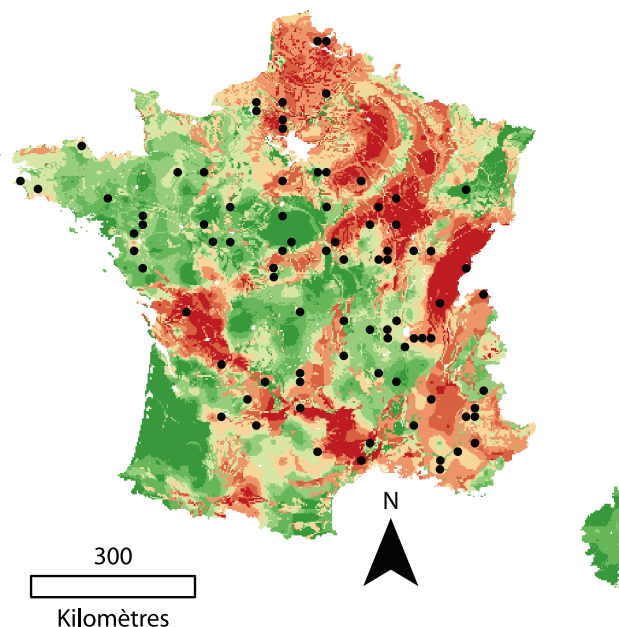
CARTE 3
Carte nationale des teneurs en cadmium total
des horizons de surface (0 – 30 cm) des sols de France métropolitaine
(modifié d'après Marchant et al., 2010)

Cd Total

Teneurs en mg/kg



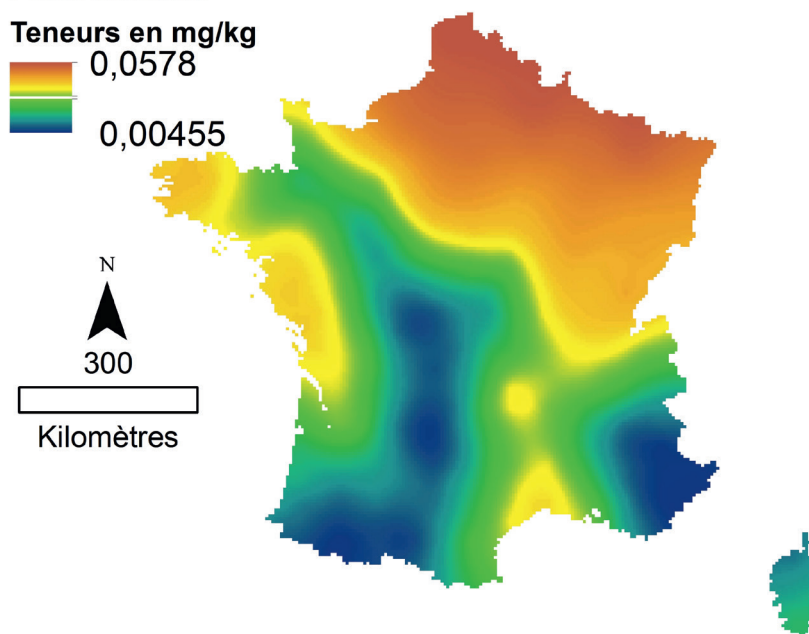
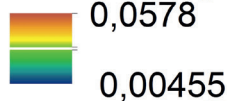
• outliers



CARTE 4
Carte nationale des teneurs en fluoranthène
des horizons de surface (0 – 30 cm) des sols de France métropolitaine
(modifié d'après Villanneau et al., 2013)

Fluoranthène

Teneurs en mg/kg



29. Thesiera et al., 2003.

30. Lafolie et al., 2014.

31. Marchant et al., 2010 ; Saby et al., 2011.

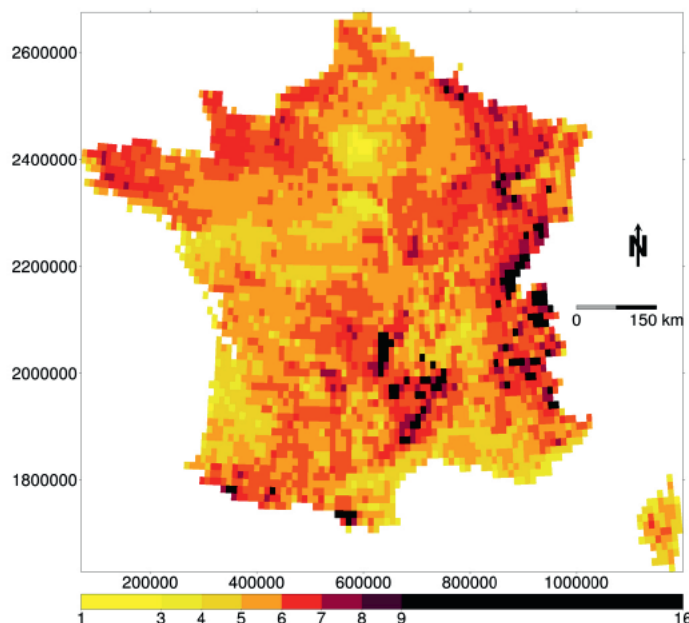
32. Saby et al., 2006 ; Villanneau et al., 2009, 2011.

33. Villanneau et al., 2013.

CARTE 5

**Carte des teneurs en carbone organique
dans les trente premiers centimètres de sol**

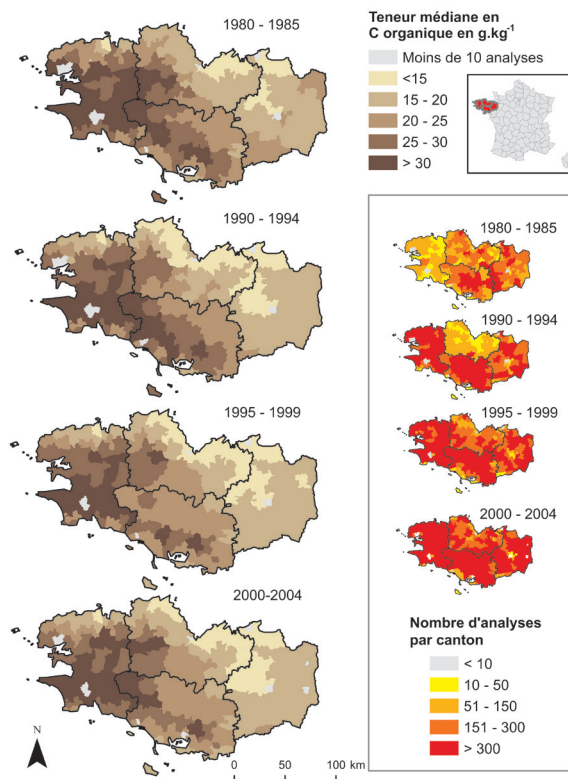
(en grammes au kilomètre carré – Source : Martin et al., 2011)



CARTE 6

**Évolution des teneurs médianes cantonales en carbone organique des sols bretons
entre les périodes 1980 – 1985, 1990 – 1994, 1995 – 1999 et 2000 – 2004**

(Lemerrier et al. 2008 – Sources : Gis Sol, BDAT, 2011 ; IGN, Geofla®, 2008)



ou celle des sables côtiers et du sodium d'origine marine en bordure des mers et de l'océan³⁴. Le RMQS permet aussi de dresser des tableaux de bord statistiques de la teneur en certains éléments des sols selon leurs usages et de fournir ainsi des valeurs de référence³⁵. Son caractère non-biaisé et représentatif du territoire en fait un support remarquable pour des évaluations ou des simulations nationales. Les exemples les plus récents concernent l'évaluation des stocks de carbone des sols (Carte 5³⁶) et la prédiction de leur évolution sous l'effet du changement climatique ou de changements d'usage³⁷.

Ses applications constituent ainsi des outils précieux d'appui aux politiques publiques : par exemple, dans le domaine des négociations concernant les conventions climatiques ou dans l'appui méthodologique à l'identification des sites contaminés. La force du RMQS réside aussi dans sa banque d'échantillons³⁸ qui permet de réaliser de nouvelles analyses au fur et à mesure qu'apparaissent de nouveaux questionnements ou de nouvelles avancées technologiques. Sa faiblesse actuelle est son manque de composante temporelle, lié à sa relative jeunesse et à la lenteur de mise en place en raison de son coût. La Base de données d'analyses de terres (BDAT) dispose d'un recul temporel beaucoup plus important, de 1990 à nos jours. Elle n'est cependant pas maîtrisée en termes d'échantillonnage au plan spatial ou temporel. Elle est également plus limitée quant à la gamme de paramètres mesurés et à la profondeur d'investigation. En revanche, elle dispose de données acquises « en masse », ce qui lui confère une certaine robustesse statistique. Grâce à ses données, il est possible d'identifier et de quantifier certaines tendances « lourdes » d'évolution des sols lorsqu'elles sont suffisamment marquées (Carte 6³⁹), de caractériser des gradients régionaux ou nationaux⁴⁰ et de mettre en évidence des

34. Arrouays et al., 2011.

35. Gis Sol, 2011.

36. Martin et al., 2011, 2014 ; Meersmans et al., 2012.

37. Tosser et al., 2014.

38. Ratié et al., 2010.

39. Lemerrier et al., 2008 ; Saby et al., 2008.

40. Saby et al., 2008 ; Follain et al., 2009.

relations statistiques entre certains paramètres des sols ⁴¹.

Le programme *Inventaire, gestion et conservation des sols* (IGCS) présente l'avantage de donner une description plus fine de la distribution des sols que ne le permettent les deux programmes évoqués plus haut. Il permet donc des applications plus locales et d'une résolution spatiale plus fine. À titre d'exemples récents : l'utilisation des données IGCS pour une pré-délimitation des zones humides ou des zones défavorisées simples en appui aux politiques publiques ⁴². De par sa résolution et grâce au fait que l'on y explore les sols sur toute leur épaisseur, il offre la possibilité d'applications plus locales (par exemple, protection des eaux superficielles ou souterraines, zonage des risques d'érosion, aide à la décision pour l'aménagement du territoire, applications géotechniques, etc.). En revanche, les paramètres (principalement pérennes) qu'il mesure et son mode d'échantillonnage spatio-temporel non maîtrisé le rendent peu adapté à la détection d'évolutions à court ou moyen termes.

78

L'un des enjeux pour augmenter la complémentarité de ces programmes est de travailler sur leur enrichissement mutuel. Les données de la BDAT, par exemple, sont de plus en plus géo-référencées de façon précise. Il deviendra donc théoriquement possible de les utiliser pour enrichir progressivement la base de données DoneSol, en appui au programme IGCS, ou pour valider certaines prédictions géographiques issues du RMQS. Les données issues d'IGCS sont encore sous-exploitées en termes d'évolutions temporelles à moyen et long termes, alors qu'elles réunissent des informations datant des années cinquante à nos jours. Elles posent des problèmes méthodologiques qui restent à explorer. Une analyse de tendances sur quelques décennies pourrait néanmoins être tentée. La complémentarité entre les programmes pourrait se décliner comme suit : analyse des tendances à long terme (1950 – 2015) sur la base des données IGCS, validation sur la période 1990 – 2015 à partir de la BDAT, validation ponctuelle sur les données du RMQS 2001 – 2011.

41. Arrouays et al., 2006 ; Angers et al., 2011.

42. Laroche et al., 2014.

Il faut aussi noter que l'ensemble des données acquises dans le cadre des programmes du Gis Sol servira de support au plan international à la contribution de la France ⁴³ au programme *GlobalSoilMap* ⁴⁴ qui vise à créer une base mondiale de quelques propriétés des sols considérées comme majeures au plan de la modélisation de leur fonctionnement et de l'évaluation de leurs services éco-systémiques. Plusieurs essais sont en cours dans différentes régions, ainsi qu'à l'échelle de la France entière, pour valoriser l'ensemble des données acquises afin de produire cette base de données internationale.

Les données des SOERE se distinguent des autres grands programmes d'acquisition par plusieurs caractéristiques : un pas de temps plus court dans l'acquisition des données ; des mesures incluant des états et des stocks, mais aussi des flux ; des dispositifs pouvant inclure des expérimentations sur l'effet de certains usages ou certaines pratiques ; des analyses ciblées plus à même de détecter des

43. Saby et al., 2014.

44. Arrouays et al., 2014.

cinétiques rapides : par exemple, marquage isotopique, isotopes naturels, compartiments fonctionnels de la matière organique, etc. Ces données – parfaitement complémentaires des données des grands inventaires nationaux – visent avant tout à appréhender et à modéliser des processus plutôt qu'à dresser des états des lieux ou à analyser de grandes tendances nationales. Les SOERE sont toutefois des « laboratoires » où l'on peut tester la pertinence d'un nouvel indicateur et juger de la faisabilité de son application sur de plus vastes dispositifs. Ils sont également au cœur du développement et de la calibration des modèles qui pourront être appliqués à l'échelle de notre territoire en utilisant les bases de données développées par le Gis Sol.

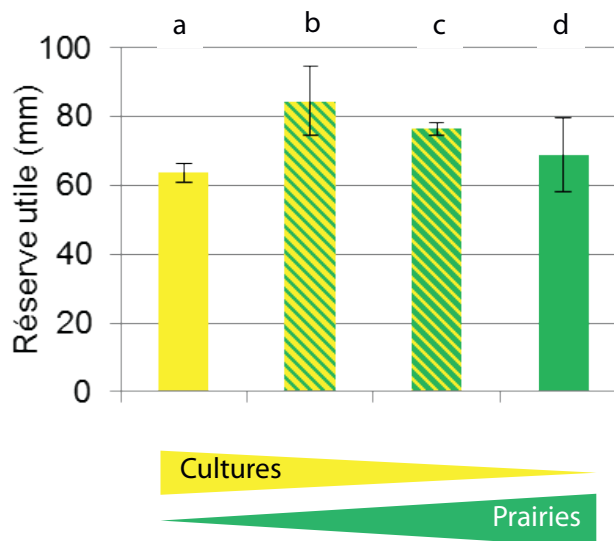
Les modèles et plateformes de modélisation que nous avons décrits plus haut permettent la description mécaniste fine des processus hydro-bio-géo-chimiques prenant place dans le sol. Ils peuvent être paramétrés par les caractérisations précises des propriétés des horizons du sol réalisées au sein des plateformes expérimentales des SOERE ou

FIGURE 1

Évolution de la Réserve Utile des sols du site SOERE - ACBB de Lusignan, après huit ans d'installation du site

La Réserve Utile est déterminée ici sur toute l'épaisseur du sol, mais ce sont principalement les caractéristiques de l'horizon situé sous l'horizon de labour (entre 30 et 50 cm) qui ont évolué et qui conduisent aux différences de Réserve Utile.

Les parcelles sont cultivées : en (a), selon une succession maïs / blé / orge ; en (b), en maïs / blé / orge durant trois ans, puis en prairie pendant trois ans, puis en maïs / blé durant deux ans ; en (c), en prairie pendant six ans, puis en maïs / blé durant deux ans ; en (d), en prairies permanentes



d'ANAE-France et confrontés aux suivis très résolus dans le temps de leurs fonctionnements hydro-bio-géo-chimiques réalisés sur ces mêmes plateformes expérimentales. Ces modèles mécanistes, développés à l'échelle de l'horizon ou du profil de sol, sont donc évalués et, éventuellement, modifiés grâce au cumul de connaissances très précises acquises sur les plateformes expérimentales. Ainsi, sur le site de Lusignan du SOERE ACBB, il a été récemment possible de quantifier l'effet de successions culturales différenciées sur, par exemple, la quantité d'eau drainée ou la quantité d'azote lixiviée par les sols. En effet, les modèles de culture utilisent la Réserve Utile des sols comme donnée d'entrée parmi d'autres et les mesures de cette variable recueillies sur le SOERE ont montré que celle-ci est significativement plus élevée sur des sols ayant hébergé alternativement des périodes de prairies et des périodes de cultures céréalières que sur les sols conduits exclusivement en prairies ou exclusivement en céréales (Figure 1 ⁴⁵).

Pour autant, des modèles mécanistes aussi fins peuvent s'avérer inefficaces pour décrire l'évolution de la qualité des sols sur de plus grands espaces, à la fois parce que l'intégration spatiale n'est pas une simple somme de processus locaux, mais aussi parce que les données d'entrée des modèles ne sont pas disponibles partout. Des modèles et des plateformes de modélisation intégrant des processus spatiaux sont ainsi développés à l'échelle dite « *du paysage* », telles les plateformes LIQUID ⁴⁶ et OpenFLUID ⁴⁷

dédiées à la description des flux dans le paysage ou la plateforme RECORD qui couple des modèles de culture et des modèles décisionnels ⁴⁸. Les données d'entrée « *sol* » de ces modèles ou plateformes sont alors fournies par des fonctions de pédotransfert appliquées sur des bases de données couvrant de nombreux types de sol comme la base DoneSol ou de grands espaces comme la BDGSF. L'étude-expertise « *Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires* » constitue un exemple symptomatique de cette démarche ⁴⁹. Elle s'appuie en effet sur le modèle de culture STICS, un modèle dynamique simulant le développement de la culture et les processus des cycles de l'eau, du carbone et d'azote dans le champ cultivé. Pour sa partie plante, ce modèle est paramétré et validé pour de nombreuses grandes cultures et pour les *cultures pièges à nitrate* les plus utilisées en France, à l'aide de données d'essais agronomiques capitalisées depuis plusieurs décennies. De même, le modèle STICS est paramétré pour les principaux types de sols français. Pour l'appliquer à l'ensemble du territoire français, la BDGSF a été utilisée comme support de description de la variabilité des sols à l'échelle nationale et les données d'entrée sol du modèle ont été estimées à l'aide de fonctions de pédotransfert développées sur cette base de données.

4. CONCLUSION

La caractérisation à différentes échelles de la qualité des sols et de son devenir est donc rendue possible :

- d'une part, par l'existence de dispositifs de connaissance et de surveillance des sols et de plateformes expérimentales de longue durée de vie – sur lesquelles sont détectables des évolutions de l'état et des fonctionnements des sols permettant ainsi d'appréhender leur sensibilité et leur résilience sous l'effet de changements
- d'autre part, par l'inter-opérabilité des plateformes de modélisation entre elles et l'inter-opérabilité – assurée dans le cadre du projet ANAE – entre les plateformes de modélisation et les bases de données.

La mise en place de ces dispositifs fait l'objet d'investissements importants. Leur maintien dans la durée est primordial pour disposer de données fiables et à jour et être en capacité de détecter des évolutions. Les potentialités d'exploitation des bases de données sur les sols devraient par ailleurs être prochainement largement enrichies par l'aboutissement de projets d'envergure nationale visant à structurer et mettre à disposition des données spatio-temporelles nationales concernant l'occupation des sols et les pratiques agricoles.

Malgré cette réelle complémentarité entre dispositifs, une vigilance s'impose cependant lors de l'extrapolation de processus déterminés de façon locale vers de plus grands territoires. Cette vigilance concerne à la fois le choix des bases de données à mobiliser – en raison des différentes stratégies d'échantillonnage qui ont conduit à leur développement – mais aussi les stratégies de modélisation à mettre en œuvre lors du changement d'échelle. Cette problématique, ainsi que celle des incertitudes associées, font à l'heure actuelle l'objet de travaux de recherche.

45. Debaeke et al., 2013.

46. Branger et al., 2010.

47. Fabre et al., 2013.

48. Bergez et al., 2013.

49. Justes et al., 2012.

Bibliographie

- Angers, D. A., Arrouays, D., Saby, N., Walter, C. (2011). Estimating and mapping the carbon saturation deficit of French agricultural topsoils. *Soil Use and Management*, 27 (4), 448-452.
- Armstrong-Brown, S., Loveland, P., Holman, I., Arrouays, D., Eckelmann, W., Vogel, H., Coulter, B. (1998). A soil monitoring network for Europe : Content, coverage and users. 16th World Congress of Soil Science. Montpellier
- Arrouays, D., Vogel, H., Eckelmann, W., Armstrong-Brown, S., Loveland, P., Coulter, B. (1998) Soil monitoring networks in Europe. 16th World Congress of Soil Science. Montpellier.
- Arrouays, D., Thorette, J., Daroussin, J., King, D. (2001). Analyse de représentativité de différentes configurations d'un réseau de sites de surveillance des sols. *Etude et Gestion des Sols*, 8 (1), 7-17
- Arrouays, D., Jolivet, C., Boulonne, L., Bodineau, G., Ratié, C., Saby, N., Grolleau, E. (2003). Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols de France (RMQS). *Etude et Gestion des Sols*, 10 (4), 241-250.
- Arrouays, D., Hardy, R., Schnebelen, N., Le Bas, C., Eimberck, M., Roque, J., Grolleau, E., Pelletier, A., Doux, J., Lehmann, S., Saby, N., King, D., Jamagne, M., Rat, D., Stengel, P. (2004) Le programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols de France. *Etude et Gestion des Sols*, 11(3), 187-197.
- Arrouays, D., Saby, N., Walter, C., Lemerrier, B., Schwartz, C. (2006). Relationships between particle-size distribution and organic carbon in French arable topsoils. *Soil Use and Management*, 22 (1), 48-51.
- Arrouays, D., Saby, N., Thioulouze, J., Jolivet, C., Boulonne, L., Ratié, C. (2011). Large trends in French topsoil characteristics are revealed by spatially constrained multivariate analysis. *Geoderma*, 161, 107-114
- Arrouays, D., Marchant, B., Saby, N., Meersmans, J., Orton, T., Martin, M., Bellamy, P., Lark, R., Kibblewhite, M. (2012). Generic Issues on Broad-Scale Soil Monitoring Schemes: A Review. *Pedosphere*, 22 (4), 456-469.
- Arrouays, D., Grundy, M. G., Hartemink, A. E., Hempel, J. W., Heuvelink, G. B. M., Hong, S. Y., Lagacherie, P., Lelyk, G., McBratney, A. B., McKenzie, N. J. (Auteur de correspondance), Mendonca-Santos, M. D. L., Minasny, B., Montanarella, L., Odeh, I. O. A., Sanchez, P. A., Thompson, J. A., Zhang, G.-L. (2014). GlobalSoilMap: Toward a Fine-Resolution Global Grid of Soil Properties. In: Sparks, DL, dir., *Advances in Agronomy* (p. 93 - 134). *Advances in Agronomy*, 125. SAN DIEGO : ELSEVIER ACADEMIC PRESS INC.
- Bergez, J.E., Chabrier, P., Gary, C., Jeuffroy, M.N., Makowski, D., Quesnel, G., Ramat, E., Raynal, H., Rousset, N., Wallach, D., Debaeke, P., Durand, P., Duru, M., Dury, J., Faverdin, P., Gascuel-Oudoux, C., Garcia, F. (2013). An open platform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems. *Environmental Modelling & Software*. 39, 39-49.
- Branger, F., Braud, I., Debionne, S., Viallet, P., Dehotin, J., Henine, H., Nédélec, Y., Anquetin, S. (2010). Towards multi-scale integrated hydrological models using the LIQUID (R) framework. Overview of the concepts and first application *examples*. *Environmental Modelling & Software*. 25, 1672-1681.
- Boizard, H., Richard, G., Roger-Estrade, J., Durr, C., Boiffin, J. (2002). Cumulative effects of cropping systems on the structure of the tilled layer in northern France. *Soil and Tillage Research*, 64 (1-2), 149-164.
- Bornand M. (1997). Connaissance et suivi de la qualité des sols en France. Etat des lieux, enjeux, besoin en données, proposition pour une gestion raisonnée de la ressource en sol. Rapport d'expertise du ministère de l'agriculture, du ministère de l'environnement et de l'Inra. Montpellier. 176p.
- Brisson, N., Mary, B., Ripoche, D., Jeuffroy, M.H., Ruget, F., Nicoulaud, B., Gate, P., Devienne-Barret, F., Antonioletti, R., Durr, C., Richard, G., Beaudoin, N., Recous, S., Tayot, X., Plenet, D., Cellier, P., Machet, J.M., Meynard, J.M., Delecolle, R. (1998). STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie* 18, 311-346.
- Bruand A., Duval O., Cousin I. (2004). Estimation des propriétés de rétention en eau des sols à partir de la base de données SOLHYDRO : une première proposition combinant le type d'horizon, sa texture et sa densité apparente. *Etude et Gestion des Sols*, 11 (3), 323-332.
- COM(2002) 179 final. Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social et au Comité des régions – Vers une stratégie thématique pour la protection des sols. [En ligne] 39p. Disponible sur : <http://www.eurosfair.prdoc.fr/7pc/doc/1125296433_com2002_0179fr01.pdf> (consulté le 01/10/2014)
- Debaeke P., Chanzy A., Cousin I., Therond O., Wigneron J.P. (2013). Gestion quantitative de l'eau : les possibles. Colloque Agroécologie et Recherche, Paris, 17 octobre 2013.
- Dequiedt, S., Lelièvre, M., Jolivet, C., Saby, N., Martin, M., Thioulouze, J., Maron, P.-A., Mougel, C., Chemidlin, N., Arrouays, D., Lemanceau, P., Ranjard, L. (2009). ECOMIC-RMQS : biogéographie microbienne à l'échelle de la France. Etat d'avancement et premiers résultats. *Etude et Gestion des Sols*, 16 (3-4), 219-231.
- Dimassi, B., Cohan, J.P., Labreuche, J., Mary, B. (2013). Changes in soil carbon and nitrogen following tillage conversion in a long-term experiment in Northern France. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 169, 12-20.
- Fabre, J.-C., Rabotin, M., Crevoisier, D., Libres, A., Dagès, C., Moussa, R., Lagacherie, Ph., Raclot, D. and Voltz, M. (2013). OpenFLUID: an open-source software environment for modelling fluxes in landscapes, Vol. 15, EGU2013-8821-1, EGU General Assembly 2013, Vienna (Austria)
- FAO-UNESCO-ISRIC (1990) FAO-UNESCO-ISRIC Soil Map of the World: revised legend. *World soil resources report 60*. Rome, 119 p.
- Follain, S., Schwartz, C., Denoroy, P., Villette, C., Saby, N., Arrouays, D., Lemerrier, B., Walter, C. (2009). A method for assessing available phosphorus content in arable topsoils over large spatial scales. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (2), 371-379.
- Garnier, P., Neel, C., Mary, B., Lafolie, F. (2001). Evaluation of a nitrogen transport and transformation model in a bare soil. *European Journal of Soil Science* 52, 253-268.
- Gis Sol (2011). L'état des sols de France. Paris, FRA : Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols, 188 p.

- Grolleau, E., Bargeot, L., Chafchafi, A., Hardy, R., Doux, J., Beaudou, A., Le Martret, H., Lacassin, J.C., Fort, J.L., Falipou, P., Arrouays, D. (2004). Le système d'information national sur les sols: DONESOL et les outils associés. *Etude et Gestion des Sols*, 11 (3), 255-269
- Inra Infosol (2005). Référentiel Régional Pédologique : Cahier des Clauses Techniques Générales, 21 p. Disponible sur : <http://www.gissol.fr/programme/igcs/CCTG_RRP.pdf> (consulté le 01/10/2014)
- Jolivet C., Arrouays D., Boulonne L., Ratié C., Saby N., 2006 - Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols de France (RMQS). Etat d'avancement et premiers résultats. *Etude et Gestion des Sols*. 13 (3) : pp.149-164.
- Jolivet C., Boulonne L., Ratié C., 2006 - Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols. Inra Infosol Orléans, 190 p.
- Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournebise J., Savini I., Réchauchère O. (2012). Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Synthèse du rapport d'étude, Inra (France), 60 p.
- King D, Burill A, Daroussin J, Le Bas C, Tavernier R, Van Ranst E (1995) The EU soil geographical database. In: European Land Information Systems for Agro-environmental Monitoring, EUR 16232 EN eds. King, D, Jones, RJA, Thomasson, AJ, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Labreuche, J. (2013). Essai travail du sol de Boigneville. Une rotation maïs-blé propice au travail du sol réduit. *Perspectives Agricoles*, 401, 44-48.
- Lafolie F., Cousin I., Maron P.A., Mollier A., Pot V., Moitrier Ni., Balesdent J., Bruckler L., Moitrier Na., Nougier C., Richard G. (2014). The "Vsoil Platform": a tool to integrate the various physical, chemical and biological processes contributing to the soil functioning at the local scale. EGU, European Geosciences Union, General Assembly 2014, 27/04-02/05/2014 Vienna, Austria.
- Laroche, B., Doux, J. (2007). Vérifications de la qualité des Référentiels Régionaux Pédologiques : Etats des lieux et enseignements. *Etude et Gestion des Sols*, 14 (3), 219-236.
- Laroche, B., Thiry, E., Schnebelen, N., Chenu J.-P., Moulin J., Bardy M. (2014). Les bases de données sur les sols au service des politiques publiques : exemple des zones humides. *Etude et Gestion des Sols*, 21 (1), 37-49.
- Le Bas, C., Barthès, S., Boutefoy, I., Scheurer, O., Darracq, S., Lacassin, J.C., Sauter, J., Schwartz, C. (2004). Utilisation des données sols d'I.G.C.S. en France: un état des lieux. *Etude et Gestion des Sols*, 11 (3), 299-305.
- Le Bas, C., Schnebelen, N. (2006). Utilisation des données sols d'I.G.C.S. en France. Etat des lieux en 2006. *Etude et Gestion des Sols*, 13 (3), 237-246.
- Lemercier, B., Gaudin, L., Walter, C., Arousseau, P., Arrouays, D., Schwartz, C., Saby, N., Follain, S., Abrassart, J. (2008). Soil phosphorus monitoring at the regional level by means of a soil test database. *Soil Use and Management*, 24 (2), 131-138.
- Marchant, B., Saby, N., Lark, R., Bellamy, P., Jolivet, C., Arrouays, D. (2010). Robust prediction of soil properties at the national scale: Cadmium content of French soils. *European Journal of Soil Science*, 61 (1), 144-152
- Martin, M., Wattenbach, M., Smith, P., Meersmans, J., Jolivet, C., Boulonne, L., Arrouays, D. (2011). Spatial distribution of soil organic carbon stocks in France. *Biogeosciences* (8), 1053-1065
- Martin P, M., Orton, T. G., Lacarce, E., Meersmans, J., P. A. Saby, N., Paroissien, J.-B., Jolivet, C., Boulonne, L., Arrouays, D. (2014). Evaluation of modelling approaches for predicting the spatial distribution of soil organic carbon stocks at the national scale. *Geoderma*, 223-225, 97-107.
- Meersmans, J., Martin, M., Lacarce, E., De Baets, S., Jolivet, C., Boulonne, L., Lehmann, S., Saby, N., Bispo, A., Arrouays, D. (2012). A high resolution map of French soil organic carbon. *Agronomy for Sustainable Development*, online, 1-11
- Morvan, X., Saby, N., Arrouays, D., Le Bas, C., Jones, R., Verheijen, F., Bellamy, P., Stephens, M., Kibblewhite, M. (2008). Soil monitoring in Europe: A review of existing systems and requirements for harmonisation. *Science of the Total Environment*, 391, 1-12
- Nachtergaele, F.O., Petri, M., Biancalani, R., Lynden, G., Van Velthuisen, H., Van Bloise, M. (2011) Global land degradation information system (GLADIS). Version 1.0 An Information database for Land Degradation Assessment at Global Level. LADA Technical Report no. 17, FAO, Rome.
- Oorts, K., Nicolardot, B., Merckx, R., Richard, G., Boizard, H. (2006). C and N mineralization of undisturbed and disrupted soil from different structural zones of conventional tillage and no-tillage systems in northern France. *Soil Biology and Biogeochemistry*, 38(9), 2576-2586.
- Ratié, C., Richer de Forges, A., Berché, P., Boulonne, L., Toutain, B., Saby, N., Chenu, J.-P., Laloua, D., Ortolland, B., Tientcheu Nguenka, M.-E., Soler-Dominguez, N., Jolivet, C., Arrouays, D. (2010). Le Conservatoire des Sols : la mémoire des sols de France. *Etude et Gestion des Sols*, 17 (3), 263-273
- Richer de Forges, A., Arrouays, D., Helies, F., Laroche, B., Bardy, M. (2012). Quelles demandes sur les sols reçoit-on aujourd'hui au niveau d'un pays comme la France? *Etude et Gestion des Sols*, 19 (2), 119-128.
- Richer de Forges, A., Baffet, M., Berger, C., Coste, S., Courbe, C., Jalabert, S., Lacassin, J.-C., Maillant, S., Michel, F., Moulin, J., Party, J.-P., Renouard, C., Sauter, J., Scheurer, O., Verbèke, B., Desbourdes, S., Héliès, F., Lehmann, S., Saby, N., Tientcheu Nguenka, M.-E., Jamagne, M., Laroche, B., Bardy, M., Voltz, M. (2014). La cartographie des sols à moyennes échelles en France métropolitaine. *Etude et Gestion des Sols*, 21, 25-36.
- Saby, N., Schwartz, C., Water, C., Arrouays, D., Lemercier, B., Roland, N., Squidant, H. (2004). Base de données d'analyses de terre: procédure de collecte et résultats de la campagne 1995-2000. *Etude et Gestion des Sols*, 11 (3), 235-253
- Saby, N., Arrouays, D., Boulonne, L., Jolivet, C., Pochot (2006). Geostatistical assessment of Pb in soil around Paris, France. *Science of the Total Environment*, 367, 212-221

- Saby, N., Arrouays, D., Antoni, V., Lemerrier, B., Follain, S., Walter, C., Schwartz, C. (2008). Changes in soil organic carbon in a mountainous French region, 1990–2004. *Soil Use and Management*, 24 (3), 254 – 262
- Saby, N., Marchant, B., Lark, R., Jolivet, C., Arrouays, D. (2011). Robust geostatistical prediction of trace elements across France. *Geoderma*, 162 (3-4), 303-311.
- Saby, N., Arrouays, D., Jolivet, C., Martin, M., Lacoste, M., Ciampalini, R., Richer de Forges, A., Laroche, B., Bardy, M. (2014). National soil information and potential for delivering GlobalSoilMap products in France: a review. In: Dominique Arrouays, Neil McKenzie, Jon Hempel, Anne Richer de Forges, Alex B. McBratney, dir., *GlobalSoilMap: Basis of the global spatial soil information system* (p. 69-77). London : CRC Press
- Schluter, S., Vogel, H.J., Ippisch, O., Bastian, P., Roth, K., Schelle, H., Durner, W., Kasteel, R., Vanderborght, J. (2012) Virtual Soils: Assessment of the Effects of Soil Structure on the Hydraulic Behavior of Cultivated Soils. *Vadose Zone Journal*, 11.
- Simunek, J., van Genuchten, M.T., Sejna, M., 2008. Development and applications of the HYDRUS and STANMOD software packages and related codes. *Vadose Zone Journal*, 7, 587-600.
- Theseira, G.W., Host, G.E., Isebrands, J.G., Whisler, F.D., 2003. SOILPSI: a potential-driven three-dimensional soil water redistribution model-description and comparative evaluation. *Environmental Modelling & Software*, 18, 13-23.
- Tosser V., Eglin T., Bardy M., Besson A., Martin M. (2014) Evaluation des stocks de carbone organique des sols cultivés de France. *Etude et Gestion des Sols*, 21 (1) 7-23.
- Villanneau, E., Saby, N., Arrouays, D., Jolivet, C., Boulonne, L., Caria, G., Barriuso, E., Bispo, A., Briand, O. (2009). Spatial distribution of lindane in topsoil of Northern France. *Chemosphere*, 77 (9), 1249–1255
- Villanneau, E., Saby, N., Marchant, B. P., Jolivet, C., Boulonne, L., Caria, G., Barriuso, E., Bispo, A., Briand, O., Arrouays, D. (2011). Which persistent organic pollutants can we map in soil using a large spacing systematic soil monitoring design? A case study in Northern France. *Science of the Total Environment*, 409 (19), 3719-3731.
- Villanneau, E., Saby, N., Orton, T., Jolivet, C., Boulonne, L., Caria, G., Barriuso Benito, E., Bispo, A., Briand, O., Arrouays, D. (Auteur de correspondance) (2013). First evidence of large-scale PAH trends in French soils. *Environmental Chemistry Letters*, 11 (1), 99-104.

L'extension urbaine à travers le monde : enjeux pour les villes et les campagnes

par Monsieur Frédéric Lançon

*UMR Acteurs ressource et développement dans les territoires,
CIRAD, Paris*

Monsieur Olivier Mora

*Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études (DEPE),
INRA, Paris*

et Monsieur Francis Aubert

*Centre d'économie et de sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux,
INRA / AgroSup, Dijon*

83

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

Introduction : la question de l'urbanisation, un enjeu récurrent

1. Caractérisation du fait urbain

- 1.1. Une mesure difficile
- 1.2. Structures, dynamiques et emprises foncières urbaines
- 1.3. Grandes agglomérations et villes secondaires : les interactions urbaines

2. Croissance urbaine et transformation rurale : transition ou continuum rural – urbain ?

- 2.1. Les déterminants multiples de l'urbanisation : flux migratoire versus croissance endogène
- 2.2. D'un processus de transition à un processus d'interdépendance
- 2.3. De la migration à la mobilité : des ménages multilocalisés

3. D'une division spatiale des systèmes alimentaires à des organisations multi-scalaires

- 3.1. Reconfiguration des filières agro-alimentaires et urbanisation
- 3.2. L'agriculture urbaine et péri-urbaine : au-delà de la seule relocalisation de la production d'aliment ?

Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1

Critères de définition des populations urbaines en Afrique

Tableau 2

Indicateurs d'urbanisation selon les Nations unies

Tableau 3

Évolutions entre 1950 et 2011 et projections entre 2030 et 2050
de la population totale et des composantes urbaines et rurales par grandes régions du monde

Tableau 4

Distribution de la population urbaine par taille d'agglomérations : évolutions entre 1970 et 2011 et perspectives à 2025

INTRODUCTION : LA QUESTION DE L'URBANISATION, UN ENJEU RÉCURRENT

En 2008, les Nations unies annonçaient que 50 % de la population mondiale vivaient désormais dans les villes. Ce basculement symbolique a placé l'enjeu urbain au centre des débats sur la durabilité des modèles de développement en mettant l'accent sur la « *soutenabilité* » d'une telle expansion par rapport aux ressources énergétiques et, surtout, alimentaires. La même année, la flambée des prix sur les marchés internationaux des céréales a ravivé les interrogations sur la capacité de l'humanité à se nourrir à moyen terme. Le déclenchement de la crise était lié à une combinaison de facteurs ne se résumant pas à la seule question de l'offre. Mais celle-ci a surtout mis – ou remis – en exergue la dépendance de certains pays aux échanges mondiaux de produits alimentaires de base, une dépendance souvent associée au développement rapide de la population urbaine lorsque son approvisionnement repose, pour une part croissante, sur le commerce international.

Cette « *spatialisation* » de la formulation de l'enjeu alimentaire est renforcée par l'émergence de la question de « *l'accaparement des terres* » dans le débat public ¹. L'accélération des projets d'investissements fonciers a de multiples déterminants – options techniques, valorisation du capital financier, enjeux géopolitiques – que nous ne développerons pas ici. Certains projets, en particu-

lier ceux émanant de pays du Moyen-Orient ou d'Asie, sont officiellement justifiés par la nécessité de sécuriser l'approvisionnement alimentaire de populations urbaines en forte augmentation. Ces situations de croissance urbaine rapide dans un environnement où les ressources foncières cultivables sont physiquement limitées (la planète n'est pas extensible) ou en voie d'épuisement (du fait de la densité de population) illustrent parfaitement les limites, voire la contradiction inhérente à une croissance urbaine durable. Le débat sur la nature et les effets de la croissance urbaine associée à la croissance d'activités non-agricoles sur les espaces ruraux et la production alimentaire est ancien. Il participe à la constitution même de l'analyse économique à partir des travaux des physiocrates au dix-huitième siècle, puis de la controverse entre les économistes britanniques Ricardo et Malthus au début du dix-neuvième siècle. Plus récemment, dans les années quatre-vingt, l'incidence de la croissance urbaine accélérée sur le développement a suscité un large débat ², ravivé depuis 2008 par la hausse des prix et l'incertitude prévalant sur les marchés des céréales. Le facteur foncier et son allocation sont au cœur de ces discussions qui pointent les tensions et les contradictions des modes de production et de consommation des sociétés urbanisées. L'usage croissant de terres à des fins non-agricoles, qui résulte de l'urbanisation de la population mondiale, constitue-t-il un facteur et une contrainte déterminants pour les capacités de l'agriculture à nourrir la planète ?

Notre article se propose de traiter cette question à partir d'une réflexion menée au sein d'un atelier sur les relations rural – urbain, dans le cadre de la prospective *Agrimonde Terra* sur les interactions entre sécurité alimentaire et disponibilité foncière à une échelle globale, conduite par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD).

- Dans la première partie, nous analyserons les caractéristiques de la croissance urbaine en termes démographiques et en termes d'analyse spatiale.
- En deuxième partie, nous soulignerons que l'urbanisation ne doit pas être nécessairement conçue en termes de transition d'un monde rural vers un monde urbain. Le rôle et la nature des mouvements migratoires, ainsi que des mobilités au niveau des ménages participent davantage d'un renforcement des interdépendances entre villes et campagnes que d'une concurrence et d'une réallocation de la ressource.
- La troisième partie montrera que la reconfiguration des systèmes alimentaires est au cœur de cette complexification des interactions entre ville et campagne et de l'usage de l'espace qui en découle. La multiplicité des pratiques alimentaires en milieu urbain (nature des aliments consommés, modes de consommation) repose sur de multiples formes de connexions entre les espaces urbains et la localisation de la production d'aliments allant de l'agriculture urbaine à des systèmes alimentaires mondialisés.

87

1. Land Matrix, 2014.

2. Lipton, 1997.

TABLEAU 1
Critères de définition des populations urbaines en Afrique

Critères de définition	Pays
Plus de 2 000 habitants	Kenya, Gabon, Sierra Leone, Éthiopie, Érythrée, Angola
Plus de 5 000 habitants	Madagascar, Ghana, Mali, Somalie
Plus de 10 000 habitants ou entre 4 000 et 10 000 si plus de 50 % des habitants ont des activités non agricoles	Côte d'Ivoire
Plus de 2 000 habitants, avec des activités non agricoles prédominantes	République démocratique du Congo
Plus de 20 000 habitants, dont les activités ne sont pas principalement agricoles	Nigeria

1. CARACTÉRISATION DU FAIT URBAIN

1.1. Une mesure difficile

Mesurer le niveau d'urbanisation à un niveau global et agrégé constitue un défi redoutable dans la mesure où la définition de « l'urbain » n'est pas univoque. Le critère principal à partir duquel est défini le rural – en particulier le seuil de population agglomérée qui est le plus fréquemment retenu par les administrations – varie d'un pays à l'autre. En Afrique par exemple, comme le montre le *Tableau 1*, les critères de définition de la population urbaine varient d'un seuil de 2 000 habitants agglomérés (le critère en vigueur en France ³) à plus de 10 000, voire 20 000 au Nigeria.

Ce flou pour définir la population urbaine a des conséquences sur la définition de la population rurale puisque le rural est caractérisé par ce qui n'est pas la ville. Ainsi, des experts ⁴ soulignent-ils qu'étant donné que la majeure partie de la population rurale indienne vit dans des villages comptant entre 500 et 5 000 habitants, il suffit de reclasser

ceux-ci en zone urbaine pour que l'Inde se retrouve brusquement avec une population à prédominance urbaine. De même, le cas de la Chine pose question puisque les villes comprennent des espaces de production agricole depuis la stratégie du *Grand Bond en avant* lancée par Mao en 1958 afin que les municipalités deviennent auto-suffisantes et, d'autre part, parce que le statut des migrants originaires de la campagne fait aujourd'hui débat ⁵.

Quoi qu'il en soit, selon les dernières perspectives publiées par les Nations unies sur la base des seuils retenus dans chaque pays, la part des urbains dans la population totale était, en 2011, inférieure à 50 % en Asie et en Afrique, mais atteignait 79 % en Amérique du Sud et 82 % en Amérique du Nord (*Tableau 2*). En 2009, 75 % des habitants des pays développés vivaient dans des zones urbaines contre seulement 45 % dans les pays les moins avancés. Le seuil de 50 % serait dépassé en 2030 en Asie et en 2050 en Afrique, alors que la population urbaine globale passerait de 3,2 milliards en 2010 à 4,9 milliards en 2030 ⁶. Mais il faut noter que les situations sont très diverses au sein de chaque zone et que le taux d'urbanisation décroît pour l'ensemble des régions entre chaque période. De plus, on ne peut exclure l'hypothèse d'une baisse de population urbaine à l'avenir, comme cela a déjà été constaté dans des régions du Nord, notam-

ment dans des villes historiques situées dans des zones en déclin économique ⁷.

La croissance de la population urbaine, associée à l'urbanisation se traduit le plus souvent par une diminution de la population rurale. Néanmoins, cette relation n'est ni générale, ni systématique : dans les pays développés, la croissance urbaine a longtemps reposé sur des migrations rurales, elles-mêmes alimentées par une forte natalité dans les campagnes. Ce schéma n'est ni constant ni univoque. Dans les pays du Nord, l'inversion des soldes démographiques redistribue et transforme la composition sociale des populations depuis les années soixante-dix. Dans les pays du Sud, les Nations unies prévoient une croissance des populations rurales en Afrique et en Océanie pour les trente prochaines années et une diminution dans les autres régions du globe (*Tableau 3*).

Il faut souligner ici la position singulière du continent africain en termes d'interactions entre rural et urbain et de leurs effets sur la sécurité alimentaire. Le maintien d'une population rurale en forte croissance durant le processus d'urbanisation semble renforcer la thèse de l'existence de modes d'urbanisation sans industrialisation, voire sans croissance ⁸ et alimenté par la captation de rente politique ⁹. Dans ce cas, l'urbanisation n'est pas en mesure d'accélérer la transformation des structures rurales (baisse des actifs ruraux

3. En France, le rural est défini de deux manières complémentaires : par un critère de taille de population (sont déclarées rurales les communes n'appartenant pas à une unité urbaine, c'est-à-dire à un regroupement de plus de 2 000 habitants sans discontinuité de l'habitat) et par un critère fonctionnel (sont rurales les communes n'appartenant ni à un pôle urbain – unité urbaine de plus de 1500 emplois – ni à une zone péri-urbaine – plus de 40 % des actifs ayant un emploi dans la zone travaillent dans un pôle urbain).

4. Satterthwaite et Tacoli, 2003.

5. Bocquet, 2009.

6. United Nations, 2010.

7. Espon, 2007 ; Pallagst K. *et al.*, 2009.

8. Fay et Opal, 2000.

9. Cf. le « biais urbain » de Bezemer et Headey, 2008.

TABLEAU 2
Indicateurs d'urbanisation selon les Nations unies (en pourcentage)

	Part de la population urbaine dans la population totale					Taux d'urbanisation (évolution annuelle moyenne)			
	1950	1970	2011	2030	2050	1950 – 1970	1970 – 2011	2011 – 2030	2030 – 2050
Afrique	14,4	23,5	39,6	47,7	57,7	2,47	1,27	0,98	0,96
Asie	17,5	23,7	45	55,5	64,4	1,52	1,57	1,1	0,74
Europe	51,3	62,8	72,9	77,4	82,2	1,02	0,36	0,31	0,3
Amérique latine & Caraïbes	41,4	57,1	79,1	83,4	86,6	1,61	0,8	0,28	0,19
Amérique du Nord	63,9	73,8	82,2	85,8	88,6	0,72	0,26	0,22	0,16
Océanie	62,4	71,2	70,7	71,4	73	0,66	– 0,02	0,05	0,12

Source : Nations unies, 2012

TABEAU 3
Évolutions entre 1950 et 2011 et projections entre 2030 et 2050
de la population totale et des composantes urbaines et rurales par grandes régions du monde

	Population totale (en millions)					Taux annuel moyen de croissance (en pourcentage)			
	1950	1970	2011	2030	2050	1950 - 1970	1970 - 2011	2011 - 2030	2030 - 2050
Population totale									
Afrique	230	368	1 046	1 562	2 192	2,35	2,55	2,11	1,69
Asie	1 403	2 135	4 207	4 868	5 142	2,1	1,65	0,77	0,27
Europe	547	656	739	741	719	0,91	0,29	0,01	- 0,15
Amérique latine & Caraïbes	167	286	597	702	751	2,69	1,79	0,85	0,34
Amérique du Nord	172	231	348	402	447	1,49	0,99	0,76	0,53
Océanie	13	20	37	47	55	2,16	1,57	1,25	0,8
Population urbaine									
Afrique	33	87	414	744	1 265	4,82	3,82	3,09	2,65
Asie	245	506	1 895	2 703	3 310	3,62	3,22	1,87	1,01
Europe	281	412	539	573	591	1,92	0,65	0,33	0,15
Amérique latine & Caraïbes	69	163	472	585	650	4,29	2,59	1,13	0,53
Amérique du Nord	110	171	286	344	396	2,21	1,26	0,98	0,7
Océanie	8	14	26	34	40	2,82	1,56	1,3	0,91
Population rurale									
Afrique	197	282	632	818	927	1,79	1,97	1,35	0,63
Asie	1 158	1 629	2 312	2 165	1 833	1,71	0,85	- 0,35	- 0,83
Europe	267	244	200	168	128	- 0,45	- 0,48	- 0,93	- 1,34
Amérique latine & Caraïbes	98	123	124	116	100	1,13	0,03	- 0,36	- 0,73
Amérique du Nord	62	61	62	57	51	- 0,11	0,05	- 0,4	- 0,59
Océanie	5	6	11	13	15	0,82	1,62	1,12	0,5

Source : Nations unies, 2012

et modernisation de l'agriculture) comme cela s'est produit dans les pays industrialisés. Enfin, il faut noter que les méthodes d'estimation de tendances utilisées par les Nations unies tendent à surestimer le niveau d'urbanisation de 20 à 30 % selon les régions du monde en voie de développement. Prendre en compte d'autres hypothèses d'évolution des taux de natalité en milieu urbain conduit à réviser à la baisse les hypothèses de croissance urbaine ¹⁰.

1.2. Structures, dynamiques et emprises foncières urbaines

La difficulté à caractériser ce qui est urbain et ce qui ne l'est pas ne concerne pas seulement la définition d'un seuil de densité et sa mesure : il résulte aussi du caractère

multiforme de ce processus. En cinquante ans, la taille moyenne des cent villes les plus peuplées de la planète est passée de 2 millions d'habitants en 1950 à 6,3 millions en 2000. Selon les estimations des Nations unies de 2011, la moitié des urbains habiterait des villes de moins de 500 000 habitants (Tableau 4). Mais cette part tendrait à diminuer au profit de villes plus importantes, dans les pays développés comme en développement. Ainsi, la part des villes de plus de 5 millions d'habitants dans la population urbaine mondiale augmenterait de près de 18 % aujourd'hui à 22 % en 2025 et celle des villes de 1 à 5 millions d'habitants passerait de 21 % à 24 % (Tableau 4). Cette tendance à une plus forte concentration des urbains dans de grandes villes serait plus accentuée dans les pays en développement : la part des villes de moins de 500 000 habi-

tants y baisserait de 50 % à 41 % et de 53 % à 46 % dans les pays développés.

Au-delà de l'analyse de la structure de leurs hiérarchies, les systèmes urbains se définissent aussi selon la configuration de leurs réseaux (polarisé, polycentrique / mono-centrique) et par la morphologie de leurs espaces (linéaire, en étoile, compacté, étalé, ...). Tous ces facteurs sont le produit de l'histoire des interactions entre chaque agglomération avec, d'une part, la nature et les ressources de leur territoire (adjacent) et, d'autre part, avec des espaces plus larges (ville interface avec le monde dans son ensemble). Le développement des moyens de calcul et d'analyse spatiale (géomatique, SIG, ...) et de données géographiques digitalisées (Google Map, ...) a facilité la réalisation de travaux d'envergure sur les morphologies urbaines, que ce soit pour corriger les imprécisions des statistiques

10. Bocquier, 2004 ; Montgomery *et al.*, 2008 ; Potts, 2009.

TABLEAU 4
Distribution de la population urbaine par taille d'agglomérations :
évolutions entre 1970 et 2011 et perspectives à 2025

Taille des agglomérations (nombre d'habitants)	Population urbaine (millions)			Part relative dans la population urbaine totale (%)		
	1970	2011	2025	1970	2011	2025
Monde						
Total des urbains	1 352	3 632	4 643	100,0	100,0	100,0
10 millions et plus	39	359	630	2,9	9,9	13,6
5 à 10 millions	109	283	402	8,0	7,8	8,7
1 à 5 millions	244	775	1 128	18,0	21,3	24,3
500 000 à 1 million	128	365	516	9,4	10,1	11,1
Moins de 500 000	833	1 850	1 967	61,6	50,9	42,4
Pays développés						
Total des urbains	671	964	1 043	100,0	100,0	100,0
10 millions et plus	39	105	136	5,9	10,9	13,1
5 à 10 millions	48	54	81	7,1	5,6	7,8
1 à 5 millions	124	210	229	18,5	21,7	21,9
500 000 à 1 million	66	87	111	9,9	9,0	10,7
Moins de 500 000	393	509	485	58,5	52,8	46,5
Pays en voie de développement						
Total des urbains	682	2 668	3 600	100,0	100,0	100,0
10 millions et plus	0	255	494	0,0	9,5	13,7
5 à 10 millions	61	229	321	8,9	8,6	8,9
1 à 5 millions	120	567	900	17,6	21,2	25,0
500 000 à 1 million	61	278	405	9,0	10,4	11,2
Moins de 500 000	440	1 339	1 480	64,6	50,2	41,1

Source : Nations unies, 2012

où l'urbain est d'abord défini par rapport à une nomenclature administrative et non en fonction d'un degré d'agglomération mesuré ou pour mieux identifier les morphologies urbaines et leurs évolutions. L'étude Africapolis¹¹ a ainsi permis de corriger les statistiques officielles et de montrer que les taux de concentration ne sont pas nécessairement plus élevés dans les pays d'Afrique de l'Ouest que dans les pays développés. L'étude distingue différents processus d'urbanisation : la densification des agglomérations existantes, l'étalement des agglomérations existantes et l'émergence de nouvelles agglomérations à partir de « *noyaux villageois* » ou la création de centres urbains ex nihilo comme Abuja ou Yamoussoukro, nouvelles capitales du Nigeria et de la Côte d'Ivoire.

La morphologie de la ville et son évolution jouent un rôle déterminant pour l'usage et le contrôle du sol. Globalement, la surface des cités ne constitue pas un paramètre majeur de consommation de terres. Les résultats des différents travaux de modélisation menés ces dernières années pour estimer les surfaces urbanisées à partir d'images satellitaires divergent : les estimations globales des surfaces urbanisées en 2000 varient entre 0,27 et 3,52 millions de kilomètres carrés (km²), soit de 0,2 % à 2,4 % de la surface des terres émergées¹². Cette forte variabilité résulte de définitions différentes de l'urbain et des surfaces bâties, mais aussi de différences dans l'interprétation automatique des images satellites et le repérage des espaces urbanisés¹³. Pour y remédier, des

travaux récents de recherche¹⁴ associent des données satellitaires mobilisant les données du capteur MODIS (*moderate resolution imaging*) avec une résolution de 1 km et un travail de catégorisation globale divisant le monde en seize « *éco-régions urbaines* », ces dernières caractérisant des configurations urbaines similaires, combinant des composantes naturelles, physiques et structurelles à l'échelle de grandes régions du monde. Les chercheurs¹⁵ définissent les zones urbaines comme les lieux dominés par un environnement bâti : celui-ci inclut toutes les surfaces artificialisées (bâtiments, routes, pistes, ...), alors que l'adjectif « *dominé* » indique que la couverture par les surfaces artificialisées est supérieure à 50 % sur l'unité spatiale définie, l'unité minimale de cartographie

11. Denis et al., 2008.

12. Potere et Schneider 2007 ; Seto et al., 2011.

13. Schneider et al., 2009.

14. Conduits par l'équipe de Schneider.

15. Schneider et al., 2009.

de la zone urbaine étant 1 km². En utilisant la méthode d'analyse décrite ci-dessus, qui semble faire référence actuellement ¹⁶, des chercheurs ¹⁷ estiment que les surfaces urbanisées recouvrent 0,657 million de km², sur la planète, soit moins de 0,5 % de la surface terrestre émergée : « *les aires urbaines varient de seulement 0,17 % des superficies émergées en Afrique à 0,67 % en Amérique du Nord, alors que la plupart sont proches du taux moyen de 0,5 % de terres urbanisées : 0,47 % en Amérique du Sud, 0,53 % en Asie. L'Europe est une exception avec 1,78 % des terres émergées allouées à l'urbanisation* »¹⁸.

En termes dynamiques sur la période 1970 – 2000, les taux moyens annuels d'expansion totale des surfaces urbanisées, estimées par une méta-analyse ¹⁹, sont extrêmement variables selon les régions du monde. Les taux médians les plus forts sont observés en Chine (7,5 %) et en Asie du Sud-Est (6 %), alors que les plus bas concernent l'Europe (2,5 %), l'Amérique du Nord et l'Océanie. Mais ces taux varient également à l'échelle nationale. Ainsi, en Chine, les taux d'expansion des surfaces urbanisées varient de 13,3 % dans les zones côtières à 3,9 % dans les régions de l'ouest du pays. En Amérique du Nord, les taux sont beaucoup plus resserrés, variant entre 3,9 % et 2,2 % ²⁰. Si l'on découpe l'analyse par décennies (1970 – 1980, 1980 – 1990, 1990 – 2000), la méta-analyse ne révèle aucune augmentation des taux d'accroissement des surfaces urbanisées, quelle que soit la région du monde. En revanche, les chercheurs notent une diminution des taux d'accroissement des surfaces urbanisées en Amérique centrale et du Sud, en Europe, en Océanie et en Afrique.

En termes de prospective, les mêmes auteurs ont estimé par méta-analyse que la surface globale urbanisée pourrait augmenter, d'ici à 2030, de 430 000 à 12 568 000 km² selon les hypothèses posées en termes de population et de croissance économique et selon l'estimation de la surface urbanisée contemporaine choisie. Leurs projections plus récentes, basées sur une modélisation

spatialement explicite et sur une analyse probabiliste de l'urbanisation ²¹, annoncent que les surfaces urbanisées pourraient croître de 1,2 million de km², ce qui conduirait à un quasi-triplement de la surface globale urbanisée à l'horizon 2030 par rapport à 2000.

Les travaux sur la croissance urbaine réalisés sous l'égide de la Banque mondiale ²² montrent que l'emprise urbaine tend à s'accroître plus rapidement que la croissance de la population urbaine. Ils estiment qu'entre 1990 et 2000, la population urbaine a augmenté de 1,5 % par an et l'emprise urbaine de 3,2 %. Cet écart est plus élevé dans les pays industrialisés (respectivement 0,6 % et 2,9 %) que dans les pays en voie de développement (respectivement 1,8 % et 3,6 %). Ceci traduit une baisse de la densité dans les agglomérations les plus riches : 11 000 habitants au km² dans les villes à faibles revenus contre 2 855 dans les villes à hauts revenus. En termes géographiques, les plus hautes densités sont estimées dans les pays asiatiques (9 000 à 13 000 habitants au km²) et les plus faibles dans les pays européens (4 300 habitants), les agglomérations d'Amérique latine, d'Afrique et du monde méditerranéen comptant environ 6 000 habitants au km². En revanche, les estimations ne montrent pas de relation entre la taille démographique des villes et leur densité. Les grandes agglomérations ne sont pas, en moyenne, beaucoup plus compactes que les petites, même si le rythme de l'étalement des grandes agglomérations (baisse de la densité) est plus faible que celui des agglomérations de moins d'un million d'habitants. La morphologie de l'échantillon de villes retenues se caractérise par des indices de contiguïté et de compacité. Les auteurs de l'étude soulignent que « *on ne discerne pas de profil spécifique ... il n'existe pas de variation significative des indices entre les pays en voie de développement et les pays industrialisés ... l'indice de compacité varie autour de 0,33, suggérant que les emprises urbaines sont encore loin d'être totalement construites et qu'il y a donc un potentiel de densification par l'utilisation des espaces interstitiels, sans modifier la distance moyenne entre la périphérie et le centre des villes. Les variations*

dans les indices de contiguïté suggèrent que les villes en Asie de l'Est sont plus polycentriques que celles des autres régions, alors que les villes en Asie du Sud-Est, en Afrique et en Amérique Latine ont une structure plus concentrique » ²³. Néanmoins, ils précisent que ces indices ne permettent pas de caractériser complètement les morphologies des agglomérations et que d'autres indicateurs doivent être construits.

1.3. Grandes agglomérations et villes secondaires : les interactions urbaines

La troisième dimension des dynamiques urbaines – les interactions entre les agglomérations, les réseaux urbains – est moins approfondie par les chercheurs. Il serait intéressant de réaliser une analyse contemporaine des relations entre la croissance urbaine et la configuration des réseaux urbains dans lesquels différentes tailles d'agglomérations sont insérées ²⁴. Les liens entre hiérarchie urbaine et pouvoir politique sont, eux, largement traités, ainsi que le rôle des grandes agglomérations côtières comme interface entre les territoires nationaux ou régionaux et l'économie mondiale.

Inversement, le rôle des réseaux urbains dans l'organisation des flux entre les espaces ruraux et les différentes catégories de villes est moins exploré dans les travaux sur la croissance urbaine, sans doute par manque de données. Les travaux sur l'organisation des systèmes d'approvisionnement ²⁵ reposant sur la petite production marchande à faible niveau de capital soulignent l'importance de cette synergie entre le développement d'un réseau urbain et la structuration des circuits d'approvisionnement vers les grandes agglomérations. L'importance de ces villes intermédiaires comme vecteurs d'entraînement de l'économie rurale en réponse à la demande urbaine est relevée dans de nombreux contextes : notamment

16. Pour une comparaison des huit cartes globales des surfaces urbanisées existantes, cf. Potere et al., 2009.

17. Schneider et al., 2009.

18. Traduit par les auteurs.

19. Seto et al., 2011.

20. Seto et al., 2011.

21. Seto et al., 2012.

22. Angel et al., 2005.

23. Angel et al., 2005.

24. Comme cela est fait dans des travaux d'histoire quantitative comparée mettant en exergue les « *villes consommatrices* » et les « *villes productrices* » suivant la typologie établie au début du vingtième siècle par l'économiste allemand Max Weber (Bosker, 2008).

25. Cf. partie 2 de l'article.

en Chine ²⁶ ou en Afrique ²⁷. Les auteurs de l'étude Africapolis identifient trois contextes propices à la croissance de ces petites agglomérations : les régions rurales les plus denses, les périphéries des grandes agglomérations et le développement le long des axes de circulation, soulignant la nécessité d'approfondir les connaissances sur le troisième facteur ²⁸. Les projections globales tendent à alimenter la représentation d'un processus d'urbanisation irréversible et doté d'une forte inertie face auquel les politiques publiques ont peu de prise. Cependant, les outils d'observation de plus en plus puissants montrent que l'urbanisation recouvre des dynamiques complexes dont les chemins ne sont ni linéaires, ni univoques. Les travaux sur la durabilité urbaine tentent bien de saisir cette complexité, mais ils mettent davantage l'accent sur la ville comme utilisatrice de ressources (énergie, eau, niveau de rejets, ...) et sur les conditions de vie (accès au logement, mobilité, santé, éducation, pollution, ...) en la considérant comme une entité individualisée plutôt que comme l'un des éléments d'un système plus large en intégrant, dans la conception de la durabilité, les interactions entre les villes et avec les espaces ruraux.

2. CROISSANCE URBAINE ET TRANSFORMATION RURALE : TRANSITION OU CONTINUUM RURAL – URBAIN ?

2.1. Les déterminants multiples de l'urbanisation : flux migratoire versus croissance endogène

Dans une perspective historique et dynamique, la croissance urbaine (l'urbanisation) est conçue comme un processus de transformation des rapports des hommes à l'espace en modifiant les conditions d'agglomération des populations et des activités. En 1998, l'économiste Paul Bairoch soulignait ainsi que le processus d'urbanisation se traduit par l'évolution de trois variables : la part de

la population urbaine, la taille des villes et la densité du semis urbain.

Ces changements affectent les relations entre les villes, mais aussi entre ville et campagne. Ainsi, pour certains experts ²⁹, « la définition rigoureuse de l'urbanisation correspond à une croissance de la part de la population vivant en zone urbaine (et, partant, un déclin des populations vivant en zone rurale). La plupart des processus d'urbanisation résultent d'un solde net des migrations du rural vers l'urbain » ³⁰. Ils soulignent que cette définition de l'urbanisation se distingue de la croissance de la population urbaine ou de la croissance de l'emprise spatiale des villes et qu'elle met l'accent sur les processus d'urbanisation liés au mouvement migratoire.

Il faut cependant souligner que, si les processus de migration entre zones rurales et urbaines jouent un rôle significatif dans la croissance urbaine, leur importance varie selon les périodes et les aires du monde. Dans une étude rétrospective des déterminants de la croissance urbaine portant sur un échantillon de pays en voie de développement entre 1960 et 1980, les démographes de la Division des populations des Nations unies estiment ainsi que la croissance naturelle des villes compte pour les deux tiers de la croissance des villes et que les migrations rural – urbain n'en représentent qu'environ le tiers ³¹. Le poids des migrations serait légèrement supérieur dans les pays d'Afrique subsaharienne en début de période et croissant en Asie, alors qu'en Amérique Latine, les taux d'urbanisation plus élevés dès les années soixante auraient favorisé une croissance plus endogène de la population urbaine, malgré une natalité plus élevée en milieu rural. La contribution plus forte de la migration à l'urbanisation en Asie et son poids croissant (les migrations expliqueraient 40 % de la croissance urbaine en 1960, 46 % dans les années soixante-dix et 48 % dans les années quatre-vingt) s'explique par la croissance des activités industrielles et un différentiel de revenus favorable aux villes, mais aussi par les gains de productivité dans l'agriculture qui facilitent cette transition. Ces facteurs ne jouent pas de la même façon en Afrique

subsaharienne où, d'une part, la croissance des activités non agricoles n'a pas été aussi forte qu'en Asie (limitant ainsi les capacités d'absorption en termes d'emplois dans le secteur secondaire et tertiaire) et où les gains de productivité en agriculture n'ont pas permis de « libérer » des actifs pouvant migrer vers les villes ³² : d'où une baisse du poids des migrations dans la croissance urbaine de 40 % à 26 % dans les années quatre-vingt.

Les migrations soutiennent le mouvement d'urbanisation en organisant les dynamiques de concentration et de redéploiement des populations. L'apport de population rurale à la croissance urbaine est historique, entretenu par de forts bilans naturels dans les campagnes et fortement sélectif : la mobilité est corrélée à l'âge, à la formation et au capital social des personnes. Les écarts de revenus (largement liés aux niveaux de productivité dans l'agriculture relativement aux secteurs secondaires et tertiaires), ainsi que l'attrait pour une modernité urbaine et un mode de vie urbain expliquent la force et la durée de ces mouvements.

Pour autant, les mouvements migratoires ne peuvent pas être compris en se référant seulement à la question de la croissance urbaine. Les migrations au sein du milieu rural lui-même restent importantes, par exemple au Vietnam et en Inde où elles représentent le tiers des migrations. Elles sont le fait de populations pauvres n'ayant pas les ressources suffisantes pour accéder aux centres urbains ³³. Elles sont alors souvent associées à la relocalisation de la main-d'œuvre rurale vers de nouveaux espaces de croissance de la production agricole, au niveau régional ou national, vers les fronts pionniers de production de plantes tropicales (cacao, palmier, ...) ou, au niveau international, en réponse à la demande de main-d'œuvre pour la production horticole (Europe, États-Unis, ...).

2.2. D'un processus de transition à un processus d'interdépendance

L'observation des processus de migration dans les pays du Nord montre que l'exode rural ne peut plus, aujourd'hui, être consi-

26. Shen et Mab, 2005.

27. Châleard, 1996.

28. Denis et al., 2008.

29. Satterthwaite et al., 2011.

30. Traduit par les auteurs.

31. Nations unies, 2001.

32. Losech, B. et al., 2012.

33. Tacoli, 2009.

déré comme un processus universel en raison de dynamiques démographiques propres à la ville (bilans naturels positifs, migrations interurbaines, ...) et aux rapports ville – campagne (baisse, voire disparition des excédents naturels, attractivité résidentielle des zones peu denses, ...). Pour autant, l'inversion de l'exode rural ne signifie pas une baisse des flux, ni l'arrêt de leur sélectivité, mais traduit la croissance plus rapide des migrations résidentielles de sortie de la ville vers la campagne que de celles en sens inverse.

Au-delà de leur rôle dans la croissance urbaine, les migrations jouent surtout un rôle majeur dans la transformation des modes de vie au sein des espaces ruraux. Dans les pays développés et en développement, de nombreux travaux se sont focalisés sur les interactions rural – urbain pour appréhender le développement des espaces ruraux³⁴. Ces approches se concentrent sur les flux de biens, de personnes et de connaissances structurant les interactions entre villes et campagnes³⁵. Il est difficile de poser une grille de lecture unique des interactions rural – urbain. Une appréhension commune de la campagne englobe, sous la même représentation, un espace rural et les petites villes à proximité³⁶. Les petites villes constituent à la fois un débouché pour les produits agricoles, un lieu de transformation agro-alimentaire et des espaces d'intermédiation avec d'autres marchés urbains. Elles sont aussi un lieu de production de services (santé, culture, éducation) qui contribuent à la convergence des modes de vie citadins et ruraux.

À l'échelle européenne, de nombreux travaux se sont focalisés, avec des préoccupations d'aménagement du territoire, sur les changements de relation entre rural et urbain en lien avec l'urbanisation et sur l'émergence d'espaces ruraux fragmentés, dits *péri-urbains*, qui transforment les conditions d'exercice des activités agricoles. Menée dans un contexte français, la prospective *Nouvelles ruralités* insiste sur quatre types de relations entre espaces ruraux et urbains via la pro-

duction de scénarios qui éclairent certains des effets induits par les mobilités des individus et montrent une diversité d'articulations spatiales et économiques entre formes urbaines et espaces ruraux³⁷ :

- Le premier considère des espaces ruraux insérés dans des régions métropolitaines, marqués par de fortes migrations résidentielles, un habitat diffus et des mobilités journalières. L'agriculture y est sous forte tension foncière, mais peut bénéficier de la proximité d'emplois et de bassins de consommateurs pour se diversifier.
- Le deuxième considère des mobilités de longue distance entre des grandes villes et des espaces ruraux fortement patrimonialisés. L'agriculture s'y centre sur des produits de qualité.
- Le troisième envisage la subordination à la ville d'espaces ruraux périphériques pour la production d'énergie, de produits alimentaires et de services éco-systémiques.
- Le quatrième envisage des interactions entre des réseaux de villes et des espaces ruraux, qui permettent d'intégrer un espace de vie et d'accès à l'emploi, une diversité des activités agricoles et des éco-systèmes.

Aujourd'hui, le sens historique des flux de personnes du rural vers l'urbain s'est complexifié : par les migrations temporaires et la réversibilité des migrations vers l'urbain dans les pays en développement ; par l'inversion de l'exode rural repéré dans les pays développés. Les espaces ruraux connaissent aussi une évolution des moteurs économiques du développement rural lié à la relocalisation des activités entre villes et campagnes. Dans les pays développés, la majeure partie de l'emploi rural concerne désormais le secteur tertiaire et se développe avec les services aux populations. Dans les pays en développement, la part croissante de l'emploi non-agricole, parfois liée à la croissance des emplois dans l'industrie, le bâtiment, les services diversifie l'économie rurale où l'activité agricole reste importante.

2.3. De la migration à la mobilité : des ménages multilocalisés

Alors que la migration renvoie à une notion de changement de résidence s'inscrivant dans la durée, les interdépendances entre ville et campagne ne peuvent être raisonnées uniquement à partir de ces mouvements de population correspondant à des étapes de la vie, plus particulièrement à des modes d'insertion sur le marché du travail et à des reconversions. L'analyse des transferts de population entre villes et campagnes se centre sur l'exode rural, c'est-à-dire sur les migrations résidentielles des campagnes vers les villes. Ce sont des migrations permanentes qui alimentent la dynamique d'urbanisation.

Cependant, comme nous l'avons souligné, les migrations entre espaces différents – en particulier entre espaces ruraux – restent des tendances fortes de mobilité des populations, notamment en Inde ou au Vietnam. Les mobilités entre le monde rural et urbain sont aujourd'hui de nature plus complexe :

- Les mobilités pendulaires caractérisent les espaces péri-urbains des grandes villes et s'organisent autour de déplacements journaliers entre des lieux péri-urbains de résidence et des lieux de travail fréquemment localisés dans le centre urbain.
- Les migrations circulaires sont des changements de lieu de résidence temporaires, parfois saisonniers, mais toujours cycliques. Elles relient un premier lieu plutôt rural, où se situe la résidence du ménage et ses activités avec un second lieu (urbain ou rural) où s'exercent des activités rémunérées. Elles visent à fournir un complément de revenu aux ménages ruraux, en particulier agricoles. Ces mouvements temporaires s'effectuent des zones d'agriculture traditionnelle vers des zones d'agriculture intensive et capitaliste destinée à l'exportation (par exemple, au Guatemala ou au Mexique). Mais, bien que difficiles à saisir par les appareils statistiques, les migrations temporaires ou circulaires ont tendance à s'accroître, comme en Inde ou en Thaïlande, dans des régions affectées par des sécheresses saisonnières (où la demande de travail pour l'agriculture diminue temporairement) vers des zones urbaines en forte croissance, où le

34. Tacoli 2002 ; Lynch 2004 ; Bengs *et al.* 2005 ; Mora, 2009.

35. Lynch, 2004.

36. Cf. par exemple les travaux d'Albaladejo, 2012, sur la constitution de l'espace rural de la Pampa argentine.

37. D'autres travaux ont permis d'éclairer les interdépendances qui se structurent autour des villes moyennes et des synergies potentielles (Aubert *et al.*, 2012).

secteur de la construction absorbe une main-d'œuvre peu qualifiée ³⁸.

- Les migrations de longue distance sont fondées sur des cycles plus longs, en particulier vers les pays développés, mais aussi au sein d'espaces régionaux comme l'Afrique de l'Ouest. Elles participent des mêmes stratégies de ménages cherchant à diversifier leurs sources de revenus.

Les effets des migrations saisonnières sur le développement sont controversés. Certains experts estiment que le départ de la main-d'œuvre de l'exploitation agricole peut entraîner un vieillissement accéléré (par exemple, en Chine ou en Thaïlande) ou une féminisation des agriculteurs. Mais de nombreuses études insistent sur la capacité des migrants saisonniers à envoyer des fonds qui, comme cela est observé en Afrique et en Asie, vont stimuler le développement agricole, faciliter l'innovation et l'intensification des systèmes existants. Les revenus extérieurs permettent d'investir dans la production, notamment en achetant des intrants. Ils permettent aussi d'assurer aux ménages la sécurité financière nécessaire pour expérimenter de nouvelles pratiques agricoles, notamment d'intensification des cultures ³⁹.

Cette diversification des activités des ménages, qui repose sur une combinaison de lieux de résidence, transforme la structure de l'emploi dans les zones rurales : l'emploi non-agricole y est désormais important. Une grande proportion de ménages a des revenus diversifiés – provenant à la fois d'activités urbaines et rurales, agricoles et non-agricoles – et définis comme multilocalisés ⁴⁰. Les revenus d'activités non-agricoles participent pour 30 % à 40 % des revenus des ménages ruraux en Afrique, 60 % en Asie ⁴¹ et 40 % en Amérique latine ⁴². Ces revenus contribuent au développement de l'agriculture, mais permettent aussi de réduire la pauvreté rurale et, donc, d'améliorer la sécurité alimentaire ⁴³. Cela conduit à repenser les dynamiques de développement des espaces ruraux, en particulier la relation à l'agriculture. L'idée de « *transition urbaine* » et de

basculement général du rural vers l'urbain – qui repose sur la dichotomie entre rural et urbain – est aujourd'hui discutée ⁴⁴ au profit d'un continuum du rural à l'urbain.

3. D'UNE DIVISION SPATIALE DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES À DES ORGANISATIONS MULTI-SCALAIRES

Les relations entre alimentation, urbanisation et utilisation des terres sont trop souvent raisonnées dans les termes d'une division et d'une spécialisation spatiales, l'espace rural étant assimilé à une aire de production de matières premières agricoles et la ville à un lieu d'utilisation (transformation agro-alimentaire) et de consommation de ces matières premières, en premier lieu alimentaires. Il est impossible de s'en tenir à ce découpage univoque de l'organisation spatiale des systèmes alimentaires : d'une part, parce que l'espace rural remplit des fonctions multiples dépassant largement la seule production agricole et, d'autre part, parce que la vulnérabilité des ménages n'est pas réductible à leur localisation. L'incidence de la flambée des prix des produits alimentaires de 2008 sur les budgets des ménages vulnérables des zones rurales des pays en développement témoigne que de nombreux ménages ruraux sont des acheteurs nets de produits alimentaires. Inversement, la production agricole n'est pas incompatible avec les processus d'urbanisation, comme le souligne la multiplication des travaux sur les logiques sous-jacentes au développement d'une agriculture urbaine. Même si son poids dans l'approvisionnement des villes reste limité, l'agriculture urbaine n'est pas un oxymore et son développement témoigne de la complexification croissante des systèmes alimentaires. Le développement urbain organisé autour de grandes villes ou de réseaux de villes moyennes et de villages transforme les relations avec les espaces ruraux proches et lointains via la reconfiguration des systèmes alimentaires et la circulation des individus entre les différents territoires.

L'urbanisation a des implications majeures sur la configuration des systèmes alimentaires et sur l'utilisation et la localisation des terres pour la production agricole. Elle peut être considérée comme un processus de transformation anthropologique modifiant les modes de vie (dont la consommation) et les rapports sociaux (dont le salariat). Historiquement, il est possible de schématiser les transformations sociales liées à l'urbanisation par la généralisation du marché comme mode d'échange pour les marchandises, mais aussi pour les facteurs de production (foncier, travail). À la base, cela passe par la division du travail et le salariat qui aboutit à la disponibilité d'une ressource monétaire pour les actifs, voire pour d'autres catégories par le jeu des transferts sociaux. La demande se diversifie et prend une forme marchande. Les modes de consommation changent et les régimes évoluent par une composition tirant vers le haut de la chaîne alimentaire (protéines animales) et vers des produits transformés (rôle des intermédiaires dans les filières agro-alimentaires). Les changements de régime alimentaire des ménages sont généralement corrélés à la croissance de la population urbaine. La consommation de viande et de produits laitiers dans les villes est supérieure à celle des campagnes dans les pays en développement. Cette évolution, reliée au niveau de revenu des ménages, a des répercussions importantes sur la consommation alimentaire globale ⁴⁵. La ville constitue un vecteur privilégié de changement et de diversification des styles alimentaires, favorisé par la connexion de l'espace urbain avec des aires de production multiples et par des styles de vie requérant des formes de commensalité différenciées (restauration hors foyer et collective). Ces changements d'habitudes alimentaires se diffusent progressivement vers les populations rurales et il apparaît, *in fine*, que le niveau de revenu, davantage que la localisation urbain / rural, constitue la variable-clef déterminant les styles alimentaires des individus et des ménages.

38. Tacoli, 2009.

39. Deshingkar, 2012.

40. Rigg, 2006.

41. Ellis, 1998.

42. Reardon *et al.*, 2001.

43. Rigg, 2006 ; Tacoli, 2009.

44. Rigg, 2006.

45. Paillard *et al.*, 2010.

3.1. Reconfiguration des filières agro-alimentaires et urbanisation

La diversité des aliments consommés et des pratiques alimentaires (individuelle, collective, au domicile, hors foyer, rapide, festive) en milieu urbain correspond à une multiplicité de formes d'organisation des flux reliant offre alimentaire et demande urbaine et, par conséquent, la localisation et les formes de production agricoles sur lesquelles elle repose. Dans son analyse des processus d'approvisionnement des villes d'Afrique subsaharienne dans les années quatre-vingt, l'économiste Philippe Hugon propose de classer les filières agro-alimentaires en quatre catégories selon leur type de gouvernance ⁴⁶. Il distingue ainsi :

- Les filières domestiques, où les flux de produits alimentaires des zones rurales vers la ville sont organisés et gérés dans le cadre de relations familiales, lignagères ou de solidarité, sans contrepartie monétaire aux échanges.
- Les filières marchandes comprennent l'ensemble des opérateurs privés reliant les aires de production proches des villes aux consommateurs urbains sur la base de transactions marchandes, mais avec un faible niveau de capital correspondant à une technologie alimentaire artisanale. Ce type de filières se distingue aussi des autres formes d'échanges marchands par la prévalence d'une forte concurrence et le faible niveau d'intégration verticale et de concentration.
- Les filières étatiques ou publiques incluent l'ensemble des institutions mises en place durant la période coloniale et après les indépendances par des régimes privilégiant l'économie planifiée et administrée. Elles sont essentiellement constituées par les offices (*marketing boards*) qui ont pour objectif de contrôler les prix et d'assurer la distribution des aliments de base. Leur action est généralement – mais pas exclusivement – centrée sur le commerce des céréales de base et de leurs produits dérivés (blé, farine, pain, maïs, riz et sucre).
- Les filières capitalistes sont gouvernées par des firmes ayant une envergure inter-

nationale et reposant sur la mobilisation de capitaux importants dans le commerce (transport aérien, containers) comme dans la transformation (agro-industries). Ces filières sont marquées par un fort niveau de concentration (quelques firmes contrôlant l'essentiel des flux) et par une intégration vers l'amont (plantations associées à des industries de transformation).

Dans les années quatre-vingt, les filières capitalistes implantées dans les pays du Sud étaient essentiellement tournées vers l'exportation de produits tropicaux (thé, café, cacao) et leur implication dans les systèmes alimentaires des pays du Sud limitée à quelques denrées de base : céréales de base (farine de blé, riz), en sous-traitance des organismes publics contrôlant ces produits. Ce schéma initial a été transformé par la conjonction de plusieurs facteurs.

- Au niveau des politiques publiques, la libéralisation du commerce international des produits agricoles et alimentaires, ainsi que le démantèlement des filières publiques (élimination des monopoles, privatisation des entreprises agro-alimentaires) se sont traduits par l'extension rapide du poids des firmes multinationales dans les systèmes alimentaires et par une forte réduction du poids du contrôle étatique dans l'organisation des systèmes alimentaires.
- Le deuxième facteur est lié à la transformation des régimes alimentaires dans les pays du Nord comme du Sud, notamment en zones urbaines. L'urbanisation et la croissance des villes allongent les temps de déplacement entre le domicile et le lieu de travail ou d'étude et conduisent à une dissociation croissante entre pratiques alimentaires et famille. Les repas se prennent de plus en plus hors du domicile, individuellement (restauration de rue, restauration rapide) ou collectivement (cantines, restaurants d'entreprise). D'autre part, le temps consacré ou disponible pour la préparation des repas à domicile se réduit et modifie les types d'aliments consommés et leurs formes. On peut aussi s'interroger sur l'incidence de la composition et de la taille des ménages (familles monoparentales, célibataires) sur les choix culinaires.

Ces processus ont facilité le développement de filières agro-alimentaires capitalistes glo-

bales qui, à leur tour, ont favorisé et accéléré la transformation des pratiques alimentaires des urbains. Cette extension des filières agro-alimentaires a pris différentes formes. On observe une diversification des produits faisant l'objet d'un commerce global, avec la croissance des échanges internationaux de fruits et de légumes basés sur des productions à contre-saison (dans les pays tropicaux ou l'hémisphère sud) pour étendre la disponibilité des aliments périssables offerts aux consommateurs du Nord. Ainsi, les aires d'approvisionnement en produits frais des villes de l'hémisphère Nord s'élargissent, alors que les filières maraîchères et fruitières deviennent des vecteurs d'intégration des producteurs du Sud aux marchés mondiaux, au même titre que les produits tropicaux traditionnels (café, thé, cacao, ...), ce processus étant soutenu par le développement et la croissance de la consommation de produits tropicaux frais dans les pays du Nord (ananas, mangues, litchis, ...).

Par ailleurs, l'émergence de filières agro-alimentaires transnationales est liée au poids croissant des firmes de distribution (GMS) et de restauration (rapide). Celles-ci sont devenues les véritables conducteurs des chaînes alimentaires (*value-chain drivers*), exerçant un contrôle croissant sur l'amont et leurs fournisseurs par l'instauration de normes de plus en plus hégémoniques. Ce contrôle se fait par le développement d'une agriculture contractuelle, voire par l'intégration des stades de production de la matière première agricole dans le périmètre d'activité des firmes.

À partir de la fin des années quatre-vingt-dix, ce processus de globalisation, d'uniformisation des pratiques alimentaires et d'intégration des chaînes alimentaires par les firmes de l'aval s'est étendu aux pays du Sud via la « révolution des supermarchés » ⁴⁷. L'approvisionnement des urbains du Sud est devenu un enjeu pour des firmes ayant épuisé le potentiel de croissance des pays du Nord. Cette « révolution » a surtout eu lieu dans les pays émergents grâce au développement rapide d'une classe moyenne de consommateurs et / ou dans les mégapoles des pays les moins riches où se concentrait un pouvoir

46. Hugon, 1985.

47. Reardon, 2003.

d'achat suffisant. Elle est aussi associée à la croissance de la consommation de produits frais périssables, en particulier laitiers, pour lesquels les circuits traditionnels ne peuvent pas garantir la qualité (chaîne du froid). Parallèlement aux supermarchés, les chaînes de restauration rapide se sont développées dans les pays du Sud, concurrençant de plus en plus la restauration artisanale de rue et constituant un vecteur important de l'augmentation de la consommation de protéines animales (poulet, viande bovine). Enfin, la convergence des pratiques alimentaires des populations urbaines du Sud et du Nord s'est matérialisée par le développement de la consommation de produits plus élaborés comme les soupes, les pâtes lyophilisées ou les snacks qui permettent une alimentation individualisée.

Aujourd'hui, l'un des enjeux majeurs de la reconfiguration des systèmes alimentaires, au nord comme au sud, est le degré d'expansion de ces filières globales, le poids qu'elles peuvent prendre à terme dans le système alimentaire. Dans les pays du Sud, leur expansion et la concurrence qu'elles exercent sur les filières marchandes locales constituent des enjeux en termes d'équité, de création d'emplois en milieu urbain et d'inclusion ou d'exclusion des petites exploitations agricoles capables ou non de répondre à leurs cahiers des charges⁴⁸. Dans les pays du Nord, leur domination est remise en cause avec la « *re-diversification* » des systèmes alimentaires via le développement de nouveaux liens entre producteurs et consommateurs en circuits courts (associations pour le maintien d'une agriculture paysanne ou AMAP), mais aussi dans le contexte de filières transnationales (commerce équitable). Enfin, la modernisation des filières marchandes dans les pays du sud⁴⁹ permet d'envisager des évolutions différentes de celles observées au nord depuis une vingtaine d'années, avec l'émergence de filières associant des processus d'intermédiation moins concentrés, mais compétitifs. La configuration des réseaux urbains et le rôle des centres urbains secondaires dans la structuration de réseaux de transport les moins asymétriques possibles (Contrainte du fret retour pour les transporteurs) constituent

l'un des enjeux de ces processus de modernisation. Un autre enjeu est celui des liens entre les formes d'urbanisation (ville concentrée, ville étalée) et l'organisation de la distribution et de l'offre alimentaires (types de mobilité urbaine, densité de l'habitat).

3.2. L'agriculture urbaine et péri-urbaine : au-delà de la seule relocalisation de la production d'aliment ?

La croissance de la population urbaine se double fréquemment d'une extension spatiale des villes générant des espaces péri-urbains où s'imbriquent de multiples usages et diverses activités. Ces espaces se caractérisent par une forte hétérogénéité spatiale : zones regroupant des résidents à hauts revenus ou, inversement, à bas revenus, bidonvilles de migrants, zones industrielles ou d'agriculture intensive. L'agriculture urbaine et péri-urbaine est devenue un objet d'analyse et un terrain d'action privilégiés dans le débat sur la durabilité des systèmes alimentaires et l'urbanisation.

La définition de l'agriculture urbaine ou péri-urbaine concerne à la fois les fonctions de l'agriculture et sa localisation par rapport à la ville. Une première définition⁵⁰ considère que l'agriculture urbaine est une « *agriculture localisée en ville ou à sa périphérie, dont les produits sont majoritairement destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usage agricole et non agricole des ressources (foncier, eau, main-d'œuvre, etc.)* ». Des chercheurs⁵¹ ont identifié neuf critères caractérisant cette agriculture par son rapport au marché, par l'intensification des systèmes agricoles et l'utilisation de déchets urbains, par son rapport aux flux entre les produits de l'agriculture et la ville, en fonction des limites administratives de la ville. Dans tous les cas, les interactions entre la ville et l'agriculture, en particulier les flux de ressources et de produits agricoles, sont au centre des définitions.

L'estimation du poids relatif de la production de l'agriculture urbaine dans la consommation urbaine reste difficile à mesurer du fait de la quasi-absence de données statis-

tiques à l'échelle des États. La plupart des données quantifiées sont basées sur l'extrapolation d'enquêtes de terrain menées dans des villes. Or, ces enquêtes sont rares, en particulier concernant la consommation alimentaire des ménages urbains, mais aussi l'estimation des produits de l'agriculture les plus fréquemment en lien avec le commerce informel. À partir d'études de cas, certains auteurs situent entre 15 et 20 % la part de la production alimentaire mondiale (données 1993) produite dans les zones urbaines⁵². Dans les grandes métropoles africaines, une étude déjà ancienne estimait que l'agriculture péri-urbaine satisfaisait, en moyenne, près de 10 % de la consommation de lait des urbains et 20 à 50 % de celle de produits du maraîchage⁵³. L'agriculture péri-urbaine produit principalement des produits frais et périssables comme les légumes, mais aussi des produits d'élevage (œufs, volailles, lait, porcs). Selon des études plus récentes, celle-ci serait, par exemple, à l'origine de 60 % des légumes consommés à Dakar et la production de volaille en zone urbaine ou péri-urbaine correspondrait à près de 70 % de la demande sénégalaise⁵⁴. En Ouganda, les habitants de Kampala vivant dans un rayon de 5 km autour du centre-ville produisent près de 20 % des aliments de base consommés sur la zone⁵⁵.

En s'appuyant sur les données du *Programme des Nations unies pour le développement*, des experts estiment que « *l'agriculture urbaine représentait en 1990 entre le septième et le cinquième des produits agricoles consommés mondialement par la population urbaine ; elle en représenterait en 2000 entre un quart et un tiers* »⁵⁶. Retenons qu'au-delà de l'ampleur du phénomène – qui demanderait à être précisé – le poids de l'agriculture urbaine dans l'alimentation des villes est en augmentation. Or, la demande devrait croître dans les zones urbaines qui constituent les marchés alimentaires les plus dynamiques du fait de la croissance de la population et des revenus⁵⁷.

52. Armar-Klemesu *et al.*, 2000.

53. Margiotta, 1997.

54. Mbaye et Moustier, 2000.

55. Maxwell, 1995.

56. Aubry *et al.*, 2010.

57. Weatherspoon et Reardon, 2003.

48. Moustier, 2009 ; Fearné, 2007.

49. Reardon, 2012.

50. Reprise de Mbaye et Moustier, 2000.

51. Moustier et Fall, 2004.

Mais l'intérêt de l'agriculture urbaine ne peut être réduit à la seule question de son poids dans l'approvisionnement des ménages urbains. Il doit aussi être évalué par rapport aux fonctions que celle-ci remplit, aux pratiques alimentaires et aux stratégies d'acteurs urbains qu'elle révèle.

Des travaux ont estimé que 200 millions d'urbains pratiquaient l'agriculture urbaine et approvisionnaient 800 millions d'urbains en denrées alimentaires ⁵⁸. En Afrique, 40 % des résidents urbains sont engagés, d'une manière ou d'une autre, dans des activités agricoles et ce chiffre atteint 50 % en Amérique latine et dans les Caraïbes ⁵⁹. Une synthèse bibliographique des travaux réalisés depuis les années 1990 jusqu'en 2003 sur les centres urbains d'Afrique de l'est (Addis-Abeba, Dar-es-Salaam, Nairobi, Nakuru, Kampala) montre que 17 % à 56 % de la population urbaine cultivent la terre ou élèvent des animaux ⁶⁰. Ainsi, à la fois en tant que consommateurs et que producteurs, des centaines de millions d'habitants des villes dépendent de l'agriculture urbaine non seulement pour leur alimentation, mais aussi pour dégager des revenus grâce à la vente de productions végétales à haute valeur ajoutée ou de produits d'élevage. Dans cette perspective, des travaux de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) datant de 2012 estiment que l'agriculture urbaine permet d'accroître la résilience des ménages pauvres urbains en amortissant les chocs externes liés, par exemple, à la volatilité des prix agricoles, grâce à un approvisionnement alimentaire direct et, surtout, un accroissement des revenus.

Dans les pays développés, l'existence de l'agriculture urbaine est notamment attestée par le développement des circuits courts ⁶¹. La question se pose au croisement de réflexions d'urbanistes et de paysagistes sur l'aménagement des espaces ouverts et la durabilité des villes, ainsi que de réflexions sur l'alimentation des villes et sur la qualité des produits. L'agriculture urbaine intéresse pour sa capacité à poser l'enjeu de la mul-

tifonctionnalité de l'agriculture, mais aussi parce que les milieux urbains et péri-urbains apparaissent comme lieux « d'émergence de nouvelles pratiques et modèles d'agriculture » ⁶². Néanmoins, définir l'agriculture urbaine ou péri-urbaine sur les seuls critères spatiaux reste d'un usage difficile du fait de la multiplicité des dynamiques en interaction. Ainsi, en 2010, 44 % des exploitations françaises étaient situées en zones urbaines ou péri-urbaines, c'est-à-dire à l'intérieur d'une aire urbaine telle que définie par l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE). Or, cette situation n'implique pas nécessairement l'existence d'une agriculture urbaine au sens d'une relocalisation du système alimentaire décrit précédemment. Il s'agit plus fréquemment d'une forme d'extension urbaine, à l'intérieur de laquelle se trouve l'agriculture, que d'une entrée de l'agriculture dans la ville. Et le rapport au foncier agricole est autant de l'ordre de la réserve foncière (à des fins d'urbanisation future ou de spéculation sur les prix espérés) que, par exemple, de construction de circuits courts.

Même si elle est longtemps restée ignorée des politiques publiques, l'agriculture urbaine est d'ores et déjà un phénomène important dans les pays en développement comme développés. Cette situation pose des problèmes spécifiques du fait de sa proximité avec les résidents (organisation quotidienne de l'activité agricole), de la santé (risques de zoonoses) ou de la gestion de l'eau (concurrence possible avec la consommation humaine). Des réflexions sont en cours pour relier les systèmes socio-écologiques et l'agriculture urbaine. Celle-ci peut, comme par exemple autour de Bamako et Ouagadougou, mobiliser des déchets organiques pour intensifier la production de denrées de base ⁶³. Ces interactions sont intéressantes à la fois pour la gestion des déchets urbains et pour la fertilité des sols, mais qu'en est-il des polluants éventuels présents dans les déchets ? Enfin, de nouveaux concepts venus de l'écologie industrielle sont proposés pour concevoir les flux de matières et d'énergie à

l'échelle de la ville, tel celui de métabolisme urbain ⁶⁴.

Pour autant, les phénomènes liés à l'émergence de l'agriculture urbaine restent à expliciter, en particulier dans les pays en développement. Selon les modèles classiques de développement en effet, les villes se défont progressivement, durant leur croissance, de leur dépendance à leurs espaces périphériques et construisent des liens commerciaux de longue distance afin d'assurer leur approvisionnement alimentaire. Plusieurs hypothèses concernant l'agriculture urbaine sont aujourd'hui en débat : celle-ci pourrait signaler l'apparition de nouveaux systèmes alimentaires ⁶⁵ ou bien traduire l'émergence de modes de relation entre des villes secondaires et des zones rurales ⁶⁶. Sous le terme unique d'agriculture urbaine se cache une grande disparité de situations territoriales et de fonctions :

- Dans les pays en développement, l'émigration rurale transfère aussi les phénomènes de pauvreté et de malnutrition vers les villes et fait émerger une « *urbanisation de la pauvreté* ». De nombreux résidents urbains d'origine rurale pratiquent l'agriculture dans les espaces vacants afin de s'assurer des revenus monétaires, mais aussi satisfaire leurs besoins alimentaires ⁶⁷.
- Dans les pays développés, l'agriculture urbaine répond à une diversité de demandes des urbains de reconnexion de l'activité agricole et de l'alimentation ⁶⁸ qui s'inscrit notamment en réaction aux crises sanitaires alimentaires et à des préoccupations sur la qualité des produits.

CONCLUSION

L'accroissement des populations urbaines est souvent présenté comme l'un des nœuds du défi alimentaire à l'échelle de la planète, mettant en exergue la contradiction entre une urbanisation qui, d'un côté, engendre une dynamique de croissance ininterrompue et irréversible de la demande de produits alimentaires de plus en plus élaborés et, de l'autre, exerce une pression croissante sur

58. Nelson, 1996 ; FAO, 2012.

59. Mougeot, 1994.

60. Lee-Smith, 2010.

61. Aubry *et al.*, 2010.

62. Soulard et Aubry, 2012.

63. Eaton et Hillhorts, 2003.

64. Castan *et al.*, 2012.

65. Marsden et Sonnino, 2012.

66. Chaléard, 1996.

67. Cf. notamment Lynch *et al.*, 2013, sur la Sierra Leone.

68. McMichael, 2009.

les ressources foncières disponibles, limitant ainsi les capacités de l'agriculture à répondre à la demande alimentaire.

Les travaux des géographes tendent à tempérer cette vision alarmiste en révisant les chiffres produits à partir des catégories définies par les administrations. Ils montrent aussi que les aires urbaines représentent moins de 0,5 % de la surface terrestre émergée, avec un poids « *nettement plus élevé* » en Europe (1,78 %).

Opposer un espace rural qui aurait une vocation de production agricole et un espace urbain qui serait consommateur et non-agricole n'est pas opérationnel. Cela masque une réalité beaucoup plus complexe. Il est nécessaire de prendre en compte la multiplicité des processus d'urbanisation et leurs interactions avec la transformation des espaces ruraux pour comprendre l'incidence de l'urbanisation sur les capacités de production agricole. Analyser ces interactions rural – urbain à travers le prisme des migrations et des mobilités permet d'identi-

fier les nombreuses répercussions de la croissance urbaine sur l'organisation des espaces ruraux. Celles-ci comprennent notamment la création de sources de revenu alternatives à la production agricole et le renforcement des capacités d'innovation très souvent facilité par des transferts de capitaux des villes vers les campagnes. Plus que la part de la population urbaine, ce sont surtout les structures (poids relatifs des petites et des grandes villes) et les morphologies urbaines (étalement *versus* densification) qui peuvent avoir une incidence sur la nature des interactions entre espaces ruraux et urbains. Malgré son ampleur et sa vitesse, en particulier dans les régions du globe les moins urbanisées (Afrique et Asie), l'urbanisation ne doit pas être perçue comme une transition, ni conçue comme un basculement, débouchant sur un désert rural, voire la disparition des sociétés rurales. On observe plutôt un continuum entre rural et urbain, matérialisé par des stratégies de migration et de mobilité des ménages qui s'inscrivent dans ces deux

espaces. La diversification des activités des ménages en milieu rural remet en question la réduction de l'activité rurale à la production agricole.

L'incidence de l'urbanisation sur la production agricole doit être raisonnée à plusieurs échelles car les pratiques alimentaires des citoyens reposent sur une combinaison de modalités d'approvisionnement allant d'une agriculture de proximité, voire urbaine, à la consommation de biens agro-alimentaires produits dans des filières globales opérant à l'échelle mondiale. Élaborer une prospective sur le défi alimentaire de l'urbanisation doit donc avoir pour ambition de construire des scénarios décrivant comment pourraient évoluer ces combinaisons entre dynamiques d'urbanisation et évolution des espaces ruraux qui se jouent à différentes échelles, plutôt que de poser la question dans les termes d'une transition de modalité d'utilisation de l'espace dominante à une autre.

Bibliographie

- Alabaladejo C., 2012, « Les transformations de l'espace rural pampéen face à la mondialisation », *Annales de Géographie*, n° 686, 2012/4.
- Allen A. 2009. Sustainable cities or sustainable urbanisation? *Palette UCL's journal of sustainable cities*, 1.
- Angel S., Sheppard S.C and Civco D.L, 2005, *The Dynamics of Global Urban Expansion Transport and Urban Development Department*, The World Bank, Washington D.C.,
- Armar-Klemesu, M. 2000. Urban agriculture and food security, nutrition and health. In: N. Bakker et al. (eds.). 2000. *Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda*.
- Aubry, C., Dabat, M.H., Mawois, M., 2010. *Fonction alimentaire de l'agriculture urbaine au Nord et au Sud: pertinence et renouvellement des questions de recherche*. In: Communication at the First ISDA Symposium, Montpellier, June 28–30, www.isda.com.
- Bairoch P., 1998, La proximité urbaine, une perspective historique, in Huriot J.M., *La ville ou la proximité organisée*, Paris, Anthropos.
- Bengs C. and Schmidt-Thomé K., 2005, *Urban-rural relations in urban-rural relations in Europe*, Espon project, 1.1.2 Final Report, 2005.
- Bezemer D. and Headey D., 2008, Agriculture, Development, and Urban Bias, *World Development*, Vol. 36, No. 8, pp. 1342–1364, 2008
- Bocquet Y., 2009, Le taux d'urbanisation de la Chine, *Espace, Populations, Sociétés*, n°3, pp. 355-357.
- Bocquier, P. 2004, *World Urbanization Prospects: an alternative to the UN model of projection compatible with urban transition theory*, DIAL, Working Paper, IRD, Paris
- Bosker M. Buringh E., and van Zanden J.L., (2008). *From Baghdad to London The dynamics of urban growth in Europe and the Arab world, 800-1800* Utrecht University/IISH (draft)
- Cast'an Broto V., Allen A., and Rapoport E. 2012. Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 16, n°6.
- Chaléard, J. L. (1996). *Temps des villes, temps des vivres: l'essor du vivrier marchand en Côte d'Ivoire*. KARTHALA Editions.
- Cohen M. J. and Garrett J. L. 2010. The food price crisis and urban food (in) security. *Environment and Urbanization*, 22, pp. 467
- Denis E, Moriconi-Ebrard F, Harre-Roger D, Thiam O, Sejourne M, Chatel C., 2008 Africapolis, Dynamique de l'urbanisation 1950-2020, *Approche Géostatistique Afrique de l'Ouest*, AFD, Paris
- Deshingkar P., 2012, Environmental risk, resilience and migration: implications for natural resource management and agriculture. *Environ. Res. Lett.* 7
- Dubbeling M, 2009. *L'intégration de l'agriculture urbaine dans la planification urbaine*. Exposé à la Table Ronde sur l'agriculture Urbaine, Institut des Métiers de la Ville et Commune Urbaine d'Antananarivo.
- Eaton D., Hilhorts T. 2003. Opportunities for managing solid waste flows in the periurban interface of Bamako and Ouagadougou. *Environment & Urbanization*, Vol 15 No 1 April 2003
- Ellis, F., 1998, Livelihood diversification and sustainable rural livelihoods, in Diana Carney (editor), *Sustainable Rural Livelihoods: What Contribution Can We Make?*, DFID, London.
- Espon, 2007, *Shrinking Regions: a Paradigm Shift in Demography and Territorial Development*, EU Structural and Cohesion Policy.
- FAO 1998. *Feeding the cities* (chap IV). The state of food and agriculture 1998. Rural non-farm income in developing countries. pp. 61-100.
- FAO 2011. *Food, agriculture and cities: challenges of food and nutrition security, agriculture and ecosystem management in an urbanizing world*. FAO Food for the Cities multi-disciplinary initiative position paper. 48 p.
- FAO 2012. *Urban and peri-urban agriculture*. In FAO Statistical Yearbook 2012 World Food and Agriculture, PART 3 – Feeding the world.
- Fay, M. and Opal C., 2000. *Urbanization without Growth: A Not-So-Uncommon Phenomenon*.
- Fearne, A., & Ray, D., 2007. *Regoverning markets: A place for small-scale producers in modern agrifood chains?* Gower Publishing, Ltd.
- Gaigné, C., Capt, D., Faguer, E., Frappier, L., Hilal, M., Hovelaque, V., Le Cotty, T., Parrot, L., Schmitt,
- B., Soulard, C.T., 2011. Urbanisation et durabilité des systèmes alimentaires. Esnouf, C., Russel, M.,
- Bricas, N. (Coord.), *Pour une alimentation durable- Réflexion stratégique du A-LIne*. Éditions Quae, collection Matière à débattre et décider. Pp. 123-142.
- Hugon P, 1985, Dépendance alimentaire et urbanisation en Afrique: un essai d'analyse mesodynamique en termes de filières In Bricas N. (ed.), Courade Georges (ed.), Coussy J. (ed.), Hugon P. (ed.), Muchnik J. (ed.) *Nourrir les villes en Afrique subsaharienne*, Paris, L'Harmattan.
- Land Matrix, 2014, <http://www.landmatrix.org/en/>
- Lee-Smith, D. 2010. Cities feeding people: an up-date on urban agriculture in equatorial Africa. *Environment and Urbanization*, 22.
- Lipton, M. (1977). Why poor people stay poor: urban bias in world development.
- Losch, B., Fréguin-Gresh, S., White, E.T., (2012) Structural Transformation and Rural Change Revisited : Challenges for Late Developing Countries in a Globalizing World, Washington, World Bank.
- Lynch K., 2005, *Rural Urban Interaction in the Developing World: Focusing on Flows*. D. N. Laband (ed.) Proceedings Emerging Issues Along Urban/Rural Interfaces: Linking Science and Society, pp. 22-28.
- Lynch K., Maconachie R., Binnsc T., Tengbed P., Bangurad K. 2013. Meeting the urban challenge? Urban agriculture and food security in post-conflict Freetown, Sierra Leone. *Applied Geography*, Vol. 36, pp. 31–39.
- Margiotta, M. 1997. *Agriculture péri-urbaine et systèmes d'approvisionnement et de distribution alimentaire (SADA) dans les villes d'Afrique francophones*. FAO, Rome.

- Marsden, T. and Sonnino, R. 2012. Human health and wellbeing and the sustainability of urban-regional food systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, pp. 427–430.
- Maxwell, D. 1995. Alternative food security strategy: A household analysis of urban agriculture in Kampala. *World Development*, 23 (10): 1669–1681.
- Mbaye, A. and Moustier, P., 2001. Market-oriented urban agricultural production in Dakar. In: *Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda*, pp. 235–256.
- McMichael, P. 2009. A Food Regime Analysis of the 'World Food Crisis'. *Agriculture and Human Values*, Vol. 26, 281–295.
- Montgomery, M.R., *et al.*, 2008, The Urban Transformation of the Developing World, Science, 319, 761 (2008).
- Mora, O. (coord.), 2008. *Les nouvelles ruralités à l'horizon 2030. Des relations villes- campagnes en émergence?*, collection Science Update, Éd. Quae, Paris, 112 p.
- Moustier, P., 2009. Gouvernance et performance des filières alimentaires au Vietnam. *Economies et Sociétés*, vol. 43, no 11, pp. 1835–1855.
- Moustier, P., Fall, A.S., 2004. Dynamiques de l'agriculture urbaine: caractérisation et évaluation. In O.B. Smith, Moustier, P., Mougeot L.A., Fall A., (éds). *Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone : enjeux, concepts et méthodes*. CIRAD/CRDI, pp. 23–37.
- Nations unies, 2001, The Components of Urban Growth in Developing countries, Population division, department of Economic and Social Affairs, United division secretariat.
- Nelson, T. 1996. Closing the nutrient loop. *World Watch* (November/December).
- Mulligan H., Vargas-Hernandez J., Wiechmann T., Wu T. (eds), 2009, *The Future of Shrinking Cities: Problems, Patterns and Strategies of Urban Transformation in a Global Context*, Institute of Urban and regional Development, Berkley.
- Piore A., Ravetz J., Tosics I., 2011. *Peri-urbanisation in Europe: Towards a European Policy to sustain Urban-Rural Futures*. University of Copenhagen / Academic Books Life Sciences.
- Potere, D. and A. Schneider (2007). A critical look at representations of urban areas in global maps. *Geojournal*, Special Issue on Population Distribution 69, 55–80.
- Potts D. 2009 The slowing of sub-Saharan Africa's urbanization: evidence and implications for urban livelihoods. *Environ. Urban.* 21, 253–259
- Reardon, T, J Berdegueé and G Escobar, 2001, "Rural non-farm employment and incomes in Latin America: overview and policy implications", *World Development*, vol. 29, n°3, pp. 411–425.
- Reardon, T., Timmer, C. P., Barrett, C. B., & Berdegue, J., 2003. The rise of supermarkets in Africa, Asia, and Latin America. *American journal of agricultural economics*, 85(5), 1140–1146.
- Reardon, T. et. al., 2012, *The quiet revolution in staple food value chains: Enter the dragon, the elephant and the tiger*. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.
- Rigg J., 2006, Land, farming, livelihoods, and poverty: rethinking the links in the rural South. *World development*, 34 (1), pp. 180–202
- Satterthwaite, D and C Tacoli, 2003, *The urban part of rural development: the role of small and intermediate urban centres in rural and regional development and poverty reduction*. Rural-Urban Working Paper 9, IIED, London
- Satterthwaite D., McGranahan G., Tacoli C. 2010. Urbanization and its implications for food and farming. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 365, No. 1554, pp. 2809–2820.
- Schneider, A., M.A. Friedl and D. Potere.(2009). A new map of global urban extent from MODIS data. *Environmental Research Letters* 4, article 044003, doi:10.1088/1748-9326/4/4/044003.
- Seto KC, Fragkias M, Güneralp B, Reilly MK. 2011. A meta-analysis of global urban land expansion. *PLOS ONE*. 6:e23777.
- Seto KC, Güneralp, B., & Hutya, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(40), 16083–16088.
- Shen X Mab L. J.C., 2005, Privatization of rural industry and de facto urbanization from below in southern Jiangsu, China, *Geoforum*, Volume 36, Issue 6.
- Soulad C.-T. et Aubry C., 2012. Cultiver les milieux habités: quelle agronomie en zone urbaine? *Revue AE&S*, vol.1, n°2, 8.
- Smit J, Ratta A & Nasr J. 1996. *Urban agriculture: food, jobs and sustainable cities*. Publication Series for Habitat II, Vol. I. New York: United Nations Development Programme (UNDP).
- Sustainable Cities International, 2012, *Indicators for Sustainability: How cities are monitoring and evaluating their success*.
- Tacoli C., 2003, The links between urban and rural development. *Environment and Urbanization*, 15: 3.
- Tacoli C., 2002, *Bridging the divide: Rural-Urban interactions and livelihood strategies*, International Institute for Environment and Development (IIED), Sustainable Agriculture and Rural Livelihoods Programme, Gatekeeper series No 77, Working paper ,16 p.
- Tacoli C. 2009, *Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility*. Paper prepared for Expert Group Meeting on Population Dynamics and Climate Change, UNFPA and IIED, 14 p.
- United Nations, 2012, *World Urbanization Prospects*, The 2011 Revision Highlights. New York.
- Weatherspoon, D. D. and Reardon, T. 2003. The Rise of Supermarkets in Africa: Implications for Agrifood Systems and the Rural Poor, *Development Policy Review*, 21 (3): 333–55.
- Weinberger, K. and Lumpkin, T. A. 2007. Diversification into Horticulture and Poverty Reduction: A Research Agenda. *World Development*, 35(8): 1464–1480.

Les terres agricoles, un enjeu pour la sécurité alimentaire de la planète à l'acuité variable selon les régions du monde

101

par Monsieur Hervé Guyomard
directeur scientifique Agriculture

et Monsieur Bertrand Schmitt
directeur de la Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études (DEPE)

Institut national de la recherche agronomique (INRA)

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

Introduction

1. Pourquoi la mise sur agenda de la question foncière et des concurrences entre usages alternatifs des terres ?

- 1.1. Facteurs tendanciels
 - 1.1.1. *Le défi alimentaire*
 - 1.1.2. *Le défi environnemental*
 - 1.1.3. *Le défi énergétique*
- 1.2. Facteurs conjoncturels

2. Utilisation mondiale et régionale des terres : état des lieux et évolution

- 2.1. À l'échelle mondiale
- 2.2. À l'échelle régionale

3. Existe-t-il des terres cultivables non encore cultivées ?

103

4. Évolutions possibles des différents usages des terres à moyen terme

- 4.1. D'une vision optimiste...
- 4.2. ... à des perspectives plus pessimistes

5. Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1

Utilisation mondiale des terres en 2011

Tableau 2

Utilisation des terres selon les différentes régions du monde

Tableau 3

Terres potentiellement cultivables non encore cultivées selon Fischer et Shah (2010)

Tableau 4

Décomposition dans le passé et le futur des évolutions annuelles des paramètres de l'équation (2) – Ausubel et al. (2013)

Tableau 5

Extension des terres cultivées à l'horizon 2050 relativement à 2005 par grandes régions du monde :
scénario socio-économique « médian » du GIEC (SSP2), avec et sans prise en compte du changement climatique

INTRODUCTION

Le monde va-t-il manquer de terres ? L'inquiétude n'est pas nouvelle. Il y a plus de deux siècles, le pasteur anglican et économiste classique britannique, Thomas Robert Malthus, notait déjà que « *le pouvoir multiplicateur de la population [est] infiniment plus grand que le pouvoir qu'a la terre de produire la subsistance de l'homme* ». Bien que vivement contestée dans ses fondements (oubli du progrès technique) comme dans ses implications politiques et morales, la science économique sinistre de Malthus a influencé nombre de réflexions pessimistes quant à la capacité de la terre à nourrir une population en croissance. Elle inspire aujourd'hui les partisans de la décroissance économique et, pour les plus extrêmes, de la décroissance démographique.

Qu'en est-il concrètement ? Tel est l'objet de cet article qui :

- commence par exposer pourquoi la question du manque de terres est de nouveau aujourd'hui sur le devant de la scène (*section 1*)
- se poursuit par un état des lieux des usages des terres et de leurs évolutions historiques (*section 2*)
- enchaîne par une estimation des terres cultivables non encore cultivées et de leur potentiel (*section 3*)
- et se termine par une analyse économique des utilisations possibles des terres (*section 4*).
- Enfin, les principaux enseignements de l'analyse sont résumés dans une section conclusive.

1. POURQUOI LA MISE SUR AGENDA DE LA QUESTION FONCIÈRE ET DES CONCURRENCES ENTRE USAGES ALTERNATIFS DES TERRES ?

Pourquoi, aujourd'hui, poser la question de l'insuffisance possible de terres agricoles et, plus généralement, de l'incapacité potentielle de la planète Terre à nourrir une population mondiale en croissance ? Plusieurs facteurs expliquent cette mise à l'agenda. Ils répondent à une inquiétude de long terme, exacerbée par des phénomènes conjoncturels qui, pour partie, constituent une traduction à court terme de l'inquiétude de long terme.

1.1. Facteurs tendanciels

L'inquiétude de long terme renvoie à trois défis qu'il convient de relever simultanément : un défi alimentaire, un défi environnemental et un défi énergétique.

1.1.1. Le défi alimentaire

Le défi alimentaire, au sens strict, a trait à la capacité de la planète Terre à assurer l'approvisionnement alimentaire quantitatif et qualitatif d'un monde en croissance démographique, de plus en plus riche et de plus en plus urbanisé. Selon les projections démographiques des Nations unies, la planète est aujourd'hui peuplée de 7,2 milliards d'habitant et elle en comptera 9,6 milliards en 2050. L'essentiel de la croissance sera le fait des pays émergents et en développement dont la population augmentera de 5,9 milliards en 2013 à 8,2 milliards en 2050 ¹. Les différenciations régionales de cette croissance démographique se traduiront par une hétérogénéité des problématiques d'approvisionnement alimentaire selon

les régions du monde. La croissance restera forte en Afrique : la population du continent devrait doubler dans les quarante prochaines années, passant de 1 à près de 2 milliards d'habitants ². Elle sera plus modérée en Inde et en Amérique du Sud, mais les deux régions devraient néanmoins passer, respectivement, de 1,2 à 1,7 milliard et de 500 à 750 millions d'habitants entre 2010 et 2050. Le ralentissement de la croissance démographique – symptôme ultime des transitions démographiques en cours – sera encore plus marqué en Chine dont la population devrait se stabiliser à environ 1,2 milliard d'habitants en 2050. Quant aux pays développés, ils devraient voir leur population stagner ou même légèrement décroître sur la période.

La population mondiale sera en outre plus riche et plus urbanisée. En 2005, le nombre de personnes vivant dans les villes a dépassé le nombre d'habitants vivant en zones rurales. Mais, en 2050, la population urbaine sera supérieure à la population rurale de plus de 3 milliards d'habitants et ce, dans un contexte d'évolutions contrastées, avec une forte hausse des populations urbaines et une baisse des populations rurales ³.

Richesse et urbanisation auront pour effet, toutes choses égales par ailleurs, d'accroître les demandes alimentaires totales exprimées en calories de produits végétaux en raison de l'accentuation de l'« *occidentalisation* » des régimes alimentaires. Le processus se compose de deux phases : la première, quantitative, correspond à l'augmentation des contenus caloriques des rations avec croissance proportionnelle des différents nutriments, alors que la seconde se traduit par une modification qualitative du régime alimentaire, avec augmentation des consommations de sucre, de graisses et de produits animaux (produits laitiers,

105

1. United Nations, 2013.

2. Lutz et Samir, 2010.

3. Heilig, 2012.

produits carnés, œufs) et diminution concomitante des consommations de céréales et de légumes ⁴. L'efficacité des animaux à transformer l'énergie solaire en calories étant moindre que celle des végétaux, l'augmentation de la part des produits animaux dans les rations se traduira, mécaniquement, par l'accroissement des besoins en disponibilités alimentaires requises.

En mobilisant un ensemble de dix modèles économiques globaux, des experts ⁵ montrent ainsi que, dans le scénario de croissance médiane ⁶ élaboré pour le cinquième rapport du *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC) ⁷, la demande alimentaire mondiale augmenterait en moyenne de 74 % d'ici 2050, avec des variations allant de 62 % à 98 % selon les modèles. Cette croissance – plus soutenue que celle (54 %) projetée par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ⁸ – est portée par l'augmentation de la population mondiale (9,3 milliards en 2050) et le doublement du revenu moyen par habitant (de 6 700 dollars en 2005 à 16 000 dollars en 2050, ce dernier chiffre étant très supérieur au montant de 11 000 dollars de revenu moyen utilisé par la FAO).

Sous ces hypothèses, les demandes mondiales en blé et en riz augmenteraient de, respectivement, 53 % et 47 %. La croissance de la demande serait, comme attendue, plus accentuée pour les huiles végétales (+ 83 %) et le sucre (+ 75 %). Elle doublerait pour les produits animaux : + 103 % en moyenne pour les trois grandes catégories de produits animaux que sont la viande de ruminants, les produits laitiers et la viande de porcs

et de volailles et les œufs. La variabilité des résultats entre les modèles, et donc l'incertitude qu'elle traduit, est cependant très prononcée en matière de produits animaux du fait des différences entre les hypothèses retenues de substitutabilité entre produits végétaux et produits animaux. De ce point de vue, les deux cas les plus marquants sont, d'une part, la Chine où la croissance des consommations de produits animaux a été très élevée ces dernières années et, d'autre part, l'Inde où le maintien récent d'une alimentation végétale traditionnelle rend difficile la prise en compte des effets de l'« occidentalisation » des régimes alimentaires.

Les mêmes experts ont exploré les conséquences d'un scénario un peu plus complexe, dit de « *Fragmentation* » ou SSP3. Celui-ci combine une croissance démographique plus forte (notamment en Afrique, en Inde et dans le Sud-Est asiatique) et une évolution du revenu par tête plus modérée en moyenne mondiale et surtout moins favorable aux populations de ces trois régions, ainsi qu'en Chine. Dans ce cas, la demande en céréales des pays émergents et en développement se maintient, voire continue à s'accroître, alors que le taux de croissance de leur demande en viande et en autres produits animaux se ralentit, voire diminue. Dans le même temps, la demande alimentaire des pays développés subit une (légère) baisse.

Plusieurs leviers peuvent théoriquement être actionnés pour faire face à cette augmentation des consommations alimentaires sous le triple jeu de la démographie, de la croissance économique et de l'urbanisation. Il est possible de jouer sur les facteurs de demande afin de limiter l'augmentation des consommations requises : il s'agit alors de freiner et même, si possible, d'inverser la tendance à l'« occidentalisation » des régimes alimentaires en évitant la surconsommation

calorique et en limitant autant que possible le développement de la consommation de sucre, de graisses et de produits carnés. Simultanément, il y a également lieu de limiter les pertes et les gaspillages lors de la collecte, de la transformation, de la distribution et de la consommation de produits alimentaires. La FAO évalue en effet ces pertes et gaspillages au tiers des aliments annuellement produits sur la planète à destination de la consommation humaine, soit 1,3 milliard de tonnes de produits alimentaires ⁹. De façon mécanique, plus ces deux leviers de demande seront mobilisés, plus les hausses des disponibilités alimentaires requises seront faibles.

Il est plus que vraisemblable que jouer sur les seuls facteurs de demande ne suffira pas. Il faudra également augmenter l'offre de produits agricoles et alimentaires dans un grand nombre de régions du globe. Trois grands leviers, non exclusifs, pourront être actionnés :

- réduire les pertes post-récolte
- augmenter la production de calories par unité de surface en associant plusieurs productions végétales sur une même surface (cultures en association), en augmentant le nombre de cultures mises en place successivement pendant une année sur une même surface et / ou en augmentant les rendements des différentes cultures.

4. Guyomard *et al.*, 2012 ; Kearney, 2010.

5. Valin *et al.*, 2014.

6. Scénario dit « *middle of the road* » (Shared Socio-economic Pathway 2 ou SSP2).

7. Kriegler *et al.*, 2012.

8. Alexandratos et Bruinsma, 2012.

9. FAO, 2011. Les pertes et les gaspillages à la collecte et à la transformation se situent du côté de l'offre car ils font intervenir des comportements relevant d'actes de production. C'est plus ambigu au stade de la distribution où jouent des comportements d'offre et de demande. À la consommation, ils impliquent des comportements de consommateurs et se situent exclusivement du côté de la demande. Dans les pays en développement, les pertes à la collecte et à la transformation sont proportionnellement plus élevées qu'aux stades de la distribution et de la consommation. Dans les pays développés, c'est l'inverse.

• accroître les surfaces mise en cultures ¹⁰. Sur les dernières décennies, c'est essentiellement *via* le levier des rendements des cultures pluviales et irriguées qu'il a été possible d'augmenter la production agricole mondiale. L'augmentation de la croissance des surfaces cultivées n'a contribué que pour environ deux dizaines de points de pourcentage à l'accroissement de la production agricole ¹¹. Mais, aujourd'hui, le contexte est peut-être moins favorable à une croissance de la production agricole et alimentaire basée sur une hausse de la productivité partielle de la terre. Les rendements de plusieurs cultures dans différentes régions du monde – notamment en Europe – ont en effet d'ores et déjà tendance à stagner ou, au minimum, à croître à un rythme plus faible qu'auparavant. Ce phénomène dit de « *stagnation des rendements* » pourrait être amplifié par les effets que le changement climatique pourrait avoir sur les productivités partielles de la terre, l'augmentation de la concentration en CO₂ ayant un impact potentiellement positif sur la croissance végétale, alors que la concentration en O₃ et l'évolution des régimes de précipitation pourraient se traduire par une baisse des rendements. Bien qu'encore difficile à

anticiper et à mesurer avec précision, l'effet global pourrait être négatif avec, néanmoins, des effets non homogènes selon les différentes zones du monde ¹². En s'appuyant sur une hypothèse (forte) d'un forçage radiatif de 8,5 W/m² qui conduit à une concentration de CO₂ de 540 ppm en 2050, des experts¹³ aboutissent à des chutes spectaculaires des rendements mondiaux à cet horizon : de - 11,5 à - 21,0 % pour le blé, de - 15,7 à - 18,2 % pour le riz et de - 9,9 à - 37,6 % pour le maïs, mais avec de fortes variabilités interrégionales et des différences sensibles selon les modèles climatiques et agronomiques mobilisés. De plus, le défi de la « *stagnation* » des rendements est accentué par la tendance à la dégradation de la qualité des sols qui réduit d'autant la capacité de production, leur restauration étant coûteuse et pas toujours aisée. On évalue ainsi aujourd'hui à environ 12 millions d'hectares les surfaces annuellement dégradées et à 1,5 milliard le nombre de personnes dépendant de sols qui se dégradent ¹⁴.

1.1.2. Le défi environnemental

Cette problématique des rendements est rendue encore plus complexe par le fait que leur croissance devra impérativement s'inscrire dans le cadre de pratiques et de systèmes agricoles économes en ressources naturelles et respectueux de l'environnement. Or, la double ambition d'une agriculture compétitive et écologique requiert des investissements dans :

- La recherche générique et systémique
- Les infrastructures en amont des exploitations agricoles : notamment dans l'objectif d'assurer aux agriculteurs des pays du Sud un accès accru à la mécanisation, à l'eau, aux engrais et aux produits de traitement des cultures

- Les infrastructures situées en aval des exploitations agricoles : dans les pays du Sud, des infrastructures de stockage et de transport de façon à réduire les pertes post-récolte et à permettre un accès à des marchés plus larges sur une plus longue période ; dans les pays du Nord, des infrastructures technologiques et écologiques aux échelles des exploitations et des territoires.

Elle nécessite d'adopter une approche holiste, c'est-à-dire fondée sur la gestion intégrée des écosystèmes agricoles et l'emploi de techniques dites de « *conservation des ressources naturelles* ». Dans cette perspective, les pratiques et les systèmes seront nécessairement diversifiés, adaptés aux contraintes et aux ressources environnementales locales et valorisant au mieux les savoirs et savoir-faire des acteurs locaux. Les conséquences de ces nécessaires évolutions sur les rendements et leur croissance sont aujourd'hui difficiles à quantifier.

1.1.3. Le défi énergétique

Le défi énergétique est lié à la raréfaction progressive des énergies fossiles. Celle-ci induit la recherche de sources alternatives, notamment l'utilisation de la biomasse pour la production de bio-énergies et de biomatériaux. Mais elle accroît encore les tensions foncières et la concurrence pour l'occupation des sols. Globalement, l'accroissement des demandes de terres à des fins autres que la production de biens alimentaires – qu'il s'agisse de biomasse forestière ou de cultures à finalité énergétique ou bio-industrielle, de couverture forestière ou herbagère des sols à des fins de séquestration de carbone ou du maintien de certaines zones dans une perspective de préservation de la biodiversité – vient peser sur la capacité globale de mobilisation de terres à des fins alimentaires.

10. Nous excluons la possibilité extrême qui consisterait à optimiser les allocations mondiales de terres de façon à maximiser la production de calories végétales à l'échelle de la planète via la spécialisation fonctionnelle des surfaces (production agricole, production forestière, aires protégées, etc.). Ce scénario se heurterait en effet à la souveraineté des États, à l'indépendance des décisions des acteurs privés que sont les agriculteurs ou les forestiers, etc. Sur ce point, cf. les travaux du Postdam Institute (Muller *et al.*, 2006) qui suggèrent qu'il est possible de nourrir 12 milliards de personnes dans les conditions des régimes alimentaires de 1995 avec moins d'un tiers de la surface agricole actuelle : ceci à condition d'optimiser la répartition spatiale des productions à l'échelle de la planète en acceptant, dans le cadre d'un accord mondial agricole et environnemental, la spécialisation des grandes régions du monde selon leurs avantages comparatifs agronomiques (auquel cas, la région considérée serait essentiellement consacrée aux cultures, plus généralement à l'agriculture) ou environnementaux (auquel cas, la région considérée serait essentiellement consacrée à stocker le carbone et à la protection de la biodiversité).

11. 22 % sur 1960 – 2010 selon Smith *et al.*, 2010.

12. Wheeler et von Braun, 2013 ; Jaggard *et al.*, 2010.

13. Müller et Robertson, 2014.

14. Robert et Cheverry, 2009.

1.2. Facteurs conjoncturels

L'interrogation quant à « *la capacité de la terre à nourrir la terre* » s'est en particulier manifestée lors des épisodes récents de flambée des prix agricoles, c'est-à-dire en 2007 - 2008 et en 2010 : et ce, bien que les crises alimentaires qu'elles ont engendrées soient d'abord des crises d'accès à la nourriture et non des crises liées à une insuffisance des disponibilités alimentaires à l'échelle de la planète. La faim aujourd'hui est d'abord un problème de pauvreté.

Dans cette perspective, l'inquiétude face aux phénomènes dits d'accaparement des terres peut se lire comme une traduction de la rareté absolue et relative du facteur terre :

- d'où la volonté des gouvernements où les terres seraient rares d'acquérir des terres à l'étranger pour desserrer la contrainte foncière domestique
- d'où aussi la volonté par certains de ces mêmes gouvernements et / ou des entreprises privées d'acquérir des terres dans la perspective d'en tirer des profits (perspective d'une augmentation tendancielle des prix des produits agricoles) et la crainte exprimée par les gouvernements locaux, des organisations non gouvernementales (ONG) ou des institutions internationales que cet accaparement prive les populations locales d'accéder à une nourriture suffisante. Rappelons en effet que les trois-

quarts des pauvres sont des paysans et, très souvent, des paysans sans terre ¹⁵.

2. UTILISATION MONDIALE ET RÉGIONALE DES TERRES : ÉTAT DES LIEUX ET ÉVOLUTION

2.1. À l'échelle mondiale

D'après la FAO ¹⁶, les terres émergées du monde couvrent une surface très légèrement supérieure à 13 milliards d'hectares (*Tableau 1*). Sur ce total, 4,9 milliards d'hectares (38 %) étaient, en 2011, occupés par l'agriculture et 4,0 milliards d'hectares (31 %) par la forêt. Le solde correspond aux surfaces artificialisées, aux eaux intérieures et à des terres impropres à l'agriculture et à la forêt ou très difficilement mobilisables à cette fin pour des raisons climatiques, topographiques et / ou pédologiques.

Les 4,9 milliards d'hectares occupés par l'agriculture se répartissaient entre les cultures annuelles et permanentes à hauteur de 1,55 milliard d'hectares (12 % des terres émergées de la planète) et les prairies et pâturages permanents à hauteur de 3,36 milliards d'hectares (26 %). Au sein des cultures annuelles et permanentes, les cultures annuelles occupent la

part du lion : 1,40 milliard d'hectares sur un total de 1,55 milliard, soit 90 %.

Entre 1961 et 2011, les surfaces agricoles mondiales ont augmenté de 451 millions d'hectares. Mais cette évolution sur cinquante ans masque le fait qu'elles ont cru durant les quatre premières décennies pour atteindre un maximum d'environ 4,935 milliards d'hectares dans les années 1998 - 2001. Puis, elles ont diminué de 10 millions d'hectares entre 2001 et 2002 et de 17 millions d'hectares entre 2002 et 2003, année à partir de laquelle elles oscillent autour de 4,9 millions d'hectares, avec des variations annuelles à la baisse ou à la hausse comprises entre 10 et 20 millions d'hectares.

Les surfaces forestières ne sont disponibles dans la base de données de la FAO (Faostat) qu'à compter de l'année 1990. Depuis cette date, elles ont continuellement et régulièrement diminué, passant de 4,168 milliards d'hectares en 1990 à 4,027 milliards d'hectares en 2011.

Sur les dix dernières années, les variations annuelles à la baisse des surfaces agricoles ne coïncident pas avec des variations en sens contraire des surfaces forestières : autrement dit, il n'y a pas eu, du moins à l'échelle mondiale, remplacement automatique des surfaces forestières par des surfaces agricoles, même s'il y a bien eu déforestation à l'échelle planétaire.

TABLEAU 1
Utilisation mondiale des terres en 2011
(en milliards d'hectares)

		Pourcentage
Surfaces émergées totales	13,003	100 %
dont - Surfaces agricoles	4,911	37,8 %
dont - Cultures annuelles et permanentes	1,553	11,9 %
dont - Prairies et pâturages permanents	3,358	25,8 %
dont - Forêts	4,027	31,0 %
dont - Terres impropres à l'agriculture et à la forêt et / ou plus difficilement mobilisables à cette fin, eaux intérieures, terres artificialisées	4,076	31,3 %

Source : base de données Faostat au 15 juillet 2014

Au sein des surfaces agricoles, les terres allouées aux cultures annuelles et permanentes augmentent régulièrement depuis le début des années deux mille (à l'exception des années 2006 et 2007), alors que les surfaces consacrées aux prairies et pâturages permanents évoluent en sens contraire : c'est le phénomène dit de « *retournement des prairies* ». Cette évolution à la baisse des surfaces consacrées aux prairies et pâturages permanents depuis le début des années 2000 contraste avec l'évolution à la hausse de ces mêmes surfaces sur les quatre décennies précédentes, soit la période 1961 – 2001.

Notons enfin que les surfaces équipées pour l'irrigation étaient égales à 318 millions d'hectares en 2011, une superficie certes modeste au regard des surfaces agricoles totales (4,91 milliards d'hectares) et même des terres cultivées (1,55 milliard d'hectares), mais en augmentation continue depuis le début des années soixante. Les terres équipées pour l'irrigation ont été multipliées par deux en cinquante ans et ce doublement explique une part importante de l'augmentation des rendements moyens des cultures sur le dernier demi-siècle.

En résumé, il apparaît que les utilisations des terres émergées se répartissent en trois grands tiers entre les usages agricoles, les forêts et les autres usages ni agricoles, ni forestiers. Les surfaces consacrées à la forêt diminuent régulièrement depuis le début des années quatre-vingt-dix (de quelques millions d'hectares chaque année), mais les surfaces ainsi « *libérées* » ne bénéficient pas nécessairement à l'agriculture dans la mesure où les terres agricoles ne montrent pas de tendance nette à la hausse sur les quinze dernières années. Au sein de ce dernier ensemble, les prairies et pâturages permanents ont tendance à diminuer et les cultures annuelles et permanentes à augmenter.

Cette image basée sur les données de la FAO est globalement cohérente avec celle issue d'autres sources statistiques se situant à la même échelle du monde. Mais cela ne signifie pas, comme nous le verrons, qu'il n'existe pas d'écarts liés notamment à l'hétérogénéité des sources de données et des méthodes d'estimation. De plus, il convient de noter que la base de données de la FAO nécessite, comme toute information statistique, une utilisation prudente dans le cadre des définitions qui sous-tendent les objets d'étude¹⁷. Ainsi, la catégorie dénommée « *prairies et pâturages permanents* » ne correspond pas à un usage du sol au sens strict, mais à une couverture de ce dernier : des terres recouvertes de façon permanente (c'est-à-dire durant au moins cinq ans) de plantes fourragères herbacées cultivées ou à l'état naturel peuvent ne pas être utilisées à des fins de pâture. *A contrario*, des surfaces peuvent être pâturées tout en étant considérées comme des surfaces forestières dès lors qu'elles respectent les critères permettant ce classement (« *superficie de plus de 0,5 hectare portant des arbres de plus de cinq mètres de haut avec un couvert forestier supérieur à 10 %, ou des arbres capables d'atteindre ces critères in situ* »).

2.2. À l'échelle régionale

Cette photographie à l'échelle globale masque des situations contrastées selon les régions du globe (Tableau 2).

Les zones du monde les plus densément peuplées sont également celles où l'usage agricole des sols est dominant et déjà très intensif : c'est-à-dire où la productivité partielle de la terre est déjà très élevée. Il en est ainsi de l'Asie du Sud (zone incluant l'Inde) qui, avec une densité de 267 habitants au kilomètre carré, mobilise près de 50 % de sa superficie à des fins agricoles et 36 % affectés aux seules

cultures. L'Europe du Sud et l'Europe de l'Ouest présentent des caractéristiques voisines, avec une densité de peuplement sensiblement plus faible (respectivement 118 et 176 habitants / km²) et des usages des sols à des fins agricoles de même ampleur, mais un peu moins cultivés (respectivement 30 et 33 %) ¹⁸.

Bien qu'également assez densément peuplées (135 et 136 habitants / km²), l'Asie de l'Est et l'Asie du Sud-Est sont dans des positions un peu différentes. L'Asie de l'Est, vaste territoire incluant la Chine, est à près de 57 % mobilisée à des fins agricoles, mais la place des surfaces cultivées y est faible (11 % de la superficie totale) et celle des pâtures et des prairies permanentes prédominante. Par contraste, 20 % des terres du Sud-Est asiatique sont cultivées et comme ces cultures sont peu complétées par des surfaces en pâtures et en prairies, la surface agricole y est au total moins prégnante que dans les autres zones du monde densément et assez peuplées.

Au total, la pression démographique et la pression agricole qui en découle marquent donc très fortement les usages des sols dans les régions denses en Asie et Europe, laissant ici peu de possibilités pour une extension des surfaces agricoles et notamment des surfaces cultivées.

La situation est très différente en Afrique, sur les deux parties du continent américain et en Europe de l'Est. Ces très vastes territoires sont à la fois peu densément peuplés et peu cultivés. Ainsi, seuls 8,4 % des 2 milliards d'hectares que compte l'Amérique centrale et du Sud et 8 % des près de 3 milliards d'hectares de l'Afrique sont cultivés. Ceci n'empêche pas qu'une large frange de ces territoires soit dédiée à l'agriculture (respectivement à hau-

18. Au sens des statistiques de la FAO, l'Europe de l'Ouest comprend l'Autriche, la Belgique, les Pays-Bas, le Luxembourg, la France, l'Allemagne et la Suisse. L'Europe du Sud inclut l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce et Malte, ainsi que l'Albanie, la Croatie, la Macédoine, le Monténégro, la Bosnie-Herzégovine et la Serbie.

17. Roudart, 2010a, 2010b.

teur de 36 et 39 %). Autrement dit, les pâtures et les prairies permanentes, soit un mode peu intensif, dominant les usages agricoles des sols dans ces régions. L'Europe de l'Est et l'Amérique du Nord se distinguent par un faible usage agricole de leurs sols (respectivement 17 et 25 % de leur superficie) et une faible part de leur surface en cultures (dans les deux cas, environ 11 %). En Europe de l'Est, les terres agricoles ont eu tendance à se réduire sur les dernières décennies et elles sont peu intensément mobilisées. Aux États-Unis et au Canada, les surfaces agricoles et cultivées ont eu tendance à

s'accroître légèrement et leur productivité partielle est déjà élevée.

En combinant les usages actuels des sols et les potentiels de croissance des populations par grandes régions du monde, il ressort que les régions d'Asie, où la population devrait continuer de croître, ne semblent pas disposer de possibilités d'extension de leurs surfaces agricoles et / ou cultivées sous le double jeu d'une démographie et d'un usage agricole des sols déjà élevés. À l'inverse, l'Afrique, dont la population va s'accroître considérablement, pourrait disposer, au regard de ses densités actuelles de population et de ses usages des sols, d'une marge de

manœuvre plus conséquente à condition que les terres qui ne sont aujourd'hui pas cultivées puissent l'être demain. Il en va de même en Amérique du Sud où la croissance démographique devrait en outre être nettement plus modérée.

3. EXISTE-T-IL DES TERRES CULTIVABLES NON ENCORE CULTIVÉES ?

Selon des évaluations d'experts comme celles de Fischer *et al.* datant de 2002 (donc relativement anciennes), les terres potentiellement cultivables pour la culture pluviale seraient égales à

TABLEAU 2
Utilisation des terres selon les différentes régions du monde

	Superficie (millions d'hectares)	Surface agricole	dont Surfaces cultivées	dont Prairies	Forêts	Surfaces impropres à l'agriculture et à la forêt	Population (en 2011, millions d'habitants)	Densité (en 2010, hab / km ²)
Afrique	2 965	39,2 %	8,5 %	30,7 %	22,9 %	39,3 %	1 044	34,7
- dont								
Afrique de l'Est	606	50,4 %	11,0 %	39,4 %	30,2 %	24,2 %	331	19,5
Afrique centrale	650	24,7 %	4,1 %	20,6 %	48,3 %	28,3 %	130	41,5
Afrique du Nord	838	28,9 %	5,4 %	23,5 %	9,4 %	61,7 %	213	25,8
Afrique australe	265	63,1 %	6,4 %	56,7 %	10,9 %	26,2 %	58	21,7
Afrique de l'Ouest	606	47,1 %	15,6 %	31,5 %	12,3 %	41,0 %	312	50,2
Amérique latine et Caraïbes	2 024	35,7 %	8,4 %	27,3 %	47,4 %	16,9 %	595	29,2
Amérique du Nord	1 865	25,3 %	11,7 %	13,6 %	32,9 %	41,8 %	346	18,4
Asie	3 094	53,0 %	17,6 %	35,4 %	19,1 %	28,0 %	4 211	134,0
- dont								
Asie centrale	393	72,1 %	8,2 %	63,9 %	3,1 %	24,8 %	63	15,9
Asie Est (dont Chine)	1 146	56,7 %	11,3 %	45,4 %	22,1 %	21,4 %	1 580	135,2
Asie du Sud-Est	434	28,6 %	20,1 %	8,5 %	49,6 %	21,8 %	599	136,5
Asie Sud (dont Inde)	640	48,3 %	36,1 %	12,2 %	14,5 %	37,2 %	1 731	266,7
Asie de l'Ouest	481	56,8 %	9,3 %	47,5 %	3,9 %	39,3 %	238	48,5
Europe	2 207	21,4 %	13,3 %	8,1 %	45,5 %	33,1 %	740	33,5
- dont								
Europe de l'Est	1 805	17,4 %	11,0 %	6,4 %	47,3 %	35,3 %	294	16,3
Europe du Nord	164	23,3 %	11,7 %	11,6 %	44,0 %	32,7 %	100	60,5
Europe du Sud	129	50,3 %	30,5 %	19,8 %	34,6 %	15,1 %	155	118,1
Europe de l'Ouest	109	50,0 %	32,7 %	17,4 %	30,6 %	19,4 %	191	176,1
Océanie	849	49,8 %	5,9 %	43,9 %	22,7 %	27,5 %	37	3,4
Total Monde	13 003	37,6 %	11,7 %	25,9 %	31,1 %	31,7 %	6 974	53,0

Source : FAO, 2013 – Données FAO 2009

4,2 milliards d'hectares. Ces surfaces seraient très inégalement réparties. Elles seraient très abondantes en Amérique latine (1 066 millions d'hectares, soit 25 %), en Afrique subsaharienne (1 031 millions d'hectares, soit 25 %) et dans les pays industrialisés (874 millions d'hectares, soit 21 %). Mais elles seraient nettement plus rares en Asie de l'Est (366 millions d'hectares, soit 9 %), en Asie du Sud (220 millions d'hectares, soit 5 %) et surtout en Afrique du Nord - Proche et Moyen-Orient (99 millions d'hectares, soit 2 % seulement).

Sur ces 4,2 milliards d'hectares aptes à la culture pluviale, environ 1,6 milliard d'hectares est, comme nous l'avons vu, déjà occupé par des cultures annuelles et permanentes. Il resterait donc 2,6 milliards d'hectares potentiellement cultivables, mais non encore cultivés¹⁹, dont la plus grande part (1,8 milliard d'hectares, soit 69 %) dans les pays en développement et en émergence. Plus précisément, treize pays tous localisés (sauf l'Indonésie) en Amérique latine ou en Afrique subsaharienne, concentreraient

les deux tiers des surfaces non encore cultivées aptes à la culture pluviale²⁰.

Cette distribution très inégale des terres non encore cultivées aptes à la culture pluviale contribue à la diffusion d'un discours alarmiste quant à un possible manque de terres si ce n'est à l'échelle globale, du moins à l'échelle des grandes régions du monde au regard de leurs populations respectives. De plus, il convient d'examiner dans quelle mesure cette estimation de 2,6 milliards est réaliste et ceci à deux titres : sur le plan quantitatif (nombre d'hectares) et sur le plan qualitatif (rendements moyens qu'il serait possible d'obtenir sur ces surfaces). La vision optimiste qui ressort de ces travaux de 2002 mérite en effet d'être nuancée. Ses auteurs considèrent comme potentiellement cultivables toutes les terres présentant des caractéristiques agronomiques minimales (pluviométrie, températures, pédologie, etc.). Ces surfaces potentiellement cultivables sont donc, soit déjà cultivées, soit mobilisées à d'autres fins (prairies, forêts, usages urbains, etc.). En 2009, d'autres experts (Nachtergaele et George) ont ainsi

estimé que, sur les 2,6 milliards d'hectares potentiellement aptes à la culture pluviale mais non encore cultivés, les villes et les infrastructures urbaines en occupaient 60 millions, les zones protégées 200 millions et les forêts 800 millions : de ce fait, le potentiel à gagner sur les seules prairies et pâturages permanents serait donc limité à 1,5 milliard d'hectares. En 1995, un autre chercheur (Alexandratos) était encore plus pessimiste : sur la base d'un calcul similaire, il aboutissait à un montant de 1 milliard d'hectares à prélever sur les seules prairies et pâturages permanents, les deux tiers étant localisés dans les pays en développement. Enfin, en limitant le potentiel aux seules terres cultivables non encore cultivées, non boisées et situées dans des zones de densité inférieure à 25 habitants au kilomètre carré, les travaux de Fischer et Shah datés de 2010 (*Tableau 3*) sont les plus pessimistes : ils estiment que la « réserve foncière » mobilisable serait limitée à seulement 445 millions d'hectares. Cette « réserve foncière » serait très inégalement répartie : elle se situerait essentiellement en Afrique subsaharienne (45 %) et en Amérique latine et aux Caraïbes (28 %). Par ailleurs, environ 40 % de ces terres seraient situés à plus de six heures d'accès au marché.

111

19. Selon la revue de Young (1999), le potentiel de terres cultivables non encore cultivées serait compris entre 1 670 et 1 900 millions d'hectares selon les méthodes d'estimation.

20. Par ordre décroissant d'importance, le Brésil (598 millions d'hectares), la République Démocratique du Congo (188), l'Argentine (104), le Soudan (94), l'Indonésie (90), l'Angola (81), la Colombie (72), la Bolivie (67), la Tanzanie (65), le Mozambique (62), le Venezuela (61), le Pérou (58) et la Zambie (57). Pour plus de détails, voir Figure 3, page 11, in Bruinsma J. (2009).

TABLEAU 3
Terres potentiellement cultivables non encore cultivées selon Fischer et Shah (2010)

	Surface (millions d'hectares)	Pourcentage en fonction du temps d'accès au marché	
		Moins de 6 heures	Plus de 6 heures
Afrique subsaharienne	201,5	47 %	53 %
Amérique latine et Caraïbe	123,3	76 %	24 %
Europe de l'Est et Asie centrale	52,4	83 %	17 %
Asie de l'Est et du Sud	14,3	23 %	77 %
Afrique du Nord et Moyen-Orient	3,0	87 %	13 %
Reste du monde	51,0	48 %	52 %
Total Monde	445,5	59 %	41 %

En 2010, un autre chercheur (Roudart ²¹) prend en compte la qualité des terres dans trois scénarios de plus en plus restrictifs quant aux surfaces qu'il serait possible de mettre en culture :

- Dans son premier scénario, toutes les terres de quatre classes d'aptitude agromique (très favorable, favorable, modérément favorable et peu favorable) peuvent être mises en culture, quel que soit leur usage actuel sauf si elles sont consacrées à des infrastructures : les possibilités d'extension des terres cultivées sont alors de 2,35 milliards d'hectares.
- Dans le deuxième scénario, les terres de ces quatre aptitudes peuvent toujours être mises en culture, mais à condition qu'elles ne soient pas aujourd'hui consacrées aux forêts : les possibilités d'extension des terres cultivées se réduisent alors à 1,45 milliard d'hectares.
- 112 • Dans le troisième scénario, le plus contraignant, seules les terres des trois premières classes d'aptitude (très favorable, favorable, modérément favorable) peuvent être mises en culture sauf si elles sont aujourd'hui consacrées aux forêts : les possibilités d'extension des surfaces cultivées sont limitées à 1,00 milliard d'hectares.

Encore faudrait-il tenir compte dans ces évaluations des zones protégées estimées à environ 480 millions d'hectares par Fischer en 2009. En retranchant ce chiffre aux 1 000 millions d'hectares cultivables non encore cultivés du scénario 3 de Roudart ²², on aboutit à une « réserve foncière » potentiellement mobilisable d'un peu plus de 500 millions d'hectares : soit une estimation légèrement plus élevée que les 445 millions d'hectares calculés par Fischer et Shah en 2010 et légèrement plus faible que les

547 millions d'hectares de l'OCDE et de la FAO en 2009.

Une étude encore plus récente puisqu'elle date de 2013 (Lambin et *al.*) se base sur une approche spatiale pays par pays, mais sur un nombre restreint d'études de cas. Elle suggère que les estimations allant de 445 millions à 547 millions d'hectares sont encore surestimées dès lors que les contraintes sociales, institutionnelles, économiques et physiques sont prises en compte, ainsi que des compromis, notamment entre les dimensions économiques et environnementales. Que conclure de tous ces travaux de recherche ?

- En premier lieu, il existe des terres aptes à la culture pluviale et non encore cultivées. Leur ampleur varie très fortement selon les études, en fonction de nombreux paramètres : notamment les surfaces sur lesquelles il est possible de gagner ces terres pour les mettre en culture et la qualité des terres ainsi disponibles.
- En second lieu, les surfaces aptes à la culture pluviale non encore cultivées sont, quelle que soit leur étendue absolue, très inégalement réparties sur la planète : viennent, dans l'ordre décroissant d'importance, l'Amérique latine et l'Afrique subsaharienne, puis l'Amérique du Nord, l'Europe de l'Est et la Russie. Dans les autres zones du monde, les terres disponibles pour la culture pluviale non encore cultivées sont réduites.

4. ÉVOLUTIONS POSSIBLES DES DIFFÉRENTS USAGES DES TERRES À MOYEN TERME

Si on se tourne maintenant vers les analyses des besoins en terres nécessaires pour faire face aux évolutions des demandes alimentaires et non-alimentaires, les méthodes mobilisées et les résultats obtenus sont, là encore, très variables et très

contrastés, allant de visions optimistes à pessimistes et fortement contraignantes.

4.1. D'une vision optimiste....

En 2013, l'équipe de recherche d'Ausubel *et al.* ont utilisé une identité comptable pour décomposer le besoin en terres arables (surfaces allouées aux cultures annuelles et permanentes) en un certain nombre de « déterminants » : les différents paramètres de cette identité étant déterminés sur le passé (analyse rétrospective) et sur le futur (analyse prospective). Mathématiquement, l'équation comptable considérée est la suivante :

(1) $TA = P \times R \times C1 \times C2 + T$.
 TA est la surface consacrée aux cultures annuelles et permanentes (exprimée en hectares), P la population (en nombre d'individus), R le revenu par tête mesuré par le ratio du Produit intérieur brut (PIB) à la population, $C1$ les disponibilités alimentaires d'origine animale et végétale rapportées au PIB et donc exprimées en kilocalories par unité de revenu, $C2$ le ratio des productions de cultures annuelles (basées sur l'indice de production des cultures de la FAO) sur les calories alimentaires totales disponibles (autrement dit, $C2$ est le ratio des productions cultivées pour les différents usages – alimentation humaine, alimentation animale, bioénergies, etc. – sur l'offre totale de biens alimentaires) et T un indicateur de la technologie défini par le ratio des surfaces consacrées aux cultures annuelles et permanentes sur l'indice de production des cultures de la FAO (T est donc l'inverse du rendement des cultures annuelles et permanentes ²³).

Le passage au logarithme permet de relier les variations annuelles des différentes variables de l'équation (1) en notant les variations annuelles par des lettres minuscules :

21. Roudart, 2010a, 2010b.

22. Roudart, 2010a, 2010b.

23. Pour plus de détails, cf. Ausubel *et al.* (2013).

TABLEAU 4
Décomposition dans le passé et le futur des évolutions annuelles des paramètres de l'équation (2)
Ausubel et al. (2013)

Variables de l'équation : taux annuels de variation						
	Population (<i>p</i>)	PIB par tête (<i>r</i>)	Disposition alimentaire sur PIB (<i>c1</i>)	Offre de cultures sur disponibilités alimentaires (<i>c2</i>)	Technologie (<i>t</i>)	Terres arables (3) (<i>ta</i>)
PASSÉ						
1961 – 2010	+ 1,68	+ 1,67	- 1,20	+ 0,24	- 2,15	+ 0,24
1995 – 2010	+ 1,24	+ 1,53	- 1,35	+ 1,04	- 2,42	+ 0,04
FUTUR						
1997 – 2050 (1)	+ 0,91	+ 1,80	- 1,26	0,0	- 1,70	- 0,25
2010 – 2060 (2)	+ 0,9 (+ 0,7)	+ 1,8 (+ 1,5)	- 1,6 (- 1,4)	+ 0,4 (0,0)	- 1,7 (- 2,1)	- 0,2 (- 1,3)

(1) Projections établies par Waggoner et Ausubel (2001) pour la période 1997 à 2050.

(2) Projections actualisées dix ans plus tard pour la période 2010 à 2060. Les chiffres entre parenthèses correspondent à des hypothèses alternatives d'évolution sur les années 2010 à 2060 (cf. texte de l'article pour plus de détails).

(3) Conformément au texte, on a : $p + r + c1 + c2 + t = ta$. Rappelons que les évolutions annuelles des rendements sont égales à $-t$.

Source : Ausubel et al., 2013

(2) $ta = p + r + c1 + c2 + t$. Le Tableau 4 chiffre l'équation (2) sur deux périodes passées (respectivement 1961 – 2010 et 1995 – 2010) et dans deux scénarios prospectifs correspondant, respectivement, à une projection 1997 – 2050 et une projection 2010 – 2060.

Le Tableau 4 se lit ainsi, en considérant la première ligne correspondant à l'analyse rétrospective 1961 – 2010. Sur cette période, la croissance démographique (*p*), la croissance économique (*r*) et l'utilisation non-alimentaire des cultures (*c2*) ont entraîné un besoin annuel additionnel de calories alimentaires de 3,59 % ($1,68 + 1,67 + 0,24 = 3,59$). Ce besoin a été couvert par :

- une augmentation plus rapide des calories disponibles relativement à la croissance économique (évolution négative du facteur C1 qui a décliné au taux annuel de 1,20 %)
- une augmentation des rendements ($1/T$) au taux annuel de 2,15 %
- une augmentation des terres consacrées aux cultures annuelles et permanentes

(TA) au taux annuel de 0,24 % ($3,59 - 1,20 = 2,39 = 2,15 + 0,24$).

Sur la période plus récente 1995 – 2010, les signes des évolutions des différentes variables de l'équation (2) sont identiques avec :

- un ralentissement de la démographie (+ 1,24 %) et de la croissance économique (+ 1,53 %) qui a engendré un besoin en terres arables moindre, toutes choses égales par ailleurs
- une augmentation des utilisations non-alimentaires des cultures qui, à l'inverse, a engendré un besoin plus élevé en terres arables, toujours toutes choses égales par ailleurs.

Sur cette période 1995 – 2010, le besoin de calories alimentaires ($1,24 + 1,53 + 1,04 = 3,81$) a été couvert uniquement par la croissance du ratio des calories alimentaires rapportées à la croissance économique (évolution négative du facteur C1 qui a décliné au taux annuel de 1,35 %) et l'augmentation des rendements ($1/T$) au taux annuel de 2,42 % : deux évolutions qui ont permis de limiter la croissance des terres arables à seu-

lement 0,04 % par année ($3,81 - 1,35 = 2,46 = 2,42 + 0,04$).

Pour le futur, les évolutions retenues par Ausubel et al. (2013) sur les deux périodes 1997 – 2050 et 2010 – 2060 pour la démographie (*p*), la croissance économique (*r*), le ratio des disponibilités alimentaires au PIB (*c1*), les usages non-alimentaires des cultures annuelles et permanentes (*c2*) et les rendements ($-t$) font que le besoin en terres arables serait, en pratique, une offre au sens où les surfaces consacrées aux cultures annuelles et permanentes pourraient diminuer au taux annuel de 0,25 % (projection 1997 – 2050) ou de 0,2 % (projection 2010 – 2060²⁴). Ces deux chiffres permettent à Ausubel et al. (2013) d'écrire que le « *pic des terres* », c'est-à-dire le moment où, par analogie au pic pétrolier, l'utilisation des terres arables atteint un maximum, est derrière nous. Autrement dit, selon les chercheurs, il n'y aurait pas lieu de

24. Dans une variante du scénario 2010 – 2060, les terres arables pourraient même diminuer de 1,3 % par an sous l'influence d'évolutions encore plus « favorables » des variables : moindre démographie, moindre croissance économique, etc.

s'inquiéter d'un manque de terres arables à l'échelle planétaire puisque le besoin en terres arables sera, demain, moindre qu'il ne l'est aujourd'hui.

Cette vision optimiste est, naturellement, dépendante des hypothèses qui la sous-tendent. Au-delà des incertitudes sur la croissance économique et la démographie ²⁵, il nous semble qu'Ausubel *et al.* (2013) sont possiblement trop optimistes sur deux variables-clés de l'équation (2) :

- le taux annuel d'évolution de la variable C2, ratio de la production des cultures annuelles aux disponibilités alimentaires totales
- le taux annuel d'évolution des rendements.

Fixer le taux annuel de croissance de la variable C2 à 0,4 % sur 2010 – 2060 (*versus* 1,04 % sur 1995 – 2010) revient à supposer un ralentissement important des taux de croissance des utilisations des cultures pour l'alimentation animale, l'énergie et la chimie. De même, fixer le taux de croissance annuel des rendements à 1,7 % sur l'ensemble de la période 2010 – 2050 est possiblement trop optimiste dans un contexte de ralentissement des gains de rendements pour plusieurs cultures dans plusieurs zones du monde ²⁶. Notons ainsi qu'une évolution plus défavorable de chaque variable du membre de droite de l'équation (2) de 0,1 point de pourcentage aboutit non plus à une libération de terres arables de 0,2 %, mais à un besoin de terres arables de 0,3 % par an ($1,0 + 1,9 - 1,5 + 0,5 - 1,6 = 0,3$ au lieu de $0,9 + 1,8 - 1,6 + 0,4 - 1,7 = -0,2$). Pour terminer, soulignons que le travail commenté ici ne considère que les seules terres cultivées et que sa pertinence serait augmentée si elle était

aussi développée à l'échelle des grandes régions du monde.

4.2. ... à des perspectives plus pessimistes

Les évaluations de besoins en terres moins optimistes que celles d'Ausubel *et al.* (2013) sont nombreuses. C'est le cas des projections de la FAO qui aboutissent à une croissance des terres cultivées de 69 millions d'hectares entre 2005 et 2050 ²⁷ et des projections de l'IAASDT (*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology*) qui estiment à 180 millions d'hectares le besoin en terres arables entre 2000 et 2050 ²⁸. En analysant la littérature qui examine les projections d'usage des sols réalisées ces vingt dernières années, Smith *et al.* (2010) mettent en évidence des extensions de terres cultivées allant, selon les études, de 90 à 470 millions d'hectares d'ici à 2030 ou 2050.

Au-delà des seules terres cultivées, Lambin et Meyfroidt (2011) comparent les différents usages des terres en 2000 et en 2030, les estimations à cette date étant établies sur la base d'une compilation des principales projections disponibles. Il en ressort qu'un besoin additionnel minimal en terres de 285 millions d'hectares ²⁹ pourrait être couvert par les 356 millions d'hectares de terres productives non utilisées (estimation basse retenue par les auteurs) ou les 445 millions d'hectares de Fischer et Shah (2010, estimation haute retenue). En revanche, la concaténation des valeurs les plus élevées obtenues dans les différentes estimations explorées par Lambin et Meyfroidt (2011) fait apparaître un besoin en terres de 792 millions d'hectares en 2030 : c'est-à-dire un

besoin nettement supérieur à la « réserve foncière ». Ce besoin inclut 147 millions d'hectares pour des cultures à destination alimentaire, 118 millions d'hectares pour des cultures énergétiques, 151 millions d'hectares de prairies et 87 millions d'hectares de terres perdues pour cause de dégradation des sols. À ces usages agricoles s'ajoutent des besoins en terres pour des usages forestiers intensifs (109 millions d'hectares), urbains (100 millions d'hectares) ou d'extension de zones protégées (80 millions d'hectares). Le déficit en terres serait donc important (dans une fourchette allant de 436 à 347 millions d'hectares) et nécessiterait, pour être couvert, de recourir à la déforestation.

Autrement dit, la variabilité des résultats – et donc l'incertitude sur les besoins en terres aux horizons 2030 ou 2050 – est grande et conduit à des conclusions opposées. Cette variabilité, inhérente à tout processus de recherche en cours, notamment sur des questions émergentes, dépend de nombreux facteurs. Au-delà de la nature et de la structure des modèles globaux utilisés, des mécanismes agronomiques, climatiques et / ou économiques qu'ils prennent en compte ou privilégient, les simulations actuellement disponibles diffèrent profondément du fait :

- des bases de données qu'ils utilisent et qui, *via* les élasticités qui en découlent, influent fortement sur l'ampleur de certaines tendances à prolonger
- des hypothèses d'évolution de contexte sur lesquelles s'appuient les scénarios explorés (croissance démographique bien sûr, mais aussi évolutions économiques, ampleur des changements climatiques et de ses effets globaux et locaux, politiques publiques, notamment en matière de développement des biocarburants, etc.).

Pour tenter de pallier ces difficultés, Schmitz *et al.* (2014) se proposent – dans

25. Dans ce dernier domaine, les plus récentes projections des Nations unies sont plus élevées que celles formulées les années antérieures, notamment du fait d'une baisse plus lente des niveaux de fertilité – nombre d'enfants par femme.

26. Cf. *supra* et Jaggard *et al.*, 2010 ; Müller et Robertson, 2014.

27. Alexandratos et Bruinsma, 2012.

28. Van Vuuren *et al.*, 2009.

29. Cette estimation minimale comprend notamment 81 millions d'hectares de cultures à des fins alimentaires et 44 millions d'hectares de cultures à des fins énergétiques, ainsi que la perte de 30 millions d'hectares de terres pour cause de dégradation.

le cadre du programme international AgMIP (*Agricultural Model Inter-comparison Project*) – d’explorer les trajectoires de changement d’usage des sols à l’horizon 2050 ressortant de la mobilisation conjointe de dix modèles globaux disponibles, en harmonisant au mieux les données mobilisées et les scénarios explorés. Les modèles utilisés s’appuient sur des bases théoriques et des histoires très différentes. Les six modèles d’équilibre général sont plutôt issus de l’extension de modèles macro-économiques initialement centrés sur l’analyse des effets des politiques commerciales vers des problématiques de changement climatique et d’usage des sols. Les quatre modèles d’équilibre partiel sont plutôt des modèles agricoles, voire agronomiques ou de systèmes de culture, progressivement étendus aux problématiques macro-économiques. Les dix modèles diffèrent en outre en fonction de nombreux facteurs : finesse de la grille spatiale d’analyse (entre approche nationale et approche par zones agro-écologiques), hypothèses de mobilité entre usages des sols et de diversification des productions, façon dont l’accès aux terres disponibles est modélisé, modalités d’incorporation de la forêt et des cultures bioénergétiques, hypothèses faites sur les technologies de production et les changements

technologiques, etc. L’harmonisation porte essentiellement sur l’homogénéisation des scénarios explorés. Plusieurs scénarios sont considérés, s’appuyant principalement sur ceux élaborés dans le cadre du GIEC : sont ainsi repris les deux scénarios socio-économiques SSP2 (« *Middle of the road* ») et SSP3 (« *Fragmentation* ») déjà évoqués plus haut à propos des travaux sur la demande alimentaire ³⁰ sans prise en compte, dans un premier temps, des conséquences du changement climatique. Le scénario SSP2 est étendu en intégrant les effets du changement climatique selon l’hypothèse forte retenue par Müller et Robertson (2014) d’un forçage radiatif de 8,5 W/m² et selon deux modèles climatiques débouchant sur des variations climatiques locales contrastées. Malgré la variabilité des résultats, il ressort de cette analyse une extension systématique des terres cultivées au niveau mondial, quel que soit le modèle (à une exception) et les scénarios explorés. Cette extension, de l’ordre de 200 millions d’hectares à l’horizon 2050 dans le scénario SSP2 sans changement climatique (scénario de référence), est légèrement plus faible dans le scénario SSP3 du fait de la réduction concomitante des demandes

30. Valin *et al.*, 2014.

alimentaires dans certaines régions du monde. En revanche, la prise en compte du changement climatique accentue, de façon systématique et parfois avec grande amplitude, l’extension des terres cultivées du fait d’une baisse possible des rendements. Ainsi, dans le scénario SSP2 avec changement climatique, l’extension des surfaces cultivées serait, en moyenne des différents modèles mobilisés, d’environ 320 millions d’hectares (*Tableau 5*). Les effets tant des changements climatiques que des évolutions socio-économiques ne seraient cependant pas homogènes sur l’ensemble de la planète et l’extension des terres cultivées serait alors contrastée selon les régions du monde (*Tableau 5*) :

- Compte tenu des terres potentiellement disponibles et d’effets de demande importants liés aux évolutions démographiques, l’extension des terres cultivées serait possiblement très importante en Afrique, notamment lorsque la trajectoire socio-économique mondiale suit le scénario médian SSP2. Le scénario de fragmentation SSP3 pourrait, de son côté, restreindre les surfaces cultivées dans cette partie du monde, du fait d’une baisse importante de demande liée à un faible développement économique, alors que le changement

115

TABLEAU 5
Extension des terres cultivées à l’horizon 2050 relativement à 2005 par grandes régions du monde : scénario socio-économique « médian » du GIEC (SSP2), avec et sans prise en compte du changement climatique
(en millions d’hectares *)

	SSP2 sans changement climatique	SSP2 avec changement climatique
Afrique et Moyen-Orient	+ 145,6	+ 168,5
Europe	- 20,1	- 13,3
Ex-URSS	- 11,6	+ 1,8
Amérique du Nord	+ 8,1	+ 41,8
Amérique latine	+ 56,7	+ 83,7
Asie (Sud)	+ 27,6	+ 51,0
Australie & Nouvelle-Zélande	- 0,4	+ 3,1
Monde	+ 192,7	+ 317,2

* Moyenne des dix modèles utilisés dans le projet AgMip.

Source : Schmitz *et al.*, 2014

climatique n'aurait ici qu'un faible impact sur l'expansion de ces surfaces.

- La forte disponibilité en terres potentiellement cultivables en Amérique latine se traduirait également par une forte expansion des surfaces cultivées dans cette zone du monde, qui a déjà connu une forte croissance de cet usage du sol sur les dernières décennies. Contrairement au cas africain, le changement climatique aurait en Amérique latine des effets très prononcés : de 5 à 25 % de terres cultivées en plus par rapport au scénario de référence SSP2, sans changement climatique.
- Les surfaces cultivées en Europe et en Amérique du Nord ne devraient pas croître de façon importante. En Europe, elles auraient même tendance à se réduire quels que soient le modèle utilisé et le scénario exploré. Cette contraction est cependant nettement atténuée quand les effets du changement climatique sont pris en compte. Côté nord-américain, si le scénario socio-économique de fragmentation (SSP3 sans changement climatique) tend à réduire quelque peu les surfaces cultivées, les effets du changement climatique pourraient amener à les étendre de façon importante (plus de 20 % de plus relativement au scénario SSP2 certains modèles).
- La situation asiatique est plus contrastée. L'extension des terres cultivées liée aux évolutions socio-économiques y serait faible en moyenne, notamment compte tenu de l'importance des surfaces déjà exploitées, mais avec de fortes variabilités selon les modèles liées aux incertitudes sur l'évolution des demandes alimentaires et leur structure. En moyenne, le rythme d'expansion des surfaces en cultures pourrait doubler sous l'effet du changement climatique.

- Enfin, du fait de son histoire récente et de la baisse des terres cultivées consécutive à la chute de l'URSS, l'extension des surfaces cultivées dans cette région varie de façon importante selon les modèles, allant d'une forte croissance à une forte régression. En moyenne, la tendance est plutôt à la stabilisation des terres mises en culture dans la zone avec une légère baisse dans le cas du scénario de fragmentation (SSP3 sans changement climatique) et une légère croissance quand sont pris en compte les effets du changement climatique.

5. CONCLUSION

Contrairement à la vision malthusienne de certains cassandres, il existe encore des terres cultivables non encore cultivées à l'échelle mondiale. Celles-ci sont (très) inégalement réparties : importantes en Afrique et en Amérique latine, nettement plus rares dans les autres zones du monde et notamment en Asie où la croissance démographique sera pourtant encore importante.

Mais évaluer le potentiel de terres cultivables non encore cultivées est difficile pour des raisons essentiellement de qualité des informations statistiques. Cette évaluation varie selon les études en fonction, aussi, des hypothèses relatives aux usages des terres sur lesquelles il est possible de prélever des surfaces pour les cultures. Au total, on chiffrera à environ 500 millions d'hectares les surfaces potentiellement cultivables non encore cultivées si les surfaces forestières, les infrastructures et les réserves naturelles sont exclues.

Ce potentiel sera-t-il suffisant pour faire face au besoin additionnel en terres agricoles cultivées à l'horizon 2050 ? À cette question, nous répondrons positivement avec néanmoins la grande incertitude que constituent le changement climatique et ses effets sur les rendements. En outre, le besoin en terres ne se limite

pas aux seules terres cultivées : il y aura aussi des besoins pour des prairies, des usages forestiers, des infrastructures, des besoins de conservation ou récréatifs. Au total, ces autres demandes accroîtront la demande totale en terres et les tensions sur les marchés fonciers. Car, *in fine*, ce sont bien les facteurs socio-économiques, y compris dans leur dimension réglementaire et politique, qui détermineront les usages des sols.

Même si « *la Terre ne devrait pas manquer de terres* » au sens premier du terme, il y a déjà – et il y aura encore plus demain – concurrence entre usages alimentaires et non-alimentaires des surfaces, plus généralement entre les divers usages possibles des terres. Ceci parce que la concurrence est une notion économique et *in fine*, du moins dans un régime d'économies de marché et de propriété privée, c'est la perspective d'un profit positif qui détermine la mise en production d'un hectare et c'est la comparaison des rentabilités marginales des différents débouchés qui définit les allocations des terres entre les usages alternatifs.

C'est à cette aune qu'il convient d'analyser les questions intimement liées des usages alimentaires (végétaux et animaux), non-alimentaires (notamment pour la production de biocarburants et, plus généralement, de bio-énergies), environnementaux et urbains des sols, comme celles des pertes de terres cultivables par manque d'eau, salinisation, érosion ou artificialisation. Plus généralement, c'est de façon conjointe et simultanée qu'il convient d'examiner la capacité de la planète à relever les défis alimentaire, environnemental et énergétique (ainsi que celui des inégalités de développement économique et social entre pays du monde et à l'intérieur d'un pays donné, entre les différentes catégories de population).

Bibliographie

- Alexandratos N. (editor), 1995, *World Agriculture: Towards 2010, an FAO Study*. J. Wiley and sons, Chichester (UK) and FAO, Roma (Italy).
- Alexandratos N., Bruinsma J., 2012, *World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision*. ESA working paper, 12-03, Rome, FAO.
- Ausubel, J. H., Wernick, I. K. and Waggoner, P. E. (2013), Peak Farmland and the Prospect for Land Sparing. *Population and Development Review*, 38, 221–242 (doi: 10.1111/j.1728-4457.2013.00561.x).
- Bruinsma J., 2009, *The Resource Outlook for 2050: By How Much Do Land, Water and Crop Yields Need to Increase by 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting, How to Feed the World in 2050? 24-26 June 2009, Rome.
- FAO, 2011, *Global Food Losses and Food Waste - Extent, Causes and Prevention*. FAO, Rome.
- FAO, 2013, *FAO Statistical Yearbook 2013 - World Food and Agriculture*. FAO, Rome.
- Fischer G., van Velhuizen H.T., Shah M., Nachtergaele F.O., 2002, *Global Agro-Ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results*. Research Report, IIASA, Laxenburg, 154 p.
- Fischer G., 2009, *World Food and Agriculture to 2030/2050: How do Climate Change and Bioenergy Alter the Long-Term Outlook for Food, Agriculture and Resource Availability*. Paper presented at the FAO Expert Meeting, How to Feed the World in 2050? 24-26 June 2009, Rome.
- Fisher G., Shah M., 2010, *Farmland Investments and Food Security*. IIASA Report for the World Bank, Vienne.
- Guillou M., Matheron G., 2011, *9 milliards d'hommes à nourrir : un défi pour demain*. François Bourin Editeur, 432 pages.
- Guyomard H., Darcy-Vrillon B., Esnouf C., Marin M., Russel M., Guillou M., 2012, Eating Patterns and Food Systems: Critical Knowledge Requirements for Policy Design and Implementation. *Agriculture and Food Security* 2012, 1-13. <http://www.agricultureandfoodsecurity.com/content/pdf/2048-7010-1-13.pdf>.
- Heilig G.K., 2012, *World Population Prospects: The 2011 Revision*. United Nations, Department of Social and Economic Affairs, Presentation at the Center for Strategic and International Studies, Washington D.C., 07 June 2012. http://esa.un.org/wpp/ppt/CSIS/WUP_2011_CSIS_4.pdf.
- Jaggard K.W., Qi A., Ober E.S., 2010, Possible Changes to Arable Crop Yields by 2050. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2835-2850.
- Kearney J., 2010, Food Consumption Trends and Drivers. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2793-2807.
- Kriegler E., O'Neill B.C., Hallegatte S., Kram T., Lempert R.J., Moss R.H., Wolbanks T., 2012, The Need for and Use of Socio-Economic Scenarios for Climate Change Analysis: A New Approach Based on Shared Socio-Economic Pathways. *Global Environmental Change*, 22(4): 807-822.
- Lambin E.F., Meyfroidt P., 2011, Global Land Use Change, Economic Globalization and the Looming Land Scarcity. *PNAS*, 108(9): 3465-3472.
- Lambin E., Gibbs H., Ferreira L., Grau R., Mayaux P., Meyfroidt P., Morton D., Rudel T., Gasparri I., Munger J., 2013? Estimating the World's Potentially Available Cropland using a Bottom-Up Approach. *Global Environmental Change*, 23(5): 892-901.
- Lutz W., Samir K.C., 2010, Dimensions of Global Population Projections: What Do we Know about Future Population Trends and Structures? *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2779-2791.
- Muller C., Bondeau A., Lotze-Campen H., Cramer W., Lucht W., 2006, Comparative Impact of Climatic and Non-Climatic Factors on Global Terrestrial Carbon and Water Cycles. *Global Biogeochemical Cycles*, 20: GB4015 (doi: 10.1029/2006GB002742).
- Muller C., Robertson R.D., 2014, Projecting Future Crop Productivity for Global Economic Modeling. *Agricultural Economics*, 45(1): 37-50.
- Nachtergaele F., George H., 2009, *How Much Land is Available for Agriculture?* Unpublished manuscript quoted in Bruinsma, 2009, op. cit.
- OCDE, FAO, 2009, *OECD-FAO Agricultural Outlook 2009-2018*. Paris, OCDE.
- Robert M., Cheverry C., 2009, Le sol : une contrainte pour la sécurité alimentaire mondiale. In Stengel P., Bruckler L. et Balesdent J. (éditeurs), *Le Sol*, Dossier INRA, Edition Quae, 122-125.
- Roudart L., 2010a, Terres cultivables et terres cultivées : apport de l'analyse croisée de trois bases de données à l'échelle mondiale. *Notes et Etudes Socio-Economiques* 34, 57-95.
- Roudart L., 2010b, Terres cultivables non cultivées : des disponibilités suffisantes pour la sécurité alimentaire durable de l'humanité. *Analyse* 18, 8 pages (MAAF, Centre d'Etudes et de Prospective).

- Schmitz C., van Meijl H., Kyle P., Nelson G.C., Fujimori S., Gurgel A., Havlik P., Heyhoe E., Mason d’Croz D., Popp A., Sands R., Tabeau A., van der Mensbrugghe D., von Lampe M., Wise M., Blnac E., Hasegawa T., Kavallari A., Valin H., 2014, Land-Use Change Trajectories up to 2050: Insights from a Global Agro-Economic Model Comparison. *Agricultural Economics*, 45(1): 69-84.
- Smith P., Gregory P. J., van Vuuren D., Obersteiner M., Havlik P., Rounsevell M., Woods J., Stehfest E., Bellarby J., 2010, Competition for Land. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2941-2957.
- United Nations, 2013, *World Population Prospects: The 2012 Revision*. UN Department of Social and Economic Affairs. <http://esa.un.org/wpp/>.
- Van Vuuren D.P., Ochola W.O., Riha S., Giampietro M., Ginzo H., Henrichs T., Hussain S., Kok K., Makhura M., Mirza M., Palanisama K.P., Ranganathan C.R., Ray S., Ringler C., Rola A., Weshoek, H., Zurek M., Avato P., Best G., Birner R., Cassman K., Fraiture C., de Easterling B., Idowu J., Pongali P., Rose S., Thornton P.K., Wood S., 2009, Outlook on Agricultural Change and its Drivers. In: McIntyre B.D., Herren H.R., Wakhungu J. Watson R.T. (editors), *Agriculture at a Crossroads*. Island Press, Washington DC, pp. 255-305.
- Valin H., Sands R.D., van der Mensbrugghe D., Nelson G.C., Ahammad H., Blanc, E., Bodirky B., Fujimori S., Hasegawa T., Havlik P., Heyhoe E., Kyle P., Mason-D’Croz D., Paltsev S., Rolinski S., Tabeau A., van Meijl H., von Lampe M., Willenbockel D., 2014, The Future of Food Demand: Understanding Differences in Global Economic Models. *Agricultural Economics*, 45(1): 51-67.
- Waggoner P.E., Ausubel J.H., 2001, How Much Will Feeding More and Wealthier People Encroach on Forests? *Population and Development Review*, 27(2): 239-257.
- Wheeler T., von Braun J., 2013, Climate Change Impacts on Global Food Security. *Science*, 341: 508-513.
- Young A., 1999, Is There Really Sparse Land? A Critique of Estimates of Available Land in Developing Countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1: 3-18.

Des coûts de production en hausse dans les principaux pays exportateurs de blé et de maïs

par Madame Crystel l'Herbier
Ingénieur Études économiques

119

avec la participation
de M. Yannick Carel
M. Baptiste Dubois
Mme Valérie Leveau
et M. Benoît Pagès

Service Agronomie – Économie – Environnement
Arvalis – Institut du végétal

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

DES COÛTS DE PRODUCTION EN HAUSSE DANS LES PRINCIPAUX PAYS EXPORTATEURS DE BLÉ ET DE MAÏS

1. Des marchés des grains en pleine (r)évolution

- 1.1. Blé : montée en puissance des pays de la mer Noire
- 1.2. Maïs : redistribution des parts de marché à l'export
- 1.3. Soja : un marché trusté par l'Amérique du Nord et du Sud
- 1.4. Augmentation de 33 Mt de la demande annuelle de céréales et oléagineux sur la prochaine décennie

2. L'agriculture, un secteur économique de plus en plus stratégique

- 2.1. La fermothèque internationale d'Arvalis
- 2.2. Le blé français et ses concurrents
- 2.3. Le maïs français et ses concurrents

120

FICHE PAYS : L'ARGENTINE

1. L'Argentine et son agriculture

- 1.1. Une agriculture tournée vers l'export
- 1.2. La province de Buenos Aires, centre agricole et économique de l'Argentine

2. Évolution des structures : vers une concentration des terres

3. Évolution du foncier

- 3.1. Évolution du prix des terres agricoles dans la province de Buenos Aires
- 3.2. Évolution du coût du fermage dans la province de Buenos Aires

4. Indicateurs économiques des exploitations-types de la fermothèque internationale d'Arvalis

5. Dynamiques récentes

- 5.1. Dollar officiel et dollar parallèle
- 5.2. Pression fiscale
- 5.3. Encadrement de l'achat de foncier agricole par les étrangers

6. Un modèle agricole fragilisé

FICHE PAYS : LES ÉTATS-UNIS

1. Les États-Unis et leur agriculture

2. Foncier : trois modes de faire-valoir

- 2.1. La propriété
- 2.2. Le cash - rent ou « fermage »
- 2.3. Le share - rent ou « métayage »

3. Indicateurs économiques des exploitations-types de la ferme internationale d'Arvalis

4. Une production soutenue par des politiques agricoles et énergétiques favorables

FICHE PAYS : L'UKRAINE

121

1. L'Ukraine et son agriculture

- 1.1. Une qualité des sols propice à l'activité agricole
- 1.2. Une agriculture tournée vers l'export mais avec une grande variabilité des volumes

2. Une réforme agraire inachevée

- 2.1. Évolution des structures d'exploitations
- 2.2. Évolution du foncier

3. Indicateurs économiques des exploitations-types de la ferme internationale d'Arvalis

4. Dynamiques récentes et incertitudes pour l'avenir

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1

Principales caractéristiques des exploitations-types « blé » de la fermothèque internationale Arvalis

Tableau 2

Comparatif de quelques indicateurs économiques du blé
des exploitations-types de la fermothèque internationale Arvalis en moyenne 2008 – 2012

Tableau 3

Comparatif de quelques indicateurs techniques et environnementaux du blé
des exploitations-types de la fermothèque internationale Arvalis en moyenne 2008 – 2012

Tableau 4

Argentine : évolution de 2008 à 2012 des résultats économiques
des deux exploitations-types de la province de Buenos Aires

Tableau 5

États-Unis : évolution de 2008 à 2012 des résultats économiques
des deux exploitations-types du Kansas et de l'Illinois

122

Tableau 6

États-Unis : niveau des aides par grandes cultures à la tonne selon les Farm Bills de 2008 et 2014

Tableau 7

Ukraine : évolution de 2008 à 2012 des résultats économiques des deux exploitations-types

LISTE DES FIGURES ET DES GRAPHIQUES

Figure 1

Exploitations-types de la ferme Arvalis – Charges et coût de production complet

Graphique 1

Comparaison des coûts de production complets du blé, sortie exploitation dans les sept grands pays exportateurs, en moyenne 2008 – 2012

Graphique 2

Argentine : assolements dans la province de Buenos Aires

Graphique 3

Argentine : évolution des surfaces de céréales et d'oléagineux dans la province de Buenos Aires depuis 2001

Graphique 4a

Argentine : évolution du nombre d'exploitations entre 1988 et 2008

Graphique 4b

Argentine : répartition des exploitations par taille en 2008

Graphique 5

Argentine : évolution du prix des terres agricoles dans la province de Buenos Aires depuis 2004

Graphique 6

Argentine : évolution des cours du dollar officiel et du dollar « bleu » depuis début 2010

Graphique 7

États-Unis : évolution des prix d'achat de la terre au Kansas et dans l'Illinois depuis 2000

Graphique 8

États-Unis : évolution du prix du fermage au Kansas et dans l'Illinois depuis 2000

Graphique 9

États-Unis : évolution comparée du coût à l'hectare des contrats de fermage et de métayage dans l'Illinois depuis 2008

Graphique 10

États-Unis : évolution du poids de chacun des types de faire-valoir dans le centre de l'Illinois depuis 2001

Graphique 11

Ukraine : évolution depuis janvier 2006 du taux de change de la grivna (UAH) face à l'euro

LISTE DES CARTES

Carte 1

Exploitations-types de la fermothèque internationale d'Arvalis
Des enquêtes dans les zones majeures de production

Carte 2

Argentine : zones climatiques et principales productions
Les deux tiers du pays sont situés en zones arides ou semi-arides

Carte 3

Province de Buenos Aires : limite climatique de la double culture

Carte 4

Situation géographique des deux exploitations-types dans la province de Buenos Aires

Carte 5

États-Unis : principales zones de productions de grains

Carte 6

124 États-Unis : situation géographique des deux exploitations-types

Carte 7

Ukraine : répartition de la pluviométrie annuelle

Carte 8

Ukraine : situation géographique des deux exploitations-types

Des coûts de production en hausse dans les principaux pays exportateurs de blé et de maïs

par Mme Crystel l'Herbier avec la participation de M. Yannick Carel, M. Baptiste Dubois, Mme Valérie Leveau

1. DES MARCHÉS DES GRAINS EN PLEINE (R)ÉVOLUTION

La consommation mondiale de céréales, riz compris, et de soja représente aujourd'hui près de 2 500 millions de tonnes¹ (Mt). Elle a augmenté d'environ 40 Mt chaque année sur la dernière décennie. La demande pour l'alimentation animale et les débouchés industriels (dont le bioéthanol aux États-Unis) constituent les principales sources de cette augmentation : à titre d'exemple, les débouchés industriels des céréales (éthanol, amidon, malt) sont passés de 225 Mt en 2007 à 315 Mt en 2013.

La production mondiale de céréales se compose à 70 % de blé et de maïs, le maïs étant la céréale la plus produite (860 Mt) devant le blé (670 Mt). Elle suit l'évolution de la consommation, mais de façon chaotique. Les ajustements de surfaces se font avec un décalage et la concurrence pour la terre est de plus en plus marquée. Céréales et soja sont de plus en plus produits dans des zones soumises à de forts aléas climatiques et les surfaces ensemencées sont le fruit de millions de décisions individuelles.

Après une période de relative stagnation dans les années quatre-vingt-dix, les échanges mondiaux sont repartis à la hausse depuis le début des années deux mille en raison, notamment, de la forte croissance économique et de l'augmentation de la population dans des pays déjà déficitaires en céréales (Afrique, Moyen-Orient, Asie). Les échanges mondiaux de céréales et de soja représentent aujourd'hui environ 16 % de la production. 36 % du soja transitent entre zones excédentaires et déficitaires (principalement la Chine). Les exportations de blé représentent 21 % de la production mondiale contre 12 % pour le maïs.

Au-delà de ces fondamentaux, le prix des céréales dépend de plus en plus de facteurs externes comme le prix du pétrole, mais

aussi des marchés financiers, de l'évolution des taux de change et des décisions politiques aux niveaux commercial, environnemental ou énergétique.

1.1. Blé : montée en puissance des pays de la mer Noire

Dans le monde, les surfaces de blé (blé dur inclus) représentent entre 220 et 225 millions d'hectares (Mha) selon les années. Le rendement mondial moyen est d'environ 3 tonnes à l'hectare (t/ha). Les deux tiers de la production sont réalisés dans des zones où le rendement est inférieur ou proche de 3 tonnes. Ce rendement, qui peut paraître faible au regard des chiffres français, s'explique principalement par des limites climatiques. Dans certaines régions du globe, les rendements peuvent varier du simple au double selon le climat de l'année. L'Australie en est le parfait exemple : en 2006, le rendement national était de 0,9 tonne contre 2,1 tonnes en 2011.

L'Union européenne, qui compte désormais vingt-huit États-membres (UE – 28), est le premier producteur mondial de blé (137 Mt), suivie par la Chine (116 Mt) et l'Inde (83 Mt). Si cette dernière réussit régulièrement à dégager un disponible exportable, ce n'est pas le cas d'autres régions du globe. Malgré une forte dispersion des acheteurs, quelques acteurs de poids dominent : les pays du Maghreb (9 à 12 Mt), l'Égypte (7 à 9 Mt), le Brésil (5 à 8 Mt), l'UE – 28 (5 à 7,5 Mt) et le Japon (5 à 6,5 Mt), sans oublier les pays du Moyen-Orient et plus récemment la Chine (7 Mt prévus en 2013).

Côté fournisseurs, les parts de marché des cinq grands exportateurs – États-Unis, Union européenne, Canada, Australie et Argentine – ont longtemps représenté plus de 80 % du total exporté. Mais, depuis le début des années deux mille, l'arrivée des pays de la mer Noire (Russie, Ukraine, Kazakhstan) a bouleversé la donne. Les cinq « *grands* » ont perdu 10 % de parts de marché en dix ans. Cette tendance cache cependant de grandes variabilités du volume

disponible, liées aux fortes variations de production dans ces pays. Néanmoins, la Russie apparaît désormais comme un acteur majeur du marché. *A contrario*, l'Argentine est sortie du « *top cinq* » des exportateurs : les surfaces en blé y sont en diminution depuis 2007, au profit notamment des productions de soja, d'orge brassicole et de sorgho, plus rémunératrices et politiquement moins risquées (fermeture des marchés, taxes exports, ...).

1.2. Maïs : redistribution des parts de marché à l'export

Les surfaces de maïs sont moins importantes que celles du blé, mais elles sont en constante augmentation. Elles sont passées de 137 à 176 millions d'hectares en dix ans. Le rendement mondial moyen est d'environ 5,2 tonnes / hectare. Le maïs est principalement cultivé en sec et les variétés génétiquement modifiées (OGM) sont majoritairement cultivées en Amérique du Nord et du Sud. C'est au Brésil que la progression a été la plus forte : en dix ans, la production est passée de 42 à 71 Mt en 2013. Cette augmentation a au moins deux explications :

- Le développement de nouvelles zones de culture, comme l'État du Mato-Grosso
- Le développement de la double culture : grâce au climat favorable de certaines régions, il est possible, de réaliser deux récoltes par an sur la même parcelle (Safrá et Safrinha). Quasi inexistante il y a dix ans, la récolte de Safrinha (récolte du maïs de seconde culture) a représenté 56 % de la production brésilienne totale en 2012.

Les surfaces progressent aussi en Ukraine. Elles sont passées de 2,1 Mha en 2009 à 4,8 Mha en 2013, faisant progresser la production de 10,5 Mt à 30 Mt sur la période.

L'Asie de l'Est constitue la zone principale d'importation (30 %). Le Japon arrive en tête (15 Mt), suivi par l'Union européenne, la Corée, le Mexique, (8 à 11 Mt chacun), l'Égypte (5 à 6 Mt) et, depuis peu, la Chine (3 à 5 Mt). Le reste du marché est atomisé avec des importations par pays de 0,5 et 1,5 Mt. La croissance des échanges est de plus

1. Source USDA. Moyenne 2010 – 2012.

en plus soutenue par l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient, la Chine et le Mexique. Jusqu'au milieu des années deux mille, les exportations étaient trustées par deux pays : la Chine et les États-Unis. Mais, aujourd'hui, les besoins intérieurs de la Chine sont tels qu'elle est passée du statut de deuxième exportateur mondial à celui d'importateur net. Quant aux États-Unis, malgré une augmentation conséquente de la production, leur volonté de développer la production d'éthanol s'est faite au détriment de leurs exportations. Même s'ils gardent le leadership (35 à 40 % de part de marchés), l'Argentine, puis le Brésil se sont imposés à leur côté. Depuis 2010, on observe une montée en puissance de l'Ukraine sur le marché. Contrairement au blé et à l'orge, l'Union européenne est importatrice nette de maïs. Il lui faudrait environ 1 million d'hectares supplémentaires pour atteindre l'auto-suffisance.

1.3. Soja : un marché trusté par l'Amérique du Nord et du Sud

126

La production de soja est en grande majorité localisée en Amérique du Nord et du Sud : les États-Unis, le Brésil et l'Argentine totalisant 80 % de la production mondiale. Aux États-Unis, les surfaces sont relativement stables depuis le début des années deux mille en raison de la forte concurrence avec le maïs. Par contre, elles progressent fortement en Argentine et au Brésil où le soja est cultivé en culture principale ou en seconde culture. En Argentine, par exemple, le soja est cultivé à contre-saison, derrière du blé ou de l'orge. Le marché est concentré, avec peu d'acteurs. Côté importateurs, la Chine représente plus de 60 % des importations et ses achats sont en constante augmentation (69 Mt en 2013). L'Union européenne arrive en deuxième position, très loin derrière, avec des volumes stables (12,6 Mt en 2013).

1.4. Augmentation de 33 Mt de la demande annuelle de céréales et oléagineux sur la prochaine décennie

Selon le modèle macro-économique du *Food and Agricultural Policy Research Institute*

(FAPRI) ², les besoins supplémentaires en céréales et soja atteindraient 33 millions de tonnes par an sur les dix ans qui viennent. La demande en blé continuerait de suivre l'évolution de la population mondiale, tandis que l'alimentation animale et les usages industriels tireraient la demande de maïs, mais à un rythme moindre que durant la décennie précédente.

Pour faire face à cette croissance attendue de la demande en céréales (blé, maïs, orge et sorgho) et en soja, quatre scénarios sont envisageables :

- Diminuer la perte des récoltes : dans certains pays africains, la moitié de la récolte peut être perdue
- Augmenter les surfaces de production
- Améliorer les rendements
- Combiner l'augmentation des surfaces et l'amélioration des rendements.

Ces hypothèses sont lourdes de conséquences. La première n'est pas clairement mesurée dans les modèles. Pour les trois autres, le modèle du FAPRI évalue à 19 millions d'hectares la surface supplémentaire de céréales à mettre en culture à l'horizon 2020, accompagnée d'une amélioration annuelle des rendements de 0,2 quintal / hectare en blé et de 0,7 q en maïs, dans la poursuite de la tendance de la décennie 2000 – 2010. Si l'on ajoute les oléagineux (soja, colza, tournesol), la production devrait couvrir 30 Mha supplémentaires en 2020. Sinon, 30 à 100 Mha seraient alors nécessaires !

2. L'AGRICULTURE, UN SECTEUR ÉCONOMIQUE DE PLUS EN PLUS STRATÉGIQUE

Croissance démographique et économique mondiale, hausse des besoins énergétiques et de la consommation de viande font de l'agriculture un secteur de plus en plus stratégique et en pleine (r)évolution. Le marché des matières premières agricoles devenant de plus en plus attractif, les productions se financiarisent et s'industrialisent. De nouvelles formes d'exploitations se développent et le mode de gestion du foncier évolue. Du

nord au sud de la planète, la part de faire-valoir direct du foncier diminue. Les producteurs louent de plus en plus leurs terres. Ils les exploitent donc en payant un fermage ou via différentes formes de métayage. Parallèlement, les baux sont de plus courte durée et la variation annuelle des coûts de fermages s'accélère ³.

2.1. La fermothèque internationale d'Arvalis

Comme dans tout secteur économique, la rentabilité et la compétitivité des exploitations sont au cœur des préoccupations des producteurs. L'institut Arvalis ⁴ s'y intéresse donc depuis le milieu des années quatre-vingt-dix. Dès cette époque, ses premières études mettent en évidence des différences significatives de compétitivité, en lien avec les charges de mécanisation et de main-d'œuvre. Deux éléments font alors la différence : la productivité du travail, en tonnes produites par actif et l'investissement, en matériel par hectare. En effet, la petite taille des exploitations françaises (comparativement aux autres pays étudiés) ne permet pas de diluer ces charges dans les mêmes proportions.

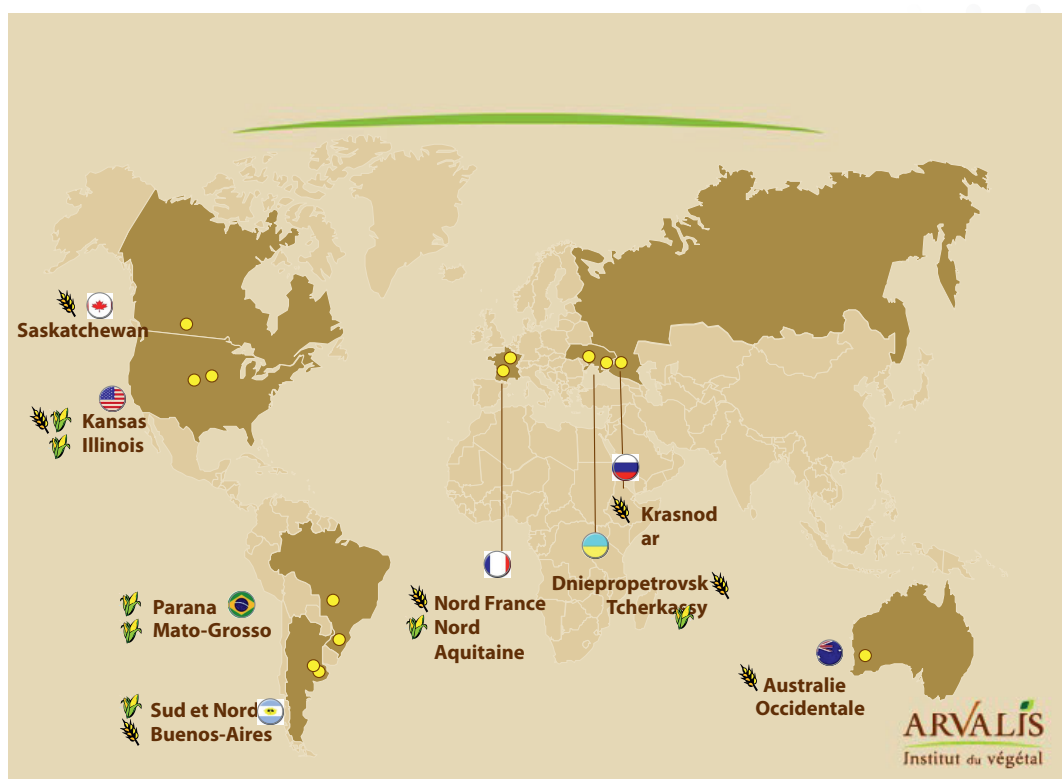
Ces études pointent également des différences sur les coûts des principaux facteurs de production (intrants, matériel, fermage). Or, ces différences ont tendance à s'accroître depuis le milieu des années deux mille. C'est pourquoi, depuis 2008, Arvalis dispose d'un observatoire international lui permettant de suivre l'évolution annuelle du coût de production dans les grandes zones productives des pays exportateurs de blé et de maïs. Les résultats de la *fermothèque internationale Arvalis* présentés dans tous les articles composant ce dossier sont issus d'exploitations-types situées dans des zones majeures de production et d'exportation (*Carte 1*). Ils ont été établis à partir d'enquêtes réalisées auprès d'exploitations jugées performantes. Les exploitations enquêtées ont été désignées

3. Source : Fermothèque internationale Arvalis.

4. Arvalis – Institut du végétal (<http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr>) est un organisme de recherche appliquée qui produit des références technico-économiques et agronomiques directement applicables dans les systèmes de production. Il compte 35 sites implantés en France (stations de recherche, sites expérimentaux, fermes d'application, laboratoires).

2. Cet institut de recherches reconnu a été créé en 1984 par le Congrès américain (<http://www.fapri.org/>).

CARTE 1
Exploitations-types de la fermothèque internationale d'Arvalis
Des enquêtes dans les zones majeures de production



127

par des experts de chaque pays en réponse à la demande suivante : « *Donnez-nous les noms d'exploitations que vous estimez performantes aujourd'hui et qui, selon vous, seront présentes dans les cinq à dix années à venir* ». Cela signifie qu'il n'y a pas de notion de représentativité, ni du pays, ni de la région de production. Mais l'homogénéité de la méthode et le type d'exploitations choisies permettent de comparer les résultats sur la notion « *Que font les plus performants ?* ».

Les coûts de production du blé et du maïs à la sortie des exploitations sont obtenus en divisant l'ensemble des charges à l'hectare par le rendement. Les charges et le coût de production calculés sont dits « *complets* ». L'ensemble des facteurs de production mobilisés lors du cycle, y compris ceux n'ayant pas donné lieu à décaissement, sont pris en compte afin d'apprécier la pérennité de l'exploitation (Figure 1). Ils incluent donc des charges observées (intrants, main-d'œuvre

FIGURE 1
Exploitations-types de la fermothèque Arvalis
Charges et coût de production complet

Foncier : Tout fermage	Foncier
Autres charges fixes	ACF
- Assurances, Divers frais - Rémunération capitaux propres	
- Salaires charges sociales - Rémunération de la MO familiale	MO
- Amortissement - Entretien réparations, fuel - Travaux par tiers - Frais financiers	Méca
- Engrais, amendements - Produits phytosanitaires - Semences	Intrants

salariée, fermage, ...) et des charges calculées (rémunération de la terre, main-d'œuvre familiale, capitaux propres). Les amortissements obtenus sont des amortissements « techniques », calculés à partir de la valeur à neuf du matériel. Ils tiennent compte de son utilisation, de son obsolescence et de sa durée de vie. La main-d'œuvre familiale, quand elle est présente sur l'exploitation, est rémunérée au coût brut d'un chauffeur de tracteur qualifié dans le pays concerné sur la base de 1 600 heures par an. Pour le foncier, toute l'exploitation est considérée en fermage.

2.2. Le blé français et ses concurrents

Les exploitations-types (Tableau 1) sont très différentes, notamment par la présence d'élevage en Argentine (bovins) et en Australie (moutons). Il s'agit d'exploitations familiales, sauf pour la Russie et l'Ukraine. Les surfaces varient de 180 hectares pour l'exploitation française à 12 000 ha pour l'exploitation russe. Il faut aussi noter la production en double culture sur le tiers de la surface de l'exploitation argentine (deux cultures en un an). Les rendements permettent de distinguer trois groupes :

- L'Australie, le Canada et les États-Unis avec des rendements de 2 à 3 tonnes / hectare
- L'Argentine, la Russie et l'Ukraine avec des rendements de 4 à 5,5 t / ha
- La France avec près de 9 t / ha.

Pour autant, les systèmes à moins de 3 t / ha ne sont pas « extensifs ». Ils reflètent le potentiel autorisé par le milieu pédo-climatique. Les rendements sont différents des rendements nationaux et reflètent ceux d'exploitations performantes dans la zone d'étude. En Russie par exemple, le rendement national est de 2 t / ha, alors que dans la région d'étude de Krasnodar (Kuban) il atteint environ 5 t / ha.

La synthèse des résultats économiques sur la période 2008 – 2012 montre qu'il existe un facteur de 1 à 4 en termes de charges complètes à l'hectare et un facteur de 1 à 2 en termes de coûts de production complets, sortie exploitation. Comme le montre le Graphique 1, l'analyse permet de distinguer trois groupes :

- La Russie et l'Ukraine où les coûts sont, en moyenne, inférieurs à 95 €uros la tonne
- Le Canada, les États-Unis, l'Australie et la France où les coûts se situent dans une fourchette d'environ 135 à 160 €uros / tonne
- L'Argentine enfin, en position intermédiaire, à 110 €uros / tonne.

La France est toujours pénalisée par ses charges de mécanisation et de main-d'œuvre, mais un rendement plus stable lui permet d'obtenir des valeurs moins variables que ses concurrents argentins, australiens et mer Noire. Par ailleurs, la productivité du travail, en tonnes produites par actif, est à l'avantage de l'Argentine, du Canada et de l'Australie.

À ces éléments identifiés voici quelques années et qui restent vrais, s'ajoute l'évolution des coûts du fermage qui ont fortement augmenté dans certaines zones. Cette hausse s'explique soit, comme en Argentine, par la hausse des prix des matières premières agricoles, soit, comme aux États-Unis, par la pression foncière. De fait, les plus fortes variations ou hausses sont observées dans ces deux pays. En Argentine, le coût du fermage est lié au prix du soja et varie fortement d'une année sur l'autre : il a ainsi chuté de 305 €uros l'hectare en 2008 à 180 €uros en 2009, avant de remonter à 285 €uros en 2012 pour une parcelle en double culture blé – soja de l'exploitation type. Dans le nord-ouest du Kansas, le coût a progressé de près de 40 % en cinq ans. En Russie, le fermage est souvent payé en nature. Dans le sud du pays, une « paille » – soit 4 hectares dans l'exploitation-type – coûte l'équivalent de deux tonnes de blé ou d'une tonne de blé, du sucre et de l'huile : son coût est donc influencé par le prix des matières premières. En Ukraine, le coût d'accès au foncier reste faible, mais le système évolue : le coût du fermage a augmenté de 50 % en cinq ans.

Le prix payé aux producteurs est lui aussi très différent d'un pays à l'autre (Graphique 1). Il dépend de la qualité produite : ainsi, les blés produits au Canada dans la Saskatchewan (CWRS) et aux États-Unis dans le Kansas (HRW) sont à haute teneur en protéines. D'autre part, il est lié aux coûts de mise en marché : le prix du blé argentin

TABLEAU 1

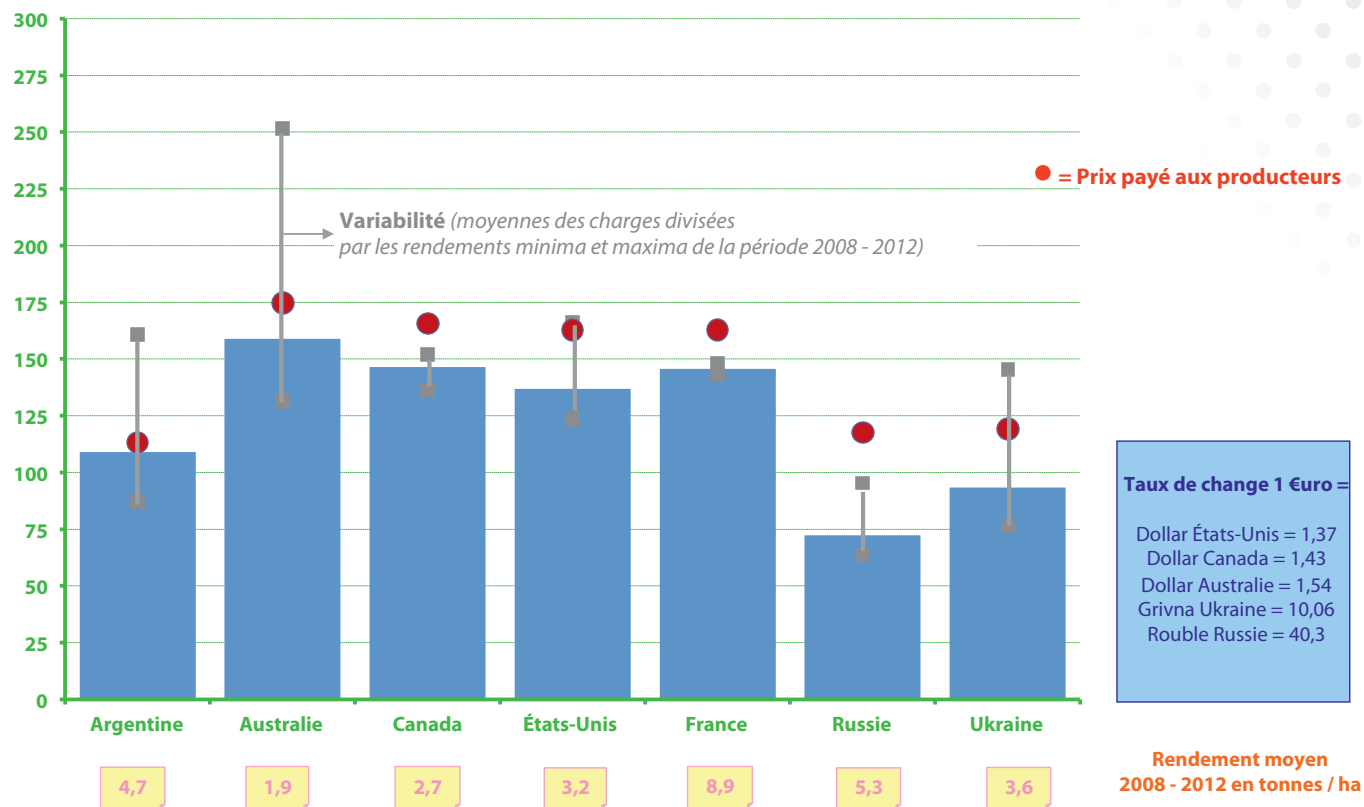
Principales caractéristiques des exploitations-types « blé » de la ferme internationale Arvalis

	Argentine	Australie	Canada	États-Unis	France	Russie	Ukraine
Types d'exploitations	Mixte	Mixte	Grandes cultures	Grandes cultures	Grandes cultures	Grandes cultures	Grandes cultures
SAU de l'exploitation (hectares)	3 800	4 000	2 100	2 000	180	12 000	2 000
SAU grandes cultures (hectares)	3 300 *	3 600	1 300	1 900	180	12 000	2 000
% blé dans la SAU grandes cultures	27 %	38 %	15 %	54 %	45 %	35 %	25 %
Nombre d'actifs sur l'exploitation	4	3	1,2	2,8	1,5	140	22
Rendement moyen blé 2008 - 2012 (t / ha)	4,7 (3,2 – 5,9)	1,9 (1,2 – 2,3)	2,7 ** (2,6 – 2,9)	3,2 (2,6 – 3,5)	8,9 (8,8 – 9,1)	5,3 (4,0 – 6,0)	3,6 (2,3 – 4,4)

* Exploitation de 3 300 ha dont 1 100 ha en double culture (ex : blé – soja de 2nd) → surface développée : 4 400 ha.

** Blé de printemps (CWRS).

GRAPHIQUE 1
Comparaison des coûts de production complets du blé, sortie exploitation
dans les sept grands pays exportateurs, en moyenne 2008 - 2012
(Euros / tonne - Source : Fermothèque internationale Arvalis)



129

TABLEAU 2
Comparatif de quelques indicateurs économiques du blé des exploitations-types de la fermothèque
internationale Arvalis, en moyenne 2008 - 2012

	Argentine	Australie	Canada	États-Unis	France	Russie	Ukraine
Coût de production complet (Euros / tonne)	109	159	146	137	146	72	93
Valeur ajoutée (Euros / hectare)	306	170	191	220 *	683 *	409	210
Fermage / valeur ajoutée (%)	67	29	31,5	31	29,5	14	18,5
Main-d'œuvre salariée / valeur ajoutée (%)	3	13,5	2	11,5	22,5	19	15
Matériel / valeur ajoutée (%)	6,5	32	39,5	31	31	10	17
Profit / valeur ajoutée (%)	23,5	25,5	27	26,5	17	57	49,5

* Hors aides.

Taux de change pour 1 €uro : 1,37 US dollar ; 1,43 dollar canadien ; 1,54 dollar australien ; 10,06 grivnas ukrainiennes ; 40,3 roubles.

est, par exemple, impacté par les taxes à l'exportation (23 %), alors que les prix des blés canadiens et ukrainiens sont impactés par les coûts élevés d'acheminement. En Ukraine ou en Argentine, le prix payé au producteur représente environ 75 % du prix FOB contre environ 90 % en France.

L'analyse de la répartition de la valeur ajoutée donne, elle aussi, des indications intéressantes car c'est un indicateur intermédiaire, différent du revenu (Tableau 2). L'intérêt est de comprendre comment la valeur ajoutée se répartit entre la rémunération du travail salarié, l'investissement en matériel, la rémunération du foncier et le profit. Ce dernier est utilisé pour rémunérer le capital, payer l'État et, bien sûr, la main-d'œuvre familiale dans les exploitations où elle est présente : c'est-à-dire toutes, sauf les exploitations russes et ukrainiennes. À noter qu'en Argentine, le prix payé au producteur est calculé à partir du prix « *FAS théorique* » et les taxes à l'exportation sont déjà déduites du produit.

130 Dans la fermothèque, la valeur ajoutée économique est calculée à partir d'extrapolation relative à la production de blé ou de maïs sur chacune des exploitations. La valeur ajoutée économique par hectare présentée ci-dessous est une moyenne concernant la période 2008 à 2012. Elle est calculée de la

façon suivante : « *valeur ajoutée économique = produits (hors aides) – consommations intermédiaires – consommation de biens & services acquis auprès de tiers* ».

La valeur ajoutée économique varie d'un facteur de 1 à 4 selon les pays. L'Australie, le Canada, l'Ukraine et les États-Unis ont une valeur ajoutée comprise entre 170 et 220 euros à l'hectare. L'Argentine et la Russie se classent dans un groupe intermédiaire et la France a la valeur ajoutée la plus élevée avec 683 euros / ha (contre 563 € / ha en moyenne France ⁵). Mais, si l'on extrapole ces valeurs à la surface totale, la France a la valeur ajoutée économique la plus faible, en lien avec la petite taille de l'exploitation.

La valeur ajoutée se répartit de façon très différente entre pays. Ainsi, 67 % de la valeur ajoutée est utilisée pour la rémunération du foncier en Argentine contre moins de 20 % en Russie et en Ukraine. La part utilisée pour la rémunération de la main-d'œuvre en Argentine (3 %) et au Canada (2 %) est très faible, mais pour des raisons totalement différentes. En Argentine, l'exploitation fait appel à des « *contratistas* » pour réaliser certains travaux agricoles, ce qui limite le recours à de la main-d'œuvre salariée sur l'exploitation. Au Canada, la production

5. Source observatoire Arvalis – Unigrains à partir des données CerFrance.

du blé est concentrée sur une faible période de l'année (blé de printemps) et la main-d'œuvre salariée n'est présente qu'une partie de l'année. La part réservée à l'investissement en matériel est également très faible en Argentine, pour les mêmes raisons que pour la main-d'œuvre. Le solde restant est supérieur ou proche de 50 % en Russie et en Ukraine, mais inférieur à 20 % en France, alors qu'il reste la main-d'œuvre familiale à rémunérer.

Attention : la valeur ajoutée calculée sur la moyenne 2008 – 2012 ne laisse pas apparaître la forte variabilité inter-annuelle qui existe réellement et qui est liée aux variations de rendement et / ou de prix. Sur les cinq dernières années, la valeur ajoutée varie au minimum du simple au triple dans tous les pays. Elle peut même être négative comme en 2008 en Argentine : cette année-là, en effet, les Argentins ont payé leur fermage sur la base des prix élevés du soja de 2007, ont eu une sécheresse importante qui a pesé sur les rendements et ont subi une baisse des prix plus marquée que dans d'autres zones du globe (fermeture des exportations décidée par le gouvernement pour limiter la hausse des prix sur le marché intérieur).

Ces résultats sont à manipuler avec précaution en ayant bien à l'esprit que toutes les

>>> Encadré 1

Méthodes de calcul des indicateurs techniques et environnementaux d'Arvalis

- La productivité du travail est calculée en multipliant la surface cultivée de l'exploitation par le rendement du blé ou du maïs. Elle est exprimée en tonnes de blé ou de maïs par UTH.
- Le temps de traction, exprimé en minutes par hectare, correspond au temps de traction dans les parcelles. Le temps consacré à la gestion administrative, aux observations des cultures et à l'approche des parcelles n'est pas comptabilisé.
- La consommation de carburant correspond à la quantité de gasoil utilisée par les matériels durant les interventions sur la parcelle. Les consommations annexes ne sont pas prises en compte. Elle est exprimée en litres à l'hectare et à la tonne de blé produite.
- L'indicateur de fertilisation azotée, exprimé en kilogramme par tonne, prend en compte le nombre d'unités d'azote apportées à la culture divisé par le rendement.
- La consommation d'énergie primaire correspond à l'énergie contenue dans les produits énergétiques tirés de la nature (gaz naturel, charbon, pétrole, etc.). Elle est calculée comme la somme de l'énergie finale utilisable et l'énergie de mise à disposition de cette énergie finale (production et distribution) à partir de sources non-renouvelables d'énergie. Cet indicateur est exprimé en MJ/t.
- Les émissions de gaz à effet de serre (GES), exprimées en kilogrammes d'équivalent CO₂ à la tonne produite, sont calculées en prenant en compte le cumul des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O, pondérées par des coefficients propres à chaque gaz, en fonction de leur *pouvoir de réchauffement global* (PRG) et de leur durée de vie différents (méthode IPCC, 2001).
- Le ratio GES / énergie produite est calculé en divisant les émissions totales de GES par l'énergie brute produite contenue dans les produits récoltés.

charges ne sont pas ajustées annuellement ⁶ et, surtout, qu'il s'agit d'exploitations performantes. Ainsi, la valeur ajoutée obtenue sur l'exploitation russe n'est pas extrapolable à l'ensemble du pays : il est fort probable que les chiffres mentionnés soient deux fois moins élevés dans d'autres régions. Notre exploitation-type se situe en effet dans une région privilégiée avec un climat proche de celui du Bassin parisien et nous considérons qu'elle n'a pas de problème de trésorerie. Cela lui permet d'obtenir des rendements élevés et une bonne qualité (grades 3 et 4). De plus, ces exploitations du sud du pays sont plus grandes que, par exemple, celles des terres noires centrales. Enfin, elle est proche des ports de la mer d'Azov et les prix payés aux producteurs sont plus élevés que dans d'autres régions.

Par contre, on peut déduire que l'exploitation argentine est sensible à toutes les décisions politiques ou éléments touchant au foncier. Nos exploitations russes et ukrainiennes dégagent le plus de profit, mais si elles bénéficient de financement extérieur, elles devront consacrer une part importante de ce profit à la rémunération du capital et seront plus sensibles aux événements financiers. Malgré une valeur ajoutée à l'hectare

élevée, les aides sont nécessaires en France pour garantir la pérennité de l'exploitation. Quant au Canada, les chiffres confirment, qu'en dessous de 1 300 hectares, il est difficile de vivre à plein temps sur l'exploitation. La Fermenthèque internationale Arvalis permet également de calculer quelques indicateurs techniques et environnementaux. (Encadré 1). Comme le montre le *Tableau 3* concernant la culture du blé, l'Argentine, l'Australie et le Canada se démarquent par un temps de traction à l'hectare inférieur à une heure, tandis que la France et la Russie arrivent en queue de peloton avec respectivement 2 heures 40 et 3 heures à l'hectare. Mais, ramené à la tonne, la France est dans le peloton de tête sur de nombreux indicateurs environnementaux. La quantité d'azote apportée est la plus faible en Australie (17 kg N/t), les autres pays se situant dans une fourchette allant de 21 à 28 kg N/t.

2.3. Le maïs français et ses concurrents

Les études menées sur les coûts de production de maïs aboutissent aux mêmes constats que sur le blé. Les coûts de production varient du simple au double, séchage compris. L'Ukraine et l'Argentine ont les coûts de production les plus faibles (inférieurs à 100 Euros la tonne). Selon les zones, les coûts de production américains et brésiliens

varient de 100 à 120 Euros / tonne, tandis que ceux de la France se situent entre 140 et 160 € / t. Les principaux éléments-clés de compétitivité décrits pour le blé s'appliquent au maïs (capital immobilisé pour produire, productivité du travail, coût des intrants, de la main-d'œuvre).

Mais il faut ajouter trois points complémentaires :

- Le coût du séchage est très différent selon les zones : par exemple, le maïs américain étant récolté à des humidités proches de 15 %, il n'a pas besoin d'être séché ou très peu. À l'inverse, le maïs français doit être séché et le coût moyen est estimé entre 15 et 20 Euros la tonne, voire plus certaines années.
- Dans la plupart des zones étudiées, le maïs est conduit en sec. Par contre, le maïs produit dans l'exploitation-type française est irrigué : cela assure une stabilité des rendements, mais entraîne des charges supplémentaires.
- Les valeurs ajoutées économiques obtenues sont supérieures à celles obtenues pour le blé. Concernant la répartition, les résultats obtenus montrent que la part destinée au foncier est plus importante dans l'exploitation-type de l'Illinois (50 %) que celle obtenue en blé sur l'exploitation-type du Kansas.

131

6. Les charges d'intrants, de carburant, de fermage et de main-d'œuvre sont actualisées chaque année. Par contre, les autres charges ne le sont que tous les cinq ans.

TABLEAU 3
Comparatif de quelques indicateurs techniques et environnementaux du blé des exploitations-types de la fermenthèque internationale Arvalis en moyenne 2008 – 2012

	Argentine	Australie	Canada	États-Unis	France	Russie	Ukraine
Productivité du travail (tonne blé / UTH)	3 880	2 280	2 925	1 960	1 070	455	330
Temps de traction (minutes / hectare)	54	34	53	102	162	186	115
Consommation de carburant (litre / ha)	24	28	29	49	57	74	48
Consommation de carburant (litre / t de blé produite)	5,1	14,7	10,7	15,3	6,4	14	13,3
Fertilisation azotée (kilogramme / t)	21	17	28	21	23	21	24
Consommation énergie primaire (MJ / t)	2 040	2 280	2 555	2 210	1 800	1 890	2 360
Émission GES (kgeqCO ₂ / t)	255	250	340	300	290	310	360
GES / énergie produite (geqCO ₂ / MJ)	17	16	21	20	19	20	23

FICHE PAYS : L'ARGENTINE

par Mme Crystel l'Herbier avec la participation de Monsieur Baptiste Dubois

1. L'ARGENTINE ET SON AGRICULTURE

L'Argentine s'étend sur 3 700 km du nord au sud et 1 400 km de l'ouest à l'est. Elle couvre une surface équivalente à quasiment cinq fois la France. Mais, en termes climatiques, comme le montre la *Carte 2*, les deux tiers de son territoire sont en zones arides ou semi-arides et un tiers en zones humides (climat tropical, subtropical ou humide tempéré). Ses 40 millions d'habitants se répartissent inégalement entre cinq régions naturelles :

- Le nord-ouest est soumis à un climat aride à semi-aride. C'est la zone la plus pauvre du pays, mais avec une forte croissance démographique. Les agricultures productiviste (vin, tabac, agrumes, soja) et de subsistance s'y côtoient. L'élevage bovin extensif s'y développe rapidement.
- À l'ouest, la région de Cuyo est marquée par un climat semi-désertique et s'est, de

tout temps, organisée en fonction de l'approvisionnement en eau. La majeure partie de la population habite dans de grandes oasis où se développent les productions de fruits, de légumes et de vin.

- Au sud, la Patagonie est la zone la moins peuplée. Son climat austral, sec et froid y limite l'activité agricole à l'élevage de moutons.
- Le nord-est est soumis à un climat subtropical. Le développement des grandes cultures attire les investisseurs au détriment de l'agriculture familiale.
- Au cœur du pays, la Pampa regroupe 60 % de la population nationale, avec une forte proportion d'urbains (90 %). Elle est constituée des provinces de Buenos Aires, Cordoba, Santa Fé, Entre-Rios et Pampa. Même si l'élevage bovin intensif tend à s'y développer, c'est la grande zone de production de céréales et d'oléagineux puisqu'elle récolte 90 % du blé argentin, 84 % du

maïs, 93 % du soja, 100 % de l'orge, 85 % du tournesol et 83 % du sorgho ⁷.

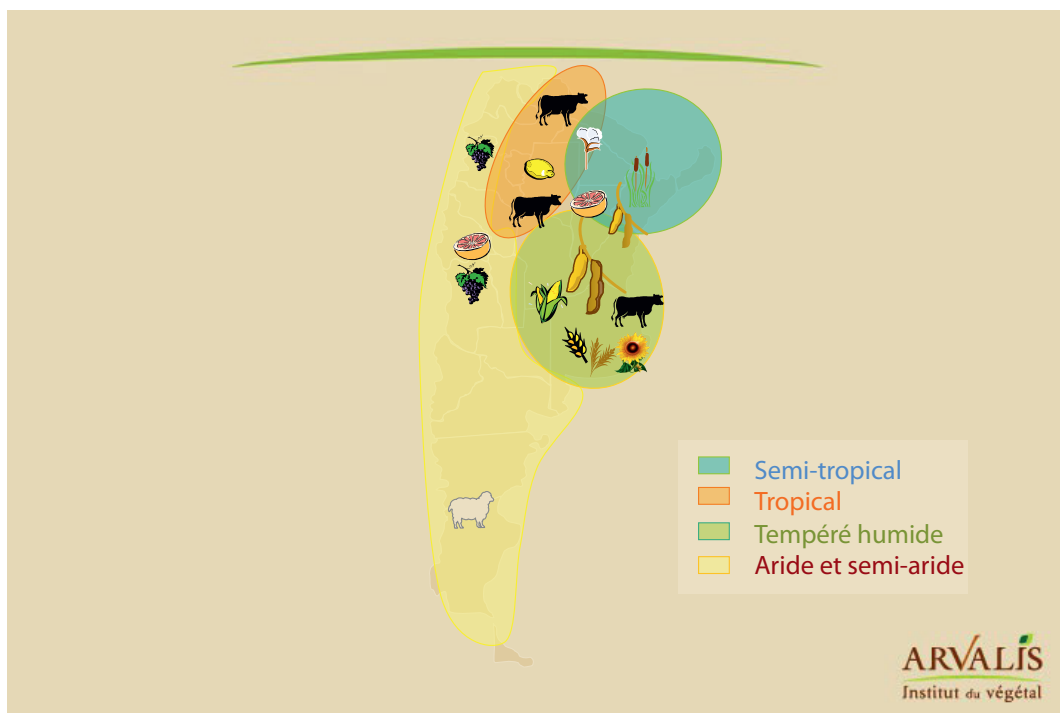
1.1. Une agriculture tournée vers l'export

L'Argentine produit chaque année environ 95 millions de tonnes de céréales et d'oléagineux. Elle ne fait pas partie des plus grands producteurs mondiaux de céréales, mais elle exporte 65 % de sa production. Sa production de maïs, par exemple, constitue seulement 3 % de la production mondiale, mais représente environ 16 % de parts de marché. Historiquement, le pays était considéré comme un acteur majeur du marché du blé. Mais les surfaces ont diminué au profit de l'orge et il a cédé sa place à la Russie dans le « Top 5 » des exportateurs. A contrario, il est devenu un acteur majeur du marché

7. Source : SIIA, 2012.

CARTE 2

Argentine : zones climatiques et principales productions
Les deux tiers du pays sont situés en zones arides ou semi-arides



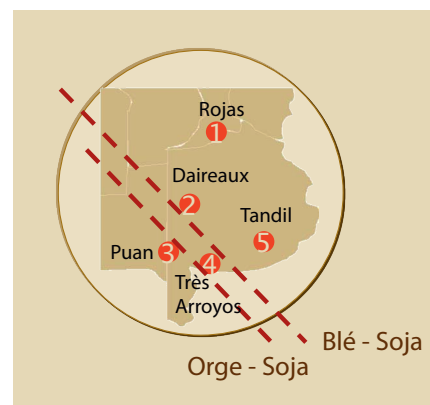
de l'orge. La progression la plus marquante concerne cependant le soja. Les surfaces et la production ont fortement progressé à partir de la fin des années quatre-vingt-dix, passant de 6 millions d'hectares et 12 Mt en 1995 à 19 Mha et 47 Mt en moyenne sur les trois dernières années. Le soja occupe environ 50 % des terres arables et l'Argentine est désormais le troisième producteur mondial. 75 % de la production sont transformés sur place, puis exportés (70 % de l'huile et 95 % des tourteaux). Le nombre d'usines de biodiésel est en hausse constante depuis 2008 et consomme près de 40 % de la production totale d'huile.

1.2. La province de Buenos Aires, centre agricole et économique de l'Argentine

La province de Buenos Aires est l'une des cinq qui composent la Pampa et c'est le véritable cœur économique de l'Argentine.

Sa pluviométrie annuelle se situe entre 300 et 950 millimètres, avec un gradient sud-ouest / nord-est (Carte 3). Les précipitations sont plus importantes au nord (950 mm) et le climat tempéré à tendance subtropicale y est propice à la double culture (blé ou orge suivi, la même année, d'un soja) et aux productions de soja en culture principale et de maïs. Dans le sud, les précipitations se situent entre 550 et 800 mm. Au centre, dans la région de Tandil, les précipitations varient peu d'une année à l'autre et les assolements sont diversifiés. Vers Très Arroyos, les pluies sont moins bien réparties et la région est moins propice à la double culture, avec des rendements plus variables. Le climat devient rapidement semi-continental vers l'ouest de la province, dans la région de Puan : les amplitudes thermiques augmentent, les gelées tardives et les épisodes de sécheresse sont plus fréquents. De ce fait, les assolements sont moins diversifiés : le blé et

CARTE 3
Province de Buenos Aires : limite climatique de la double culture

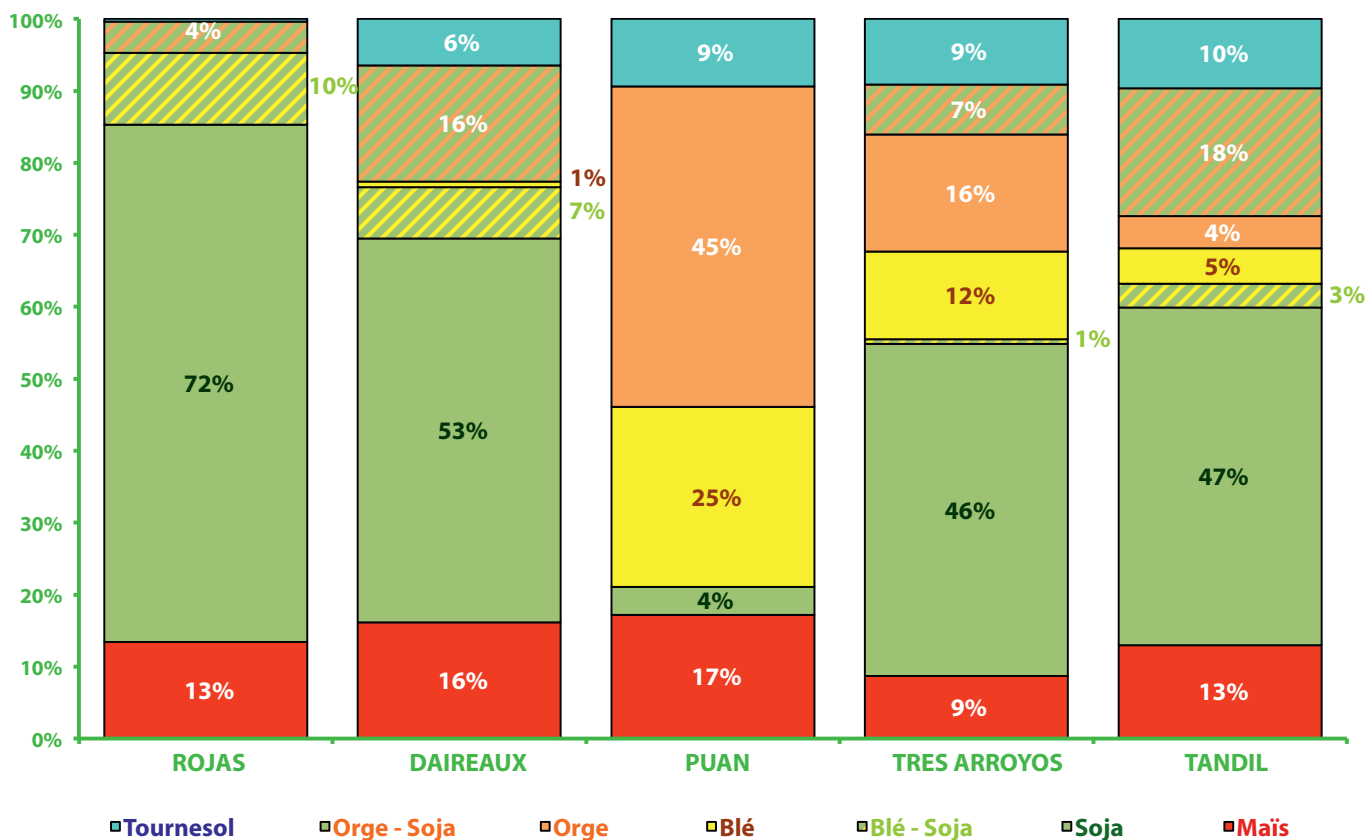


l'orge occupent une large place et il n'est plus question de double culture (Graphique 2).

De manière générale, les exploitations agricoles de la province de Buenos Aires se tournent de plus en plus vers la culture de

GRAPHIQUE 2
Argentine : assolements dans la province de Buenos Aires

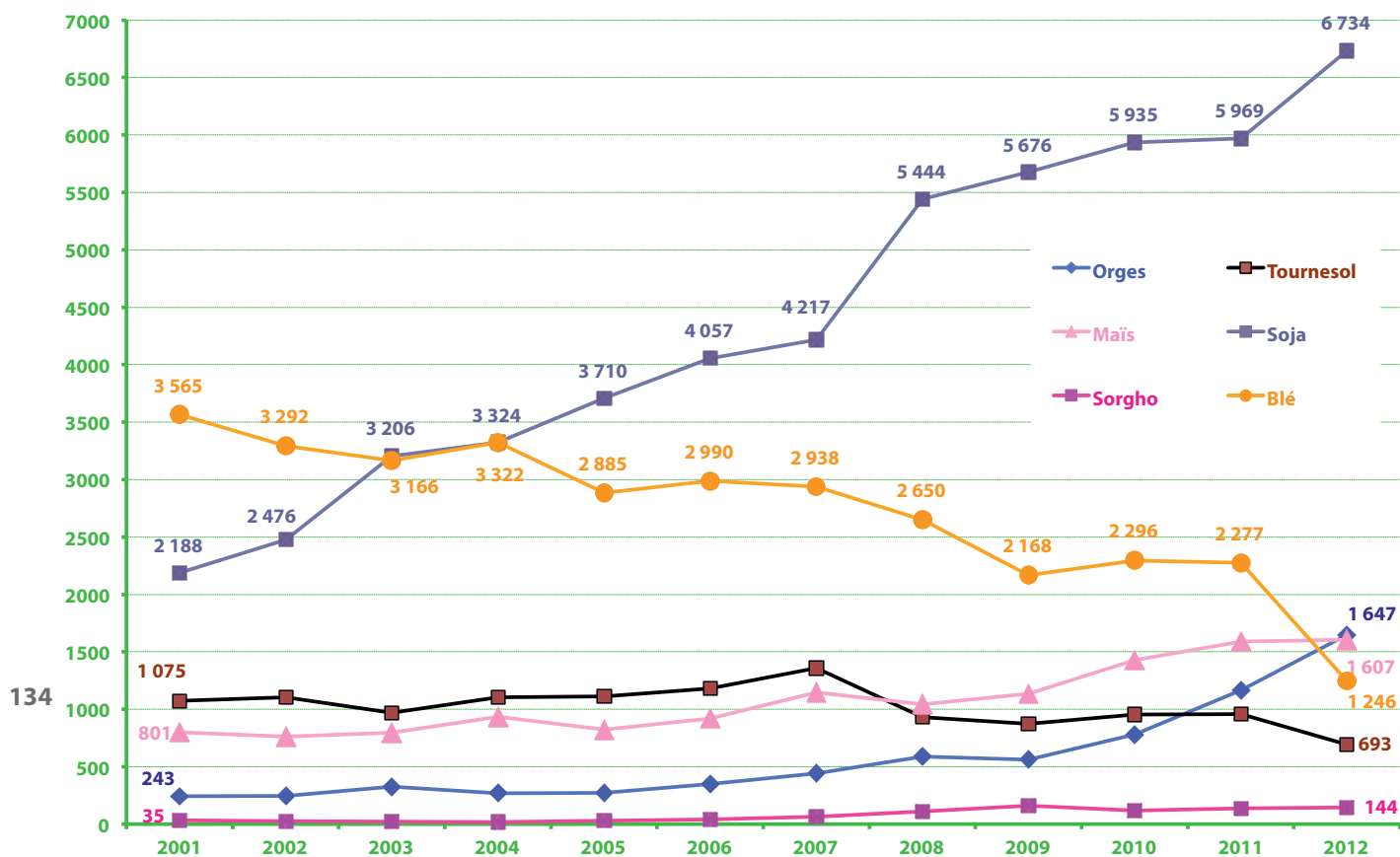
(Source : Arvalis)



GRAPHIQUE 3

Argentine : évolution des surfaces de céréales et d'oléagineux dans la province de Buenos Aires depuis 2001

(en milliers d'hectares – Source : Sistema Integrado de Informacion Agrapecuaria)



soja, au détriment de celles du blé et du tournesol. Mais les surfaces d'orge, de maïs et de sorgho ont également augmenté ces dernières années (Graphique 3).

2. ÉVOLUTION DES STRUCTURES : VERS UNE CONCENTRATION DES TERRES

Les résultats provisoires du dernier recensement, qui date de 2008, indiquent une baisse de 17 % du nombre d'exploitations agricoles par rapport à 2002 et de 35 % depuis 1988 (Graphique 4 a). La diminution est encore plus marquée pour la province de Buenos Aires (- 58 % par rapport à 1988). Au niveau national, comme le montre le Graphique 4 b, les 3 % d'exploitations de

plus de 500 ha occupaient 85 % de la surface agricole utilisée (SAU). Entre 2002 et 2008, la surface moyenne des exploitations argentines est passée de 520 à 560 hectares. Mais ces chiffres sont à prendre avec beaucoup de précautions :

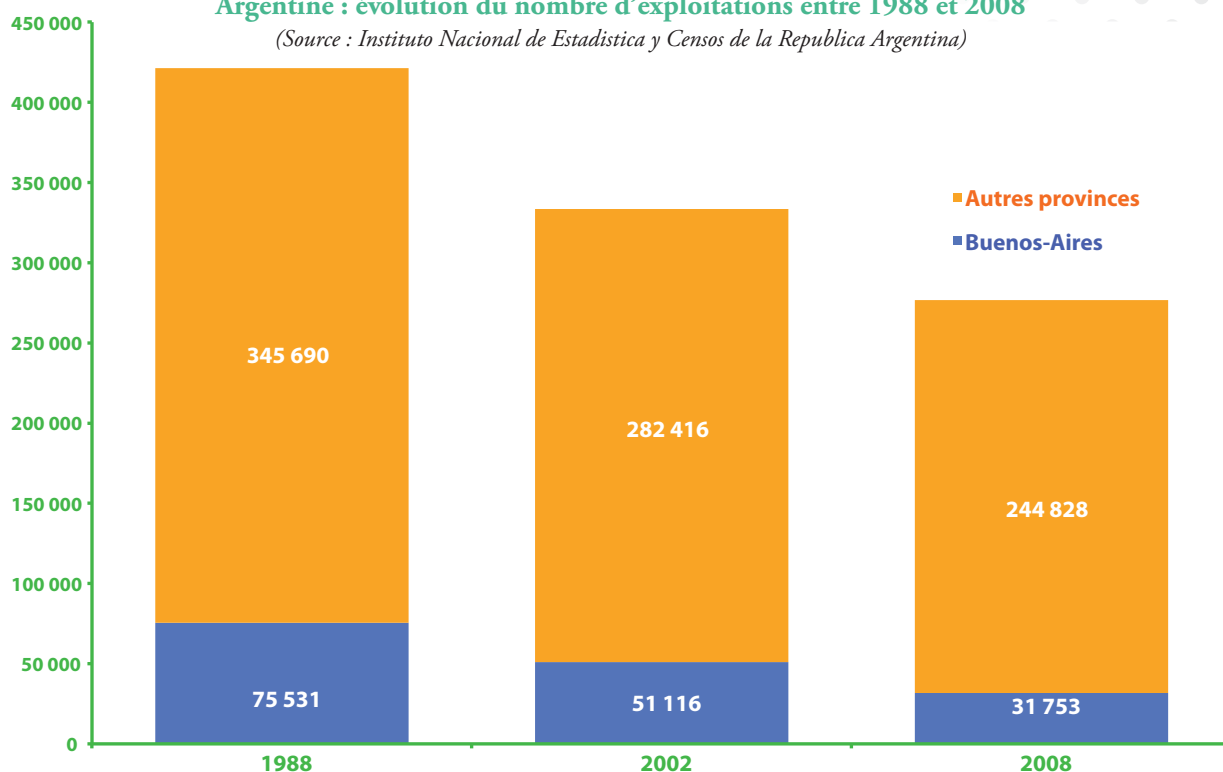
- Cette moyenne ne reflète pas l'hétérogénéité des structures, avec les immenses exploitations agricoles d'élevages ovins et bovins extensifs (de plus de 15 000 ha) de la région de la Patagonie (province de Santa Cruz et Tierra del Fuego). Elle ne prend pas non plus en compte la réalité des « pools de siembra » qui exploitent des terres appartenant à de petits propriétaires.
- Le recensement de 2008 a été réalisé durant les grèves du secteur agricole contre les mesures fiscales décidées par le gouvernement en place. Les résultats sont donc

peu fiables et les chiffres définitifs ne seront sans doute jamais publiés.

Grâce à l'amélioration de leur trésorerie résultant de la crise économique de 2002 – qui a marqué la fin de la parité fixe entre le peso et le dollar – les producteurs argentins ont un meilleur accès à l'innovation. Ils utilisent davantage d'intrants et ont ainsi gagné en productivité. Revers de la médaille : l'agriculture attire les investisseurs et la concurrence fait augmenter le coût du foncier. Dans ce contexte, des agriculteurs ont commencé à quitter le processus de production, vendant ou louant leurs terres. Le nombre de producteurs a diminué et les autres exploitations ont agrandi leurs surfaces.

GRAPHIQUE 4a
Argentine : évolution du nombre d'exploitations entre 1988 et 2008

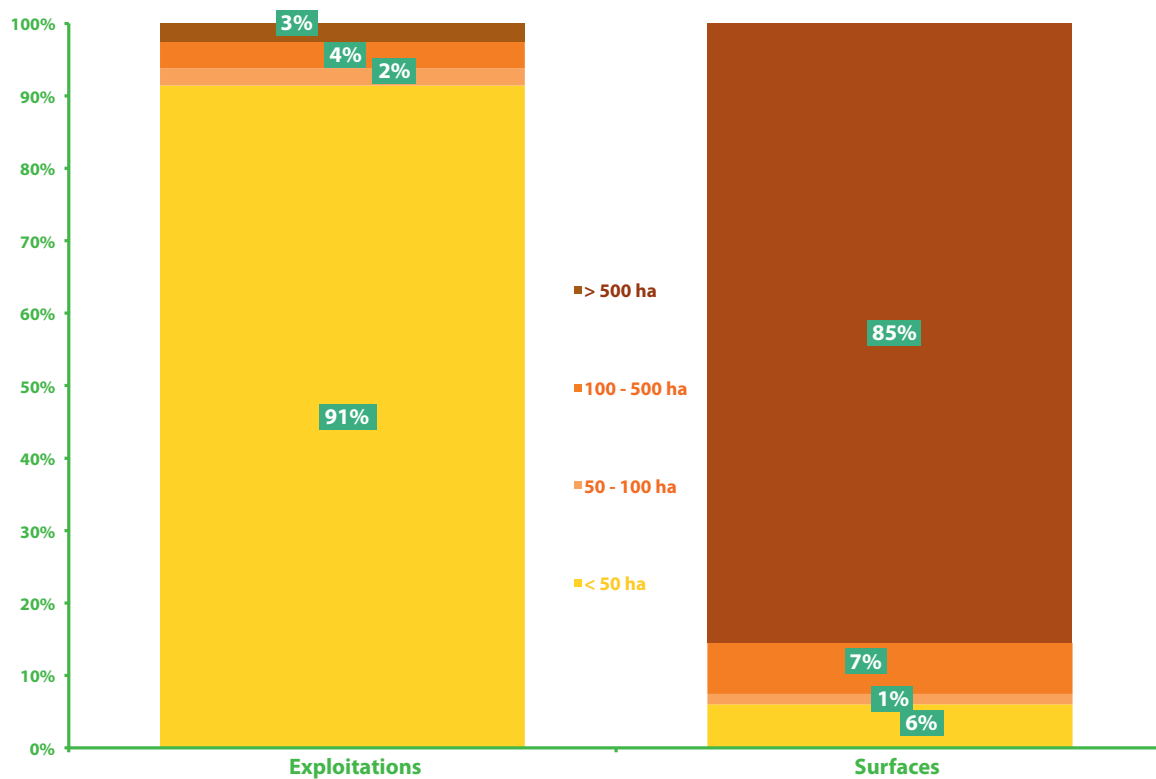
(Source : Instituto Nacional de Estadística y Censos de la Republica Argentina)



135

GRAPHIQUE 4b
Argentine : répartition des exploitations par taille en 2008

(Source : Instituto Nacional de Estadística y Censos de la Republica Argentina)



Derrière cette tendance générale à la location de foncier, se cache une grande diversité de pratiques. Des exploitants propriétaires mettent en location tout ou partie de leurs terres afin d'obtenir une rente foncière, alors que d'autres continuent de les travailler, mais surdimensionnent leur matériel et proposent des services de travaux agricoles. De nouveaux acteurs émergent et un nouveau modèle de production a vu le jour, basé sur la séparation des rôles. Dans les cas les plus extrêmes, les ressources telles que le foncier (location), le capital, les capacités de travail (« *contratistas* »), les connaissances agronomiques et l'information économique et commerciale sont issues d'acteurs différents réunis au sein d'un « pool de siembra »⁸.

8. Guibert, 2011.

3. ÉVOLUTION DU FONCIER

3.1. Évolution du prix des terres agricoles dans la province de Buenos Aires

Dans la province de Buenos Aires, le prix des terres agricoles n'a pas cessé d'augmenter entre 2003 et 2012. Mais une légère baisse se fait sentir depuis la fin de l'année 2012 (*Graphique 5*).

L'écart de prix entre le nord de la région (Rojas) et le sud (Tandil) s'est accentué depuis 2008 : en dix ans, la hausse a atteint + 235 % dans le nord et « seulement » + 135 % dans le sud.

Les terres dédiées à l'élevage suivent les mêmes tendances, mais les niveaux de prix sont inférieurs : ils sont passés de 675 dollars l'hectare en 2003 à 2 750 dollars dix ans plus tard.

3.2. Évolution du coût du fermage dans la province de Buenos Aires

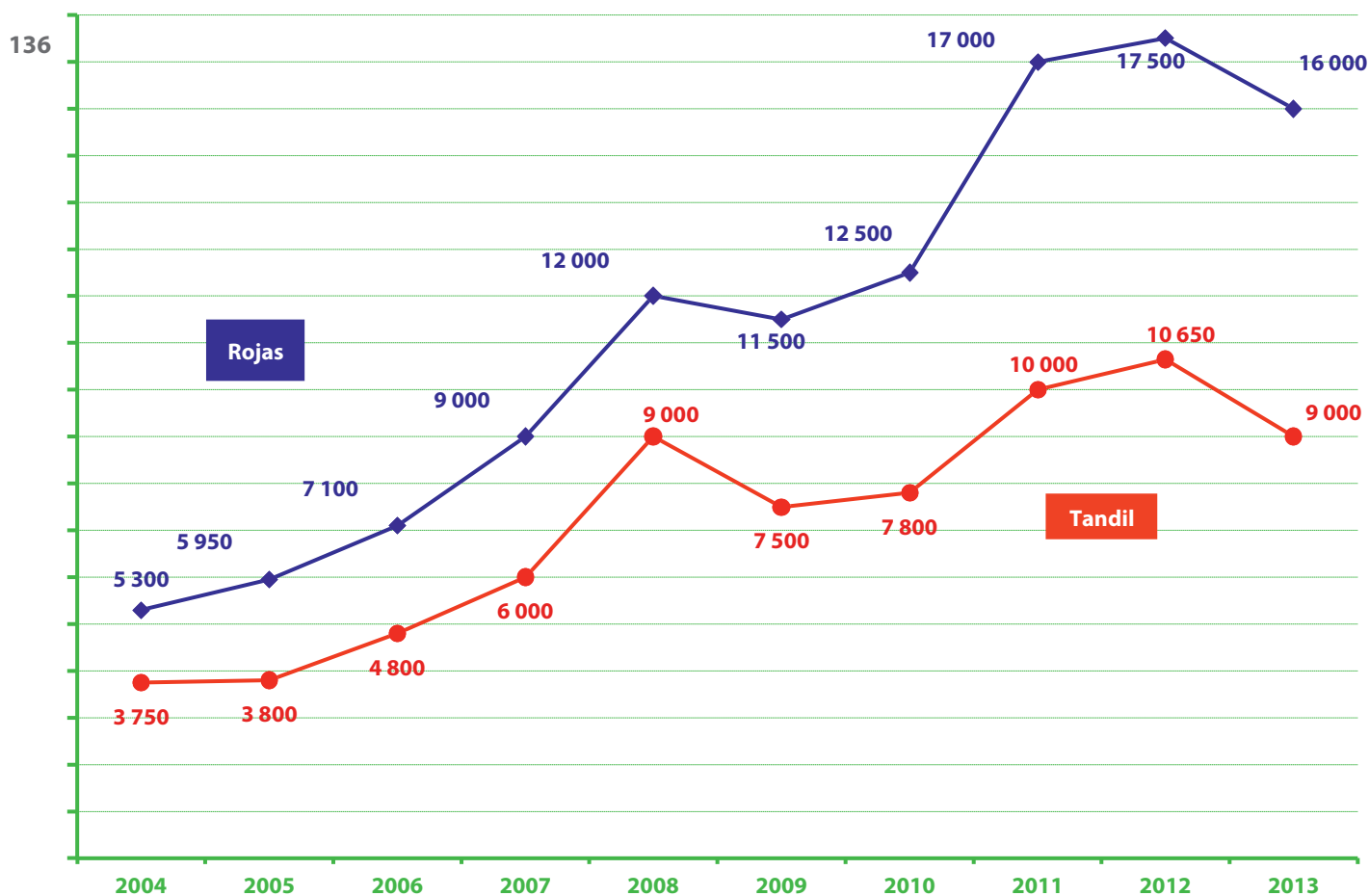
Le coût du fermage est souvent négocié chaque année. Il est déterminé selon le potentiel de production de la terre et traduit en quintaux de soja. Il est donc basé sur un nombre de quintaux multiplié par le prix du marché du soja. À partir de 2003, le nombre de quintaux de soja a été réévalué chaque année pour atteindre un pic en 2008. Dans la zone nord, il est ainsi passé de 12 à 20 quintaux.

En dix ans, le coût du fermage a plus que doublé, passant de 255 dollars l'hectare à 550 dollars en 2012. Néanmoins, la progression n'est pas linéaire : la sécheresse de 2008 et les prix bas ont fait chuter le loyer en 2009, puis ce dernier est reparti à la hausse

GRAPHIQUE 5

Argentine : évolution du prix des terres agricoles dans la province de Buenos Aires depuis 2004

(en US dollars / hectare – Source : Compania de Tierras)



jusqu'en 2012. Depuis 2013, le coût diminue de nouveau. Un hectare « coûte » 15 à 18 quintaux de soja (420 à 520 dollars) dans le nord de la province et de 8 à 11 quintaux dans le sud (240 à 325 dollars) ⁹.

4. INDICATEURS ÉCONOMIQUES DES EXPLOITATIONS-TYPES DE LA FERMOTHÈQUE INTERNATIONALE D'ARVALIS

La première exploitation-type est située au sud de la province de Buenos Aires, à Necochea dans la région de Tandil, alors que la seconde se trouve au nord, à Pergamino (Carte 4).

La surface cultivée de la première exploitation est de 3 300 hectares, dont le tiers en double culture. Les résultats concernant le blé présentés dans le *Tableau 4* sont issus de cette ferme. Le montant des charges complètes à l'hectare de blé, en dollars courants,

varie d'une année sur l'autre. Les postes intrants et fermages constituent les principales sources de variation. Durant la période 2008 – 2012, le coût de production du blé a chuté de 254 dollars la tonne à 97 dollars en 2010, avant de remonter à 144 dollars en 2012 (*Tableau 4*). La sécheresse de 2008 et les faibles rendements obtenus, associés à des coûts de fermage et d'intrants élevés expliquent les 254 dollars. A contrario, la baisse du fermage et des intrants, associée à des rendements élevés expliquent les 97 dollars. Sur la même période, la valeur ajoutée calculée sur la culture du blé a été négative en 2008 (- 55 dollars / hectare), mais a atteint 713 dollars en 2011 (*Tableau 4*). En moyenne, la part de la valeur ajoutée consacrée à rémunérer le foncier est de 67 %.

La seconde exploitation dispose d'une surface cultivée de 1 000 hectares, dont 250 en double culture. Les résultats concernant le maïs présentés dans le *Tableau 4* sont issus de cette ferme. Comme en blé, le montant des charges complètes à l'hectare, en dollars courants, pour produire du maïs varie. Il se situe à 1 110 \$ / ha en moyenne sur les cinq ans. Le coût de production complet moyen est

de 125 dollars la tonne, avec une fourchette de 81 à 175 dollars (*Tableau 4*). Les raisons de cette variation sont les mêmes que celles observées sur la ferme-type blé. Par contre, la valeur ajoutée calculée sur la culture du maïs est plus élevée qu'en blé. Malgré un fermage à l'hectare plus élevé, la part de la valeur ajoutée consacrée à rémunérer le foncier est inférieure à celle calculée pour le blé (57 % en moyenne 2008 – 2012).

5. DYNAMIQUES RÉCENTES

5.1. Dollar officiel et dollar parallèle

Depuis octobre 2011 et la mise en place de contrôle sur le change, il est de plus en plus compliqué d'échanger des pesos contre des devises étrangères, en particulier des dollars américains. Les restrictions imposées par le gouvernement se sont graduellement accrues, jusqu'à rendre l'accès au dollar ou à l'euro pratiquement impossible ¹⁰. Cette situation est mal vécue par les Argentins

9. Compañía Argentina de Tierras S.A.

10. Les achats réglés par carte de crédit en dollars sont, par exemple, taxés à 20 %.

CARTE 4
Situation géographique des deux exploitations-types dans la province de Buenos Aires

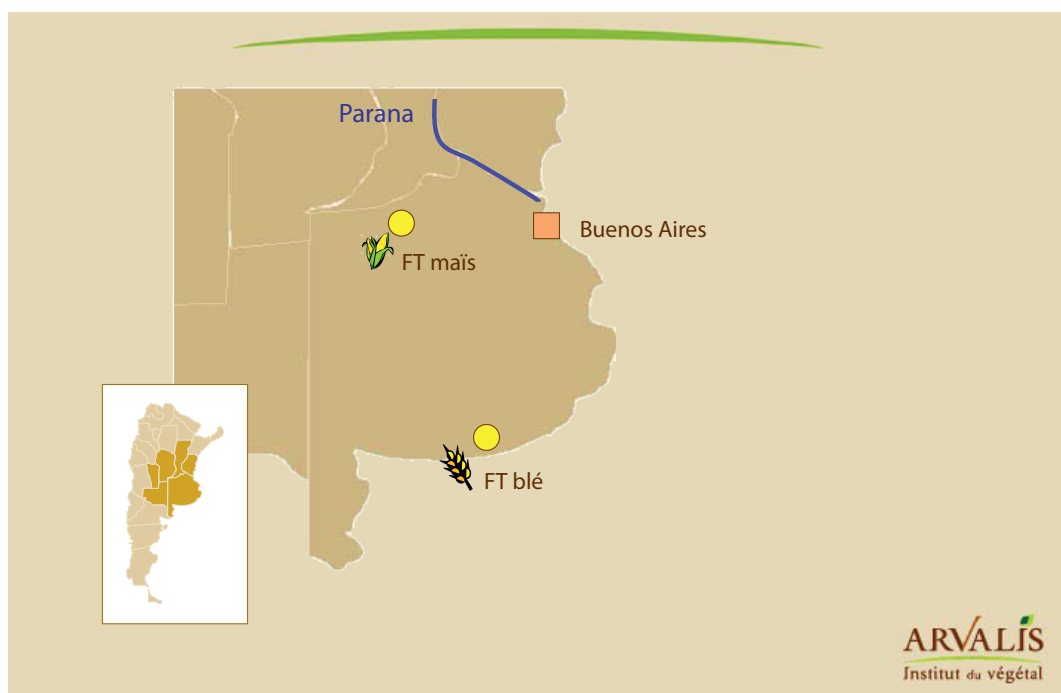


TABLEAU 4

Argentine : évolution de 2008 à 2012 des résultats économiques des deux exploitations-types de la province de Buenos Aires (*Fermentoque internacional Arvalis*)

	Blé (exploitation de Necochea, au sud de la province)					Maïs (exploitation de Pergamino, au nord de la province)				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Rendement (tonne / ha)	3,2	3,9	5,9	5,6	5,0	6,5	12,1	10,8	7,3	11
Charges (\$ / ha) *	814	522	570	724	721	1 140	986	1 012	1 181	1 227
Fermage (\$ / ha) **	360	200	216	320	312	500	415	385	550	555
Coût de production (\$ / t)	254	134	97	129	144	175	81	94	162	112
Fermage / CP à la tonne	44 %	38 %	38 %	44 %	43 %	44 %	42 %	38 %	47 %	45 %
Valeur ajoutée (\$ / ha)	- 55	234	558	713	644	6	736	1 584	690	1 177

* Pour le maïs, charges de séchage incluses.

** Le blé est cultivé en double culture avec du soja. Le coût du fermage est affecté à 80 % à la culture du blé et à 20 % à la culture du soja. Pour le maïs, 100 % du fermage sont affectés à la culture.

qui n'ont pas confiance en leur monnaie et préfèrent épargner en dollars, l'inflation annuelle (non officielle) étant estimée depuis plusieurs années à environ 25 %. Résultat : les Argentins ont aujourd'hui retrouvé les mêmes réflexes que lors de la grave crise économique de 2002 : c'est-à-dire acquérir des dollars et, si possible, les sortir du pays.

138 La fuite de capitaux s'accélère, alors que les

dépôts bancaires en dollars chutent. Et un marché parallèle de devises se développe : fin septembre 2014, le cours officiel du dollar était de 8,23 pesos et celui du dollar « bleu » de 12,55 (*Graphique 6*).

Cette situation entraîne une perte de compétitivité de tous les secteurs exportateurs, agriculture incluse puisque, du fait de l'inflation, les entreprises voient leurs coûts aug-

menter en pesos (+ 25 % à + 30 % par an), alors que leurs recettes sont indexées sur des prix libellés en dollars et convertis en pesos au taux officiel. Si l'on reprend l'exemple du fermage de l'exploitation située près de Tandil, le loyer de 325 dollars l'hectare représente la somme de 2 600 pesos sur le marché officiel. Mais si l'exploitant ne peut pas obtenir ces dollars sur le marché officiel, le loyer

GRAPHIQUE 6

Argentine : évolution des cours du dollar officiel et du dollar « bleu » depuis début 2010

(Source : <http://dolarblue.net/historico/>)



lui coûtera alors plus de 3 900 pesos sur le marché parallèle.

5.2. Pression fiscale

Le secteur agricole est primordial pour l'économie argentine et les producteurs argentins contribuent fortement à la situation du pays. Pourtant, le système fiscal est complexe et la pression fiscale de plus en plus forte avec, à la fois, des taxes nationales, provinciales et locales ¹¹. À titre d'exemple, citons :

- Les taxes à l'exportation ou « *retencions* » : c'est une ressource financière importante pour le gouvernement argentin puisqu'elles lui ont fourni 13 % de ses recettes budgétaires en 2010. Les exportations de viandes sont taxées à 15 %, le soja à 35 %, le tournesol à 32 %, le maïs à 20 % et le blé 23 %. Parallèlement, le gouvernement fixe des volumes potentiellement exportables afin de limiter les hausses de prix des produits de consommation courante dans un pays où l'inflation est forte. Certaines années, les exportations peuvent même être suspendues.
- L'impôt sur le revenu est de 35 %.
- Les taxations sur toutes les opérations bancaires représentent 0,12 % des montants concernés.
- Les impôts sur le foncier agricole atteignent 15 dollars par hectare et par an dans la grande province agricole de Santa Fé.

5.3. Encadrement de l'achat de foncier agricole par les étrangers

En décembre 2011, l'Assemblée Nationale argentine a adopté une nouvelle loi sur le foncier ¹² qui limite les achats de terres par les étrangers à 15 % des terres agricoles du pays. Une entreprise ou un investisseur ne peut pas détenir plus de 1 000 hectares. La loi stipule également que les étrangers ne peuvent pas posséder de terres dans une limite de sécurité à l'intérieur des frontières du pays ou à côté de grandes étendues d'eau permanentes. L'acquisition de terres ne peut pas être considérée comme un investissement dans la mesure où la terre est une ressource naturelle non renouvelable fournie par le pays hôte.

Pour autant, en pratique, cette loi ne bloque pas le processus d'accaparement et de concentration des terres. Les investisseurs peuvent passer par un investisseur local pour acquérir des terres ou, tout simplement, louer plutôt qu'acheter. Ce type de législation peut aussi engendrer le développement d'un accaparement indirect : en 2011, par exemple, le gouverneur de la province de Rio Negro a signé un accord avec l'entreprise d'état chinoise *Heilongjiang Beidahuang State Farms Trade Group Business*, offrant à celle-ci l'accès à plus 320 000 hectares détenus par des agriculteurs privés grâce à des droits exclusifs sur leurs produits agricoles ¹³.

6. UN MODÈLE AGRICOLE FRAGILISÉ

Le secteur agricole argentin connaît de profondes transformations, que ce soit au niveau des productions ou de la forme des exploitations agricoles, mais aussi des conditions très fluctuantes de mise en marché (interventions de l'État pour contenir les prix alimentaires intérieurs, orienter les types de produits et les quantités à exporter). Par ailleurs, la charge fiscale a beaucoup augmenté depuis 2003, c'est-à-dire le début du gouvernement Kirchner.

Parallèlement, l'apparition de nouvelles structures à la recherche d'économie d'échelle et de profits rapides a entraîné une augmentation du coût du foncier et une diminution de la durée des baux, au détriment des exploitations familiales. Ces évolutions du mode de gestion des terres posent question quant à la fertilité des sols. La pression fiscale, les difficultés de change, ainsi que le coût d'accès au foncier entraînent un manque de visibilité qui atteint aujourd'hui un point critique. L'exemple de l'entreprise agricole El Tejar, qui exploitait 650 000 hectares dans cinq pays d'Amérique du Sud en offre une bonne illustration : le groupe a décidé de recentrer son activité, abandonnant les terres qu'elle louait en Argentine et transférant son siège social au Brésil.

139

12. Loi n° 26737.

13. Source : Le siècle de la Chine : comment Pékin refait le monde à son image, Araujo et Cardenal, 2013.

11. Guibert Martine.

FICHE PAYS : LES ÉTATS-UNIS

par Mme Crystel l'Herbier avec la participation de Monsieur Benoît Pagès

1. LES ÉTATS-UNIS
ET LEUR AGRICULTURE

Les États-Unis sont les premiers producteurs et exportateurs mondiaux de céréales et de soja. Ils ont la particularité d'être à la fois un grand pays exportateur et le deuxième consommateur mondial de céréales derrière la Chine.

Selon les recensements agricoles nationaux, le nombre d'exploitations a fortement diminué entre 1982 et 1992, passant de 2,5 millions à 2,2 millions. Depuis le début des années quatre-vingt-dix, il semble stabilisé autour de 2,1 millions. La surface moyenne d'une exploitation est de 170 hectares, mais la diversité des situations est grande. La double activité est importante. 12 % des

exploitations produisent plus de 75 % de la production agricole totale ¹⁴. Celles-ci sont qualifiées de « commerciales » par le ministère de l'Agriculture (USDA ¹⁵).

La zone de production de céréales et d'oléagineux s'étend du Canada au Mexique (Carte 5). Elle est encadrée à l'est par les Appalaches et à l'ouest par les montagnes Rocheuses. La très forte variabilité pédo-climatique du pays induit une spécialisation de la production agricole. Schématiquement, les cultures sont réparties en trois grands bassins : au centre, la zone de production de blé d'hiver (Grandes Plaines), prolongée au centre-nord par la zone de production de

blé de printemps, au centre-est par celle de maïs et soja (*Corn Belt*) et au sud par celle du coton (*Cotton belt*). Depuis une dizaine d'années, la zone de production de maïs s'étend en périphérie de la *Corn Belt* et se développe dans les Dakota du Nord et du Sud, le Kansas et le Nebraska.

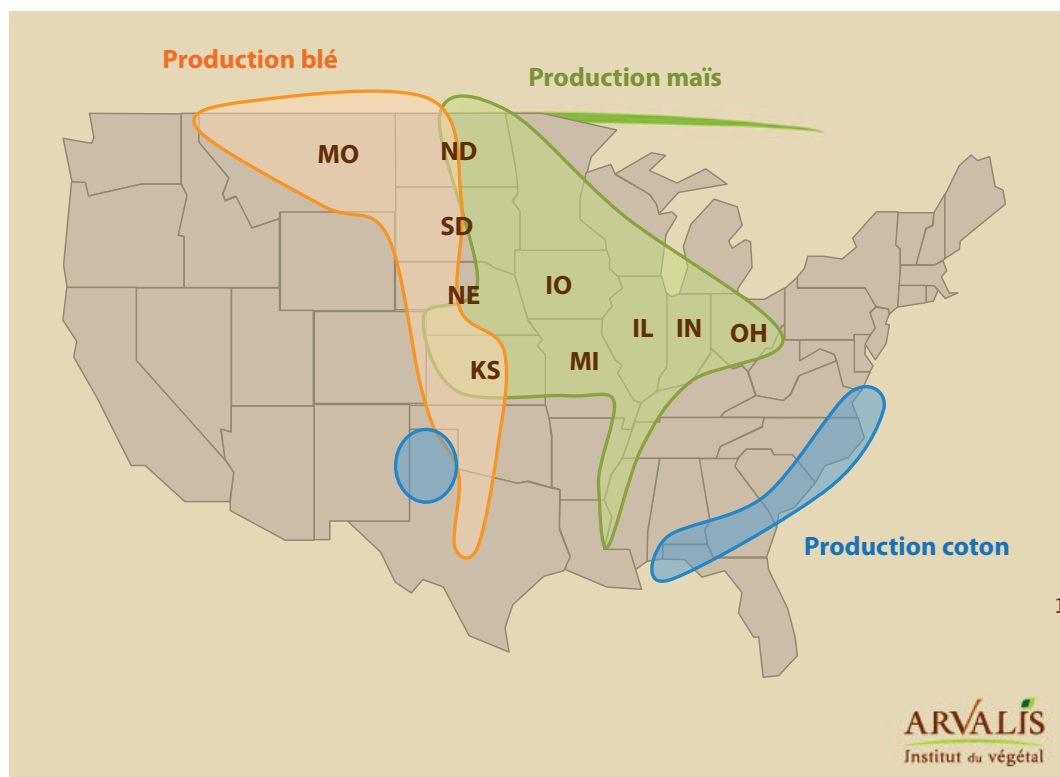
La *Corn Belt* couvre les États de l'Iowa, l'Illinois, l'Indiana, l'Ohio et le Missouri. Elle bénéficie de conditions pédo-climatiques de type continental humide adaptées à la culture de maïs en sec, en rotation avec le soja. Les sols sont profonds, voire très profonds, limoneux ou argileux. La région produit en moyenne 146 millions de tonnes de maïs, soit environ 47 % de la production américaine. L'introduction des maïs génétique-

14. Source : ministère français de l'Agriculture, l'Agro-alimentaire et la Forêt – Relations Internationales.

15. USDA : United States Department of Agriculture.

CARTE 5

États-Unis : principales zones de productions de grains



ment modifiés (OGM) qui a permis de lever les contraintes agronomiques de production, ainsi qu'un rapport de prix maïs / soja favorable au maïs ont favorisé l'augmentation des surfaces (+1 % par an depuis 2000) et des volumes produits. La rotation classique soja / maïs a progressivement évolué vers une rotation soja / maïs / maïs. Néanmoins, on observe une variabilité inter-annuelle des intentions de semis en fonction du rapport de prix entre le soja et le maïs durant la période précédant les semis. L'Illinois, qui a assuré 15 % de la production nationale de maïs en moyenne 2008 – 2012, est un État représentatif de cette zone. Il se caractérise par une forte productivité de la terre, avec un rendement de 11 tonnes à l'hectare en moyenne et en sec : d'où une forte compétition pour accéder au foncier. Les Grandes Plaines du centre et du centre-nord sont la zone historique de production du blé d'hiver *Hard red winter* (Kansas et Nebraska) et du blé de printemps (Sud et Nord Dakota). Dans certaines zones (Dakota du Nord, Kansas, Nebraska), la production semble céder du terrain à celle de maïs, mais dans des conditions moins favorables que dans l'Illinois. Le Kansas, premier État producteur de blé des États-Unis (9,2 Mt, soit 15 % de la production nationale), est représentatif de la zone de production du *Hard red winter*. Il bénéficie d'un climat semi-aride, peu propice aux cultures ayant un cycle de développement estival et caractérisé par une pluviométrie décroissante avec un gradient est – ouest et des températures croissantes avec un gradient nord – sud. De fait, les conditions de production y sont disparates selon les régions. À l'est, les conditions pédo-climatiques sont proches de celles de la *Corn Belt* et la rotation classique alterne maïs et soja. Plus on se dirige vers l'ouest, moins le soja trouve sa place dans les assolements : il est remplacé par du blé, du maïs, du sorgho ou des jachères agronomiques. À l'ouest et au centre, certaines cultures peuvent être irriguées si des puits sont disponibles. Historiquement, la rotation traditionnelle alternait blé et jachère agronomique, cette dernière permettant, entre autres, de renouveler partiellement la réserve hydrique du sol. Aujourd'hui, la rotation évolue vers une rotation blé / maïs / jachère.

La jachère est toujours primordiale pour des raisons hydriques, mais le maïs prend néanmoins place dans la rotation en raison de sa bonne valorisation locale (feed-lots et éthanol). Par ailleurs, les risques de rendement du maïs, s'ils sont plus forts, sont compensés depuis le milieu des années deux mille par des politiques assurantielles particulièrement intéressantes.

2. FONCIER : TROIS MODES DE FAIRE-VALOIR

Selon les statistiques du service des Études économiques de l'USDA, 48 % de la SAU des exploitations commerciales sont exploitées par des propriétaires¹⁶, 42 % sont cultivées en « *cash rent* » (fermage) et 10 % en « *share rent* » (métayage). Cette moyenne cache bien sûr une forte disparité selon les productions et les États.

2.1. La propriété

À l'inverse de ce qui se passe en France, le marché de la terre américain est totalement libre : aucune loi ne limite l'accès au foncier agricole. De ce fait, des investisseurs, physiques ou moraux, peuvent investir dans la terre. Le marché foncier dépend de la qualité (productivité de la terre), des revenus agricoles et de la « *demande en terre* ». Le premier critère est a priori indépendant du temps et fixe l'assiette de départ. Les deux autres déterminants expliquent plus particulièrement les évolutions des dernières années.

Selon les statistiques, les niveaux initiaux et finaux ne sont pas les mêmes (*Graphique 7*). En 2013, un hectare dans l'Illinois s'échangeait pour un peu moins de 20 000 dollars, un hectare irrigué au Kansas valait environ 7 500 dollars et un hectare en sec environ 5 000 dollars. Néanmoins, les dynamiques d'évolution sont semblables d'un État à l'autre, avec une croissance similaire et plus soutenue à partir de 2006. Cette hausse importante du prix de la terre est le reflet d'investissements forts de la part de producteurs, agricoles ou non. Deux raisons expliquent ces investissements¹⁷ :

- La crise financière a fait s'affaïsser les taux de rentabilité des placements bancaires entre 2006 et 2013. Les investisseurs se sont donc tournés vers de nouveaux placements ayant une rentabilité supérieure aux taux boursiers.
- L'augmentation du prix des matières premières et du chiffre d'affaire des exploitants a incité les propriétaires terriens à augmenter les loyers et le prix de vente des terres. Cela a été possible grâce à des contrats de gré à gré annuels et l'encadrement quasi inexistant des engagements entre propriétaires terriens et producteurs.

2.2. Le cash rent ou « fermage »

Aux États-Unis, le fermage est un contrat de gré à gré et pas toujours formalisé entre deux acteurs du secteur agricole ou non. Ces contrats peuvent porter sur plusieurs campagnes, mais ils sont généralement d'une durée d'un an, renouvelables et renégociables chaque année.

Dans l'Illinois, la valeur du fermage a pratiquement doublé entre 2000 et 2013, avec une croissance particulièrement forte à partir de 2007 : le fermage y est passé d'un peu plus de 400 dollars l'hectare en 2006 à près de 700 dollars en 2013. La dynamique est la même dans le Kansas où le prix des terres irriguées est passé de 170 dollars l'hectare au début des années deux mille à plus de 400 dollars aujourd'hui et celui des terres non-irrigables de 80 à 120 dollars (*Graphique 8*).

Dans les deux États, cette hausse est en relation directe avec celle des revenus agricoles. Les propriétaires terriens stabilisent ainsi la rentabilité de leurs investissements (de 4 à 10 % selon les régions) et les exploitants peuvent absorber des charges supplémentaires.

2.3. Le share – rent ou « métayage »

Le troisième mode de faire-valoir utilisé aux États-Unis est le « *share – rent* » qui correspond à une sorte de métayage (*Graphique 9*). Le propriétaire terrien fournit la terre et paye, selon les situations, 25 à 75 % des charges variables (semences, engrais, phytos, séchage, assurances). L'exploitant

16. T. Kuethe, 2012.

17. Schnitkey, 2010.

engage son travail, son matériel et finance la fraction restante des charges variables. Le produit (ventes + aides + éventuelles primes d'assurances) est ensuite divisé entre les protagonistes au prorata de ce qu'ils ont financé pour la production.

Pour le propriétaire, cette pratique est plus risquée que le fermage : il engage des frais sur la campagne sans connaître précisément le gain qu'il en retirera (incertitudes des prix et des rendements). Ce mode de faire-valoir est plus répandu dans l'Illinois qu'au Kansas. Dans l'Illinois, près de 50 % des terres sont louées ainsi, avec un financement « cinquante – cinquante ». Dans le Kansas, le propriétaire n'assume que 25 % des charges variables en raison d'un risque climatique plus fort.

Les exploitants peuvent combiner les deux modes de faire-valoir (*cash – rent* ou *share*

– *rent*) sur leur exploitation, le choix entre les deux types de contrats étant souvent imposé par le propriétaire. Mais, même si, ces cinq dernières années, le métayage s'est révélé plus intéressant que le fermage pour les propriétaires terriens de l'Illinois, il a tendance à diminuer en raison d'un attachement de plus en plus ténu à la terre : il est passé de 65 % des modes de faire-valoir en 2000 à 49 % en 2012 (*Graphique 10*). Les propriétaires terriens entendent de moins en moins bien les problématiques agricoles et préfèrent percevoir un revenu fixe ¹⁸.

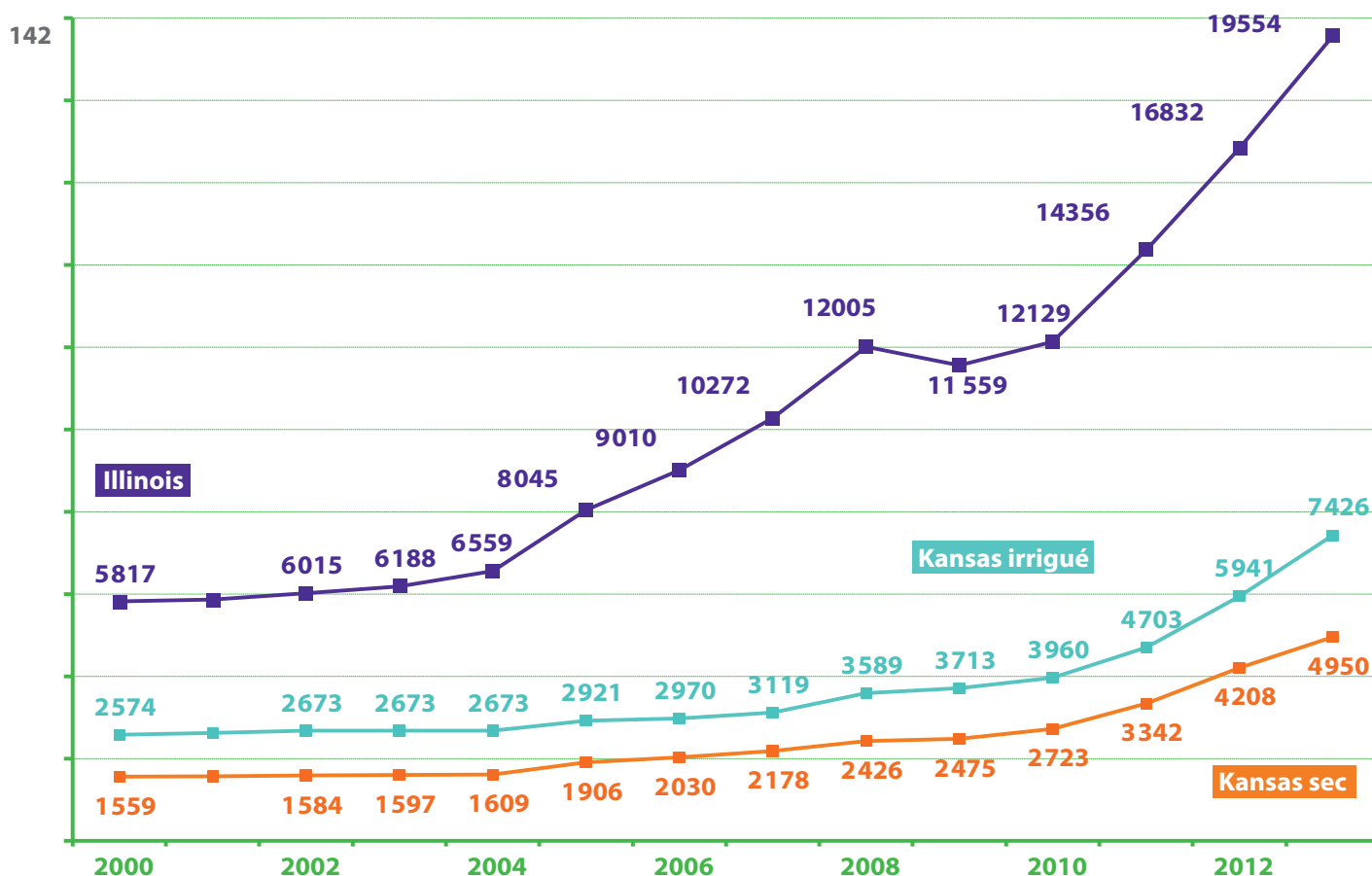
18. Pagès, Clemens, 2009.

3. INDICATEURS ÉCONOMIQUES DES EXPLOITATIONS-TYPES DE LA FERMOTHÈQUE INTERNATIONALE D'ARVALIS

La première exploitation-type est située au nord-ouest du Kansas et la deuxième au centre de l'Illinois (*Carte 6*). Les résultats concernant le blé donnés dans le *Tableau 4* sont issus de l'exploitation du Kansas et ceux concernant le maïs de l'exploitation de l'Illinois.

Dans le Kansas, l'exploitation couvre 2 000 hectares, dont 1 900 ha cultivés. Tous les hectares sont considérés en fermage. Sur la

GRAPHIQUE 7
États-Unis : évolution des prix d'achat de la terre au Kansas et dans l'Illinois depuis 2000
(en dollars / hectare – Source : USDA - NASS)



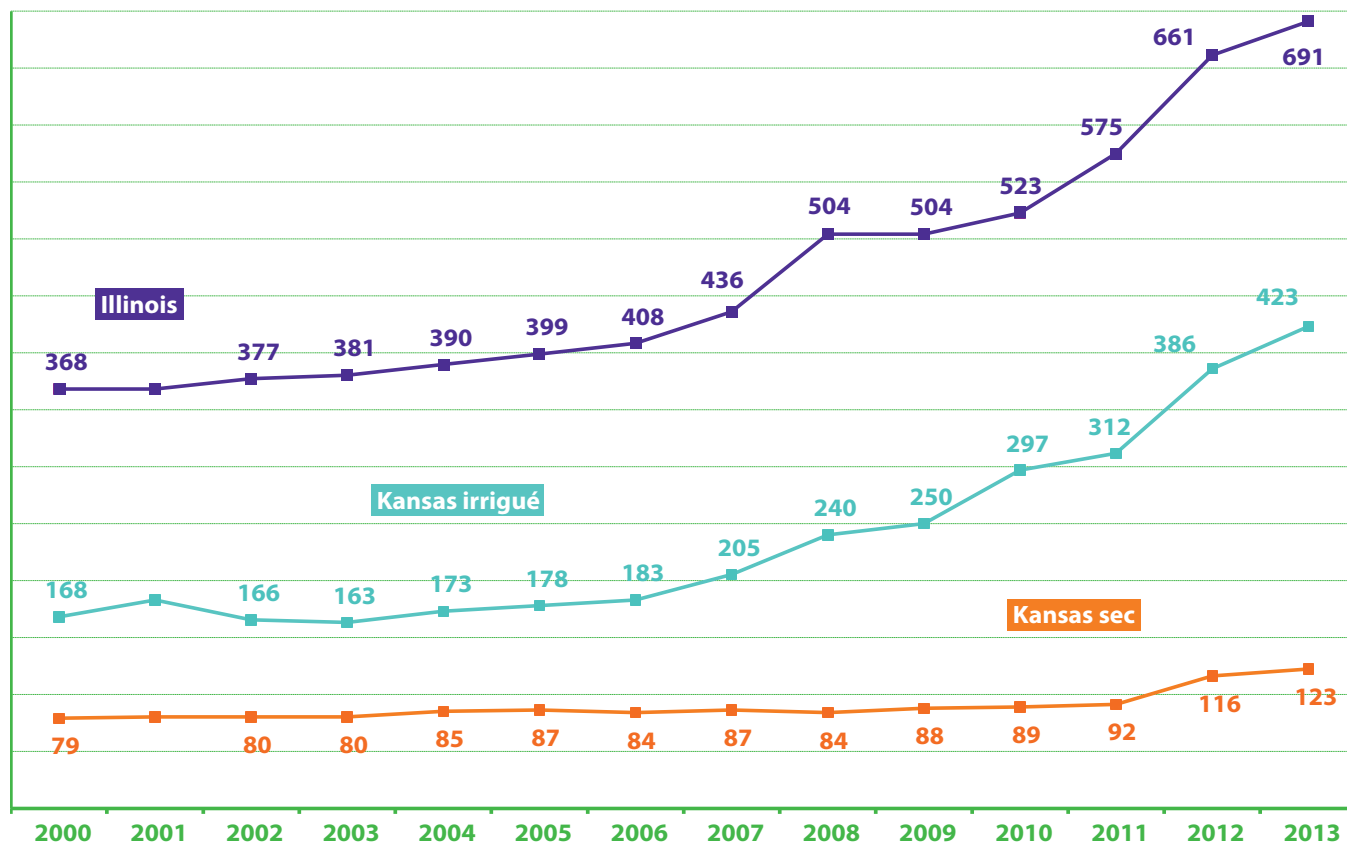
période 2008 – 2012, le montant moyen des charges complètes à l'hectare, en dollars courants, est de 590 dollars. Mais, ce chiffre est en hausse constante, atteignant 670 dollars en 2012 (Tableau 5). Les postes intrants et fermages constituent les principales sources d'augmentation. Durant la période 2008 – 2012, le coût de production a varié de 155 à 225 dollars la tonne. Le rendement, comme diviseur des charges, impacte fortement le coût de production : il a en effet varié sur la période de 2,6 tonnes à l'hectare à 3,5 tonnes. Hors aide et assurance, la valeur ajoutée calculée sur la culture de blé a varié de 55 à 495 dollars à l'hectare, pour une moyenne de 300 dollars. Selon les années, 25 à 40 % de la valeur ajoutée servent à rémunérer le foncier.

Dans l'Illinois, l'exploitation dispose d'une surface cultivée de 810 hectares, avec une rotation soja / maïs / maïs. Tous les hectares sont considérés en fermage. Sur la période 2008 – 2012, le montant moyen des charges complètes à l'hectare, en dollars courants, est de 1 840 dollars. Il est en augmentation constante, atteignant 2 036 dollars en 2012 (Tableau 4). Le coût de production complet est de 178 dollars la tonne, avec une fourchette de 145 à 270 dollars. Les raisons de cette variation sont les mêmes que pour le blé. Le faible rendement de 2012 – 7,6 tonnes à l'hectare contre 10,7 en moyenne – explique le niveau élevé du coût de production.

Hors aide et assurance, la valeur ajoutée calculée sur la culture du maïs est plus élevée qu'en blé : 1 030 dollars l'hectare en

moyenne. Plus de 50 % servent à rémunérer le foncier, mais le niveau peut, comme en 2012, atteindre 80 %. Il faut toutefois modérer ce chiffre car, pour compenser la perte de rendement et donc de revenu, les assurances ont versé 730 dollars de l'hectare : cela a permis de maintenir la marge du maïs de l'exploitation ces dernières campagnes. En intégrant ce versement des assurances pour 2012, la valeur ajoutée est supérieure à 1 500 dollars de l'hectare, dont 45 % sont utilisés pour rémunérer le foncier.

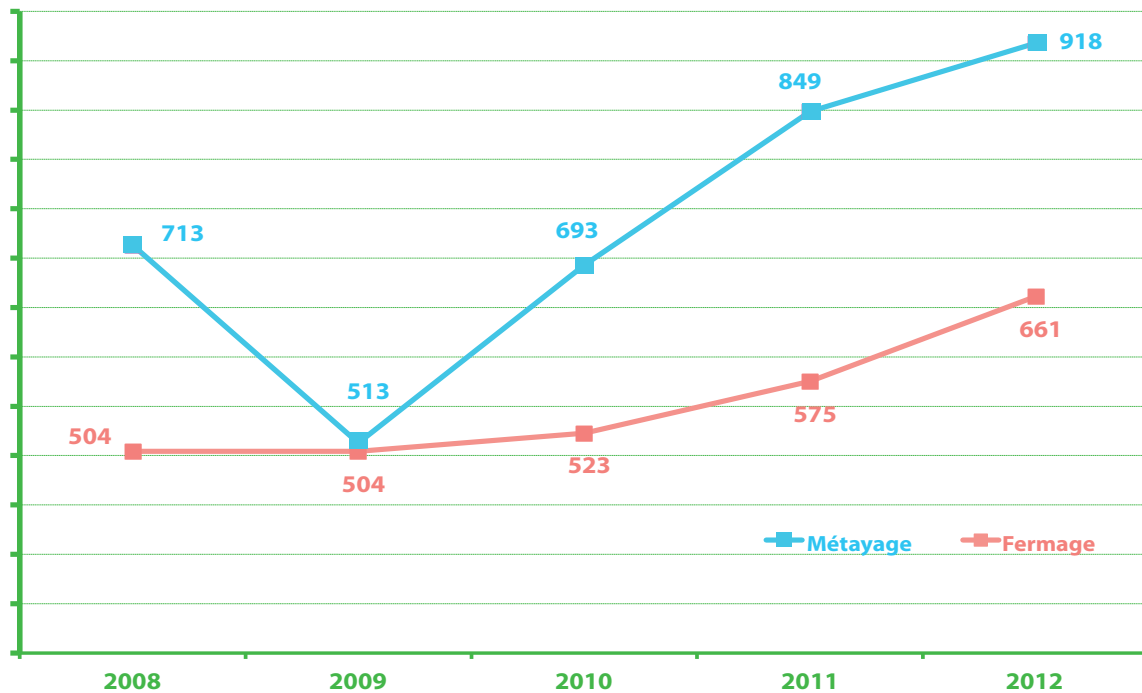
GRAPHIQUE 8
États-Unis : évolution du prix du fermage au Kansas et dans l'Illinois depuis 2000
(en dollars / hectare – Source : Farmdoc et AgManager)



GRAPHIQUE 9

États-Unis : évolution comparée du coût à l'hectare des contrats de fermage et de métayage dans l'Illinois depuis 2008

(en dollars / hectare – Source : FBFM, 2013 traitement Arvalis 2014)

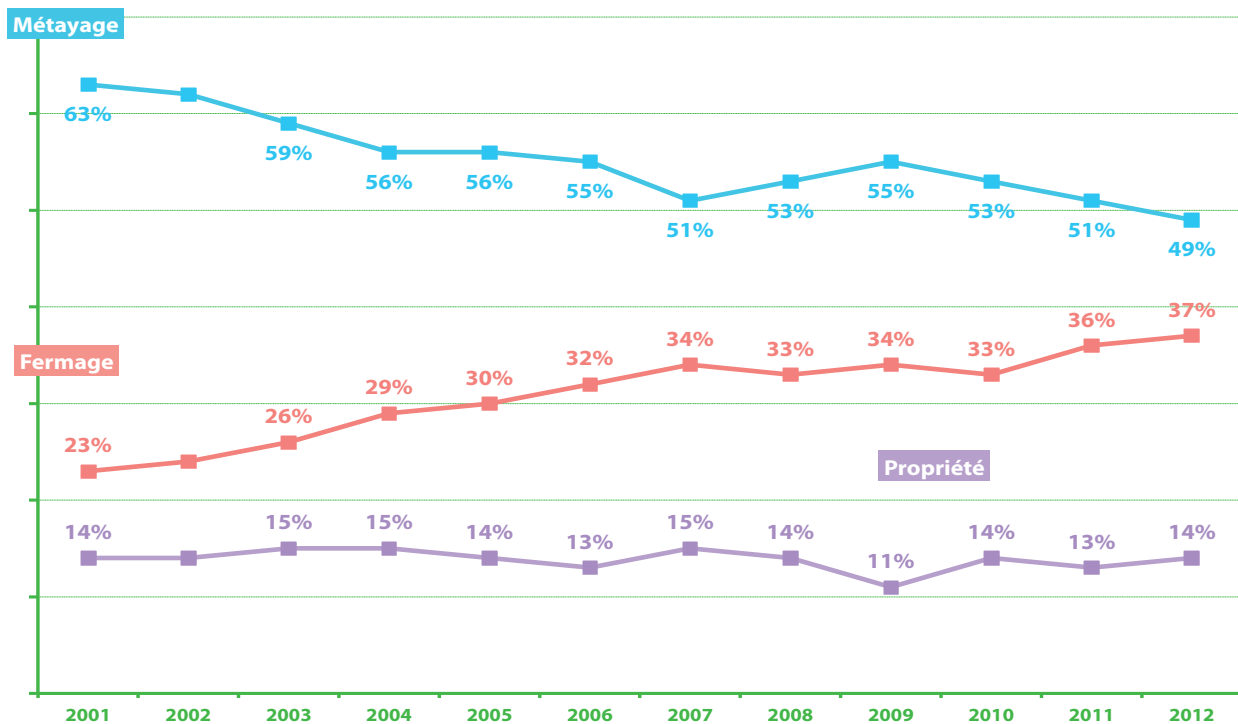


144

GRAPHIQUE 10

États-Unis : évolution du poids de chacun des types de faire-valoir dans le centre de l'Illinois depuis 2001

(en dollars / hectare – Source : FBFM, 2013 traitement Arvalis 2014)



4. UNE PRODUCTION SOUTENUE PAR DES POLITIQUES AGRICOLES ET ÉNERGÉTIQUES FAVORABLES

La production agricole américaine est soutenue par une politique (le *Farm Bill*) qui encadre notamment les soutiens à la production. Traditionnellement, trois mécanismes se complétaient pour l'agriculteur : une aide fixe (*direct payment*), des aides variables à la culture en fonction du prix de marché et un système de subvention des primes d'assurances (récolte ou chiffre d'affaires).

Mis à part le système optionnel des subventions d'assurance, le chiffre d'affaires était donc garanti par une aide fixe à la tonne (*direct payment*), un prix minimum garanti (*loan rate*) et un paiement contra-cyclique (prix d'objectif). De ce fait, si le prix de marché était supérieur au prix d'objectif, le producteur touchait uniquement l'aide fixe à la tonne. Si le prix de marché était inférieur au prix d'objectif, le producteur touchait

une aide variable calculé selon le barème suivant : prix objectif – prix de marché ou *loan rate* (le plus élevé des deux) – aides fixes. Les aides à la tonne ainsi calculées pour chaque culture étaient versées pour des rendements de base évalués sur l'historique, selon la moyenne¹⁹ 1981 – 1985 pour les céréales et sur 85 % de la surface de base historique de l'exploitation.

Dans le *Farm Bill* de 2008, un outil complémentaire est apparu. Le programme ACRE proposait de garantir un chiffre d'affaires historique sur une moyenne de prix bisannuelle et une moyenne de rendement sur cinq ans. Pour y avoir accès, le producteur devait accepter une baisse de ses aides fixes de 20 %, une moindre protection contre la baisse des prix (prix minimum diminué de 30 %) et une renonciation aux paiements contra-cycliques. Mais ce programme a peu fonctionné : moins de 15 % des surfaces agricoles ont été engagés.

19. Moyenne sur cinq ans d'une donnée (par exemple, le rendement) en retirant la valeur la plus haute et la valeur la plus basse.

Le nouveau *Farm Bill* voté en 2014 alloue environ 13 milliards de dollars par an aux aides agricoles, soit une baisse de 7 à 8 % par rapport à la période précédente. Le prix minimum garanti (*loan rate*) est conservé (Tableau 6). Le producteur choisit désormais entre une aide de type contra-cyclique PLC (*price loss coverage*) et une aide ARC (*agricultural risk coverage*) :

- L'aide PLC vise à garantir un prix. Pour chaque culture, le producteur dispose d'un rendement historique de référence et se voit proposer un prix de référence. Si le prix de marché est supérieur au prix de référence, il ne touche pas d'aide. Si le prix de marché est inférieur au prix de référence, il reçoit la différence entre le prix de référence et le maximum entre le prix de marché et le *loan rate*. Comme dans le *Farm Bill* précédent, seuls 85 % de la surface de base sont aidés. Le producteur a également la possibilité d'actualiser ses rendements historiques par 90 % de la moyenne 2008 – 2012.
- Le paiement ARC garantit un chiffre d'affaires historique de référence, basé sur la

CARTE 6
États-Unis : situation géographique des deux exploitations-types

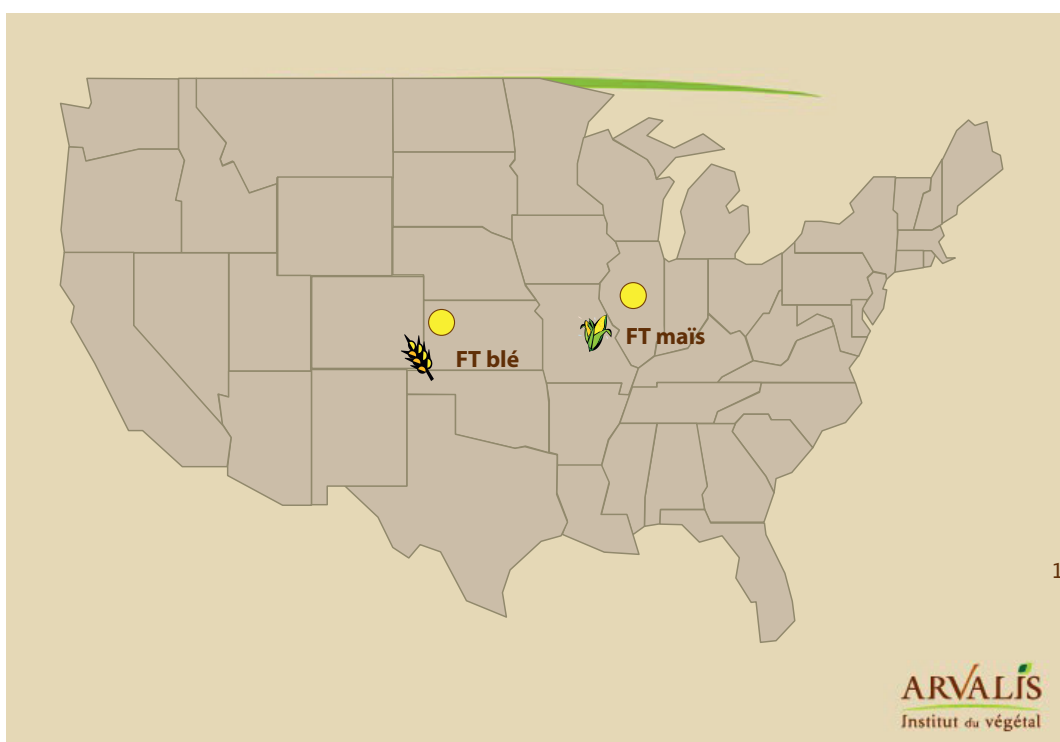


TABLEAU 5
États-Unis : évolution de 2008 à 2012 des résultats économiques des deux exploitations-types
du Kansas et de l'Illinois (Source : fermeothèque internationale Arvalis)

	Blé <i>Hard red winter</i> (HRW) Exploitation du Kansas					Maïs en sec Exploitation du centre de l'Illinois				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Rendement (tonnes / hectare)	2,6	3,4	3,5	3,0	3,3	12,6	11,9	10,6	10,9	7,6
Charges (dollars / hectare)*	588	565	545	576	670	1 848	1 717	1 693	1 894	2 036
Fermage (\$ / hectare)	84	88	89	89	116	504	504	523	574	661
Coût production (\$ / tonne)	226	166	156	192	203	147	144	160	174	268
Fermage / CP à la tonne	14 %	16 %	16 %	15 %	17 %	27 %	29 %	31 %	30 %	32 %
Valeur ajoutée (\$ / hectare) **	55	213	355	391	495	865	689	1 245	1 569	797

* Pour le maïs, charges de séchage incluses. ** Valeur ajoutée hors aides et assurances.

146

moyenne des rendements et des prix des cinq années précédentes. La référence de ce chiffre d'affaires peut être individuelle ou régionale (comté). Au niveau régional, 86 % du chiffre d'affaires historique sur 85 % de la surface sont garantis. Si la référence est individuelle, l'exploitant doit engager toutes les cultures de son exploitation garanties par le programme, avec un chiffre d'affaires de référence calculé à l'exploitation. Le taux de remboursement de 86 % est conservé et le paiement se fait sur seulement 65 % de la surface de base historique de l'exploitation.

Le secteur agricole américain est en bonne santé, avec des exploitations compétitives et des garde-fous en cas de baisse des prix. Depuis 2004, la politique énergétique et le développement de la filière bioéthanol a favorisé la production de maïs. Les utilisations industrielles sont devenues majoritaires par rapport aux utilisations pour l'alimentation animale et aux exportations. Aujourd'hui, le mandat d'incorporation est atteint et la demande en maïs pour le bioéthanol se stabilise. Néanmoins, ce dernier représente toujours un débouché majeur et, selon l'ampleur de la récolte de l'année, les volumes destinés à l'exportation peuvent constituer une variable d'ajustement. La variabilité de

la production de maïs aux États-Unis constitue donc un élément important à considérer pour envisager l'évolution des prix des matières premières agricoles mondiales. L'année 2012 l'a encore prouvé.

Par ailleurs, le développement de la production de gaz de schiste est un élément à surveiller car il pourrait avoir un effet indirect sur la production agricole : diminution du prix de l'engrais, réduction de la facture énergétique, concurrence avec la production d'éthanol.

TABLEAU 6
États-Unis : niveau des aides par grandes cultures à la tonne selon les Farm Bill de 2008 et 2014
(moyenne nationale) en Euros / tonne (1 Euro = 1,35 dollar)

	2010 – 2012			2014 – 2018		
	Paiement fixe	Loan rate (prix minimum)	Prix objectif (aide contractuelle)	Paiement fixe	Loan rate (prix minimum)	Prix référence (aide PLC)
Blé	14	81	114	-	80	151
Maïs	8	57	77	-	57	108
Soja	12	137	165	-	136	230

Source : USDA

FICHE PAYS : L'UKRAINE

par Madame Crystal L'Herbier

1. L'UKRAINE ET SON AGRICULTURE

1.1. Une qualité des sols propice à l'activité agricole

Durant les dix premières années de son indépendance, dans les années quatre-vingt-dix, l'Ukraine a vécu une transition économique difficile. Depuis le début des années deux mille, ce pays aux dimensions de la France s'était redressé. Mais il est de nouveau frappé par une grave crise géopolitique. Grâce à son potentiel de production et sa situation géographique, l'Ukraine contribue aujourd'hui de façon majeure à l'offre mondiale de céréales.

Avec 41 millions d'hectares de terres agricoles, dont 80 % arables, l'Ukraine dispose de sols d'excellente qualité. Les terres noires ou *tchernozioms* représentent à peu près les deux tiers des terres arables et le pays se situe

ainsi au deuxième rang mondial, derrière la Russie, pour l'importance de ses *tchernozioms* ²⁰.

Comme le montre la *Carte 7*, le territoire ukrainien peut être divisé en trois grandes zones agro-climatiques :

- La zone de forêt mixte se situe au nord du pays et elle occupe environ le cinquième du territoire. Les sols y sont acides et de type podzol. Les températures moyennes varient de + 17 °C à + 19 °C l'été et de - 4,5 °C à - 8 °C l'hiver. Le climat y est humide, les précipitations annuelles allant de 600 à 680 mm. La végétation est composée de forêts mixtes de chênes et de conifères alternant avec des zones marécageuses.

20. Schématiquement, il en existe deux types : les *tchernozioms* riches, avec de fort taux d'humus et des profondeurs de sols pouvant atteindre deux mètres et, d'autre part, les *tchernozioms* pauvres, moins riches en humus et dont la profondeur de sol n'excède pas un mètre.

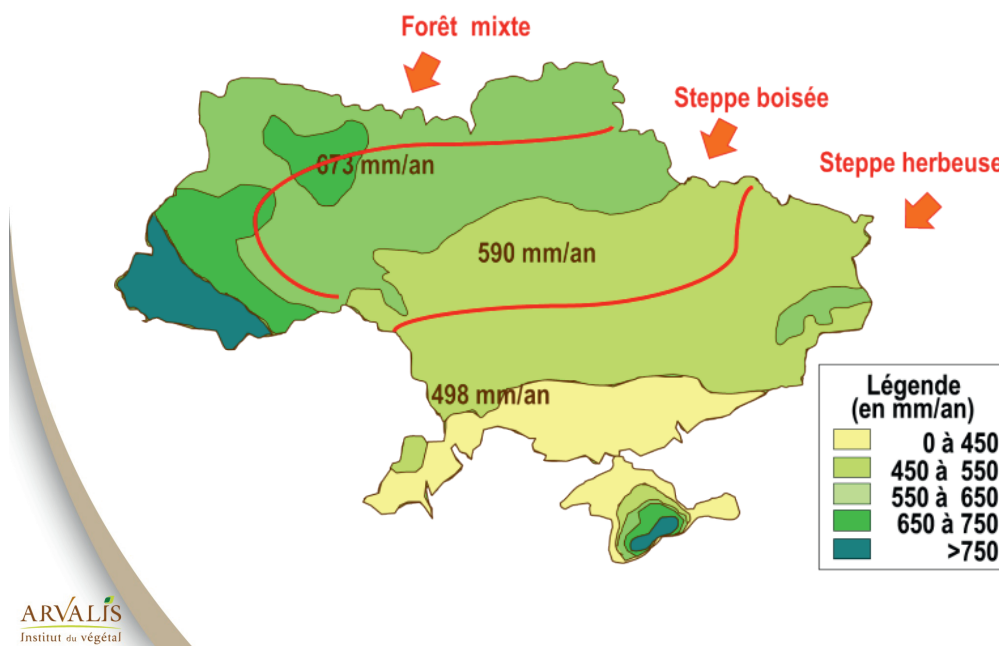
- La steppe boisée se situe au centre du pays et couvre le tiers du territoire. Les températures moyennes vont de + 18 °C à + 22 °C en juillet et - 5 °C à - 8 °C en janvier. Les précipitations vont de 550 à 750 mm. Du fait de la qualité des sols, les forêts de feuillus y ont cédé la place aux terres cultivées et à l'élevage.

- La steppe herbeuse occupe 40 % de la surface de l'Ukraine. Elle est située au sud et au sud-est du pays. Au mois de juillet, les températures peuvent s'élever jusqu'à + 25 °C, voire + 30 °C. Les températures de janvier varient de - 2 °C à - 9 °C. À partir de 400 mm d'eau par an, les sols sont des *tchernozioms* propices à l'agriculture (80 % de terres noires).

Dans ce contexte, les cultures de céréales et d'oléagineux prennent place à la fois sur les régions du centre, de l'est et du sud du pays.

147

CARTE 7
Ukraine : répartition de la pluviométrie annuelle



1.2. Une agriculture tournée vers l'export mais avec une grande variabilité des volumes

Selon la FAO, l'Ukraine compte aujourd'hui 45,5 millions d'habitants. Celle-ci a diminué de 5 millions depuis le début des années deux mille et la chute devrait se poursuivre : en 2020, l'Ukraine ne devrait pas dépasser les 42 millions d'habitants.

Si l'on voulait brosser un tableau idyllique, on pourrait dire qu'aujourd'hui, l'Ukraine est devenue un acteur majeur sur le marché des céréales, qu'elle se situe dans le « *Top 3* » des exportateurs mondiaux d'orge fourragère et de tournesol, que ses exportations de blé peuvent atteindre près de 10 % du marché mondial et que, depuis trois ans, c'est le quatrième pays exportateur mondial de maïs. Mais arrêter l'analyse à ce niveau aboutirait à des conclusions erronées. En effet, les moyennes cachent souvent de grandes variabilités. Témoin, la production ukrainienne de céréales : celle-ci est de 47 Mt ²¹, mais en 2010 elle n'était que de 38 Mt contre plus de 60 Mt en 2013. Comme la consommation intérieure est stable à environ 26 Mt, chaque tonne produite en plus ou en moins impacte les marchés : l'Ukraine a exporté 12 Mt de céréales en 2010 contre 28 Mt en 2013.

La région du centre-sud (oblasts de Dnipropetrovsk, Kirovograd, Zaporizhya, Kherson, Mykolaiv et Odessa) produit en moyenne 6,7 Mt de blé (soit le tiers de la production nationale), mais c'est aussi la zone la plus fréquemment marquée par des accidents climatiques : durant les cinq dernières années, la production y a varié de 3,5 Mt à 9 Mt. En maïs, trois oblasts (Poltava, Cherkassy et Dnipropetrovsk) concentrent près de 30 % de la production. Dans l'oblast de Cherkassy, les rendements ont varié de 5,3 tonnes à 9 tonnes / hectare entre 2008 et 2012.

Cette variabilité des rendements a deux grandes conséquences pour les agriculteurs :

- Elle impacte directement leur trésorerie et leur capacité à financer la campagne suivante, sachant qu'une majorité de producteurs s'auto-finance. Le recours au crédit est faible car les taux d'emprunts sont élevés.

- Lorsqu'il est trop bas, le rendement ne joue plus son rôle de diviseur de charges et impacte les coûts de production.

2. UNE REFORME AGRAIRE INACHEVÉE

2.1. Évolution des structures d'exploitations

La première réforme agraire a mis fin aux structures de type soviétique (kolkhozes et sovkhoses) qui existaient jusqu'à la déclaration d'indépendance de 1991. De nouvelles structures juridiquement différentes sont apparues. La multitude des situations rend difficile l'analyse de ces structures. Mais une segmentation entre fermes familiales et entreprises agricoles permet d'y voir un peu plus clair.

Les fermes familiales comprennent les « *fermes de la population* » et les exploitations familiales. Elles occupent, au total, environ 15 Mha de surface agricole utile. La différence entre les deux tient à la taille et à l'orientation commerciale :

- Les « *fermes de la population* » sont des structures sans salariés, de 0,5 à 10 hectares et produisant majoritairement pour leur consommation. Selon les sources, leur nombre varie entre 4 et 5 millions. Elles fournissent 80 % du lait ukrainien, 90 % des pommes de terre, plus de 75 % des légumes et environ 20 % des céréales.
- Les exploitations familiales travaillent avec ou sans salariés. Elles disposent d'au moins 10 hectares, mais leur surface peut dépasser les 2 000 hectares. Selon les dernières statistiques disponibles qui datent de 2012, il existe environ 40 000 exploitations de ce type en Ukraine.

Les entreprises agricoles se caractérisent par de nombreuses formes juridiques. Elles louent leurs terres auprès des bénéficiaires de la réforme agraire des années quatre-vingt-dix, c'est-à-dire les anciens travailleurs et retraités des structures soviétiques ou leurs héritiers ²². Ce secteur est très hétérogène, eu égard notamment aux caractéristiques du parc de matériel utilisé et aux résultats technico-économiques dégagés. On peut les classer en trois sous-catégories :

- Les entreprises agricoles de polyculture – élevage directement issues de la privatisation des kolkhozes et sovkhoses. Leur santé financière est extrêmement variable. Selon les cas, on y trouve du matériel ancien, même si les investissements en la matière semblent augmenter depuis 2007. La main-d'œuvre salariée y reste abondante.
- Plus récemment, se sont constituées des entreprises agricoles financées par des capitaux extérieurs à l'agriculture ukrainienne. Dotées de matériel souvent neuf ou en bon état, elles se sont spécialisées en grandes cultures (céréales et oléo-protéagineux) et travaillent avec un personnel plus restreint.
- Les agro-holdings sont mal identifiées dans les statistiques et il est difficile d'en chiffrer le nombre. Mais elles tiennent aujourd'hui une place prépondérante dans le paysage agricole. Les premières sont apparues au début des années deux mille. On peut les définir comme l'agrégat d'un certain nombre d'unités de production réparties sur tout le territoire et de structures très diverses. Il existerait une centaine de holdings ²³, dont les vingt premières exploiteraient 4 millions d'hectares. Elles ont en commun trois caractéristiques ²⁴. La première est leurs relations avec le secteur aval (négoce, transformation, ...) qui leur garantit des recettes d'exploitation (avec une partie en devises) et contribue au développement de l'entreprise. La deuxième caractéristique est le recours à l'innovation technique et à de la main-d'œuvre bien formée. La troisième est la mise en place d'une stratégie de sécurisation de leurs capitaux par un enregistrement à l'étranger leur permettant d'accéder à des financements plus longs et plus avantageux qu'en Ukraine. La plupart de ces holdings sont ukrainiennes ou russo-ukrainiennes. Néanmoins, certaines sont étrangères, comme la danoise *Danocha*. La plus grande agro-holding répertoriée est *Ukrlandfarming* qui dispose de plus de 500 000 hectares. Mironovski (MHP), le plus important groupe ukrainien, est spécialisé dans la production de poulet de chair et cultive environ 350 000 hectares.

21. Moyenne 2008 – 2012.

22. H. Cochet et R. Levesque, 2010.

23. J.J. Hervé, 2013.

24. J.J. Hervé, 2013.

2.2. Évolution du foncier

La première étape de la réforme agraire a consisté à redistribuer les terres aux citoyens ukrainiens ayant travaillé dans les kolkhozes. Chacun d'entre eux a reçu une « *paille* » de 2 à 8 hectares. Cette privatisation a été réalisée en deux étapes. Dans un premier temps, avant la mise en place d'un registre cadastral, chaque propriétaire terrien est devenu titulaire d'un droit indivis. Ensuite, chaque propriétaire a reçu un acte de propriété précisant les délimitations de son terrain : selon les chiffres officiels, 6,9 millions de personnes possèdent des certificats confirmant leurs droits de propriété et, en 2008, 90 % d'entre eux ont reçu les actes sur lesquels figurent les limites physiques des parcelles qu'ils possèdent.

Aujourd'hui, le statut des terres agricoles en Ukraine relève de différents cas de figure :

- Elles peuvent appartenir aux personnes physiques titulaires d'un certificat de propriété indivise (« *paille* »). Ce dispositif

constitue une situation temporaire avant l'obtention de l'acte de propriété.

- Elles peuvent appartenir aux personnes physiques titulaires d'un acte de propriété : l'acte étatique donne un droit de propriété à une personne sur une parcelle déterminée et délimitée, sur la surface d'une commune.
- Elles peuvent être « *non réclamées* » : c'est le cas des pailles dont les propriétaires n'ont pas encore obtenu les certificats de propriété ou ne se sont pas fait connaître, ainsi que des parcelles ou des pailles dont les propriétaires sont décédés et dont les héritiers ne se sont pas encore manifestés.
- Il peut s'agir de terres communales / municipales ou étatiques, appelées en général terres d'État.

À chaque lot est attribuée une valeur administrative, dépendant de la qualité des sols et régulièrement réévaluée. En janvier 2012, le gouvernement a ainsi décidé de réévaluer fortement le prix de référence des terres.

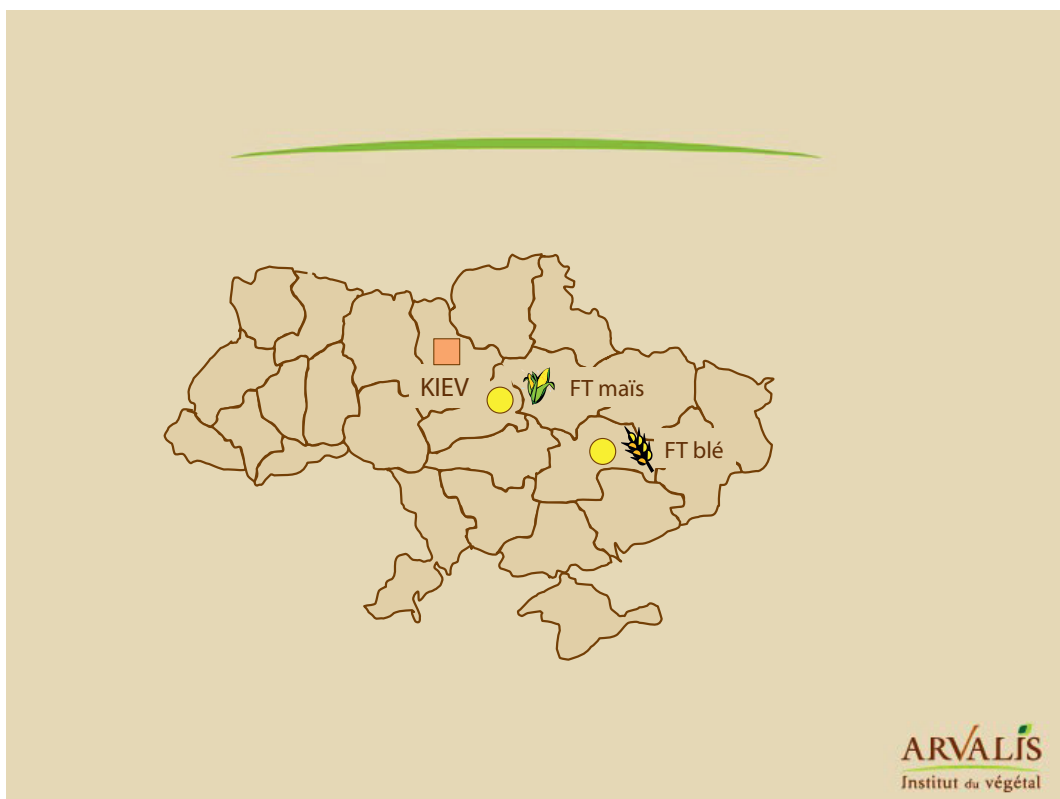
Celui-ci est, en moyenne, passé de 12 000 à 20 000 grivnas l'hectare²⁵, soit de 1130 à 1 880 euros. Ce prix sert de base à la fixation du fermage minimum (3 % de la valeur administrative), le fermage a, lui, augmenté de 338 grivnas l'hectare en 2011 à 563 grivnas en 2013, soit de 31 à 53 euros.

Toutes les catégories de terres peuvent faire l'objet de location ou de sous-location. La durée du bail agricole est déterminée entre les deux contractants, mais elle ne peut pas dépasser cinquante ans. La tendance des dix dernières années montre l'augmentation de la part de contrats de moyenne durée, c'est-à-dire de quatre à dix ans : en 2012, ceux-ci représentaient environ 40 % du total.

Pour autant, la réforme agraire est loin d'être achevée. Le moratoire sur la vente de terres agricoles a été prolongé jusqu'à janvier 2016. Il interdit aux propriétaires de certificats et d'actes de propriété de vendre les terres

25. Source : JJ. Hervé - Oukragro n° 62 et 82.

CARTE 8
Ukraine : situation géographique des deux exploitations-types



agricoles qu'ils possèdent. Autrement dit, les grandes exploitations restent en fermage. Seules les petites exploitations familiales ont une partie en faire-valoir direct.

3. INDICATEURS ÉCONOMIQUES DES EXPLOITATIONS-TYPES DE LA FERMOTHÈQUE INTERNATIONALE D'ARVALIS

La première exploitation-type est située dans l'oblast de Dnipropetrovsk et la deuxième dans l'oblast de Cherkassy (Carte 8).

La première exploitation-type est située dans l'oblast de Dnipropetrovsk et cultive 2 000 hectares. Les résultats concernant le blé présentés dans le *Tableau 7* sont issus de cette ferme. Les charges complètes à l'hectare y ont progressé de plus de 40 % en cinq ans, en grivnas courantes. Les postes d'in-

trants, de main-d'œuvre et de fermage ont été les plus impactés. En 2012, le total des charges a atteint 3 720 grivnas de l'hectare (363 euros). Compte tenu du faible rendement, le coût de production a grimpé à 1 618 grivnas la tonne (158 euros) contre 825 grivnas (75 euros) en 2011. En 2013, malgré une hausse des charges d'environ 10 %, le coût de production complet est estimé à 985 grivnas la tonne (92 euros) grâce à un rendement de 4,3 tonnes / hectare. Entre 2008 et 2012, la valeur ajoutée calculée sur la culture du blé a varié de 1 265 à 3 440 grivnas à l'hectare. Selon les années, la part de la valeur ajoutée réservée à la rémunération du foncier représente de 11 à 33 %. La seconde exploitation est située dans l'oblast de Cherkassy et cultive 1 800 ha. Les résultats concernant le maïs présentés dans le *Tableau 7* sont issus de cette ferme. Les charges complètes à l'hectare intègrent les coûts de séchage. Celles-ci ont progressé de 70 % en cinq ans, en grivnas courantes. Les postes d'intrants, de séchage et de fermage ont le plus augmenté. En 2012, le total des

charges était de 7 945 grivnas à l'hectare (760 euros) pour un coût de production de 1 045 grivnas la tonne (100 euros). En 2013, le coût de production est estimé en baisse par rapport à 2012. La valeur ajoutée calculée sur la culture du maïs est supérieure à celle obtenue sur le blé dans l'exploitation type de Dnipropetrovsk, mais aussi plus variable : sur les cinq dernières années, elle a varié de 955 à 7 300 grivnas l'hectare. La répartition de la valeur ajoutée montre que la part consacrée à la rémunération du capital peut parfois être négative comme en 2008 (- 9 %) ou élevée comme en 2011 et 2012 (80 %).

4. DYNAMIQUES RÉCENTES ET INCERTITUDES POUR L'AVENIR

Dévaluée de plus de 50 % en 2008 suite à la crise économique, la monnaie ukrainienne subit aujourd'hui de nouvelles tensions. Entre 2003 et 2006, la grivna s'échangeait autour de 6 à 7 grivnas pour 1 euro. Mais

GRAPHIQUE 11

Ukraine : évolution depuis janvier 2006 du taux de change de la grivna (UAH) face à l'euro

(Source : <http://www.oanda.com/lang/fr/currency/converter/>)

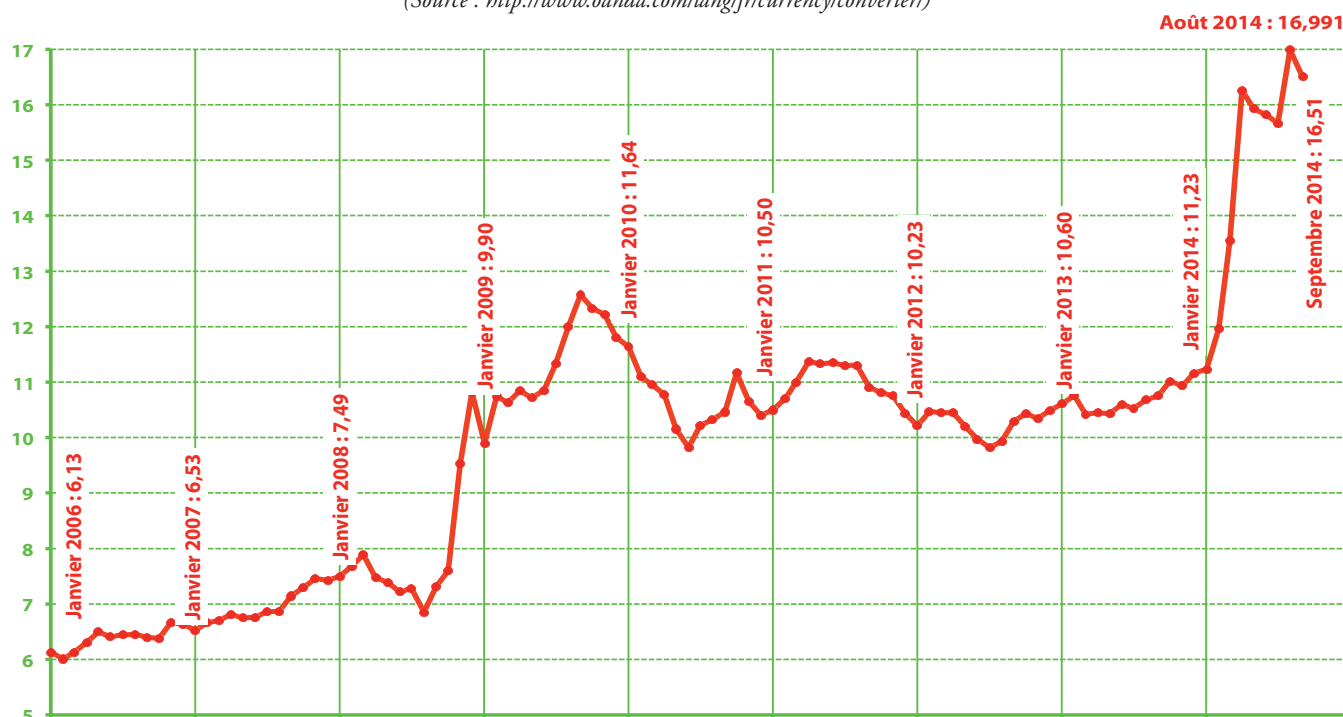


TABLEAU 7
Ukraine : évolution de 2008 à 2012 des résultats économiques des deux exploitations-types
de la fermeothèque internationale Arvalis

	Blé Exploitation de Dnipropetrovsk					Maïs Exploitation de Cherkassy				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Rendement (tonnes / hectare)	4,4	3,5	3,7	4	2,3	6,1	7,9	6,6	9	7,6
Charges (grivnas / hectare)	2 606	3 023	3 007	3 300	3 721	5 005	5 920	5 770	7 402	7 943
Fermage (grivnas / hectare)	340	360	360	380	500	365	375	430	450	650
Coût Product° (grivnas / tonne)	592	864	813	825	1 618	820	749	874	822	1 045
Fermage / CP à la tonne	13 %	12 %	11,5 %	12 %	13,5 %	7,5 %	6,5 %	7,5 %	6 %	8 %
Valeur ajoutée (grivnas / ha)	2 200	1 265	2 135	3 440	1 510	956	3 111	3 385	6 503	7 301

elle s'est fortement dévaluée fin 2008 pour atteindre un point bas fin 2009 à plus de 12 grivnas pour 1 euro. Depuis, la grivna a évolué sur des valeurs comprises entre 10 et 11 grivnas. L'actualité récente l'a de nouveau fragilisée et renvoyée sur ses points les plus bas. Début septembre 2014, le taux de

change dépassait les 16 grivnas pour 1 euro (*Graphique 11*).

Malgré un potentiel de production indéniabla, le secteur des grandes cultures reste fragile, notamment en aval de la production. Si l'Ukraine a des coûts de production sortie

exploitation parmi les plus bas du monde, le coût de mise en marché est élevé. La volonté de développer l'aval de la production est réelle, mais de nombreux efforts restent à faire. Compte tenu du contexte politique et économique actuel, il est difficile de parler de l'avenir du secteur agricole.

Bibliographie

- L'HERBIER C. (janv. 2014) - Fermotheque internationale : fermage en hausse chez nos concurrents. Perspectives Agricoles n° 407
- CAREL Y., LEVEAU V. (oct. 2013) - Production mondiale de grains : blé, maïs, soja, moteurs de la croissance. Perspectives Agricoles n° 404
- GARNIER JF., LAVAUPT P., LEVEAU V., L'HERBIER C. (juin 2013) - Compétition internationale : l'export brésilien de maïs fortement lié au soja Perspectives Agricoles n° 401
- FORSLUND A., GOHIN A., LE MOUËL C., LEVERT F. (2013) - La politique argentine de taxation différenciée des exportations : Impacts sur les marchés mondiaux des produits de grandes cultures
- HERVÉ JJ. (2013) – Évolution de la structure de l'entreprise agricole en Ukraine. Études Rurales n° 191 (p115 à 128)
- Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt (2013) – Les politiques agricoles à travers le monde : USA. Note de l'ambassade de France à Washington.
- NICKERSON C., MOREHART M., KUETHE T., BECKMAN J., IFFT J., WILLIAMS R., (2012) Trends in US farmland Values and Ownership, ERS, Economic information Bulletin.
- FBFM (2012), Farm income and production costs, handbook, extension service, university of Illinois.
- L'HERBIER C. (nov. 2012) - Céréales : vers une nouvelle hiérarchie des exportateurs.
- Perspectives Agricoles n° 394
- L'HERBIER C. (mars 2012) - Compétitivité : la France sur l'échiquier mondial aujourd'hui et demain Colloque blé tendre ARVALIS
- DUBOIS S. (2012) - Le land grabbing, l'Argentine et le retour de l'État stratège. Point de vue et analyse LEGAM
- L'HERBIER C. (juin. 2011) - Monde : le foncier devient une charge variable chez nos concurrents. Perspectives Agricoles n° 379
- L'HERBIER C. (avril. 2011) - Horizon 2020 : l'Ukraine pèsera davantage sur les marchés. Perspectives Agricoles n° 377
- COCHET H., MERLET M. (avril 2011) - Land grabbing and share of the added value in agricultural processes. A new look at the distribution of land revenues. International Academic Conference "Global Land Grabbing"
- GUIBERT M., SILI M., (2011) - Dynamiques des espaces ruraux dans le monde (p. 338-351)
- GROSSO S. (2010) - Les pools de culture : diversité des combinaisons financières et productives. Le Déméter 2010
- IVANYTSKA I. (2010) - L'Ukraine : le retour d'un géant céréalier. Quelle réalité ? Quel avenir ? Mémoire de fin d'études
- COCHET H., JAUBERTIE C., LEVESQUE R., PARDON L., (déc. 2010) - Ukraine : une approche comparée des dynamiques et performances économiques des structures agricoles. Notes et études socio-économiques n° 34 (p 37 à 55)
- SCHNITCKEY G., (2010), Farmland outlook : are farmland prices too high relative to return and interest rates ? In Farm Economics : fact and opinion, Farmdoc.
- PAGES B., CLEMENS, A. (2009) Perspectives d'évolutions de la production de maïs aux USA, zoom sur le Kansas et l'Iowa. Mémoire de fin d'études
- LEMAITRE G., LEVEAU V. (avril 2002). Coûts de production comparés : le blé français et ses concurrents. Perspectives Agricoles n° 278

Sites Internet :

FAPRI U.S. and World Agricultural Outlook (<http://www.fapri.iastate.edu/outlook/>)
 Foreign Agricultural Service (<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdquery.aspx>)
 Compania argentina de tierras (<http://www.cadetierras.com.ar/valores-y-estadisticas/valor-alquileres-agricolas/>)
 Sistema integrado de informacion agropecuaria (<http://www.siiia.gov.ar/>)
 Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA)
 (<http://www.redcrea.org.ar/index.php/documentosid/625-informe-microeconomico>)

L'usage conflictuel des terres agricoles : nouvel enjeu géo-économique de la mondialisation

par Monsieur Mathieu Boche

*agro-économiste,
doctorant au Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)*

153

et Monsieur Thierry Pouch

*responsable du service Études économiques
à l'Assemblée permanente des Chambres d'Agriculture (APCA)
chercheur associé au laboratoire Regards de l'université de Reims Champagne - Ardenne*

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

Introduction

1. L'ACCAPAREMENT DES TERRES : APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

- 1.1. Défis de la mesure des acquisitions de terre à l'échelle mondiale
- 1.2. Un phénomène d'une ampleur importante
- 1.3. Une tendance marquée par des projets Sud – Sud
- 1.4. Une diversité d'acteurs et des modèles d'investissement

2. DES MODÈLES D'INVESTISSEMENTS QUI S'INSCRIVENT DANS LA MONDIALISATION

- 2.1. Les dimensions des modèles d'investissements fonciers
 - 2.1.1. *L'export de capital agraire*
 - 2.1.2. *L'export d'expertise agricole*
 - 2.1.3. *L'export organisationnel via les agro-industries*
 - 2.1.4. *L'implication via le capital financier : la financiarisation*
 - 2.1.5. *La voie diplomatique*
- 2.2. Mondialisation et lutte pour le contrôle des ressources naturelles

155

Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1

Acquisitions foncières internationales selon le statut de la négociation

Tableau 2

Acquisitions foncières internationales selon le type d'accès au foncier

Graphique 1

Évolution du nombre total de projets d'acquisitions foncières à grande échelle

Graphique 2

Pays les plus ciblés par des acquisitions foncières

Graphique 3

Pays d'origine des investisseurs impliqués dans les acquisitions foncières

Graphique 4

Évolution des surfaces cultivables en Chine depuis 1990

INTRODUCTION

La crise qui s'enclenche en 2007 constitue un moment de rupture dans la mondialisation. S'il s'agit bien d'une crise d'un régime de croissance financiarisé, elle illustre surtout un renversement du monde, un basculement du centre de gravité de l'économie mondiale en direction de l'Asie. Autrement dit, la crise actuelle est la manifestation de l'arrivée aux limites du cycle hégémonique construit à la fin de la Seconde Guerre mondiale et dominé par les États-Unis. La traduction directe de cette transition vers un nouveau cycle hégémonique se situe en particulier dans la lutte que se livrent les grandes puissances pour contrôler les ressources naturelles (terres et matières premières agricoles) – les produits issus de l'agriculture figurant en bonne place dans cette lutte – et garantir ainsi la poursuite de leur accumulation de capital et leur insertion à un rythme soutenu dans les échanges internationaux.

Dans ce contexte, l'objet de cet article est d'apporter un éclairage sur l'un des faits marquants des quinze dernières années : à savoir l'investissement direct dans les terres agricoles, appelé plus récemment « *l'accaparement de terres* » (*land grabbing*).

- Dans un premier temps, il s'agira bien sûr de procéder à une définition de ce processus d'achats et de locations de terres étrangères et d'en évaluer l'ampleur au travers d'une investigation de la base de données *Land Matrix* (Encadré 1).
- Dans un second temps, cette approche quantitative sera assortie d'une réflexion sur les conditions d'émergence de ce processus d'accaparement des terres dans le monde, en quoi il reflète les contradictions de la mondialisation et, surtout, dans quelle mesure il correspond à la recherche non seulement des possibilités d'extension de l'accumulation du capital, mais tout autant de la puissance économique. C'est en effet parce que l'expansion du capitalisme à l'échelle mondiale se réalise sous l'impulsion des économies émergentes que l'on assiste aujourd'hui à la résurgence de conflits autour des ressources naturelles dont les terres agricoles forment l'un des aspects les plus saillants, signifiant par ailleurs que cette mondialisation met au jour la raréfaction des matières premières,

>>> Encadré 1

Land matrix, base de données en ligne sur les investissements fonciers

Afin de réaliser un recensement le plus objectif possible pour disposer d'une connaissance quantitative et qualitative des investissements fonciers étrangers opérés dans les pays en développement, cinq institutions ont réuni leurs moyens et créé une banque de données accessible en ligne, baptisée Land Matrix (landmatrix.org). Il s'agit du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), du German institute for global and area studies (GIGA) basé à Hambourg, du Deutsche gesellschaft für internationale zusammenarbeit (GIZ), du Center for development and environment (CDE) de l'université de Berne et d'International land coalition (ILC). La banque réunit tous les projets et fournit pour chacun le nom de l'investisseur, le pays d'origine, le pays ciblé, les surfaces acquises et les cultures concernées. Les projets sont retenus à partir d'un seuil de 200 hectares et font l'objet de vérification par les partenaires du projet.

Depuis le second lancement de Land Matrix en juin 2013, la base de données a été modifiée pour devenir une source d'information dynamique mise à jour quotidiennement. Les données présentées dans cette contribution datent du 16 juillet 2014. Land Matrix contenait alors un total de 996 projets d'acquisitions / locations foncières à objectif de production agricole, dont 763 ayant débouché sur un transfert effectif des droits fonciers vers des investisseurs étrangers. Ces transferts concernaient une surface de 21,4 millions d'hectares dans le monde sur dix ans : soit, par comparaison, une surface légèrement supérieure à celle du Sénégal.

laquelle peut hypothéquer la dynamique de l'accumulation du capital.

Puisque la mondialisation se traduit par des « *pulsions rivalitaires* » et par la formation de nœuds géostratégiques, son analyse ne saurait se restreindre au seul champ de la science économique. Elle appelle du même coup à une investigation pluri-disciplinaire, l'économie devant logiquement s'articuler à la géopolitique.

1. L'ACCAPAREMENT DES TERRES : APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

1.1. Défis de la mesure des acquisitions de terre à l'échelle mondiale

L'une des questions essentielles de la littérature économique actuelle sur « *l'accaparement des terres* » réside dans la définition même du phénomène et, donc, son ampleur à l'échelle internationale. Les premières analyses sur les *Large Scale Land Acquisition* (LSLA) ont eu tendance à se focaliser sur des méga-projets impliquant des investisseurs étrangers et, donc, à donner une image quelque peu simplifiée du phénomène. Comme le soulignent des experts ¹, le discours dominant dans les premières analyses de ces acquisitions foncières à grande échelle réalisées par des organisations non-gouvernementales (ONG), des médias et des chercheurs laissait penser que ces acquisitions (achats, locations et baux emphytéotiques) étaient :

- de caractère international et majoritairement menées par les États du golfe arabo-persique et les entreprises et gouvernements chinois et sud-coréens,
- qu'elles impliquaient de façon croissante des capitaux financiers, menant à de la spéculation sur les terres,
- qu'il y avait un manque de transparence autour des projets,
- qu'elles impliquaient la corruption des gouvernements locaux,

1. Borras et Franco, 2012.

- et qu'elles étaient généralement mises en place sans consultation des populations locales.

Même si certains de ces aspects sont partiellement vrais, ils donnent une image simplifiée du phénomène et ne reflètent pas la complexité des accaparements de terres. Afin d'obtenir une vision claire du processus et des déterminants des acquisitions foncières, une partie des analyses s'est concentrée sur la quantification du phénomène. Mais cet exercice reste généralement entaché d'au moins quatre difficultés renvoyant à trois caractéristiques du phénomène :

- La première difficulté provient de la définition même de « l'accaparement des terres ». Les premières tentatives de quantification ont regroupé des acquisitions foncières ayant des objectifs très variés, allant de l'activité minière à l'agriculture, l'activité forestière ou le développement de l'industrie, en passant par le tourisme et les projets de conservation des zones naturelles ². Certains auteurs critiquent ce type de regroupement et plaident pour une analyse séparée des différents secteurs d'activité et une concentration des analyses sur les acquisitions par des entreprises pour l'établissement de structures de production agricoles ³. Les définitions de la surface minimum, ainsi que de la modalité d'accès au foncier permettant de qualifier un projet « d'acquisition (ou de location) foncière de grande échelle » constituent également des sujets de débat qui complexifient la définition du phénomène. Enfin, le quatrième élément critique de la définition de ces acquisitions de terre à grande échelle concerne le caractère international du phénomène et la prise en compte de la variété des investisseurs nationaux et étrangers. Alors que les premières analyses se sont concentrées sur les investisseurs étrangers, les auteurs marxistes qui analysent le phénomène des acquisitions foncières comme un développement du capitalisme en agriculture plaident pour la prise en compte indistincte des investisseurs nationaux et étrangers. Notre perspective d'analyse est légèrement différente car nous inscrivons ce phénomène dans une vision géopoliti-

tique de la mondialisation, nous poussant ainsi à considérer uniquement les projets transnationaux.

- La seconde difficulté inhérente au travail de quantification intervient en raison de problèmes liés à la mesure du phénomène. La très faible documentation, l'incohérence des sources, mais aussi les biais dans la définition de ce qui est réellement mesuré constituent autant de limites dont il est important de tenir compte lors de la réalisation d'une quantification de ces acquisitions massives de terres ⁴. Les projets d'exploitation forestière sont particulièrement concernés par ce biais. En effet, chaque « bloc d'exploitation » de plusieurs milliers d'hectares est souvent considéré comme un projet individuel, alors qu'il s'agit en réalité de la même entreprise qui contrôle les différents blocs et les exploite comme une seule concession.
- La troisième difficulté liée à la collecte d'informations réside dans la capacité à refléter les dynamiques temporelles de ces projets d'acquisitions foncières ⁵.
- Enfin, une quatrième difficulté réside dans l'existence de biais liés à la disponibilité des informations, les sources utilisées et la fiabilité des données.

Malgré ces limites, le travail de quantification et de caractérisation initiale du phénomène à l'échelle mondiale est fondamental car il sert d'élément de réflexion dans la contextualisation et la définition de ce que représente l'accaparement des terres. Les « acquisitions foncières » peuvent ainsi se définir comme le *transfert de l'usage, du contrôle ou de la propriété de la terre via la vente, le prêt ou la concession d'une surface supérieure à 200 hectares à un investisseur étranger* ⁶. Nous concentrerons notre analyse sur les projets d'acquisitions (ou de locations) foncières ayant pour objectif affiché la production agricole ⁷.

4. Chouquer, 2012 ; Anseeuw et al., 2013.

5. Deininger and Byerlee, 2011.

6. Anseeuw et al., 2012.

7. Les surfaces forestières constituent également des biens présentant des enjeux stratégiques. Nos analyses de la Land Matrix regroupent un ensemble de 104 projets conclus d'acquisitions (et de concessions) de zones forestières pour un total de 9 millions d'hectares. Néanmoins, nous avons choisi de centrer notre analyse sur l'agriculture pour plus de clarté.

1.2. Un phénomène d'une ampleur importante

La vague actuelle d'acquisitions foncières n'est pas la première dans l'histoire du développement économique des pays du Sud. La colonisation, les vagues de libéralisation du dix-neuvième siècle – ce que l'on a appelé la « première mondialisation » ⁸ – et le développement des cultures d'exportations sont considérés, à des degrés différents, comme des vagues d'implications d'investisseurs étrangers dans la production agricole des pays en développement ⁹.

Néanmoins, on observe depuis le début des années deux mille un retour des tensions autour des ressources naturelles : en particulier du foncier agricole en raison, notamment, de l'attrait des investisseurs étrangers pour la production. Les données de *Land Matrix* suggèrent que le nombre de projets a commencé à augmenter à partir de 2005 et a atteint un pic entre 2007 et 2011 (*Graphique 1*). Ces cinq années marquent une période de forte demande de la part d'investisseurs étrangers, avec un nombre important de projets d'acquisition concrétisés et une poursuite de l'expression d'intérêt des investisseurs. En effet, près de 170 projets sont encore au stade de la négociation et peuvent potentiellement augmenter la quantité des surfaces transférées.

Bien qu'inférieure à des estimations précédentes, la quantité de surfaces agricoles transférées à des investisseurs étrangers reste importante au regard de la rapidité du phénomène ¹⁰. Un meilleur accès à l'information, ainsi qu'une meilleure connaissance des caractéristiques dynamiques du phénomène permettent aujourd'hui d'en avoir une image plus précise. L'un des exemples de cette compréhension plus détaillée est la différence notable entre la surface demandée par les investisseurs et la surface finalement obtenue (*Tableau 1*). Si l'on considère l'ensemble des projets recensés au sein de la base de données *Land Matrix Global Observatory* comme une approximation de l'intérêt des investisseurs étrangers pour l'acquisition de

8. Berger, 2003.

9. Margulis and Porter, 2013.

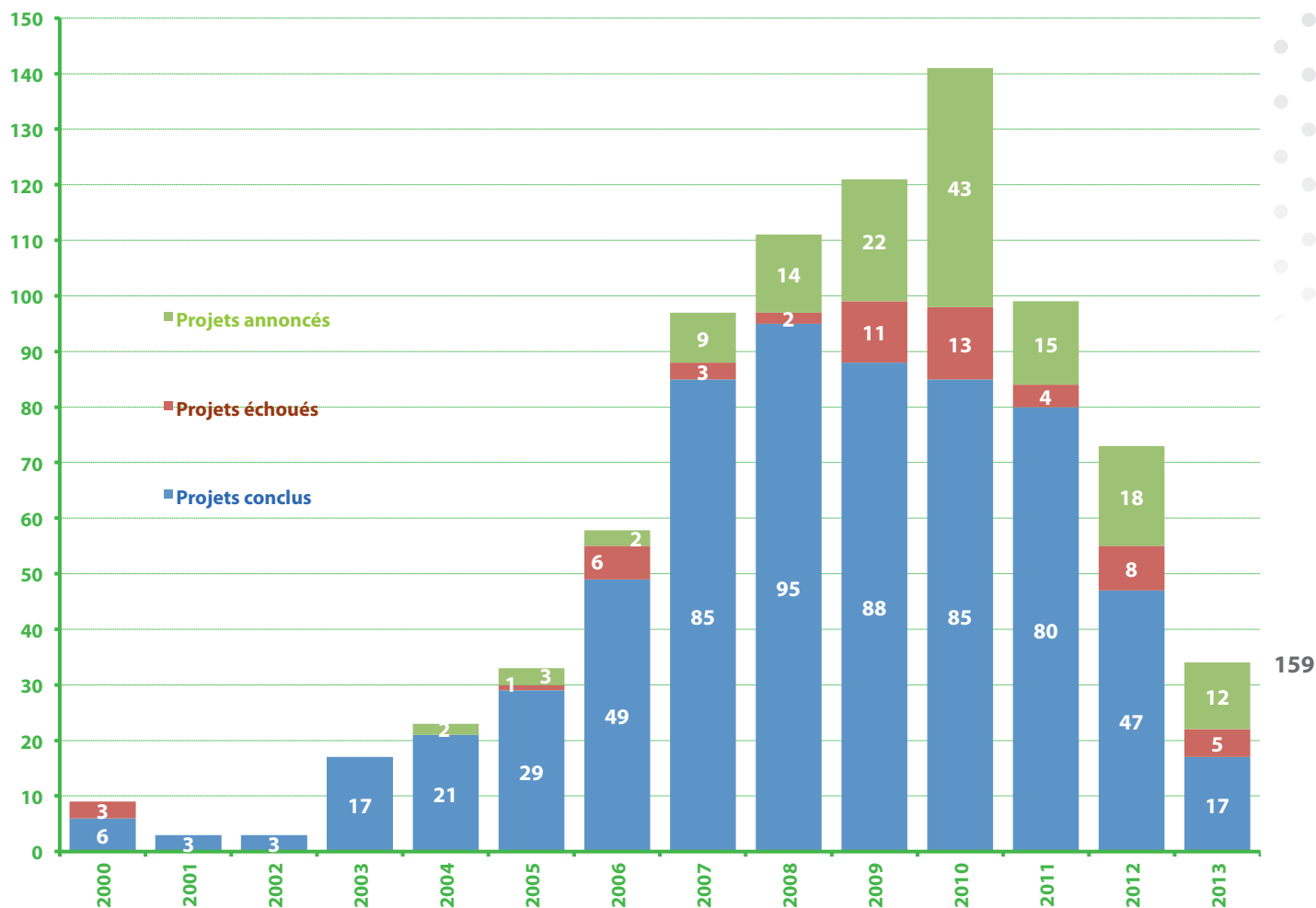
10. Anseeuw et al., 2012.

2. Anseeuw et al., 2012.

3. Akram-Lodhi, 2012.

GRAPHIQUE 1
Évolution du nombre total de projets d'acquisitions foncières à grande échelle

(Source : calculs des auteurs à partir des données Land Matrix du 16 juillet 2014)



terres, on s'aperçoit que celui-ci est plus de deux fois supérieur à la surface effectivement transférée (49,3 millions d'hectares). Ce résultat renforce l'idée de tensions existantes autour de l'accès à des surfaces agricoles cultivables, mais qui ne s'est pas concrétisé dans l'ampleur annoncée et souhaitée par les investisseurs. À l'inverse, on observe que certains projets ont déjà échoué soit au stade de la négociation, soit durant la mise en place. Ce schéma d'échec des projets au moment des négociations est particulièrement vrai pour Madagascar ¹¹, un pays qui était pour-

tant au centre de l'attention au début des analyses du phénomène, notamment en raison du projet de l'entreprise Daewoo. Cette dynamique a également été identifiée plus largement en Afrique australe ¹².

1.3. Une tendance marquée par des projets Sud – Sud

Cette mesure de l'accaparement des terres correspond-elle à une géographie précise du phénomène ? Les données de *Land Matrix* confirment que les zones les plus concernées par les acquisitions foncières sont l'Afrique

subsaharienne et une partie de l'Asie du Sud-Est (*Graphiques 2 et 3*).

L'Indonésie et la Papouasie Nouvelle-Guinée comptent parmi les trois principaux pays dans lesquels des investisseurs étrangers ont acquis des terres durant ces dix dernières années. Le développement de la culture du palmier à huile par des entreprises privées et des gouvernements de pays voisins comme la Malaisie, la Chine et la Thaïlande via des entreprises d'État et des fonds souverains, couplé à la mise en place de politiques nationales volontaristes de développement de « *joint-ventures* » pour l'implantation de

11. Sur les trente-cinq projets de la catégorie « Échec durant les négociations », dix-sept concernent Madagascar.

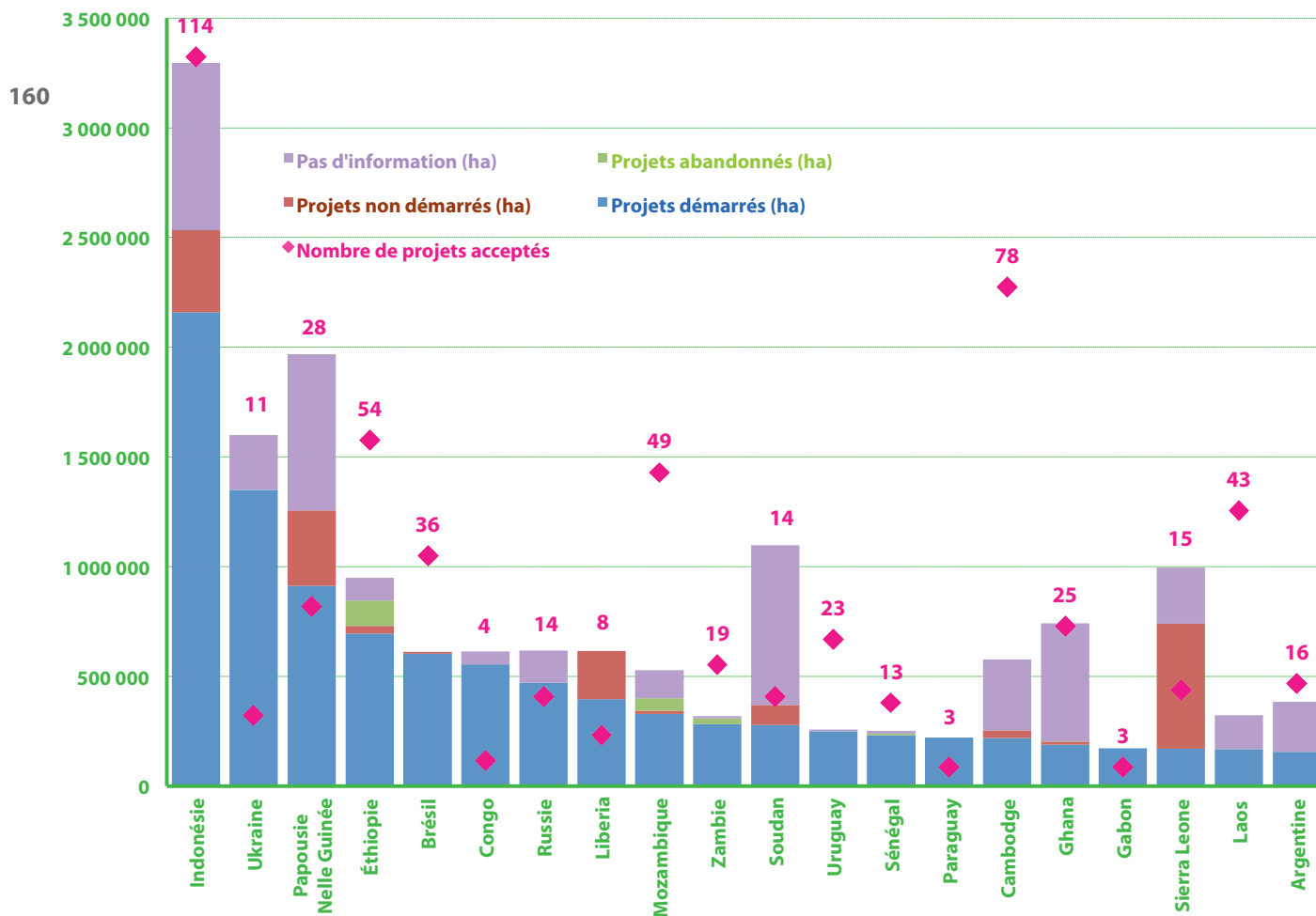
12. Boche and Anseeuw, 2013.

TABLEAU 1
Acquisitions foncières internationales selon le statut de la négociation

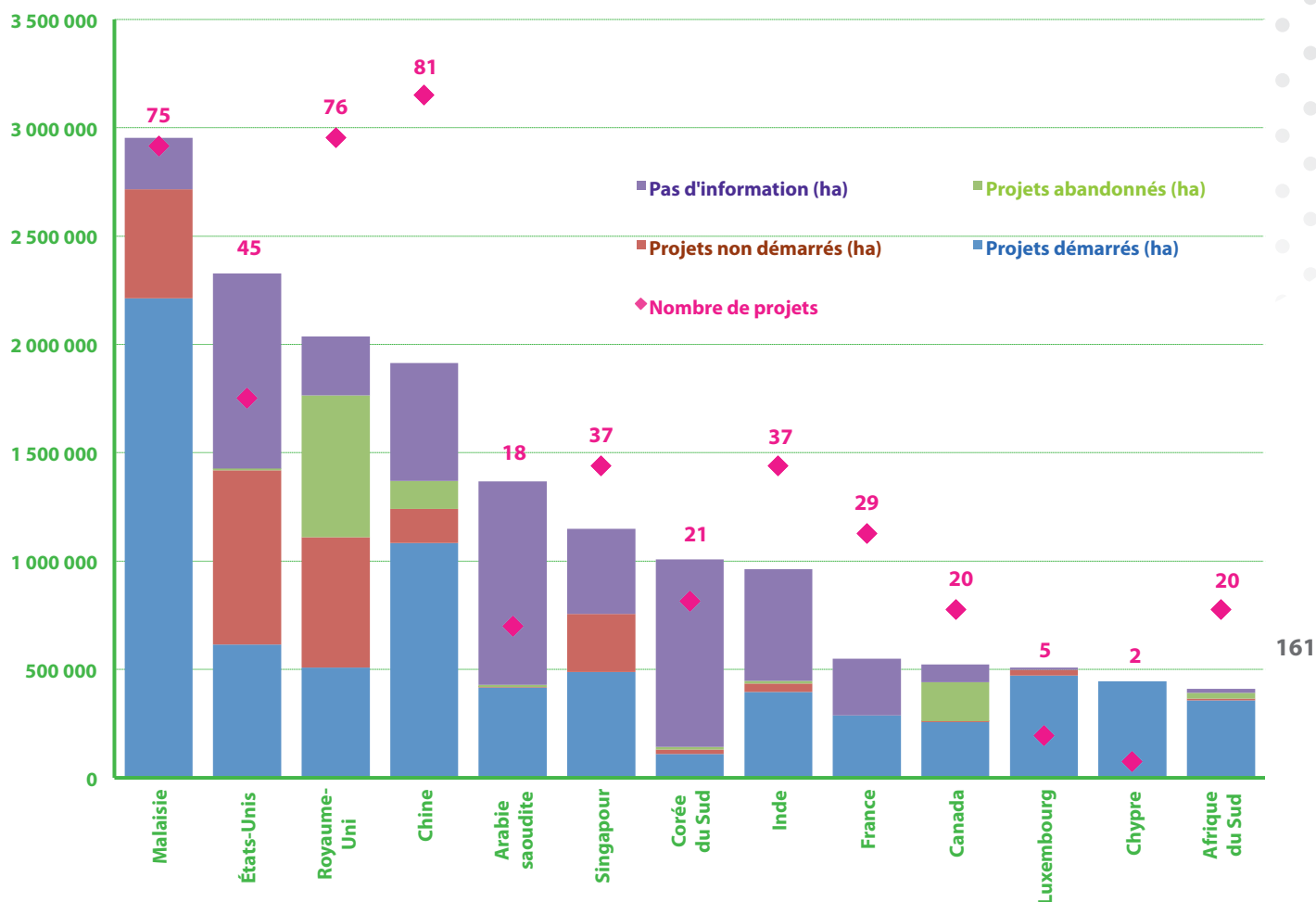
	Nombre de cas	Surface demandée (millions d'hectares)	Surface transférée (millions d'hectares)
Accord verbal	61	3,0	1,5
Contrats signés	702	29,1	19,8
Projets conclus	763	32,1	21,4
Expression d'intérêt	44	5,9	n.a.
En cours de négociation	122	7,1	n.a.
Projets annoncés	166	13,0	n.a.
Négociations échouées	46	3,9	n.a.
Contrats annulés	21	0,3	1,6
Projets échoués	67	4,2	1,6

Source : calculs des auteurs, données Land Matrix Global Observatory 16 juillet 2014

GRAPHIQUE 2
Pays les plus ciblés par des acquisitions foncières
Projets conclus et classifiés selon le statut de mise en place
(Source : calculs des auteurs, données Land Matrix du 16 juillet 2014)



GRAPHIQUE 3
Pays d'origine des investisseurs impliqués dans les acquisitions foncières
Projets conclus et classifiés selon le statut de mise en place
(Source : calculs des auteurs, données Land Matrix du 16 juillet 2014)



161

palmeriaies¹³ explique cette tendance. En Afrique subsaharienne, l'Éthiopie, le Liberia, la République démocratique du Congo, le Mozambique et la Zambie sont des pays dans lesquels les acquisitions de terres, majoritairement réalisées par des investisseurs internationaux privés, ont déjà débouché sur la mise en place de structures de production. Une quantité importante de terres du Soudan et du Sud-Soudan a également été cédée à des investisseurs étrangers, notamment des fonds souverains provenant de pays du Golfe¹⁴. L'un des aspects communs aux projets développés en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud-Est a trait au fait que ces acqui-

sitions n'ont pas lieu *via* l'achat de terres. Elles répondent à des mécanismes de locations et de concessions de long terme de terres attribuées par les gouvernements des pays hôtes, en raison de la forte présence du statut domanial de la terre (Tableau 2). Cette caractéristique souligne le rôle des États des pays hôtes en tant qu'acteurs majeurs¹⁵. Au-delà des États, il arrive également que les élites nationales constituent les intermédiaires privilégiés des investisseurs, devenant ainsi les cédants effectifs de la terre¹⁶. Néanmoins, une part non négligeable des projets est mise en place via l'achat de terres et non pas l'attribution de concessions. Ces

projets se situent quasi exclusivement dans la troisième grande région de développement du phénomène : l'Amérique du Sud, Argentine et Uruguay en premier lieu. On retrouve également dans ces pays, comme dans les pays d'Europe de l'Est (Ukraine) le développement de contrats agraires de type « *tenure inversée* » entre les investisseurs et de nombreux petits propriétaires terriens. La moindre représentation des pays d'Amérique du Sud parmi les pays majoritairement concernés peut s'expliquer en partie par l'histoire du développement agricole régional et, notamment, par l'ampleur des vagues précédentes de développement de formes de productions agricoles capitalistes à grande échelle et la création de grandes agro-indus-

13. McCarthy 2010 ; Filer, 2011.

14. Woertz, 2013.

15. Wolford *et al.*, 2013.

16. Burnod *et al.* 2013.

TABLEAU 2
Acquisitions foncières internationales selon le type d'accès au foncier

	Licences d'exploitation	Concessions	Achat	Mix	Pas d'information
Accord verbal	0	22	2	0	37
Contrats signés	1	375	87	4	235
Projets conclus	1	397	89	4	272
Expression d'intérêt	0	4	0	0	39
En cours de négociation	0	40	3	0	79
Projets annoncés	0	44	3	0	118
Négociations échouées	0	12	2	0	32
Contrats annulés	0	17	0	0	4
Projets échoués	0	29	2	0	36

Source : calculs des auteurs, données Land Matrix du 16 juillet 2014

tries nationales concentrant déjà une part importante du foncier.

Ainsi, malgré le fait que chaque région présente des caractéristiques particulières de production, d'acteurs et de modalités d'accès au foncier, ce phénomène dénote d'un mouvement globalisé, mondialisé, pour le contrôle du facteur de production agricole qu'est la terre ¹⁷.

Une seconde particularité de cette actuelle vague d'acquisitions foncières est la provenance des investisseurs impliqués. Il est possible d'en situer une typologie. Les données de la *Land Matrix* confirment la provenance des investisseurs de trois groupes de pays ¹⁸ :

- Ils proviennent tout d'abord de pays de l'OCDE, aux premiers rangs desquels les États-Unis et le Royaume-Uni.
- Les deux autres groupes de pays d'origine des investisseurs sont en revanche constitués par des pays émergents. Le second groupe se compose en effet de pays ayant pour caractéristique commune un faible ratio surface cultivable / population, à l'image de la Chine (*Graphique 4*). Au sein de ce groupe, se trouvent les « tigres

asiatiques » : Chine, Corée du Sud, Singapour, HongKong et Malaisie. Ces pays, qui ont connu une période de forte croissance économique à la fin du vingtième siècle, sont fortement représentés. Les premières analyses du phénomène d'accaparement de terres se sont concentrées sur leurs investissements et ont eu tendance à surestimer leur rôle, notamment le rôle de la Chine en Afrique ¹⁹. Néanmoins, l'analyse particulière des données de la *Land Matrix* confirme qu'ils jouent un rôle décisif dans les acquisitions foncières localisées en Asie du Sud-Est (Cambodge, Laos, Indonésie, Papouasie Nouvelle Guinée). On retrouve également dans ce groupe les pays du Moyen-Orient disposant de fortes ressources financières, mais souffrant de faibles disponibilités en eau (Arabie saoudite et Émirats Arabes Unis). Ils souhaitent sécuriser leurs approvisionnements en denrées alimentaires, tout en préservant leurs ressources en eau ²⁰.

- Enfin, le troisième groupe concerne également des pays aux économies émergentes, mais possédant un secteur agricole relativement important. C'est notamment le cas de l'Inde et de l'Afrique du Sud.

Cette géographie des acquisitions foncières à grande échelle révèle la montée en puis-

sance d'acteurs-clés : les principaux pays émergents, quelques pays à revenus moyens (Argentine, Malaisie, Thaïlande, Vietnam) et les États du Golfe. L'implication des pays émergents est notamment marquée par un fort régionalisme. Les investisseurs originaires de ces pays localisent leurs projets dans d'autres pays de leur grande région. Les Sud-Africains jouent ainsi un rôle particulièrement important dans le développement des acquisitions foncières dans le reste de l'Afrique australe ²¹. De même, les Argentins et Brésiliens sont très actifs en Amérique du Sud et les investisseurs issus de pays asiatiques, Chine et Malaisie en tête, sont majoritairement impliqués dans des acquisitions en Asie du Sud-Est ²².

De plus, cette géographie recoupe assez bien l'une des dimensions actuelles de la mondialisation. Après la croissance des flux Sud – Sud de marchandises, des mouvements de capitaux caractérisés par la montée en puissance des investissements directs croisés entre pays émergents ou vers les régions en développement, ce sont désormais les ressources naturelles qui font l'objet soit d'investissements dans les terres agricoles, soit d'échanges commerciaux à l'instar des transactions commerciales de produits agricoles et alimentaires effectuées par des pays exportateurs comme le Brésil ou l'Argentine

17. En économie, un facteur de production permet d'élever la quantité de richesses produites, la terre étant un facteur décisif dans la pensée physiocratique, figurant comme l'un des facteurs contribuant à la croissance dans la pensée classique et qui a totalement disparu dans l'école néo-classique.

18. Anseeuw *et al.*, 2012.

19. Borrás et Franco, 2012 ; Bräutigam and Zhang, 2013.

20. Woertz, 2013.

21. Hall, 2011 ; Boche and Anseeuw, 2013.

22. Borrás *et al.*, 2012.

et importateurs comme la zone Afrique du Nord et Moyen-Orient.

1.4. Une diversité d'acteurs et des modèles d'investissement

Selon certains experts ²³, la forte implication des pays émergents, l'importance croissante des « *flexcrops* » ²⁴ dans un système alimentaire en transition et le rôle des États centralisés des pays hôtes constituent les trois composantes fondamentales du phénomène actuel de « *l'accaparement des terres* ». Mais cette définition ne prend absolument pas en compte la diversité des acteurs impliqués dans les projets d'investissements. On retrouve notamment des entreprises natio-

nales, des fonds souverains, des acteurs financiers (fonds d'investissements, fonds privés, entreprises cotées en bourse), des industries agro-alimentaires multinationales, ainsi que des entreprises privées initialement non liées à l'activité de production agricole.

Les projets des investisseurs qui acquièrent les terres ne visent pas uniquement la mise en place de plantations à grande échelle, enclavées et fondées sur des productions nécessitant une force de travail nombreuse. Elles prennent différentes formes organisationnelles. Une meilleure compréhension de cette diversité, dans le contexte actuel de mondialisation, implique de déconstruire ce qui est regroupé sous les termes « *investissements fonciers* » ou « *accaparement des terres* ». Les formes de production les plus connues sont le modèle de la plantation à grande échelle, intégrant les différentes activités de la chaîne de valeur (*agribusiness estate*) utilisé par les grandes entreprises sucrières,

le modèle d'agriculture entrepreneuriale et le modèle d'agriculture contractuelle (de type *nucleus estate*). Mais de nouvelles formes hybrides d'organisation se mettent en place suite aux acquisitions foncières ²⁵. L'une d'entre elles est structurée autour de l'implantation d'une branche d'un syndicat agricole sud-africain et de coopératives de production regroupant des agriculteurs sud-africains venus s'implanter dans le pays ²⁶. Ce projet repose sur une structure de gouvernance multi-niveaux regroupant le syndicat, la coopérative et leurs membres. Cette organisation permet une représentation des agriculteurs sud-africains engagés à l'étranger, une meilleure capacité de négociation avec les autorités nationales afin d'obtenir les droits fonciers, des avantages d'établissement et, enfin, un soutien technique à la

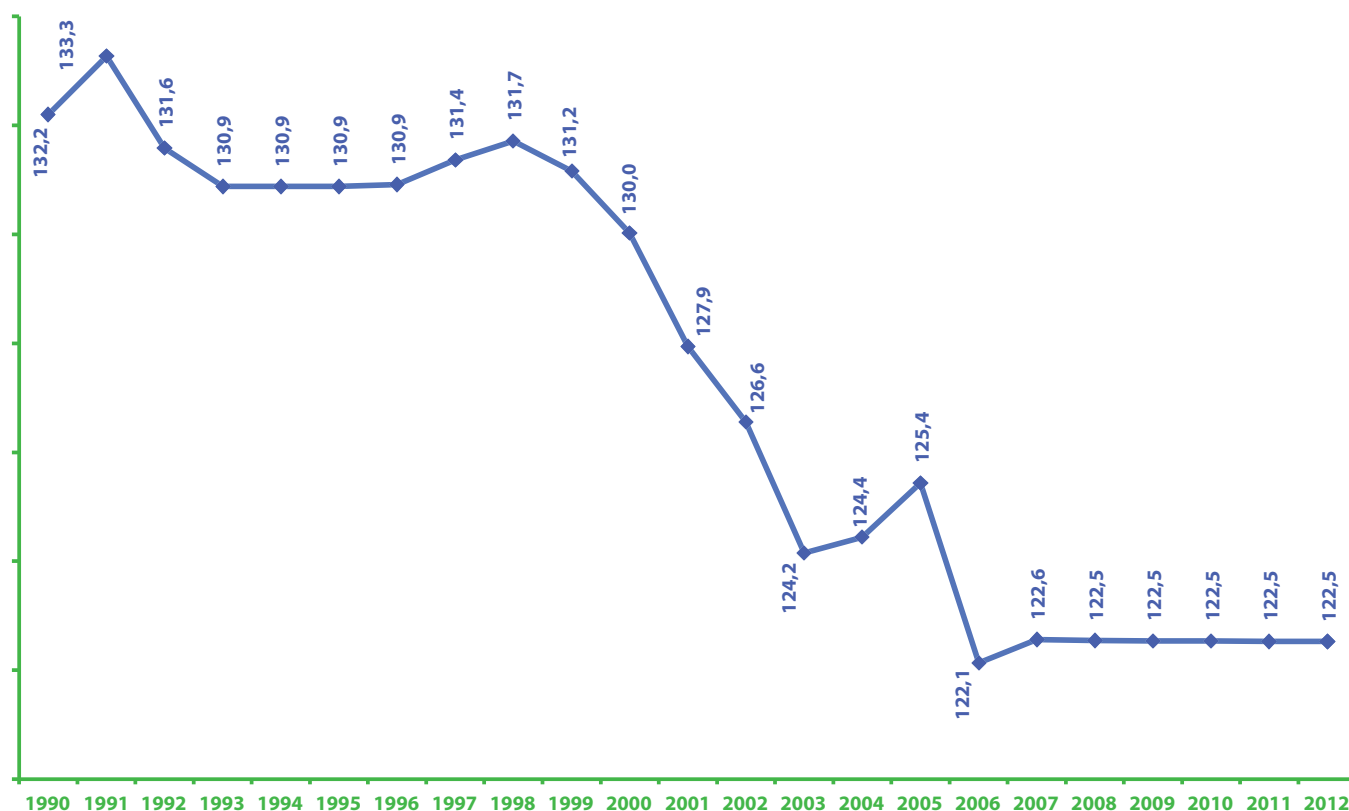
23. Borras et al., 2013.

24. Les « *flexcrops* » sont les cultures dont la production peut être orientée vers les agro-carburants ou vers les cultures alimentaires. Les quatre principales cultures concernées sont la canne à sucre, le maïs, le soja et l'huile de palme.

25. Boche and Anseeuw, 2013.

26. Hall, 2012 ; Boche and Anseeuw, 2013.

GRAPHIQUE 4
Évolution des surfaces cultivables en Chine depuis 1990
(en millions d'hectares - Source : Faostat)



production. Pour le moment, cette stratégie reste propre aux acteurs sud-africains, mais des organisations d'autres pays, notamment le Brésil, tentent d'établir ce type de structure.

La mise en place de projets de « *transformation foncière* » constitue un autre élément de la diversité des modèles d'investissements observés dans le cadre du développement des acquisitions foncières. L'objectif de ce modèle n'est pas de vendre un produit agricole, mais une exploitation prête à produire des cultures alimentaires ou des agro-carburants sur le marché international après une courte période d'établissement ²⁷. Ce modèle a été observé depuis plusieurs années en Amérique du Sud, principalement en Argentine, mais aussi en Afrique australe, sous couvert de volonté de développement des filières d'agro-carburant ²⁸. Enfin, le phénomène de financiarisation de l'agriculture a entraîné le développement de projets marqués par le partenariat stratégique entre un acteur financier (fonds d'investissement privés, fonds cotés en bourse, voire institutions financières de développement) et une société de gestion d'actifs spécialisée dans la production agricole ²⁹.

La déconstruction des modèles d'investissements regroupés sous le terme de « *l'accaparement des terres* » met donc en évidence plusieurs caractéristiques du phénomène. De tels modèles illustrent tout d'abord la multiplicité des acteurs et la complexité de leurs relations. Au-delà des partenariats entre investisseurs étrangers et acteurs nationaux, il existe plusieurs types de partenariats entre des acteurs internationaux spécialisés sur le même projet. Cette segmentation de l'activité agricole entre la propriété de la terre, celle du capital d'exploitation, la participation aux travaux d'exploitation et la gestion des tâches administratives et financières traduit une inscription de la production agricole dans la mondialisation. De même, l'internationalisation de l'espace et la financiarisation de l'agriculture sont deux marqueurs du phénomène actuel des acqui-

sitions foncières qui démontrent que cette problématique prend place dans le cycle de la mondialisation engagée dans les années quatre-vingt ³⁰. C'est en effet au cœur de ces différentes caractéristiques du phénomène des acquisitions foncières que les stratégies des économies émergentes doivent être analysées afin de permettre la compréhension de l'enjeu géo-économique des « *accaparements foncières* » pour ces pays.

2. DES MODÈLES D'INVESTISSEMENTS QUI S'INSCRIVENT DANS LA MONDIALISATION

L'implication des économies émergentes dans le phénomène des acquisitions foncières passe par cinq mécanismes qui permettent de les inscrire comme des acteurs majeurs dans cette dynamique foncière à l'échelle mondiale.

2.1. Les dimensions des modèles d'investissements foncières

2.1.1. L'export de capital agraire

Depuis plusieurs années, un mouvement de déplacement d'agriculteurs indépendants tentant d'établir des exploitations agricoles est observé dans différentes parties du monde (Europe de l'Est, Afrique australe). Madagascar présente, par exemple, un grand nombre d'investisseurs indépendants français ³¹. On retrouve également beaucoup d'agriculteurs sud-africains dans d'autres pays d'Afrique australe ³² : ils sont présents dans vingt-huit pays africains et, selon des sources informelles, pas moins de huit cents agriculteurs sud-africains ont tenté de s'installer au Mozambique ces dernières années, après avoir vendu leurs exploitations au prix du marché dans le cadre de la réforme foncière ³³. D'autres agriculteurs n'ont pas résisté à la concurrence en Afrique du Sud, liée à l'augmentation des coûts du travail et des intrants ainsi qu'à la course à la mécanisation. Ceci étant, une autre partie des agriculteurs indépendants a maintenu des acti-

vités agricoles en Afrique du Sud. L'acquisition de terres à l'étranger constitue parfois une opportunité pour bénéficier de coûts de la terre et du travail moins élevés afin de conquérir et structurer de nouveaux marchés moins développés. De même, au début des années deux mille, de nombreux agriculteurs zimbabwéens ont migré au Mozambique ³⁴. En revanche, les conditions de leur départ ont été différentes car ils ont généralement été dépossédés de leurs exploitations.

2.1.2. L'export d'expertise agricole

Le flux de capital agraire ³⁵ est aujourd'hui renforcé par une exportation de l'expertise agricole de plusieurs pays émergents, structurée par des initiatives comme celles menées par Agri-SA et aboutissant à l'implantation d'un syndicat et de coopératives agricoles. Ce syndicat d'agriculteurs sud-africains facilite ainsi l'implantation d'agriculteurs sud-africains sur le reste du continent. Agri-SA déclare avoir été invité, soit en qualité d'agriculteurs, soit comme managers de fermes d'État, par les gouvernements de plus de quarante-deux pays africains ³⁶. Leur modalité d'action passe généralement par l'établissement d'une branche de leur syndicat dans le pays d'accueil, celle-ci constituant l'institution détentrice de la concession foncière. Le syndicat gère ensuite, dès le début du projet, la répartition des droits d'usage des terres entre les membres de la coopérative établie, au *pro rata* de leur engagement financier dans le projet. Les membres de la nouvelle coopérative s'établissant à l'étranger sont ainsi soit des agriculteurs indépendants provenant d'Afrique du Sud, soit des agriculteurs déjà présents dans le pays. Bien que les activités d'exploitation agricole démarrent de façon collective, la division initiale des droits d'usage du foncier vise à permettre une possible individualisation des agriculteurs membres de la coopérative lorsque le projet est financièrement stabilisé. Cette dynamique, en partie poussée par le renouveau de l'intérêt international pour les terres africaines, constitue une volonté de structuration d'une expansion organisée des acteurs

27. Un grand nombre de projets de production de jatropha ayant débuté au Mozambique avaient en réalité pour unique objectif la transformation de la terre et la revente des exploitations agricoles.

28. Rabobank, 2011 ; Boche and Anseeuw, 2013.

29. Ducastel, Anseeuw, 2013.

30. Zoomers, 2010 ; Ducastel, Anseeuw, 2013.

31. Andrianirina-Ratsialonana *et al.*, 2011.

32. Hall, 2012.

33. Anseeuw *et al.*, à paraître.

34. Hammar, 2010.

35. Bernstein, 2013.

36. Anseeuw *et al.*, à paraître.

sud-africains dans l'économie agraire africaine. En se fondant sur son expérience au Congo ³⁷, Agri-SA organise actuellement un réseau d'agriculteurs sud-africains à l'étranger afin de développer leurs activités. Le syndicat atteint cet objectif en accédant au foncier, négociant des conditions favorables avec le gouvernement du pays d'accueil, facilitant l'accès à la finance et développant des partenariats avec des entreprises agricoles. L'exportation d'expertise agricole des acteurs des pays émergents passe également par le rôle des sociétés de gestion d'actifs ³⁸. Ces entreprises, provenant généralement d'Argentine, du Brésil ou d'Afrique du Sud sont particulièrement recherchées en tant qu'intermédiaires par les acteurs non issus du secteur agricole et souhaitant développer des projets dans des pays en développement. Ils sont à l'origine de plusieurs types d'activités et certains sont spécialisés dans la « *transformation foncière* » pour la revente d'exploitations agricoles. D'autres mettent en place des projets avec gestion de la production pour les investisseurs ³⁹.

2.1.3. L'export organisationnel via les agro-industries

La troisième modalité d'implication des acteurs des pays émergents dans les acquisitions foncières réside dans la transformation des industries agricoles et agro-alimentaires de ces pays en acteurs internationaux. Les entreprises privées sont les principaux acteurs impliqués dans le phénomène d'acquisitions foncières à grande échelle ⁴⁰. Les multinationales asiatiques cotées en bourse et spécialisées dans le secteur agricole soutiennent l'expansion de l'hévéa et du palmier à huile dans les zones frontalières du Cambodge, du Laos et de l'Indonésie. Cette dynamique est assez similaire à celle observée en Amérique du Sud où les entreprises brésiliennes et argentines exportent leurs formes d'organisation de l'agriculture aux autres pays du continent ⁴¹. En Afrique, l'expansion des

firmes agricoles sud-africaine (notamment sucrières) est une composante forte, mais pas unique. En effet, il s'agit d'un aspect qui complète l'exportation de la main-d'œuvre agricole, de l'expertise agricole et des industries de l'amont et de l'aval des chaînes de valeur pour promouvoir le modèle agricole dual et corporatiste sud-africain hérité de l'apartheid ⁴².

2.1.4. L'implication via le capital financier : la financiarisation

La financiarisation de l'agriculture, définie aussi bien comme l'implication d'acteurs issus du secteur financier dans l'agriculture que comme le développement de l'usage d'outils financiers dans l'activité agricole, est l'une des caractéristiques majeures accompagnant le phénomène d'acquisitions foncières ⁴³. L'implication des fonds souverains chinois et des pays du Golfe (Arabie saoudite, Émirats Arabes Unis et Qatar) participe à cette transformation du financement et de la gestion de l'activité agricole.

Au-delà des fonds d'investissements, d'autres acteurs provenant des pays émergents participent à cette financiarisation ⁴⁴. Les sociétés de gestion d'actifs sont des portes d'entrées privilégiées par les investisseurs internationaux pour développer des projets dans les autres pays des continents. Une large majorité de celles basées en Afrique du Sud ont ainsi déjà développé des projets dans le reste de l'Afrique australe ⁴⁵. De même, le développement de « *l'agriculture de firme* » en Argentine permet de faire le lien entre les différents acteurs au sein de « *pool de semis* » ⁴⁶ qui se recomposent comme acteurs transnationaux déployés sur le continent ⁴⁷. Au-delà de l'acquisition directe de terres, la compétence agricole des acteurs des économies émergentes dans certaines zones géographiques leur permet de devenir un maillon fort de l'insertion du capitalisme

financier en agriculture et ainsi d'affirmer la puissance de leur pays en tant que nations émergentes. Ils recomposent leur position comme porte d'entrée privilégiée pour l'expansion de la frontière de l'agro-industrialisation dans les pays en développement.

2.1.5. La voie diplomatique

Enfin, le dernier mécanisme par lequel les économies émergentes affirment leur place dans la géo-économie mondiale est la voie diplomatique. La première modalité est liée à l'implication des gouvernements dans les processus d'acquisition foncière. Dans le cas des pays du Golfe, certaines analyses ont montré comment l'État demeure prédominant dans la formulation des stratégies d'investissements agricoles étrangers des entreprises et comment il essaie de faciliter ces projets en négociant des accords bilatéraux avec les gouvernements des pays ciblés ⁴⁸. Le gouvernement sud-africain utilise une stratégie similaire via l'établissement de traités bilatéraux : depuis trois ans, des traités ont été signés avec l'Angola, le Cameroun, la République démocratique du Congo, la Guinée, l'Éthiopie, Madagascar, la Mauritanie, la Namibie, le Soudan, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe. Ils incluent souvent un protocole d'accord sur « *la coopération dans le secteur agricole* » ⁴⁹.

La voie diplomatique est également privilégiée par le Brésil pour s'affirmer comme puissance économique et agricole sur la scène internationale. Mais le Brésil déploie une stratégie à la fois bilatérale (accords de développement de canne à sucre pour bioéthanol en Afrique de l'Ouest), trilatérale (*ProSavana* au Mozambique) et multilatérale (poids du Brésil devenu important à la FAO, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture). Elle lui permet de faire la promotion de son modèle agricole et de se positionner comme partenaire privilégié pour les pays en développement ⁵⁰.

42. Anseeuw *et al.*, à paraître.

43. McMichael, 2012.

44. Dockès, 2008, 2009.

45. Ducastel and Anseeuw, 2013.

46. Le *pool de semis* désigne une organisation qui, sous la houlette d'un coordinateur, concentre des capitaux, une connaissance agronomique des parcelles, des entrepreneurs et des propriétaires qui louent leurs terres, le plus souvent à l'année (Albaladejo *et al.*, 2013).

47. Albaladejo *et al.*, 2013.

48. Woertz, 2013.

49. Hall, 2012.

50. Milhorange de Castro, 2013.

37. Entre les périodes de rédaction et de publication de l'article, nous avons appris que ce projet d'Agri-SA était quasiment à l'arrêt en raison de mauvais résultats économiques durant les premières années.

38. Buxton *et al.*, 2012.

39. Rabobank, 2011 ; Anseeuw *et al.*, 2013.

40. Anseeuw *et al.*, 2012.

41. Albaladejo *et al.*, 2013 ; Fèvre, Pouch, 2013.

2.2. Mondialisation et lutte pour le contrôle des ressources naturelles

Le processus d'accaparement des terres constitue une illustration supplémentaire des limites des modèles économiques d'interprétation de la mondialisation. L'économie mondiale doit désormais livrer des analyses étroitement articulées à d'autres disciplines, en tout premier lieu à la géographie, la géopolitique et, faut-il le rappeler, à l'histoire ⁵¹.

La mondialisation qui s'est enclenchée au détour des années quatre-vingt a marqué le début d'un transfert de pouvoir au sein du capitalisme mondial. Le cycle hégémonique américain, hérité des années trente et des accords internationaux d'après-guerre, connaît en effet une réelle érosion depuis l'apparition de nouveaux acteurs situés dans les pays émergents et qui se présentent comme les garants de l'accumulation et de la valorisation du capital. Outre l'industrialisation, c'est l'insertion accélérée dans la division internationale du travail qui procure à ces nouveaux pays des surplus d'épargne que les anciennes puissances cherchent à capter pour financer leurs déficits budgétaires et extérieurs ⁵². L'irruption des pays émergents – en particulier la Chine à partir de la fin des années soixante-dix (période des grandes réformes économiques), puis de 2001, date de son adhésion à l'Organisation mondiale du commerce (OMC) – bouleverse la hiérarchie des nations à économie de marché, mais surtout consacre l'expansion du capitalisme sur une échelle planétaire porteuse de batailles pour le partage et le contrôle du monde.

Le rythme de la croissance économique des pays émergents, leur industrialisation accélérée, quand ce n'est pas leurs contraintes géophysiques (climat, diminution des surfaces cultivables) forment l'une des dimensions des « *pulsions rivalitaires* » qui caractérisent

désormais les relations internationales et qui se répercutent depuis le milieu des années deux mille sur les marchés des matières premières agricoles et des terres. Les besoins en matières premières agricoles (tout comme non agricoles, témoin le cas du pétrole et des produits à usage industriel) se sont accrues, obligeant les principaux pays émergents à puiser dans les marchés mondiaux les ressources qui leur sont indispensables et occasionnant ainsi un relèvement des prix. Le cas de la Chine et de ses importations massives de graines de soja est de ce point de vue exemplaire.

Le recours aux importations de matières premières agricoles expose le pays à une forme de dépendance vis-à-vis des zones de production, elles-mêmes parfois fragilisées par des aléas climatiques d'autant plus récurrents que la mondialisation s'inscrit désormais dans une crise écologique. La dynamique des importations de produits agricoles expose les pays émergents à des phases de hausses de prix comme celle enclenchée à partir de 2007. Les acquisitions de terres à l'étranger semblent suivre la hausse des prix agricoles. Toutefois, la variable prix n'est pas la seule à entrer dans la décision d'investir dans du foncier à l'étranger. Plusieurs investigations ont mis au jour le lien entre croissance démographique, importations de produits agricoles et acquisitions de terres à l'étranger ⁵³. L'ambition de sécuriser ses approvisionnements en matières premières agricoles à usages alimentaires et non-alimentaires passe alors par le déploiement d'investissements dans le foncier étranger. L'objectif est bien de repousser le spectre de la pénurie alimentaire, de réduire sa dépendance vis-à-vis des marchés et des négociants et de renforcer son autonomie énergétique – productions d'agro-carburants à partir de produits agricoles fabriqués dans des régions d'accueil – le risque étant d'évincer les populations paysannes des pays cibles ⁵⁴.

Si la mondialisation exprimait le développement du capitalisme sur une échelle planétaire, si des acteurs publics – les États – ou privés – firmes multinationales, banques, fonds souverains en étaient les architectes, alors l'intuition d'un auteur comme Lénine

se confirmerait ⁵⁵. L'originalité de son analyse de la mondialisation (livrée en 1916 dans son livre *L'impérialisme, stade suprême du capitalisme*) réside dans le fait qu'il montre que le déploiement du système économique sur une grande échelle est porteur de luttes et de rivalités pour le contrôle de matières premières en quantité de plus en plus limitée ⁵⁶. En instaurant un système de luttes pour la maîtrise des matières premières agricoles et de la terre, la dynamique de développement du capitalisme place au centre des relations internationales la recherche de la puissance, laquelle se transforme en un néo-impérialisme qui s'exprime via l'implication sur les marchés agricoles et fonciers. La stratégie de sécurisation des approvisionnements en produits agricoles permet, par ailleurs, de recycler dans le foncier une partie des très nombreux excédents de capitaux détenus pas des pays comme la Chine, Singapour et les États du Moyen-Orient, leur marché intérieur étant devenu trop étroit.

CONCLUSION

Ce panorama interprétatif du processus d'accaparement des terres agricoles entre en résonance avec le constat établi en 2000 par le professeur Louis Malassis, dans un article qui, selon nous, reste trop méconnu. Se penchant sur la dynamique actuelle de l'économie mondiale, cet économiste indique : « *Incontestablement, développement et mondialisation risquent de bouleverser les conditions de l'équilibre alimentaire mondial et de dessiner une nouvelle géopolitique. Reste à savoir à quels rythmes ces changements pourront s'imposer (...). La géopolitique est plus que jamais une composante de la science*

51. Boyer, 2012 ; Paquin, 2013 ; Dussouy, 2013 ; Laroche, 2013.

52. À ce titre, certains auteurs ont pu voir dans la décision américaine d'août 1971 de suspendre la convertibilité du dollar en or, puis d'instaurer en 1976 le flottement quasi généralisé des monnaies, un acte suicidaire, d'auto-destruction, au regard de ce qui allait suivre avec le positionnement de la Chine dans l'économie mondiale (Harvey, 2003).

53. Arezki, Deininger, Selod, 2011.

54. Gabas, 2014.

55. On comprendra l'étonnement des économistes académiques quant à l'usage qui est fait ici de cet auteur. Quitte à suggérer comme on vient de le faire la nécessité d'élargir la science économique à d'autres champs disciplinaires pour comprendre la logique à l'œuvre dans la mondialisation. Cette suggestion vaut également pour les auteurs, et non des moindres. L'irrespect que l'on suggère ici des frontières disciplinaires et des penseurs de l'économie mondiale ne signifie pas pour autant adhésion à leur posture politique. De ce point de vue, le contrôle des ressources naturelles confère aux pays qui s'y investissent une puissance qui, en son temps, fut pointée par le philosophe anglais Thomas Hobbes, en particulier dans son *Léviathan*.

56. Lénine, 1916.

économique »⁵⁷. Près de quinze ans plus tard, on peut mesurer la force et l'exactitude du diagnostic. Pour notre part, la combinaison géopolitique – science économique ouvre

57. Malassis, 2000, pages 22 et 25.

la voie à la notion prometteuse de géo-économie. Pour finir, la mondialisation, à qui nous avons confié notre destin, parfois malgré nous, est loin d'annoncer l'harmonie des nations. Elle n'est finalement qu'un système de rivalités entre des acteurs à la recherche de

la puissance. L'originalité du cycle actuel a trait au fait que ce sont les droits d'usage des terres qui, pour une large part, structurent ce système rivalitaire.

Bibliographie

- Akram-Lodhi, A. H. 2012. Contextualising land grabbing: contemporary land deals, the global subsistence crisis and the world food system. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement* 33(2), 119-142.
- Albaladejo, C., X. Arnaud de Sartre et P. Gasselin. 2013. Agriculture entrepreneuriale et destruction du travail dans la pampa argentine. *Etudes rurales*(2), 177-192.
- Andrianirina-Ratsialonana, R., L. Ramarojohn, P. Burnod et A. Teyssier. 2011. After Daewoo? Current status and perspectives of large scale land acquisitions in Madagascar. Commercial Pressures on Land. ILC. Rome, Observatoire du Foncier/CIRAD.
- Anseeuw, W., M. Boche, T. Breu, M. Giger, J. Lay, P. Messerli et K. Nolte. 2012. *Transnational land deals for agriculture in the global south. Analytical report based on the Land Matrix Database*. Bern/Montpellier/Hamburg: CDE/CIRAD/GIGA.
- Anseeuw, W., A. Ducastel et M. Boche. 2013. Nouveaux modèles de production et d'investissement en Afrique du Sud. *Etudes rurales*(2), 147-160.
- Anseeuw, W., A. Ducastel et M. Boche. A paraître. South Africa's agrarian conquest and the export of capitals. *South Africa's Agrarian Question*. H. Cochet, W. Anseeuw et S. Freguin-Gresh. Cape Town: HSRC Press.
- Anseeuw, W., J. Lay, P. Messerli, M. Giger et M. Taylor. 2013. Creating a public tool to assess and promote transparency in global land deals: the experience of the Land Matrix. *The Journal of Peasant Studies* 40(3), 521-530.
- Anseeuw, W., L. A. Wily, L. Cotula et M. Taylor. 2012. *Land Rights and the Rush for Land: Findings on the Global Commercial Pressures on Land Research Project*. Rome: ILC.
- Arezki, R., K. Deininger et H. Selod. 2011. What drives the global land rush? IMF working paper. Washington D.C, IMF.
- Berger, S. 2003. *Notre première mondialisation: leçons d'un échec oublié*. Paris: Editions du Seuil.
- Bernstein, H. 2013. Commercial Agriculture in South Africa since 1994: 'Natural, Simply Capitalism'. *Journal of Agrarian Change* 13(1), 23-46.
- Boche, M. et W. Anseeuw. 2013. Unraveling Land Grabbing: Different models of large-scale land acquisition in Southern Africa. LDPI Working Paper. T. L. D. P. Initiative: 32.
- Borras, S. J. M. et J. C. Franco. 2012. Global Land Grabbing and Trajectories of Agrarian Change: A Preliminary Analysis. *Journal of Agrarian Change* 12(1), 34-59.
- Borras, S. M., J. C. Franco, S. Gómez, C. Kay et M. Spoor. 2012. Land grabbing in Latin America and the Caribbean. *The Journal of Peasant Studies* 39(3-4), 845-872.
- Borras, S. M., J. C. Franco et C. Wang. 2013. The Challenge of Global Governance of Land Grabbing: Changing International Agricultural Context and Competing Political Views and Strategies. *Globalizations* 10(1), 161-179.
- Boyer, R. 2012. La discipline économique des années 1930 à nos jours. *Le Débat* 169(2), 148-166.
- Bräutigam, D. et H. Zhang. 2013. Green Dreams: Myth and Reality in China's Agricultural Investment in Africa. *Third World Quarterly* 34(9), 1676-1696.
- Burnod, P., M. Gingembre et R. Andrianirina Ratsialonana. 2013. Competition over Authority and Access: International Land Deals in Madagascar. *Development and change* 44(2), 357-379.
- Buxton, A., M. Campanale et L. Cotula. 2012. Farms and funds: investment funds in the global land rush. IIED Briefing papers. IIED. London.
- Chouquer, G. 2012. L'évaluation chiffrée des transactions ou concessions massives de terres. Paris, France International pour l'Expertise Foncière (FIEF).
- Deininger, K. W. et D. Byerlee. 2011. Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits?, World Bank Publications.
- Dockès, P. 2008. Impérialisme d'émergence ou bienveillance souveraine? *Fonds souverains: à nouvelle crise, nouvelle solution?* Paris: Presses Universitaires de France: 35-41.
- Dockès, P. 2009. Les fonds souverains et l'impérialisme d'émergence. *Revue d'économie financière*, 27-38.
- Ducastel, A. et W. Anseeuw. 2013. Agriculture as an asset class: Financialisation of the South African farming sector. *The Fourth Annual Conference in Political Economy*, The Hague.
- Dussouy, G. 2013. La géographie. *Traité de relations internationales*. T. Balzacq et F. Ramel. Paris: Sciences Po, Les Presses: 327-336.
- Fèvre, C. et T. Pouch. 2013. L'affirmation des multinationales de l'agroalimentaire des pays émergents. *Économie rurale* 334(2), 83-96.
- Filer, C. 2011. The political construction of a land grab in Papua New Guinea. READ Pacific Discussion paper. A. N. University. Canberra, Crawford School of Economics and Government.
- Gabas, J.-J. 2014. La Chine est-elle un accapareur de terres en Afrique? Retour sur une réalité mal acceptée. *Futuribles* 398, 25-35.
- Hall, R. 2011. Land grabbing in Southern Africa: the many faces of the investor rush. *Review of African Political Economy* 38(128), 193-214.
- Hall, R. 2012. The next Great Trek? South African commercial farmers move north. *The Journal of Peasant Studies* 39(3-4), 823-843.
- Hammar, A. 2010. Ambivalent Mobilities: Zimbabwean Commercial Farmers in Mozambique. *Journal of Southern African Studies* 36(2), 395-416.
- Laroche, J. 2013. L'économie politique internationale. *Traité de relations internationales*. T. Balzacq et F. Ramel. Paris: Sciences Po, Les Presses: 631-660.
- Lénine, V. 1916. *L'impérialisme, stade suprême du capitalisme*. Editions Sciences Marxistes.
- Malassis, L. 2000. Concepts et enjeux de la géopolitique alimentaire. *Économies et sociétés* 24(10-11), 15-25.
- Margulis, M. E. et T. Porter. 2013. Governing the Global Land Grab: Multipolarity, Ideas, and Complexity in Transnational Governance. *Globalizations* 10(1), 65-86.
- McCarthy, J. F. 2010. Processes of inclusion and adverse incorporation: oil palm and agrarian change in Sumatra, Indonesia. *The Journal of Peasant Studies* 37(4), 821-850.
- McMichael, P. 2012. The land grab and corporate food regime restructuring. *The Journal of Peasant Studies* 39(3-4), 681-701.
- Milhorance de Castro, C. 2013. La politique extérieure Sud-Sud du Brésil de l'après-Lula. *Afrique Contemporaine* 4(248), 45-59.
- Paquin, S. 2013. L'économie. *Traité de relations internationales*. T. Balzacq et F. Ramel. Paris: Sciences Po, Les Presses: 307-326.
- Rabobank. 2011. New Models of Farming in Argentina. Rabobank Industry Note. R. International. Amsterdam, Rabobank.
- Woertz, E. 2013. The Governance of Gulf Agro-Investments. *Globalizations* 10(1), 87-104.
- Wolford, W., S. M. Borras, R. Hall, I. Scoones et B. White. 2013. Governing Global Land Deals: The Role of the State in the Rush for Land. *Development and change* 44(2), 189-210.
- Zoomers, A. 2010. Globalisation and the foreignisation of space: seven processes driving the current global land grab. *The Journal of Peasant Studies* 37(2), 429-447.

Quel(s) avenir(s) pour les structures agricoles ?

par Madame Marie de Lattre-Gasquet

Direction Générale Déléguée Recherche et Stratégie

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

Madame Catherine Donnars

Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études

Institut national de la recherche agronomique (INRA)

169

Monsieur Jacques Marzin

UMR ART-Dév. Montpellier

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

et Monsieur Laurent Piet

Unité SMART-LERECO, Rennes

Institut national de la recherche agronomique (INRA)

SOMMAIRE DE L'ARTICLE

Introduction

1. Caractériser les structures agricoles à l'échelle mondiale ?

- 1.1. Quelques points de repère
- 1.2. La taille, une approche insatisfaisante
- 1.3. Au-delà de la taille, différentes approches pour des réalités plus diverses

2. Les déterminants des évolutions des structures de production

- 2.1. Les changements dans les facteurs de production
 - 2.1.1. *Accès au foncier : propriété, droits d'usages et modes de faire-valoir*
 - 2.1.2. *Des besoins en capital*
 - 2.1.3. *Travail : rémunération, pénibilité, équité*
 - 2.1.4. *Quelques conséquences sur les politiques de structure*
- 2.2. Des facteurs externes qui influencent les structures
 - 2.2.1. *La démographie et le marché du travail*
 - 2.2.2. *L'urbanisation et les systèmes alimentaires*
 - 2.2.3. *Les politiques publiques*
 - 2.2.4. *La globalisation des marchés*
- 2.3. Conclusion de la deuxième partie de l'article

170

3. Appréhender les transformations en cours et les avenir possibles

- 3.1. Sept processus structurants
 - 3.1.1. *Le processus de segmentation des facteurs de production*
 - 3.1.2. *Le processus de sécurisation des droits*
 - 3.1.3. *Le processus de financiarisation du capital*
 - 3.1.4. *Le processus de substitution du travail par le capital*
 - 3.1.5. *Le processus d'engagement collaboratif*
 - 3.1.6. *Le processus de diversification des sources de revenus*
 - 3.1.7. *Le processus d'éloignement par rapport au consommateur final*
 - 3.1.8. *Des processus aux idéaux-types*
- 3.2. Quelques idéaux-types
 - 3.2.1. *Des situations tendanciennes*
 - 3.2.2. *Des structures emblématiques de ruptures*
 - 3.2.3. *Quelques éléments conclusifs sur les idéaux-types*

Conclusion

Annexe

Des statistiques limitées

Bibliographie

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1

Évolution du nombre et de la surface totale des exploitations agricoles dans 61 pays entre 1990 et 2000

Graphique 1

Répartition de la production brute, de la terre, du capital et du travail agricoles par régions du monde en 2007

Graphique 2

Répartition des 570 millions d'exploitations recensées dans 161 pays, par grandes régions du monde et selon le niveau de revenus des États

Graphique 3

Répartition du nombre total d'exploitations par classes de taille selon les grandes régions du monde

Graphique 4

Répartition des exploitations agricoles et des superficies par classes de superficie dans 84 pays du monde

171

Graphique 5

Caractérisation de quelques idéaux-types selon les sept processus proposés

Carte 1

Surfaces moyennes des exploitations agricoles par pays

INTRODUCTION

L'agriculture mondiale doit assurer la sécurité alimentaire d'une population croissante dans certaines régions du monde et vieillissante dans d'autres, de plus en plus urbanisée et dont les modes de consommation évoluent. Elle est aussi confrontée à des tensions sur les usages des terres, entre les demandes alimentaires, énergétiques, en matières premières pour l'industrie et en services environnementaux. La durabilité de ses modes de production est mise en cause. Elle contribue, avec d'autres acteurs, à l'aménagement du territoire, ce qui peut donner lieu à des conflits de propriété et d'usages. Enfin, alors qu'elle a longtemps été considérée comme la pourvoyeuse de main-d'œuvre pour les autres secteurs d'activité, la question de l'emploi devient aujourd'hui un enjeu dans la réflexion sur ses structures et ses modes de production.

C'est dans ce contexte qu'en 2013, le *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement* (CIRAD) et l'*Institut national de la recherche agronomique* (INRA) ont lancé l'exercice de prospective *Agrimonde – Terra*¹ qui réfléchit aux évolutions possibles des usages des terres et à leurs conséquences sur la sécurité alimentaire en 2050. Avant d'imaginer, avec des acteurs de terrain, des scénarios sur les usages des terres et la sécurité alimentaire à l'échelle de régions du monde et à l'échelle globale, *Agrimonde – Terra* a jugé utile de s'interroger sur les dynamiques de l'élevage, des systèmes de culture, des relations urbain – rural et des structures de production². Le présent article porte sur ce dernier point³.

Les structures de production évoluent en permanence pour s'adapter à un environnement naturel, technique, économique et social changeant. Chaque structure agricole possède, à un moment donné, des caractéristiques découlant d'un projet avec des dotations en ressources, des conditions familiales, sociales et techniques, des aspects juridiques et commerciaux. Des décisions y sont prises quotidiennement afin de répondre le mieux possible aux objectifs économiques et patrimoniaux, utiliser les ressources disponibles, faire face aux risques, aux demandes du marché, aux réglementations et aux incitations publiques, définir les intrants ou les techniques agricoles, etc. Par ailleurs, leurs activités sont souvent imbriquées avec celles d'autres secteurs (tourisme, environnement, etc.). Ce sont donc des systèmes complexes qui peuvent être analysés à partir de différents points de vue. Aussi, quelle que soit l'échelle géographique d'analyse (le village, le territoire, la région ou l'ensemble du pays), on constate une coexistence dynamique de structures résultant de rapports de force ou de complémentarités avec les autres.

Partant des informations régulièrement produites à l'échelle internationale, l'article :

- commence, dans la première partie, par pointer la focalisation sur la taille des structures de production dans les statistiques mondiales. Pourtant, la superficie cultivée n'est que l'un des facteurs de production mobilisés par les producteurs agricoles, individuels, familiaux ou rassemblés dans des collectifs. Le travail et le capital mobilisé la complètent et permettent d'élaborer de multiples combinaisons, qui ne peuvent être décrites de manière simple et satisfaisante à partir du seul critère de taille.
- La deuxième partie précise la multiplicité des stratégies des producteurs, afin de valoriser les facteurs de production dont ils disposent. En effet, ce sont des producteurs qui créent de la valeur, génèrent des revenus et des emplois, contractualisent avec le secteur agro-alimentaire, la distribution ou les consommateurs, produisent des services environnementaux en mettant en valeur des territoires ruraux. On montre ainsi, à la fois, comment des facteurs comme la démographie, le marché du travail, la globalisation ou les politiques publiques

influencent ces producteurs et comment ces structures de production répondent aux signaux de leur environnement social, économique, politique et environnemental.

- Enfin, dans la troisième partie, l'article analyse sept processus qui influencent particulièrement l'évolution des structures de production et présente des formes emblématiques de structures qui pourraient jouer à l'avenir un rôle important : soit parce qu'elles représentent une évolution tendancielle des formes majoritaires actuelles, soit parce qu'elles sont, au contraire, en rupture.

1. CARACTÉRISER LES STRUCTURES AGRICOLES À L'ÉCHELLE MONDIALE ?

Le débat public comme la production statistique tendent à réduire les enjeux de l'évolution des structures à celui de l'évolution de leur taille – le plus souvent mesurée en termes d'hectares cultivés – dans les comparaisons internationales. Même si cette approche fournit effectivement des points de repère, la réalité est bien plus diverse et complexe.

1.1. Quelques points de repère

Malgré des limites, reconnues par l'institution elle-même⁴, les données concernant le secteur agricole produites par l'organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) permettent de construire quelques points de repère sur l'état des structures agricoles mondiales.

En premier lieu, la base FAOSTAT⁵ permet d'explorer la répartition, dans le monde, de la production agricole et des trois grands facteurs de production : la terre, le capital et le travail. Le *Graphique 1* décrit ainsi la situation qui prévalait en 2007, soit l'année la plus récente pour laquelle les données concernant le stock de capital sont disponibles. Quatre constats majeurs se dégagent :

- Si le bloc asiatique (Chine, Inde et reste de l'Asie) représente près de 80 % de la main-

1. www.agrimonde.org

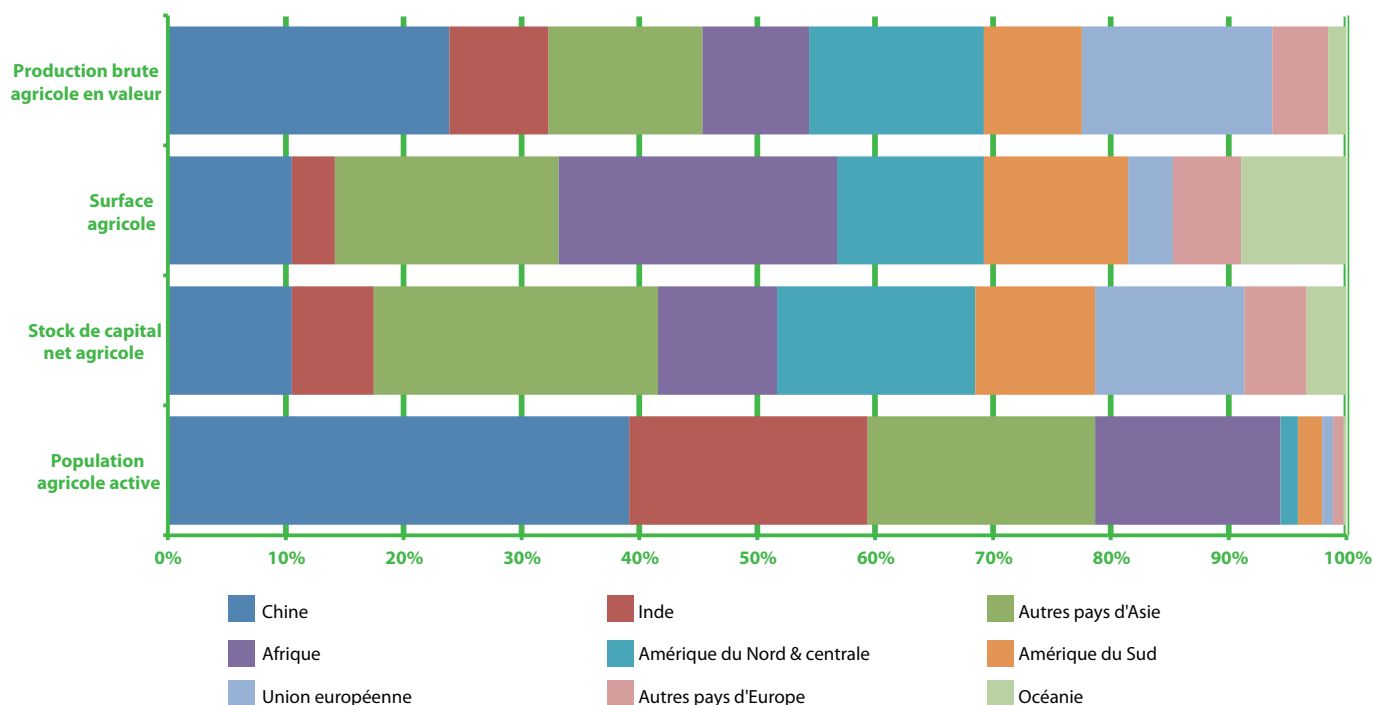
2. Ce terme regroupe de nombreuses combinaisons entre travail (hommes), terre et moyens de production qui ont pour vocation la production agricole et adoptent des formes juridiques dans certains pays, et existent sans cependant avoir de forme juridique formelle dans d'autres pays. Dans les travaux d'Agrimonde – Terra, nous avons préféré le terme « structure » à celui d'« exploitation » qui est bien défini en France ou au Québec mais a moins de sens dans le reste du monde. Nous utiliserons cependant indifféremment les deux termes dans cet article.

3. L'équipe Agrimonde – Terra remercie les participants et contributeurs à l'atelier sur les structures qui s'est tenu les 19 juin et 7 novembre 2013 dont le présent article constitue l'un des résultats. Outre les quatre auteurs il s'agit d'Agnès Anderson Djürfeldt, Lubica Bartova, Perrine Burnod, Martine François, Pierre Gassel, Philipp Heinrigs, Éric Lambin, Frédéric Landy, Bruno Losch, William Masters, Michel Merlet, Jan Douwe van der Ploeg, François Purseigle, Miroslava Rajcaniova, Adrian Rodrigues, Marie-Hélène Schwoob, Harris Selod, et Dimitri Skuras, ainsi que Chantal Le Mouél, Olivier Mora et Olivier Réchauchère de l'équipe Agrimonde – Terra.

4. Cf. Annexe en fin de cet article.

5. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/F>

GRAPHIQUE 1
Répartition de la production brute, de la terre, du capital et du travail agricoles
par régions du monde en 2007



Dans la base de données FAOSTAT, la production brute est exprimée au prix de base, en dollars courants (total réparti de 2 512 milliards de dollars), la surface agricole est en hectares (total réparti de 4 902 millions d'hectares), le stock de capital net en dollars constants 2005 (total réparti de 5 133 milliards de dollars) et la population active en nombre.

d'œuvre agricole mondiale, il ne représente « que » 45 % de la valeur produite, 40 % du stock de capital et le tiers de la surface.

- L'Afrique se démarque par une surface et une main-d'œuvre abondante, mais un stock de capital et une valeur produite comparativement faibles.
- Seulement 5 % de la main-d'œuvre correspondant à l'ensemble Amérique du Nord et Centrale, Caraïbes, Europe et Océanie dégagent un peu plus de 45 % de la valeur produite et concentrent près de la moitié du capital sur 40 % de la superficie.
- Hormis au sein de l'Asie où la Chine représente un peu plus de la moitié de la valeur produite pour seulement le quart du stock de capital, la répartition de la valeur produite suit, à peu près, celle du stock de capital.

Mais cette répartition géographique des facteurs de production ne dit rien sur celle des

structures de production elles-mêmes, c'est-à-dire de la distribution de ces facteurs au sein des exploitations. Pour ce faire, il faut compiler les statistiques des différents rapports nationaux du programme de Recensement mondial de l'agriculture ou WCA pour *World Census of Agriculture* ⁶. Le *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement* (CIRAD) ⁷ a ainsi commencé à exploiter les données les plus récentes, diffusées dans le cadre du WCA 2010 qui couvre la période 2006 – 2015, même si celui-ci n'est pas achevé. De son côté, la FAO vient seulement de valoriser les données du WCA 2000, couvrant la période 1996 – 2005 ⁸. De plus, dans un document de travail encore plus récent ⁹, elle a compilé des données des six campagnes

du WCA : même s'il retient systématiquement l'information la plus récente pour les 167 pays analysés, le rapport agrège des données datant aussi bien de 1970 (pour de nombreux pays africains, voire 1960 pour le Nigeria) que des années deux mille, voire 2010 pour les plus récentes.

Réaliser un « état des lieux » en compressant, en quelque sorte, près de cinquante ans de données se révèle un exercice méthodologiquement périlleux, donc à considérer avec précaution. Nonobstant, certains experts ¹⁰ avancent le chiffre de 570 millions d'exploitations sur la planète dont, comme pour la main-d'œuvre, plus des trois quarts situés en Asie (Graphique 2).

Sur les deux dernières campagnes du WCA, la FAO ¹¹ dénombre une augmentation

6. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-wca/fr/>

7. Bélières et al., 2013.

8. FAO, 2013a.

9. Lowder et al., 2014.

10. Lowder et al., 2014.

11. 2013a.

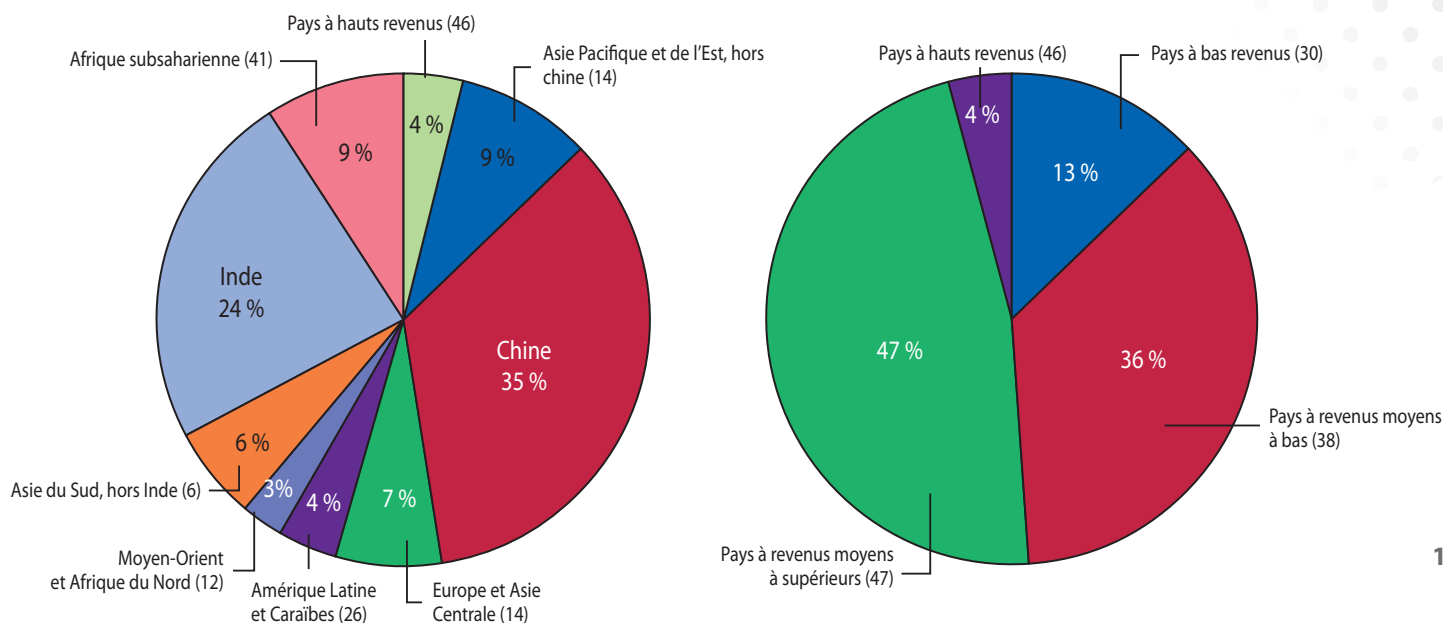
GRAPHIQUE 2

Répartition des 570 millions d'exploitations recensées dans 161 pays, par grandes régions du monde et selon le niveau de revenus des États

La France, comme la plupart des pays membres de l'OCDE (hormis le Mexique et la Turquie) sont classés dans la catégorie des « pays à hauts revenus ».

Certains États-membres de l'Union européenne comme la Roumanie et la Bulgarie figurent, eux, dans le groupe « Europe et Asie centrale ».

(Source : Lowder et al., 2014 ; figure 1, p. 5)



175

TABEAU 1

Évolution du nombre et de la surface totale des exploitations agricoles dans soixante-et-un pays entre 1990 et 2000

	WCA 1990		WCA 2000	
	Exploitations (en million)	Surfaces (en million d'hectares)	Exploitations (en million)	Surfaces (en million d'hectares)
Afrique	14	23	21	31
Amérique du Nord & centrale	3	462	3	450
Amérique du Sud	8	605	7	593
Asie	168	289	190	287
Europe	14	206	11	182
Océanie	0,2	484	0,2	472

Source : Faostat (2013a ; Tableau 7, p. 18)

du nombre d'exploitations en Afrique (sur un échantillon toutefois limité de pays) et en Asie, alors que ce nombre diminue en Europe, en Amérique du Sud, en Amérique du Nord et centrale et en Océanie (Tableau 1)¹². Dans le même temps, la surface agricole totale diminue partout, sauf en Afrique. De ce fait – contrairement à ce qui se passe en France et dans la plupart des pays développés – la FAO constate une diminution de la surface moyenne des exploitations à l'échelle globale depuis les années cinquante et ce, principalement, en raison du poids de l'Asie. Selon l'étude :

- La surface moyenne des exploitations asiatiques aurait diminué de plus de 12 % entre 1990 et 2000, passant de 1,72 hectare à 1,51 hectare.
- En France, sur la même période, cette surface a progressé de près de 50 %, passant de 28 ha en 1988 à 42 ha en 2000, soit +3,4 % par an¹³.

12. La stabilité du nombre d'exploitations constatée, d'après la figure 3, en Amérique du Nord et Centrale et en Océanie provient essentiellement des arrondis adoptés dans ce tableau.

13. Données des recensements de l'agriculture.

L'analyse de la répartition de ces exploitations par classes de taille, toujours mesurée en hectares, montre une très forte prédominance des « petites »¹⁴ structures (Graphique 3). Près de 95 % des exploitations mondiales exploiteraient moins de 5 hectares, plus de 80 % moins de 2 ha et plus de 70 % moins de 1 ha¹⁵. La situation est cependant hétérogène selon les régions : les structures de plus de 100 ha représentent plus de 35 % de l'ensemble des exploitations en Océanie, plus de 25 % en Amérique du Nord et centrale et plus de 15 % en Amérique du Sud. En France, les chiffres du dernier recensement agricole montrent qu'en 2010, 60 % des exploitations occupaient moins de 50 ha, 20 % de 50 à 100 ha et 20 % plus de 100 ha. La Carte 1 confirme que la majorité des « grandes »¹⁶ exploitations sont situées dans les pays développés et les pays émergents d'Amérique latine, alors

14. Les guillemets signifient qu'il s'agit là d'un qualificatif à considérer de façon relative : une exploitation de 5 hectares peut, dans certains pays, être « grande », voire « très grande » au regard de la moyenne nationale (cf. Partie 2 de l'article).

15. Bélières et al. (2013).

16. Il s'agit là aussi d'une notion relative (cf. note 14).

que la majorité des « petites » se trouve en Chine, en Inde et dans les pays en développement.

Il résulte de cette inégale répartition des exploitations selon leur surface que, pour les 84 pays considérés par le CIRAD, près de 75 % des exploitations utilisent à peine 10 % des terres et que, « [à] l'opposé, 0,1 % des exploitations cumulent près du tiers de la superficie »¹⁷ (Graphique 4).

1.2. La taille, une approche insatisfaisante

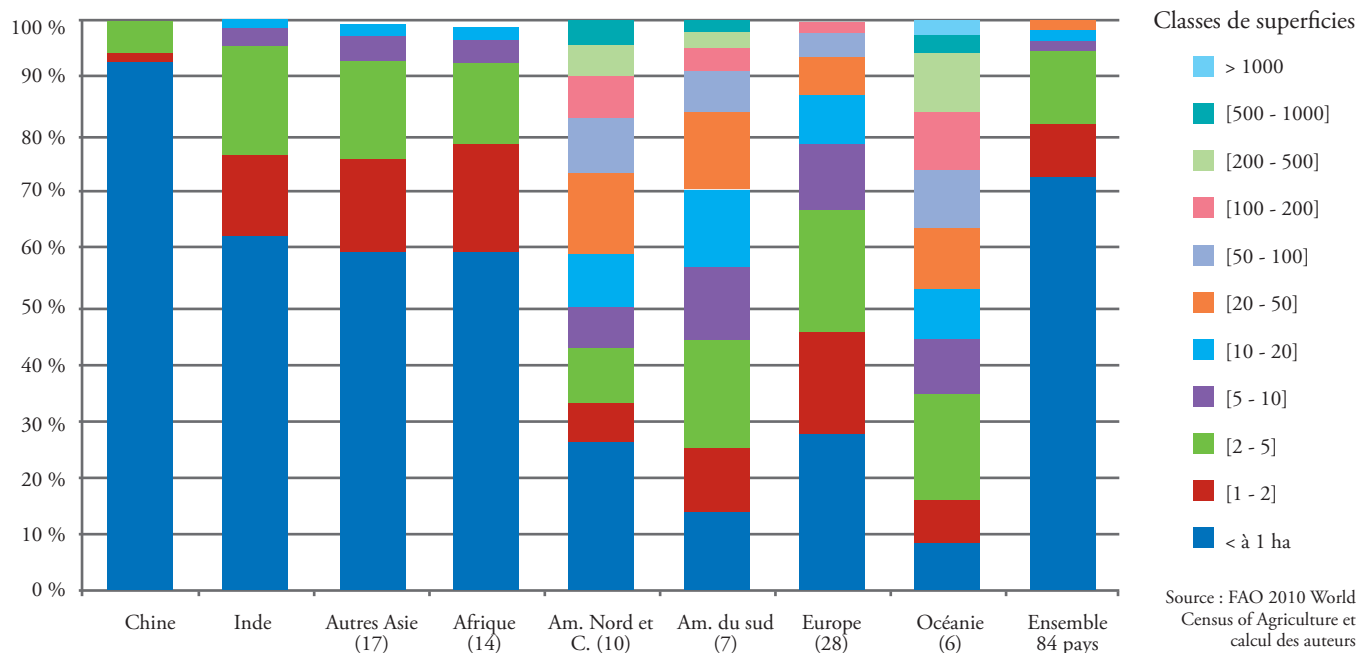
Caractériser une exploitation par sa taille consiste en réalité à vouloir mesurer son potentiel de production. Mais cette « taille » peut être définie relativement à différents critères, sans qu'aucun ne soit totalement satisfaisant du point de vue des comparaisons intersectorielles et / ou internationales. Comme nous l'avons vu, l'approche la plus répandue à l'échelle internationale – en raison des statistiques disponibles – retient la surface cultivée comme critère de définition de la taille. Celle-ci peut certes être considé-

17. Bélières et al., 2013, p. vii.

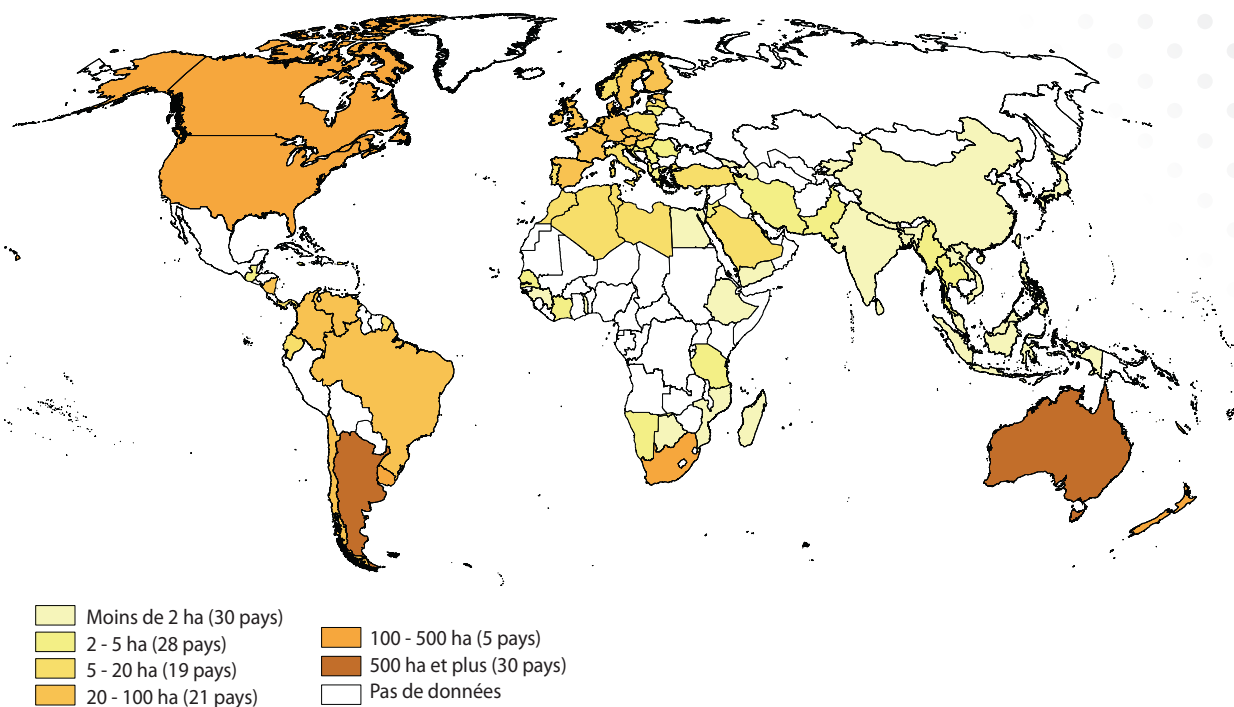
GRAPHIQUE 3

Répartition du nombre total d'exploitations par classes de taille selon les grandes régions du monde

Source : Bélières et al. (2013 a ; figure 4, p.37)

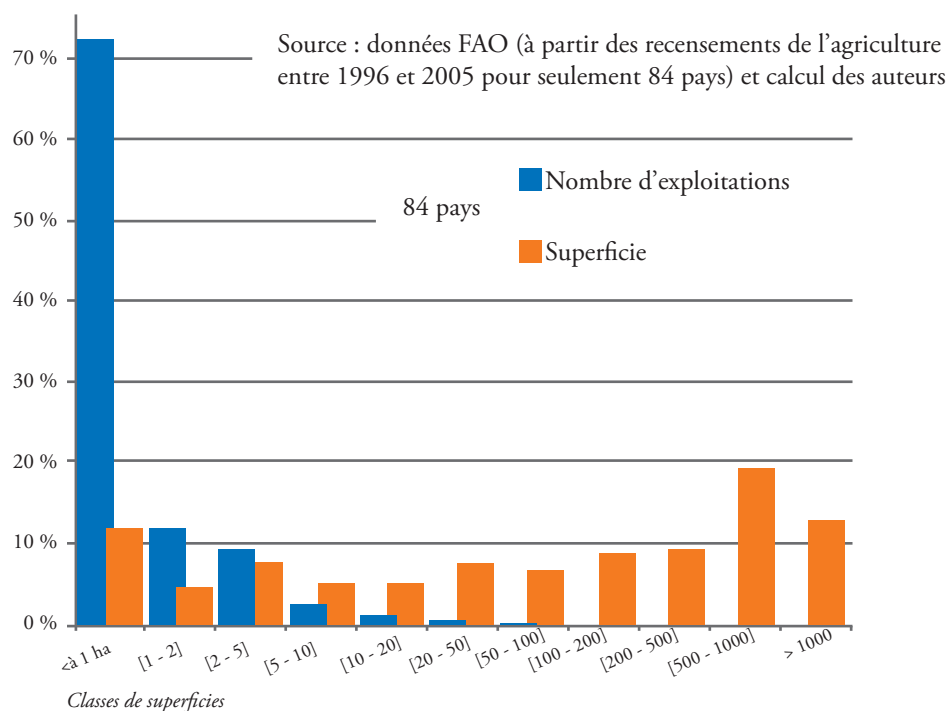


CARTE 1
Surfaces moyennes des exploitations agricoles par pays
(Source : FAO ; 2013 ; carte 3, page 20)



177

GRAPHIQUE 4
Répartition des exploitations agricoles et des superficies par classes de superficie dans 84 pays du monde
(Source : Bélières et al. ; 2013 ; figure II, p. VI)



rée comme un indicateur central puisqu'elle représente un facteur de production essentiel, la terre, une ressource rare, immobile et difficilement renouvelable. Cependant, selon le type de production ou de système de production, la taille mesurée en hectares n'offre qu'une mesure approximative du vrai potentiel de production. À titre d'exemple, la Banque mondiale, comme beaucoup d'organismes internationaux, utilise le seuil de 2 hectares pour définir la « *petite agriculture* »¹⁸. Or :

- En France, le recensement de 2010 montre que les 178 000 « *petites* »¹⁹ exploitations couvrent une surface agricole utile moyenne de 10 ha²⁰. Réciproquement, environ 10 000 exploitations « *moyennes et grandes* »²¹, essentiellement maraîchères, viticoles ou hors-sol, cultivent moins de 2 ha²².

- De même, 80 % des exploitations agricoles vietnamiennes cultivent moins d'un demi-hectare et 50 % moins de 0,2 hectare. Pourtant cela n'a pas empêché le pays d'être, en 2010, sixième producteur et deuxième exportateur mondial de riz.

178

On voit ainsi qu'une définition de la taille basée sur la surface tend à sous-estimer le potentiel de production des « *petites* » exploitations intensives et, réciproquement, à surestimer celui des « *grandes* » exploitations extensives. De surcroît, une telle mesure n'est pas adaptée lorsque la terre est détenue ou exploitée conjointement par plusieurs familles ou groupes, comme dans le cas des communs²³.

Mesurer la taille relativement aux autres facteurs « *physiques* » de production, comme la main-d'œuvre ou le capital, soulève des difficultés du même type puisque ces mesures alternatives restent, elles aussi, largement contingentes au type de production ou de système considéré : le maraîchage aura tendance à être plus « *grand* » en termes de quantité d'emplois mobilisés que la production céréalière, alors qu'une approche par le

cheptel ne s'appliquera qu'au secteur de l'élevage. Recourir à une approche économique de la taille peut sembler une solution... qui se heurte en réalité à de nouvelles difficultés. Il faudrait tout d'abord définir l'indicateur économique le plus pertinent et qu'il existe un consensus, stable dans le temps, sur sa définition et son enregistrement comptables. Suite au découplage des aides directes résultant de la réforme de la Politique agricole commune (PAC) de 2003, l'Union européenne a ainsi abandonné une approche fondée sur la marge brute au profit d'une mesure fondée sur la production brute²⁴. Autrement dit, elle a rejoint l'approche utilisée de longue date au Canada ou aux États-Unis, qui privilégie une entrée par le chiffre d'affaires sans tenir compte des coûts. Mais, même dans ce cas, les définitions et concepts sont différents et évoluent. Les États-Unis ont, par exemple, modifié leur critère en 2013, passant d'une mesure des « *gross farm sales* » à celle du « *gross cash farm income* », les deux indicateurs se différenciant par la prise en compte ou non de certains types de ventes et de revenus²⁵. De son côté et contrairement aux approches nord-américaines qui utilisent des indicateurs « *à prix courants* », l'Union européenne continue de recourir à des mesures « *standard* » : elle utilise des coefficients harmonisés et fixes pour pondérer les quantités physiques, ce qui permet de s'affranchir d'une variation interannuelle de la « *taille* » qui ne serait liée qu'à un effet de variation des prix. De surcroît, même s'il existait un consensus concernant le critère économique à adopter, il ne serait pas pleinement pertinent à des fins de comparaison internationale car :

- d'une part, une grande majorité des agricultures mondiales sont peu ou pas insérées dans les marchés et échapperaient donc à toute caractérisation²⁶
- d'autre part, la dimension multifonctionnelle non-marchande de la production agricole ne pourrait être prise en compte par cette voie²⁷.

Dans ces conditions, une caractérisation des structures agricoles basée sur un critère strictement quantitatif de taille apparaît largement insatisfaisante. Des éléments plus qualitatifs, relevant d'autres dimensions que la taille, doivent être pris en compte pour représenter la diversité et la complexité des situations rencontrées à l'échelle mondiale.

1.3. Au-delà de la taille, différentes approches pour des réalités plus diverses

D'autres approches que la taille existent pour analyser les structures agricoles à l'échelle internationale. Elles renvoient à des grilles d'analyse distinctes et différenciables en trois grands groupes :

- Dans le premier groupe, les représentations sont essentiellement basées sur le travail, en particulier la main-d'œuvre familiale. Des chercheurs²⁸ proposent une classification basée sur deux critères : le type de main d'œuvre employée (en fonction de la proportion de travailleurs familiaux) et le contrôle du capital d'exploitation (familial ou capitaliste). Il en résulte trois idéaux-types : « *l'agriculture familiale* », « *l'agriculture patronale* » et « *l'agriculture de firme* ». D'autres catégorisations renvoient au pourcentage de temps consacré à l'agriculture (pluri-activité, agriculteurs à temps partiel).
- Le second groupe d'approches caractérise les structures agricoles selon la stratégie des exploitants. Des experts²⁹ considèrent, par exemple, que l'agriculture paysanne caractérisée par une stratégie de recherche d'autonomie du système de production et d'implication dans l'économie territoriale locale intègre la catégorie de l'agriculture familiale. Ils considèrent aussi que « *l'entreprise agricole* » type peut constituer une sous-catégorie de l'agriculture familiale comme de l'agriculture d'entreprise, lorsque les immobilisations corporelles et incorporelles croissent notablement. Ils complètent leur représentation des structures par un troisième type, « *l'agriculture de subsistance* » ou « *agriculture reléguée* »,

18. World Bank, 2003.

19. Définition du Service de la statistique et de la prospective (SSP) du ministère de l'Agriculture.

20. Agreste, 2011.

21. Toujours au sens du SSP.

22. Données du Réseau d'information comptable agricole (RICA) de 2007

23. Schwoob, 2012.

24. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/definitions/otex-pbs/>

25. <http://www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/farm-structure-and-organization/background-on-farm-structure.aspx>

26. Losch, 2012.

27. Vatn, 2002 ; OCDE, 2005.

28. Bélières et ses collègues, 2013.

29. Par exemple, Hervieu et Purseigle, 2009.

qui renvoie à des structures moins intégrées aux marchés.

- Le troisième groupe classe les structures en fonction de leur statut juridique ou du type d'organisation de la production. Sont ainsi, par exemple, distinguées les formes individuelle ou sociétaire et, parmi celles-ci, les formes sociétaires familiales ou anonymes uni-personnelles. Ce groupe représente donc les structures en fonction d'un critère principal : le mode d'organisation légale du capital.

La première difficulté inhérente à ces approches typologiques des structures réside dans le fait que chacune est conduite relativement à un objectif analytique sous-jacent précis. Il y aura donc autant de typologies que d'auteurs et / ou de problématiques et cela conduit à ce qu'un même vocable corresponde souvent à des concepts différents, ce qui rend son utilisation concrète problématique : la notion d'« *agriculture familiale* » en offre un exemple emblématique.³⁰ De surcroît, de telles typologies :

- soit fournissent une description statique des structures en place
- soit, lorsqu'elles contiennent (même implicitement) une dimension dynamique³¹, ne renseignent pas - ou pas directement - sur les déterminants des évolutions qu'elles souhaitent représenter.

Bien que plus riches qu'une simple entrée par la taille, ces approches typologiques constituent donc, elles aussi, des outils limités lorsqu'il s'agit d'appréhender les futurs possibles des structures agricoles mondiales sur le temps long.

2. LES DÉTERMINANTS DES ÉVOLUTIONS DES STRUCTURES DE PRODUCTION

Passer en revue les différentes approches d'analyse des structures prouve que ces der-

nières relèvent de l'articulation – parfois conflictuelle – de deux dynamiques :

- Celle d'un ménage ou d'un groupe social qui mobilise les ressources à sa disposition pour assouvir des besoins et réaliser des objectifs
- Celle de l'environnement de ce ménage ou de ce groupe, qui organise à la fois la régulation de l'accès à ces ressources et le lien avec le consommateur des biens ou services produits.

Les deux sections suivantes de l'article approfondissent chacune de ces deux dynamiques.

2.1. Les changements dans les facteurs de production

Dans un mode de fonctionnement des sociétés où les besoins relèvent de plus en plus d'une organisation de marché et où la pauvreté touche de nombreux agriculteurs, la croissance des revenus agricoles devient centrale. Pour améliorer ces derniers, les producteurs peuvent choisir entre quatre types de stratégies qui impactent leurs structures de production :

- Intensifier l'usage des terres à leur disposition par des consommations intermédiaires et une augmentation du travail. C'est la base de la révolution verte qui, en Inde et en Asie du Sud-Est, a permis de passer à deux ou trois récoltes par an. Cette intensification butte clairement sur l'ampleur négative de ses conséquences environnementales.
- Augmenter la productivité du travail grâce à des machines. Le recours à la traction attelée et / ou à la motorisation permet à chaque actif de mettre en valeur une surface plus grande. Cette stratégie butte sur les externalités négatives qui en découlent sur le marché de l'emploi.
- Améliorer la mise en marché des produits ou des services grâce à une diversification des revenus agricoles et non-agricoles ou par un raccourcissement de la chaîne de mise en marché. Les limites de cette stratégie concernent le pouvoir d'achat et l'intérêt des consommateurs à dédier une part supérieure de leurs revenus à leur alimentation, ainsi que la capacité de l'agriculture locale à fournir les produits ou services attendus par les consommateurs.

- Diminuer les consommations intermédiaires, tout en développant de nouvelles formes d'accès au foncier et en partageant la force de travail, ce qui permet d'améliorer la durabilité de la structure.

Ces différentes stratégies supposent des combinaisons différentes des facteurs de production terre, capital et travail.

2.1.1. Accès au foncier : propriété, droits d'usages et modes de faire-valoir

Pour les ménages ou les groupes sociaux agricoles, accéder à la ressource foncière est crucial. Les sociétés humaines ont inventé de multiples formes pour en réguler l'accès. Entre l'agriculture itinérante d'un groupe nomade et la mise en valeur d'une propriété individuelle clôturée, il existe d'innombrables formes intermédiaires. Elles mobilisent les coordinations de marché, étatiques et / ou coutumières. Toutes ces formes résultent de contraintes physiques (le rapport entre le potentiel de production et la densité de population, le maintien de la fertilité des sols), de rapports de forces sociaux et politiques (notamment la division du travail au sein de la société³²) et d'histoires culturelles variées orientant le rapport de l'Homme au territoire et à la nature³³.

a) Régimes fonciers : accès à la terre

Dans une vision « *agrarienne* », nos représentations privilégient communément le « *propriétaire exploitant* » possédant l'ensemble des ressources qu'il mobilise dans le processus de production. Pourtant, de nombreuses autres configurations existent.

Durant la seconde moitié du vingtième siècle, les organisations internationales ont encouragé la propriété individuelle dans un certain nombre de pays en développement où la propriété des terres était collective ou étatique et des droits d'usages, plus ou moins individualisés, accordés. Le fait de disposer de titres de propriété privée était censé sécuriser les acteurs, leur donner accès au crédit en utilisant le titre comme garantie et, donc, induire des investissements, des gains de productivité et un accroissement de la

30. Comme le note Davidova (2014, p. 5) dans le cas européen « *family farming is an umbrella concept which incorporates farms of many different types and sizes* ». Cela est également vrai dans d'autres contextes, comme l'illustre la diversité des définitions adoptées par la FAO (FAO, 2013b), le département américain à l'agriculture (Hoppe et MacDonald, 2013) ou au sein des pays du MERCOSUR (Marquez et Ramos, 2012).

31. Comme par exemple chez Hervieu et Purseigle (2009).

32. Mazoyer et Roudart, 1997.

33. Mendras, 1976 ; Descola, 2005.

richesse nationale ³⁴. Mais les déterminants de l'investissement sont complexes. Les informations sur les transactions foncières étant souvent difficilement accessibles ³⁵ et les acheteurs mis en concurrence mobilisant des capitaux financiers et sociaux inégaux, les marchés fonciers peinent à garantir l'équité entre les acteurs et limitent les capacités de contrôle local dont peuvent faire preuve les droits coutumiers. Le phénomène d'acquisitions à grande échelle de terres agricoles ou de droits d'usages (hors propriété) sur les terres agricoles a été favorisé par ces marchés nouveaux et peu efficaces ³⁶.

De fait, le droit de propriété contient le droit d'usage, ce dernier pouvant être temporairement confié à quelqu'un offrant plus ou moins de stabilité au propriétaire. Une même structure peut être propriétaire et bénéficier de mises à disposition et changer de mode d'accès à la terre durant son cycle de vie. Lorsqu'il n'existe pas de propriété, des modalités particulières d'attribution et de transmission de droits d'exploiter existent. Cette diversité des droits d'usages du foncier à travers le monde a incité la FAO à développer la notion de « *faisceau de droits* » ³⁷. Enfin, on observe dans les réglementations foncières une convergence entre les régimes fonciers basés principalement sur le faire-valoir direct et sur les mises à disposition. Dans les régimes fonciers où les exploitants ont principalement des droits d'usages, le pas-de-temps de ce droit s'allonge pour faciliter les investissements et permettre d'intégrer aussi des conditionnalités sociales ou environnementales (cf., par exemple, le bail environnemental en France).

b) La séparation du capital foncier et du travail

Dans certaines régions – en particulier en Europe de l'Ouest – l'évolution des régimes fonciers se traduit par la séparation du capital foncier et du travail en agriculture ³⁸, qui est l'une des formes de la segmentation progressive des facteurs de production. Celle-ci s'explique par des raisons historiques diverses :

féodalité ³⁹, révolution industrielle, spécialisation productive et économies d'échelle, etc. Cette séparation entre capital et travail a créé la possibilité d'une rente foncière grâce au paiement d'une redevance en numéraire ou en nature. L'accumulation abusive qui en a parfois découlé a d'ailleurs suscité des mouvements sociaux et politiques plus ou moins radicaux de redistribution foncière (réformes agraires socialistes ou post-coloniales).

Selon les histoires agraires des pays, il en résulte de multiples formes de contrats organisant les modes de faire-valoir directs ou indirects : contrat verbal, fermage, métayage, ... Ces règles mettent à disposition le foncier de manière permanente (propriété) ou plus moins temporaire (du contrat saisonnier aux baux de carrière ou emphytéotiques ⁴⁰).

Dans les pays développés, les abus de la rente foncière ont parfois été limités par une régulation stricte des contrats agraires et du marché foncier ⁴¹. Ailleurs, les rapports de force politiques entre propriétaires fonciers et producteurs permettent souvent de maintenir le statu quo. Ceci explique que les modes de faire-valoir indirects, plus ou moins encadrés, sont les plus fréquents dans le monde. L'achat de foncier a longtemps été considéré par les agriculteurs comme la sécurisation optimale de leur activité, mais la déconnexion progressive du capital professionnel et du patrimoine familial provoque le développement de formes sociétaires.

D'autre part, les réglementations peuvent imposer des contraintes quant à l'agrandissement des structures, au respect de servitudes d'aménagement, de maintien d'un état sanitaire et environnemental, etc. Les politiques (agricoles, alimentaires, sociales, ...) peuvent également intégrer des services ou la multifonctionnalité de l'agriculture et conditionner les usages productifs du sol ⁴², quel que soit le mode d'accès à la terre.

De ce rapide aperçu des enjeux de l'accès au foncier pour les agriculteurs, trois idées doivent être retenues :

- Plus que la nature du statut donnant accès à la terre, c'est la sécurisation foncière des

structures agricoles qui semble importante. Elle seule permet l'intégration du temps long dans les stratégies des producteurs, aussi bien pour la réalisation d'investissements que pour la préservation de la ressource naturelle qu'est le sol.

- L'absence de marché foncier sur la terre les locations ou les parts des sociétés d'exploitations agricoles, peut bloquer l'adaptation des structures de production. À l'inverse, son développement peut générer des spéculations importantes ou des rentes inacceptables au regard de la rémunération des producteurs agricoles et cela peut constituer l'une des justifications à l'intervention publique visant à réguler ce marché.
- Enfin, la grande diversité des situations foncières suggère la nécessité d'une créativité institutionnelle des régimes fonciers autour d'un « *faisceau de droits* » plutôt que de l'application normative de réformes promouvant la propriété individuelle et le faire-valoir direct qui ont longtemps été la boussole des réformes foncières dans les pays du Sud.

2.1.2. Des besoins en capital

À l'échelle planétaire, la diversité des structures se traduit aussi par une énorme différence dans la mobilisation de capital nécessaire au processus productif. Elle repose sur des différences de stratégies et de finalités des producteurs, ainsi que sur le degré de substitution du travail par du capital.

a) Les finalités des ménages agricoles

Les différentes formes d'agriculture se caractérisent par un mix de facteurs de production (foncier, cheptel, équipement et trésorerie, semences et intrants, etc.) mobilisés pour des finalités pouvant être très différentes. Historiquement, les sociétés agraires limitaient l'accumulation individuelle à la nécessité de sécuriser la transmission inter-générationnelle ou d'affirmer une position sociale. Dans son livre *L'Organisation de l'économie paysanne* publié en 1923, l'économiste russe Alexandre Tchayanov a montré que l'objectif n'était pas la maximisation du revenu, mais celui de la satisfaction de besoins limités. De nombreux agriculteurs privilégient encore aujourd'hui la qualité de vie ou des relations sociales au sein de leur territoire à

34. Lavigne Delville, 2011.

35. Burnod et Tonneau, 2013.

36. Cotula *et al.*, 2009 ; World Bank, 2010 ; Anseu *et al.*, 2012.

37. FAO, 2003.

38. Grataloup, 2007.

39. Moore, 1966.

40. Lavigne Delville et Hochet, 2005.

41. Courleux, 2011.

42. Van der Ploeg, 2008.

une maximisation des profits. Toutefois, la lutte pour la survie de nombreux agriculteurs pauvres et la monétarisation des modes de vie des agriculteurs les obligent à mobiliser de plus en plus de capital pour améliorer la productivité de leur travail. Ils peuvent être marginalisés s'ils n'y parviennent pas.

b) L'accès aux ressources financières

Lorsque l'outillage est manuel, le capital ne constitue pas un frein à l'entrée dans l'agriculture⁴³. Cela reste une caractéristique de l'agriculture dans une majorité d'endroits, spécialement sur les fronts pionniers où la pratique de défriche – brûlis ne nécessite pas de capitaux importants. Cependant, même si les paysans n'utilisent pas beaucoup d'équipements, le délai entre la décision de produire et la vente de la récolte génère des besoins de trésorerie pour acheter les consommations intermédiaires (semences, fertilisants, moyens de lutte contre les ravageurs, ...). Or, l'accès aux marchés financiers n'est pas aisé partout.

Plus les exploitations agricoles substituent du travail par du capital, plus elles ont besoin du système financier : micro-crédit pour les besoins de trésorerie là où le système financier classique est déficient, banques pour les besoins de trésorerie et d'investissements plus conséquents et, progressivement, investisseurs externes via des formes sociétaires. Elles peuvent aussi recourir à des alternatives associatives comme, par exemple, *Terres de liens* en France ou *Viva Sol* en Lituanie. Ces organisations constituent localement un fonds pour faciliter l'installation d'agriculteurs. Leur investissement repose sur une solidarité locale ou élective dans laquelle la proximité et le lien producteur – consommateur sont privilégiés⁴⁴. Un nombre croissant de municipalités et d'autorités régionales suit la même voie avec des motivations proches de celles de leurs concitoyens⁴⁵. Ces alternatives au système financier agricole « classique » facilitent l'intégration de nouveaux agriculteurs non issus du cadre familial⁴⁶.

c) Cette financiarisation génère des modifications des structures de production

La dépendance des structures de production aux capitaux extérieurs infléchit les évolutions des structures de production. Ainsi, dans le cadre d'intégrations verticales, les firmes agricoles et agro-alimentaires investissent directement dans les structures de production (intrants, bâtiments), réduisant d'autant les capacités d'initiative des producteurs.

Dans les situations où le niveau des salaires hors de l'agriculture est élevé, les exploitations accélèrent la substitution de travail par du capital. Pour les exploitations familiales en phase de transmission inter-générationnelle, il en résulte des difficultés lorsque les soutes à payer par celui des héritiers qui reprend l'exploitation impliquent des niveaux d'endettement insoutenables.

Enfin, la libéralisation de la circulation des capitaux qui commence à toucher l'agriculture influence clairement les structures agricoles : l'exploitation des économies d'échelle peut déboucher sur une spécialisation et un agrandissement des structures nécessitant des capitaux. Ce phénomène s'observe de manière plus ou moins importante selon les régions du monde. La tendance butte cependant sur la faible résilience de telles structures spécialisées : elles attendent un retour rapide sur le capital investi et sont particulièrement sensibles aux retournements de conjonctures. Dans un environnement risqué, la diversification est un moyen de gestion du risque. Cette diversification peut conduire à infléchir l'évolution des structures agricoles.

2.1.3. Travail : rémunération, pénibilité, équité

La mobilisation du travail dépend à la fois de sa rémunération (et des alternatives pouvant exister en dehors de l'agriculture), de sa pénibilité (donc du degré de mécanisation) et des contraintes sociales qui peuvent l'entourer (inégalités hommes / femmes, jeunes / vieux, aînés / puînés, ...).

a) La rémunération

Pour que les jeunes générations souhaitent faire carrière dans l'agriculture, les niveaux de rémunération doivent accompagner l'évolution des rémunérations dans les autres

secteurs d'activités. Or, la productivité du travail agricole est caractérisée par des écarts importants avec les autres secteurs : souvent de 1 à 10 dans les pays de l'OCDE, voire jusqu'à 150 dans les pays les plus pauvres⁴⁷. C'est la raison pour laquelle, lorsque les barrières à l'entrée dans les autres métiers sont faibles, les familles d'agriculteurs ont plusieurs sources de revenus : transformation agro-alimentaire, artisanat, vente locale de main-d'œuvre, migrations saisonnières ou de plus longue durée d'un ou plusieurs membres du groupe familial. En 2004 aux États-Unis, 55 % des exploitants agricoles avaient des revenus non-agricoles représentant en moyenne 67 000 dollars annuels, soit plus que la moyenne des revenus agricoles qui était de 14 500 dollars. Dans un autre contexte, celui de l'Éthiopie, un chercheur⁴⁸ a montré en 2014 que 63 % des agriculteurs de l'échantillon de l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) avaient des revenus non-agricoles. Cette pluri-activité joue donc un rôle déterminant dans l'équilibre budgétaire des ménages, particulièrement sur les plus petites exploitations.

Les différences de qualité de vie entre citadins et ruraux (*a fortiori* les agriculteurs) constituent un autre facteur-clé de déclenchement de l'exode agricole et / ou rural des jeunes actifs⁴⁹, notamment pour les catégories sociales les moins favorisées. Cependant, disposer de services publics de santé, d'éducation et de transport correctement assurés en milieu rural peut contribuer à faire accepter des niveaux de rémunération inférieurs aux jeunes agriculteurs.

b) La pénibilité

La difficulté du travail agricole constitue clairement un facteur d'exode. En ce sens, la mécanisation ne joue pas seulement un rôle dans l'augmentation des revenus par actif. C'est aussi un gage d'attractivité dans la mesure où elle diminue la pénibilité du travail. On peut ainsi mieux comprendre un certain nombre d'investissements à la rentabilité douteuse, mais considérés comme importants par les agriculteurs.

43. Mazoyer et Roudart, 1997.

44. Fraticelli, 2011 ; Aubry et Chiffolleau, 2009.

45. Bahner, 2011.

46. White, 2011.

47. McMillan et Rodrik, 2011.

48. Gemestu, 2014.

49. Leavy et Smith, 2010 ; Proctor et Lucchesi, 2012.

c) L'équité

Le fonctionnement des structures de production reproduit, dans la sphère professionnelle, des modes de fonctionnement culturels marqués par des inégalités de traitement. Ces dernières peuvent limiter drastiquement l'attractivité du métier d'agriculteur pour certaines catégories d'actifs : femmes et jeunes qui contribuent souvent par du travail non rémunéré, puînés qui ne participent pas aux prises de décision majeures de la structure de production.

D'autre part, l'introduction du travail salarié dans les exploitations où la main-d'œuvre était uniquement familiale transforme la logique productive car il devient nécessaire d'assurer un produit monétaire fixe pour assurer la rémunération de ce(s) travailleur(s) externe(s). Cette logique de rémunération s'écarte nettement de celle du ménage ajustable, à la baisse ou à la hausse, selon le niveau de production⁵⁰. Elle développe aussi une plus stricte séparation entre vie professionnelle et vie privée et rompt avec les relations de dépendance pouvant exister dans la sphère domestique entre les différentes catégories d'actifs.

Enfin, dans certains cas d'agriculture de firme, l'employeur peut offrir une certaine latitude à ses employés afin qu'ils puissent accéder à la propriété foncière et investir dans la terre pour une production agricole. C'est le cas en Indonésie de la part de certaines entreprises productrices d'huile de palme dans des régions forestières de front pionnier : elles achètent la production de ces producteurs ou leur laisse produire des cultures vivrières⁵¹.

2.1.4. Quelques conséquences sur les politiques de structure

Les premières parties de l'article ont permis de comprendre comment chaque structure adapte en permanence la combinaison de ses facteurs de production pour répondre à ses besoins évolutifs et aux conditions changeantes de son environnement. Il en résulte que les politiques de structure – encadrement du foncier et des contrats agraires, installa-

tions de jeunes agricultures, préservation du sol agricole, ... – peuvent efficacement inciter les producteurs à choisir l'une ou l'autre de ces combinaisons. Mais, en retour, elles doivent prendre en compte les conditions de l'environnement naturel, économique et social de l'agriculture : la priorité est-elle à la préservation des ressources naturelles, à la création d'emploi, à l'augmentation des revenus des producteurs ou à l'aménagement des territoires ruraux ? Nous allons maintenant préciser en quoi cet environnement économique, social et culturel influe sur les stratégies des structures agricoles.

2.2. Des facteurs externes qui influencent les structures

Plusieurs facteurs externes ont une influence déterminante sur l'évolution des structures de production : les évolutions de la démographie et du marché du travail amènent à la division ou à l'agrandissement des structures, l'urbanisation et l'organisation des systèmes alimentaires ouvrent de nouveaux marchés, mais changent les habitudes alimentaires, les politiques publiques et la globalisation des marchés ouvrent ou protègent les marchés domestiques. Nous allons maintenant les étudier.

2.2.1. La démographie et le marché du travail

La croissance de la population mondiale constitue un déterminant majeur de l'évolution des structures agricoles. C'est à la fois un élément moteur de la demande alimentaire et un facteur de risque concernant la pression sur les ressources foncières. Le marché du travail joue un rôle-clé dans l'évolution des équilibres.

a) Une démographie structurante

À l'échelle de la planète, les agriculteurs forment toujours la première catégorie professionnelle en nombre. Et, si la proportion de ruraux dans la population asiatique est en train de devenir inférieure à celle des urbains, il n'en ira pas de même en Afrique subsaharienne en 2050⁵². Plus largement, dans les pays où les populations rurales augmen-

tent et où les zones urbaines ont un potentiel limité d'absorption de la main-d'œuvre – comme en Inde et dans la plupart des pays africains – la pression sur les structures agricoles reste très forte⁵³. L'étude Rural-Struc a estimé que 300 millions de jeunes actifs arriveront sur le marché de l'emploi d'ici à 2050 en Afrique subsaharienne, dont 195 millions de ruraux⁵⁴. La taille des exploitations devrait donc diminuer dans la région⁵⁵ et ce morcellement du foncier aggraver la pauvreté des petits agriculteurs. Cette perspective interroge les politiques de développement rural et le soutien à l'agriculture familiale⁵⁶. En ce sens, la situation des pays de l'OCDE, qui comptent moins de 5 % des actifs agricoles, est atypique et peu représentative des évolutions majeures. À l'inverse, en Chine et dans certains pays d'Asie et d'Amérique latine, un pourcentage élevé de la population la plus âgée est impliqué dans des activités agricoles ou dans de petites activités commerciales⁵⁷. Leur disparition pourrait entraîner une augmentation de la taille des structures.

b) Le marché du travail

La dynamique du marché du travail joue un rôle déterminant dans l'attractivité des emplois agricoles. En cas de croissance de la population agricole et en l'absence de solutions de sortie de l'agriculture, l'augmentation du nombre des actifs en agriculture se traduit par le morcellement des exploitations (par exemple, en Afrique⁵⁸). À l'inverse, la diminution de la main-d'œuvre agricole a bien eu lieu dans l'Europe d'après-guerre, selon la vision classique des transformations structurelles⁵⁹ où l'agriculture joue un rôle de réservoir de main-d'œuvre pour les autres secteurs. La baisse de l'emploi agricole s'y est traduite par un exode agricole massif, mais maîtrisé, accompagnant l'émergence de bassins d'emploi en zones urbaines. Désormais, la baisse se fait sans exode rural du fait de la faiblesse de la croissance démographique⁶⁰.

50. Bélières *et al.*, 2013.

51. Barral, 2013.

52. UN-DESA, 2013.

53. Djurfeldt and Jirstöm, 2013.

54. Losch *et al.*, 2011.

55. Masters, 2013.

56. Losch, 2012 ; Jayne *et al.*, 2013.

57. Chinese Academy of Social Sciences *et al.*, 2011.

58. Cf. Djurfeldt et Jirstöm, 2013.

59. Bairoch, 1989 ; Timmer, 2009.

60. Desriers, 2011.

Là où la population rurale reste nombreuse sans qu'existent les bassins d'emploi urbain susceptibles de l'absorber, les risques de concentration des terres et de mécanisation sont importants pour les dynamiques sociales, territoriales et migratoires ⁶¹. Ils peuvent conduire à l'exclusion d'une part des agricultures familiales aussi bien en Europe orientale ⁶² que dans certaines régions d'Asie, Afrique ou Amérique latine ⁶³.

2.2.2. L'urbanisation et les systèmes alimentaires

a) L'urbanisation, entre chance et contrainte

L'urbanisation, phénomène sociétal majeur, transforme profondément les modes de vie. Elle augmente notablement le nombre de personnes qu'un actif agricole doit nourrir. Ce faisant, elle augmente la demande de produits agricoles et, donc, les débouchés pour les producteurs. Selon sa structuration, elle modifie les modes de connexion aux marchés alimentaires : alors que les villes moyennes restent connectées à leur milieu rural environnant, les grandes métropoles ont tendance à l'extraversion et dépendent des grands marchés internationaux de commodités. Les producteurs du marché domestique ne bénéficient donc pas toujours de l'urbanisation nationale.

b) Les systèmes alimentaires

L'urbanisation accompagne le développement des classes moyennes dont une part croissante du budget est dédiée aux achats non alimentaires. Elle modifie aussi notablement les régimes alimentaires : moins de féculents, davantage de viande, de produits à cuisson rapide, voire de plats préparés. Les systèmes alimentaires qui approvisionnent une planète de plus en plus urbanisée semblent poursuivre deux voies divergentes :

- D'un côté, l'urbanisation et la globalisation impulsent un mouvement de fond de standardisation et d'homogénéisation des produits à travers des circuits de grande distribution ⁶⁴. Cette évolution s'explique par la « *transition alimentaire* », caractérisée

par une croissance de la part des produits animaux dans le régime quotidien.

- De l'autre, un mouvement inverse de relocalisation et de raccourcissement des circuits de commercialisation semble s'affirmer. La promotion de la diversité des terroirs et les contractualisations directes entre producteurs et consommateurs se développent sur tous les continents, même si le phénomène reste marginal. Il est porté par des mouvements militants, urbains, mais aussi ruraux et agricoles, souvent associés ou soutenus par des collectivités territoriales. Ces initiatives rejoignent généralement des préoccupations sanitaires, environnementales, voire sociales. Les agricultures biologiques et paysannes y tiennent ainsi une place importante ⁶⁵.

2.2.3. Les politiques publiques

Depuis les années quatre-vingt, les politiques sont marquées par des appels au recentrage des États sur des fonctions de régulation et à une limitation des interventions publiques (notamment des subventions) afin de favoriser le libre fonctionnement des marchés. Les subventions n'ont pas disparu (en particulier dans les pays de l'OCDE) et continuent à créer des conditions déloyales de concurrence avec les États pauvres ⁶⁶. Mais, de fait, les États se sont désengagés de nombreuses fonctions (financements, conseil, fixation des prix, stocks régulateurs...). Jusqu'en 2008, l'attention portée à l'agriculture faiblissait ⁶⁷. L'envolée des prix des matières premières et les crises alimentaires des années 2008 – 2010 ont justifié son retour dans les agendas internationaux ⁶⁸.

Les interventions publiques jouent cependant un rôle important dans l'évolution des structures agricoles :

- Les politiques fiscales et les instruments de régulation, ciblés ou non sur l'agriculture, orientent les productions et les types de structures.
- L'encadrement de la volatilité des prix agricoles est important pour la stabilité des formes d'organisation les plus fragiles.

- Les politiques environnementales et celles visant la protection sociale (liées à la retraite, à l'installation de jeunes, à la place des femmes, etc.) jouent un rôle sélectif dans les choix des populations et des investissements dédiés à l'agriculture.
- Les politiques de structure (réglementation du faire-valoir indirect ou des usages des sols, limitations à l'achat du foncier, installation de jeunes agriculteurs, zonages) conditionnent en partie la dynamique de la population active agricole concernant spécifiquement la gouvernance foncière.
- Enfin, les politiques mobilisent, à des degrés divers, des politiques fiscales (par exemple, la taxation du foncier non-bâti), des dispositions réglementaires (création de marchés de droits fonciers cessibles au Vietnam et hypothécables en Chine ; limitation des usages des sols à Cuba ; etc.), la création de dispositifs de gestion foncière (par délégation de service public, corporation, privé, etc.) afin de réguler le marché foncier ⁶⁹.

2.2.4. La globalisation des marchés

La phase actuelle de globalisation des marchés agricoles s'est construite à la suite de la révolution verte sur deux convictions portées par le néo-libéralisme du consensus de Washington :

- Le changement technique permet de répondre sur le long terme à la croissance de la demande
- Les pays structurellement exportateurs sont capables de répondre aux besoins, notamment urbains, des pays importateurs.

Durant cette période, l'application du concept des avantages comparatifs a structuré les spécialisations productives et les politiques agricoles. L'alimentation à bon marché des villes s'est souvent faite au détriment des revenus des agriculteurs les moins productifs, aidés ou soutenus par des politiques structurelles. Et la crise alimentaire de 2008 a prouvé les difficultés du marché à gérer une situation exceptionnelle. La souveraineté alimentaire est ainsi redevenue un enjeu et, avec elle, la re-légitimation de l'intervention de l'État pour l'assurer. La pause actuelle dans les négociations commerciales à l'Organisation mondiale du commerce

183

61. Woodhouse, 2010 ; Deininger et Byerlee, 2010.

62. Pouliquen, 2001 ; Bazin et Bourdeau-Lepage, 2011.

63. Losch *et al.*, 2011.

64. Daviron, 2002 ; Rastoin et Gheris, 2010.

65. Van der Ploeg (2008) qualifie ce phénomène de « *repaïsanisation* ».

66. Anderson *et al.* 2006 ; Costa *et al.*, 2009.

67. De Janvry et Byerlee, 2007.

68. World Bank, 2007.

69. Colin, 2005.

(OMC) et l'échec, jusqu'à présent, du cycle de négociations lancé en 2001 à Doha révèlent les positions divergentes des États quant à la libéralisation des marchés.

Mais si la libéralisation des marchés agricoles s'est ralentie depuis 2008, il n'en va pas de même pour l'émergence d'acteurs économiques globaux de l'agriculture, aussi bien pour l'agro-équipement, l'agro-four-niture, la transformation agro-alimentaire ou le commerce des produits agricoles. La concentration oligopolistique se poursuit ⁷⁰, renforçant les asymétries entre acteurs au sein des différents marchés agricoles. Ces évolutions s'accompagnent de changements technologiques dans le transport, le stockage et la transformation (réfrigération, ionisation, techniques de cracking, ...) qui provoquent, à leur tour, une standardisation des produits mis sur le marché ⁷¹.

Le développement des échanges transnationaux se traduit aussi par l'interdépendance internationale au sein des filières de production. Ainsi, après celui de l'Europe, le développement de l'élevage en Chine dépend de la production de soja provenant du continent américain. Ces importations révèlent la part non négligeable de l'alimentation domestique dépendant de la mise en valeur de terres à l'étranger. Ils sont aussi les vecteurs d'une plus grande mobilité des productions, qui suivent les opportunités d'investissement en fonction des législations environnementales et du travail et accroissent la volatilité des marchés, la fragilité du marché du travail et la rentabilité des infrastructures financées par l'argent public. Cette volatilité, source de plus-values, a attiré des opérateurs financiers. Leur investissement se comprend comme une diversification de leurs portefeuilles d'actions, dans un contexte haussier des matières premières.

a) L'importance renouvelée des marchés domestiques

Ces dynamiques de la globalisation des marchés agricoles, ajoutées au coût en emplois de la récente crise financière ont conduit les décideurs publics à chercher à intégrer les questions alimentaires avec les défis de l'emploi et de l'aménagement du territoire et de

l'environnement. Les marchés domestiques – alimentaires, du travail – reprennent ainsi de l'importance à leurs yeux. D'une part, les politiques publiques et certains acteurs privés tendent à mieux connecter production et consommation locale en intervenant sur les circuits de commercialisation (appels d'offres privilégiant la production de proximité, circuits courts organisés par le secteur privé, associatif ou à but lucratif). D'autre part, la pluri-activité des agriculteurs peut compenser la baisse du revenu agricole ⁷². Une part significative des ménages ruraux du Sud combine une migration temporaire de certains membres de la famille et une réduction substantielle des activités agricoles, tout en gardant un ancrage fort dans l'exploitation. Les structures agro-rurales forment un « archipel » ⁷³ sur la base d'une pluri-activité et d'une pluri-localisation des membres de la famille, avec des recompositions régulières, mais toujours centrées sur une exploitation agricole familiale, même si celle-ci ne fournit plus qu'une part minoritaire des ressources mutualisées par les acteurs familiaux ⁷⁴. La prise en compte de la multifonctionnalité des espaces agricoles ouvre de nouvelles sources de revenu pour les agriculteurs ⁷⁵.

2.3. Conclusion de la deuxième partie de l'article

Nous venons d'illustrer comment les stratégies des producteurs agricoles et les dynamiques de leur environnement économique, social et environnemental influencent profondément les structures de production agricoles. Il en ressort que :

- La taille des structures de production ne peut résumer l'ensemble des combinaisons des facteurs de production permettant aux producteurs d'assouvir leurs besoins
- La plupart de ces facteurs de production sont sensibles à des incitations publiques
- Un certain nombre de facteurs macro-économiques ou démographiques influencent les structures de production
- Donc, les modes de régulation des marchés et les interventions publiques jouent un

rôle fondamental dans la dynamique des structures de production.

3. APPRÉHENDER LES TRANSFORMATIONS EN COURS ET LES AVENIRS POSSIBLES

3.1. Sept processus structurants

Les représentations des structures privilégient généralement la taille et occultent les spécificités des structures agricoles. Elles sont, par conséquent, réductrices car elles ne permettent pas de réfléchir aux évolutions possibles de ces dernières. Partant de l'analyse des moyens de production, ainsi que des éléments du contexte, nous avons proposé une autre approche de caractérisation des structures, davantage centrée sur les décisions relatives que prennent ou subissent les hommes et les femmes qui dirigent et travaillent dans les structures. C'est l'analyse des processus d'évolution des structures, c'est-à-dire des résultats des décisions d'allocation de ressources et de coordination des activités, qui a semblé permettre d'avoir la vision la plus dynamique et donc de réfléchir aux avenir possibles. Nous avons ainsi identifié sept processus principaux qui nous semblent permettre de comprendre la dynamique des structures agricoles :

- Le processus de segmentation des facteurs de production
- Le processus de sécurisation des droits d'usage
- Le processus de financiarisation du capital
- Le processus de substitution du travail par le capital
- Le processus d'engagement collaboratif
- Le processus de diversification des sources de revenu
- Le processus de distanciation du producteur par rapport au consommateur final.

Par rapport à une situation initiale, ces processus peuvent être bi-directionnels : ils peuvent aller vers davantage ou moins de segmentation des facteurs de production, de sécurisation des droits d'usage, de financiarisation du capital, etc.

72. Wiggins *et al.*, 2010.

73. Quesnel et del Rey, 2005 ; Losch *et al.*, 2011.

74. Béliers *et al.* 2011.

75. Vandenbroucke, 2013.

70. Woodhouse, 2010.

71. Rastoin et Ghersi, 2010.

3.1.1. Le processus de segmentation des facteurs de production

L'allongement des filières agro-alimentaires et l'internationalisation des marchés d'une part, l'agrandissement des structures et la complexification des systèmes de production d'autre part, rendent la prise de décision complexe. Il peut en résulter une spécialisation de certaines structures sur des segments de production. Si l'agriculteur chef d'exploitation utilise uniquement sa propre force de travail, possède son propre foncier et ne mobilise que des capitaux d'origine familiale, le processus de segmentation de sa structure sera considéré comme faible. Mais celui-ci pourra évoluer si, par exemple, plusieurs exploitants décident de mettre ensemble toutes leurs surfaces et de cultiver en assolement commun ou si l'exploitant décide d'emprunter à une « tontine » ou s'il a accès à des variétés améliorées ou à de nouvelles techniques de production. *A contrario*, le processus de segmentation d'une structure sera considéré comme fort si une exploitation est dirigée par un ou plusieurs gérants / contremaîtres qui ne participent pas eux-mêmes aux travaux, mais emploient uniquement de la main-d'œuvre salariée, mettent en valeur uniquement des terres louées et s'appuient sur des apporteurs de capitaux extérieurs du secteur financier non bancaire.

3.1.2. Le processus de sécurisation des droits

À une terre correspond un faisceau de droits et il est devenu rare que l'ensemble des droits portant sur une terre soit aux mains d'un seul individu ou groupe. On observe plutôt une appropriation et une gestion collective de la terre à laquelle sont rattachés des droits qui se superposent. Par conséquent, la sécurisation des droits n'est pas liée à un titre de propriété et c'est un processus évolutif. Dans le cas de la propriété privée, de même que dans le cas de droits d'usage explicitement formalisés et assurés grâce à un appareil juridique permettant de les faire valoir sans droit de propriété, le processus de sécurisation sera considéré comme élevé. Des droits « *informels* » peuvent être sécurisés lorsque les règles et institutions locales sont claires,

que les droits fonciers locaux font l'objet d'un consensus social et que les autorités foncières locales sont légitimes ⁷⁶. Mais, un grand nombre de structures agricoles, en particulier dans les pays en développement, se trouvent en situation d'insécurité en raison de baux de courte durée, d'une faible capacité régulatrice de l'État, de non-respect des normes locales, etc. Le processus est alors considéré comme faible, mais il peut évoluer en raison, par exemple, de politiques foncières et de dispositifs juridiques accordés par l'État ou une structure locale de gestion des terres et du capital.

3.1.3. Le processus de financiarisation du capital

Pour se développer, une structure agricole a besoin de capital financier, mais aussi matériel et immatériel. Le processus de financiarisation du capital sera considéré comme faible si les capitaux financiers sont uniquement d'origine familiale. L'apport de financement par d'autres sources locales (tontines, usuriers, portage, etc.) ou bancaires fait évoluer le processus, le producteur restant décisionnaire et responsable de l'usage qu'il souhaite faire des capitaux. Ces financeurs n'ont en général pas d'objectif ou d'exigence en matière de rentabilité des capitaux investis, contrairement à des apporteurs du secteur financier non bancaire (fonds d'investissement, investisseurs privés, etc.). La financiarisation est très poussée lorsque des financeurs extérieurs décident des orientations structurelles en fonction des objectifs de leur investissement.

3.1.4. Le processus de substitution du travail par le capital

Traditionnellement, ce processus correspond, en premier lieu, au degré de mécanisation de la structure productive. Mais on peut également y inclure la mesure de l'importance du capital immatériel que représente le poids pris par les différentes connaissances nécessaires à la maîtrise de l'environnement productif et économique (technologies, réglementations, réseaux de commercialisation, stratégies de gestion des

risques, etc.) qui transforme le travail, mais ne le supprime pas. L'accès à l'innovation permet à une structure de substituer du travail par du capital, ce qui a un fort impact sur le niveau de rémunération des agriculteurs et les usages des terres.

3.1.5. Le processus d'engagement collaboratif

Ce processus porte sur le mode de prise de décision au sein des structures. Il s'agit en particulier de caractériser dans quelle mesure celui qui décide de l'utilisation des facteurs de production quasi fixes (foncier, capital, travail) le fait de façon individuelle ou dans le cadre d'un collectif. Lorsqu'un exploitant décide seul de la conduite de son exploitation, le processus de décision est considéré comme peu collectif. Par contre, lorsqu'il y a des assolements en commun, la mise en commun de l'essentiel des facteurs de production (par exemple, via une coopérative d'utilisation de matériel agricole intégrale), une gestion collective des terres comme dans de nombreux villages africains, alors le processus de décision est reconnu comme collectif. Pour mieux vendre ses produits, augmenter les surfaces cultivées, s'adapter aux normes environnementales et sanitaires, réduire ses risques, intégrer de multiples compétences, accéder à du capital, une structure peut ainsi passer d'un processus de décision individuel à un processus de décision collectif. Cela peut la conduire à établir des accords avec d'autres structures ou à faire évoluer sa forme juridique disponible.

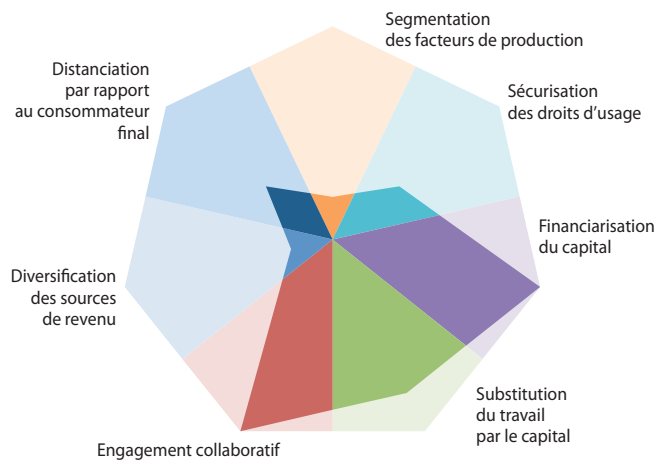
3.1.6. Le processus de diversification des sources de revenus

Un producteur agricole peut tirer tout ou partie de ses revenus de son exploitation. Le poids des revenus d'origine non-agricole dans son revenu total peut être plus ou moins important. La diversification est faible lorsque l'agriculture représente la source principale de revenus, elle est élevée lorsque l'agriculture est exercée à titre seulement accessoire. Dans ce processus, on ne mesure pas ici dans quelle mesure cette diversification est subie car imposée par un environnement économique défavorable ou choisie, comme résultat d'une stratégie,

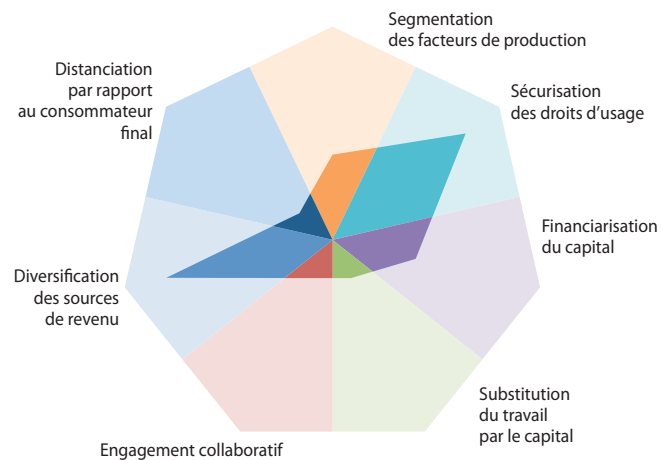
⁷⁶. Lavigne Delville, 2010.

GRAPHIQUE 5
Caractérisation de quelques idéaux-types selon les sept processus proposés
(Source : auteurs)

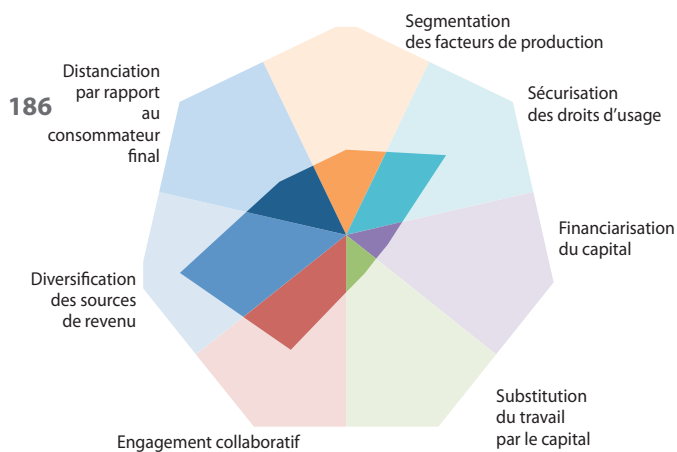
5 a) Ferme familiale très capitalisée



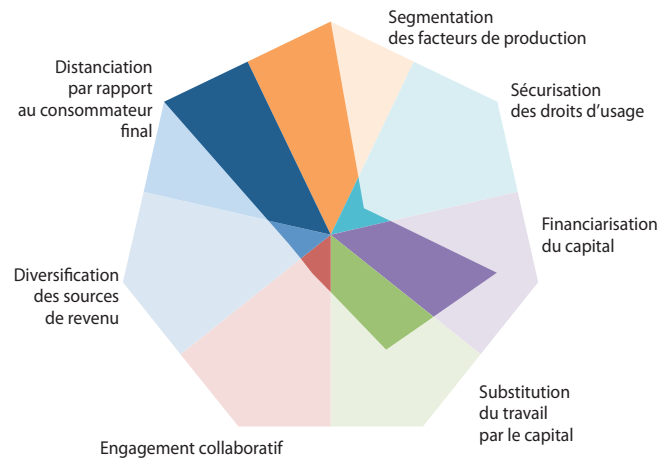
5 d) Néo-nomadisme



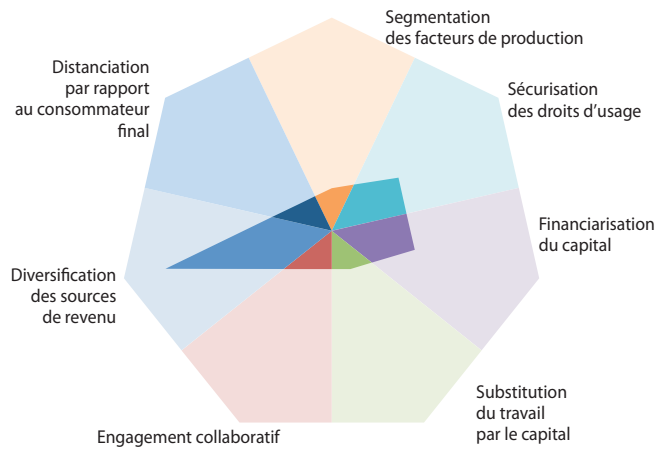
5 b) Ferme familiale faiblement capitalisée



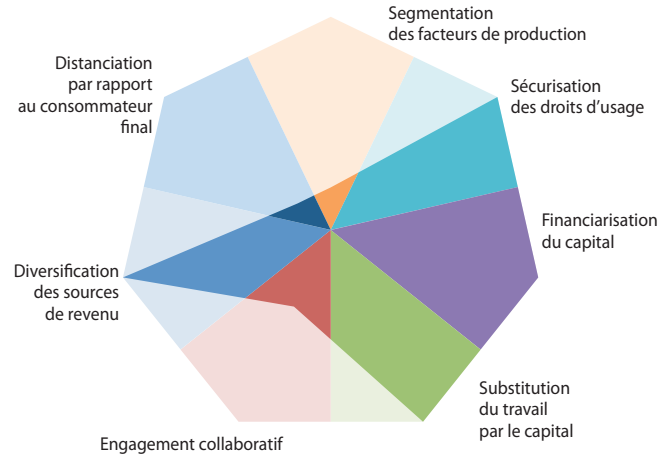
5 e) Courtiers de la production



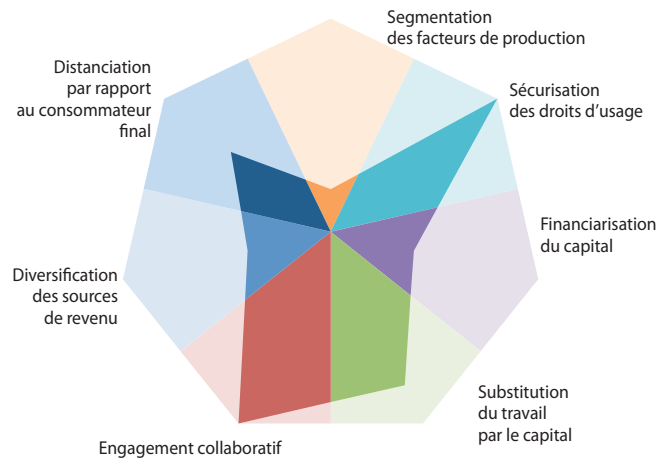
5 c) Ferme de refuge temporaire



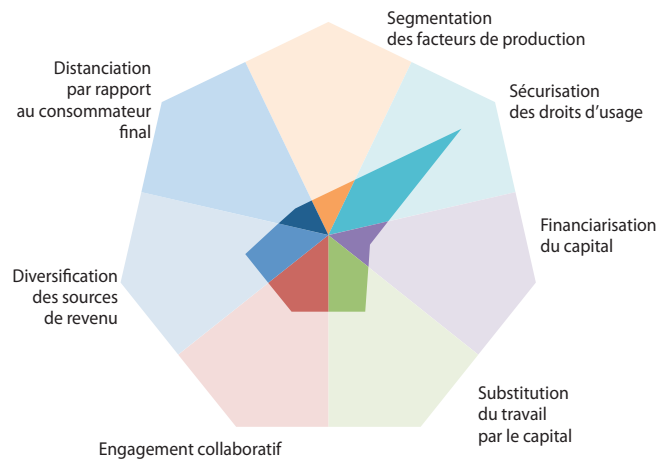
5 f) Ferme verticale



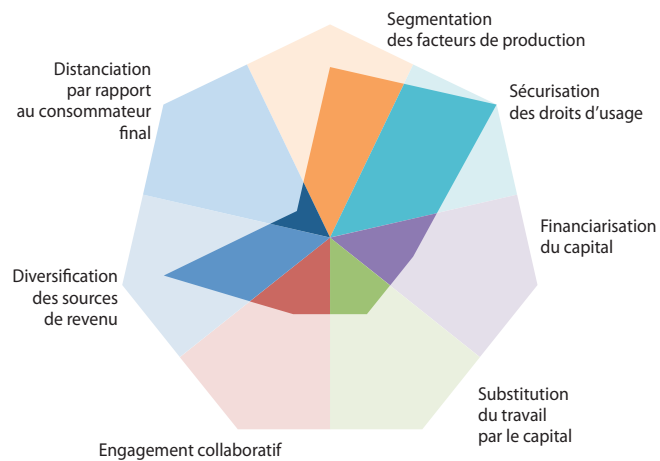
5 g) Ferme collective



5 h) Re-paysanisation



5 i) Fermage citoyen



par exemple de diversification des risques. Durant de nombreuses années, la technicisation des processus de production a conduit à un faible développement et à une sous-estimation des revenus générés par les activités non-agricoles. Elle s'est largement appuyée sur un processus de spécialisation agricole et la pluri-activité était largement dépréciée. Aujourd'hui, on se rend compte que les revenus non agricoles des exploitants peuvent représenter une part importante de leurs revenus et offrir un moyen de faire face aux risques dans un contexte difficile sur le plan économique et environnemental.

3.1.7. Le processus d'éloignement par rapport au consommateur final

La distance entre le producteur et le consommateur final de son produit peut être plus ou moins grande. L'éloignement est minimal dans le cas de l'agriculture de subsistance où l'auto-consommation représente le principal, si ce n'est l'unique débouché. Il est maximal dans le cas de la production écoulée sur les marchés mondiaux de commodités utilisées comme matières premières pour la transformation (agro-alimentaire ou autre). Le produit agricole devient alors un ingrédient parmi d'autres, souvent peu reconnaissable en soi par le consommateur. Ce processus est évolutif. D'un côté, l'empreinte écologique et l'importance des dynamiques territoriales peuvent amener des consommateurs à apporter une attention particulière à la dimension locale et sociale de leurs actes de consommation et, donc, les conduire à la réduction des distances entre producteurs et consommateurs. Le développement du commerce international et la grande distribution offrent aux consommateurs les produits agricoles les moins chers possibles, quelle que soit la distance parcourue. Ce facteur externe peut conduire des producteurs à passer, par exemple, de la production de cultures vivrières à des cultures d'exportation aux débouchés plus rentables.

3.1.8. Des processus aux idéaux-types

À partir de la connaissance de leur situation relativement à ces processus, il est possible

de caractériser une structure ou un groupe de structures et de représenter leur diversité. Pour souligner le côté dynamique de ces processus, nous avons choisi de les caractériser à l'aide d'une échelle qualitative qui donnerait une idée du degré d'engagement⁷⁷ du processus. Il devient alors possible de représenter un type de structure particulier par la combinaison de son positionnement spécifique sur chacune des sept échelles. Une représentation graphique sous forme d'un diagramme « radar » à sept branches permet de visualiser rapidement les différences et les points communs entre types. Cette approche permet de décrire les types connus aujourd'hui, mais elle facilite aussi l'identification et la caractérisation de types alternatifs et / ou marquant des ruptures. De plus, des « parentés » entre types de structures peuvent être mises en évidence ou, à tout le moins, discutées. Dans l'état actuel de la démarche, le degré d'engagement de chaque processus est évalué à dire d'experts, sachant que ce n'est pas le positionnement absolu d'un type de structure donné sur chaque échelle qui est en soi intéressant, mais le positionnement relatif des types de structures entre eux. De tels diagrammes peuvent être construits pour des structures prises individuellement afin d'identifier de quel(s) type(s) elles relèvent, aussi bien que pour un pays ou une région, afin d'en déterminer le ou les types de structures « moyens » ou dominants.

Grâce à cette approche, un scénario d'évolution peut être défini comme la déformation d'une situation initiale donnée suivant un ou plusieurs des sept processus, que ce soit dans le sens d'une accentuation ou d'une réduction. Plusieurs scénarios peuvent émerger à partir d'une même situation initiale et coexister au même endroit au même moment, de même que plusieurs situations initiales peuvent converger vers un unique scénario. De telles déformations ne signifient cependant pas que les évolutions sous-jacentes s'appliquent de façon continue et lisse au niveau de chaque structure prise

individuellement. Cela peut être le cas, mais le passage d'un diagramme à un autre, pour un pays ou une région, peut également représenter la disparition d'un type de structures au profit d'un autre, un tel renversement de dominance n'étant alors pas sans conséquences en termes de restructuration de l'agriculture locale.

3.2. Quelques idéaux-types

Les contextes dans lesquels les structures se développent sont très divers. De ce fait, les trajectoires d'évolution de celles-ci – que l'on peut retrouver dans des contextes différents – divergent selon les niveaux de développement économique, les structures sociales, les héritages culturels ou les crises qu'elles traversent. Écrire des scénarios dans un travail de prospective à l'échelle de la planète relève donc de la gageure. De ce fait – pour réfléchir sur les avenir possibles des structures agricoles – nous avons choisi de décrire des situations emblématiques, dans lesquelles les structures de production relèvent d'idéaux-types⁷⁸. Ces structures mobilisent des facteurs de production et s'inscrivent dans des contextes qui favorisent l'expression d'un ou plusieurs des processus marquants que nous avons décrits dans la section précédente (Graphique 5). La palette de ces idéaux-types ne vise pas à l'exhaustivité, mais à souligner la créativité institutionnelle existant autour des structures agricoles. Nous allons présenter ces idéaux-types en deux groupes :

- Nous commencerons par explorer les situations de continuité.
- Puis, nous présenterons les idéaux-types marquant une rupture avec la trajectoire classique de modernisation de l'agriculture européenne, celle-ci partant de la figure du « laboureur et de ses enfants » du poète Jean de la Fontaine et s'épanouissant dans l'image d'Épinal de l'agriculteur – entrepreneur.

77. Il nous semblerait impropre de parler de degré « d'aboutissement » ou « d'achèvement » car ces formulations contiendraient, plus ou moins implicitement, des notions d'orientation et d'irréversibilité des processus qui nous semblent inappropriées.

78 « On obtient un idéal-type en accentuant unilatéralement un ou plusieurs points de vue et en enchaînant une multitude de phénomènes isolés, diffus et discrets, que l'on trouve tantôt en grand nombre, tantôt en petit nombre, par endroits pas du tout, qu'on ordonne selon les précédents points de vue choisis unilatéralement pour former un tableau de pensée homogène » (Weber, Essai sur la théorie de la science, 1904-1917, traduction partielle par Julien Freund, Plon, 1965, p. 181).

3.2.1. Des situations tendanciennes

a) Ferme familiale très capitalisée (Graphique 5 a)

Cet idéal-type se caractérise par une très forte substitution du travail par du capital. La segmentation des facteurs de production porte essentiellement sur le capital, qui provient largement de sources extérieures à la famille du producteur. La sécurisation de l'accès aux ressources foncières est importante. La diversification des revenus est faible, ce type de structure se basant principalement sur une spécialisation productive. La commercialisation des importants volumes produits passe par l'industrie agro-alimentaire et porte souvent sur des marchés lointains.

Cet idéal-type s'inscrit dans la poursuite de la modernisation des agricultures de la révolution verte. Il vise à produire, au coût le plus bas possible, une matière première standardisée pour l'industrie agro-alimentaire. Il correspond à une phase de développement économique marquée par l'importance des grandes et moyennes surfaces de distribution dans la consommation alimentaire des ménages. Ce type de système agro-alimentaire a besoin de structures de production qui savent organiser, individuellement ou collectivement, la commercialisation de leurs produits pour sécuriser l'approvisionnement en matières premières. Il va généralement de pair avec la réduction de la population agricole au profit des secteurs secondaire et tertiaire.

b) Ferme familiale faiblement capitalisée (Graphique 5 b)

Cet idéal-type se caractérise par une dimension encore forte de l'auto-consommation et, donc, une connexion relativement faible au marché pour les produits agricoles. La diversification des revenus non-agricoles (artisanat, vente de main-d'œuvre, voire transferts par un migrant de la famille) est importante. La segmentation des facteurs de production est très faible. La sécurisation de l'accès aux ressources foncières est aléatoire. La dépendance au système financier est très faible, de même que la substitution du travail par du capital. La valorisation des produits agricoles grâce à une commercialisation directe et de proximité est importante.

Cet idéal-type s'inscrit dans une transition de la société paysanne ⁷⁹ intégrant progressivement l'économie de marché mondialisée. Ce type de structure de production vise à produire non seulement un revenu, mais aussi une part de l'alimentation, le logement et des relations sociales. Il est profondément multifonctionnel et non spécialisé. Il correspond à des situations où les modes de consommation ne sont pas complètement monétarisés. Les options de sortie de l'agriculture ne sont pas nombreuses et de nombreux actifs restent dans l'agriculture comme pluri-actifs. Il peut aussi correspondre à des situations de faible densité démographique et à des systèmes de production très extensifs, notamment en élevage.

c) Ferme de refuge temporaire (Graphique 5 c)

Cet idéal-type se caractérise par une forte déconnection au marché liée à un contexte de forte crise économique. L'agriculture y est essentiellement d'auto-subsistance ou s'inscrit dans des dynamiques d'échanges non marchands, au sein du groupe familial ou de réseaux de solidarité. Les revenus sont assurés par des transferts privés (par exemple, un migrant de la famille) ou publics (revenus sociaux) et, d'autre part, par des activités non agricoles. La structure est marquée par une forte connexion entre urbain et rural, liée à la mobilité professionnelle des actifs agricoles. La segmentation des facteurs de production est faible. La sécurisation de l'accès aux ressources foncières est variable. La dépendance au système financier est très faible, de même que la substitution du travail par du capital. La diversification des revenus est importante, ainsi que l'autoconsommation et les échanges qui sont principalement non-marchands. Si quelques produits agricoles sont commercialisés, c'est au sein des réseaux d'alliés.

Cet idéal-type s'inscrit dans la volonté d'assurer au groupe familial un filet de sécurité alimentaire, dans un contexte adverse où l'obtention de revenus dans et hors de l'agriculture est difficile. Il peut être aussi l'affirmation positive de valeurs sociales s'épanouissant hors d'une organisation de marché. Ce type de structure peut se trouver

dans des contextes de crise et de retour à la terre obligé pour des raisons de sécurité alimentaire du groupe familial (par exemple, la crise asiatique de 1997, la situation grecque post-2010). Il peut aussi être le fruit d'une construction sociale élaborée, organisée en partie hors des échanges marchands (par exemple, l'agriculture kanake). Il peut être considéré comme une parenthèse dans un parcours professionnel ou un complément à une pluri-activité assumée.

3.2.2. Des structures emblématiques de ruptures

Les six idéaux-types que nous allons présenter maintenant constituent des situations nouvelles dans les pays développés comme en développement et nous montrerons quels processus ont conduit à cette nouvelle situation.

a) Néo-nomadisme (Graphique 5 d)

Cet idéal-type se caractérise par une double rupture : celle du lien traditionnel du paysan au foncier et celle de la rémunération basée uniquement sur la vente de produits agricoles. Des évolutions dans les processus de sécurisation des droits ou de diversification des revenus peuvent aboutir à cet idéal-type. Il se caractérise donc par l'absence – ou le caractère limité – d'un foncier propre ou sécurisé et par la contractualisation avec des tiers portant sur les externalités de son activité agricole (par exemple, services de pollinisation des amandiers par des apiculteurs en Californie, de débroussaillage de forêts par des éleveurs de moutons dans le cadre d'alliances foncières pastorales, etc.). Les facteurs de production sont segmentés, mais les droits d'usage sécurisés, notamment grâce à la qualité des contrats établis. Le capital appartient majoritairement aux actifs, le fonctionnement de ce type de structure étant largement individuel afin de bénéficier d'un maximum de souplesse. Les revenus sont, au sens classique du terme, marginalement agricoles puisque ce sont les services rendus qui sont rémunérés et les productions agricoles deviennent un sous-produit. Les marchés sont de proximité pour les services, mais peuvent être éloignés pour les produits agricoles.

79. Décrite par le sociologue Henri Mendras.

Cet idéal-type correspond à la valorisation marchande de services environnementaux et au ré-enchâssement de la production agricole dans les dynamiques territoriales ⁸⁰. Il suppose donc que la sécurité alimentaire soit globalement assurée par ailleurs : soit par une production domestique, soit par une richesse suffisante permettant d'importer. Il implique aussi un intérêt économique (par exemple, pollinisation, débroussaillage pour lutter contre les feux de forêt) ou sociétal (entretien de paysage pour faciliter l'accès à d'autres usagers de l'espace rural). Cette forme de structure de production nécessite aussi un cadre légal, voire des infrastructures, notamment en termes de chemin d'accès, permettant la mobilité de certains facteurs de production.

b) Courtiers de la production (Graphique 5 e)

Cet idéal-type est emblématique de la segmentation des facteurs de production et s'inspire des « *pools de siembra* » existant en Amérique du Sud, notamment en Argentine. Piloté par une équipe de techniciens, il mobilise, pour des temps limités, les facteurs de production (location à court terme de parcelles, recours à des entreprises de travaux agricoles, emploi de main-d'œuvre temporaire, recours aux marchés financiers pour le financement des consommations intermédiaires, ...) et il est extrêmement réactif aux signaux des marchés : le type de culture, l'intensification du processus de production, l'expansion des cultures sont adaptés en permanence. Il s'inscrit dans le court terme et la recherche d'un retour rapide sur le capital investi. Le court-termisme du système lui permet de fonctionner dans des situations où les droits sont peu sécurisés. Il dépend fortement du système financier. Il substitue du travail par du capital chaque fois que cela est rémunérateur. La décision est centralisée autour des pilotes, techniciens du système. Les revenus sont essentiellement agricoles, ce système fonctionnant bien pour des marchés distants comme celui des grandes

« *commodities* » du marché international des produits agricoles.

Cet idéal-type, qui vise à tirer parti de la volatilité des prix agricoles, implique une grande réactivité pour saisir les opportunités. Il sous-estime la durabilité écologique du mode de production. Il nécessite un environnement réglementaire simplifié, notamment des contraintes environnementales limitées.

c) Ferme verticale ⁸¹ (Graphique 5 f)

Cet idéal-type concerne la production intensive, au cœur des villes, de produits agricoles périssables dont le transport est coûteux et la valeur ajoutée importante. Il est marqué par une concentration des facteurs de production, l'existence de droits d'usage sécurisés afin de permettre un haut niveau d'investissements, un capital n'appartenant majoritairement pas aux actifs, un fonctionnement entrepreneurial, une mécanisation avancée, une diversification des revenus par la production d'énergie et de chaleur et une proximité des marchés finaux. Les réalisations mises en œuvre à Singapour par Sky Green ⁸² (les « *120 fermes célestes* ») en offrent l'une des meilleures illustrations ⁸³.

Dans cet idéal-type, l'agriculture est localisée au sein des cités, dans une optique de double intensification écologique et capitaliste. Il concentre deux options écologiques : celle de l'économie circulaire, avec une valorisation des sous-produits agricoles pour des utilisations urbaines (énergie, chauffage) et celle de l'économie de proximité qui vise à privilégier la proximité dans l'organisation des échanges économiques. Ce type de forme de production maximise la substitution du travail par du capital. Il implique donc une sécurisation des droits fonciers comme de l'accès au capital. Il marque une rupture de la vision de ségrégation spatiale entre villes et campagnes.

Cette forme de structure de production correspond à des situations de forte densité urbaine, de volonté de limitation de la dépendance aux importations et de facilité d'accès à des infrastructures permettant l'approvisionnement en consommations intermédiaires et / ou la valorisation des sous-produits.

d) Ferme collective (Graphique 5 g)

Cet idéal-type se caractérise par la mise en commun par plusieurs agriculteurs individuels de leurs facteurs de production, foncier compris. Les facteurs de production sont donc mutualisés et les droits d'usage sécurisés. Le capital appartient majoritairement aux actifs et le fonctionnement managérial est très collectif. Les revenus sont majoritairement agricoles et les marchés finaux peuvent être lointains. À titre d'illustration, citons les coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA) intégrales en France ⁸⁴ ou l'expérience cubaine des coopératives de production agricole (CPA).

Cet idéal-type correspond à la seconde phase d'égalisation des conditions de vie entre urbains et ruraux. Dans les dynamiques de développement agricole, le premier enjeu est celui d'une convergence des revenus entre urbains et ruraux, même si la qualité de vie en milieu rural peut permettre aux actifs agricoles d'accepter des rémunérations inférieures. Mais l'homogénéisation des aspirations entre urbains et ruraux implique de compléter la convergence des revenus par l'homogénéisation des conditions de vie et de travail. Cela implique de chercher à réduire le temps de travail afin de permettre aux agriculteurs de s'insérer dans la vie sociale de leurs territoires et dans la société de loisirs. La mise en commun des moyens de production constitue donc un équilibre entre la libération de temps, la recherche d'économies d'échelles dans les processus de production et la préservation d'une autonomie de décision et de travail – hors des contraintes du rapport salarial – qui est une caractéristique de l'agriculture familiale.

Cette forme de structure de production correspond à des situations de forte dynamique collective, où les accès au foncier sont sécu-

80. Cet idéal-type se différencie du nomadisme traditionnel des sociétés pastorales dans le sens où la finalité productive n'est pas la production de lait ou de viande, mais le service rendu. Elle n'entre donc pas en concurrence foncière dans l'espace avec des agricultures sédentaires. De plus, elle bénéficie de l'appui des collectivités demandeurs du service.

81. Cet idéal-type se distingue du concept, très large, d'agriculture urbaine auquel il ne sera pas fait référence ici. On renverra juste à l'intéressante typologie réalisée par Fesquet (2013) qui différencie toutes les formes d'agriculture urbaines à partir de quatre critères : la densité urbaine, la technicité des itinéraires techniques, l'efficacité écologique et la faisabilité économique.

82. <http://www.skygreens.appsfly.com/>

83. Citons aussi des projets comme ceux de Dickson (<http://www.verticalfarm.com/>) ou du cabinet Except (<http://www.except.nl/en/#.en.projects.241-hortus-celestia>).

84. <http://www.cuma.fr/sites/default/files/196/dossiers/emploi-travail/hors-serie-entraid-nov-05.pdf>

risés (notamment en cas de fermage). Elle a d'autant plus de sens que la mobilité des actifs dans et hors de l'agriculture, durant leurs carrières professionnelles, est importante et facilitée par un bon niveau de formation initiale largement partagé au sein du collectif.

e) *Re-paysanisation*⁸⁵ (Graphique 5 h)

Cet idéal-type se caractérise par une connexion directe des producteurs et des consommateurs dans un lien de proximité, autant en termes de valeurs que d'échanges. Il est basé sur des convictions partagées et contractualisées en termes de processus de production, de qualité et de typicité des produits. Il se fonde sur l'importance des dynamiques territoriales. La segmentation des facteurs de production est faible. La sécurisation de l'accès aux ressources est importante, aussi bien pour les facteurs de production que pour la contractualisation avec les consommateurs. La dépendance au système financier est faible, de même que la substitution du travail par du capital. La diversification des revenus est faible, même si la valorisation des produits agricoles par une commercialisation directe ou des produits à forte typicité est importante. La commercialisation se fait en proximité.

Cet idéal-type s'inscrit dans l'évolution de la prise de conscience des sociétés vis-à-vis de leur alimentation. Il vise à redonner à l'acte d'achat une dimension supplémentaire concernant son impact sur la société en termes d'emplois, de qualité du processus de production et de durabilité environnementale.

Après une phase d'industrialisation de l'agriculture visant à assurer la sécurité alimentaire en termes quantitatifs – qui s'est traduite par une forte réduction du budget des ménages consacrée à l'alimentation – un nombre croissant de consommateurs recherche dans l'alimentation davantage que la satisfaction de leur métabolisme de base. Cette évolution peut être accélérée par l'apparition de crises (vache folle, fièvre aphteuse, etc.) ou de problèmes de santé liés aux modes de pro-

duction (notamment quant à l'utilisation de pesticides et à leurs conséquences sur l'environnement ou la santé humaine). Il suppose donc à la fois des consommateurs ayant un pouvoir d'achat suffisant pour rémunérer ces dimensions supplémentaires du produit acheté, mais aussi arbitrant leur budget entre les dépenses alimentaires et d'autres types de dépenses, notamment de loisirs. Ce type de structure de production suppose des densités démographiques suffisantes pour que le lien au territoire puisse se traduire par des marchés porteurs de proximité, mais aussi une culture favorisant la valorisation des produits agricoles à forte typicité.

f) *Fermage citoyen* (Graphique 5i)

Cet idéal-type se caractérise par la levée de la contrainte foncière grâce à l'articulation entre un collectif d'investisseurs soucieux du développement d'un type particulier d'agriculture et, d'autre part, un agriculteur sans ou avec peu de terre. En France, l'association *Terre de liens* constitue un exemple de promotion de cet idéal-type. L'accès au foncier est sécurisé par des droits d'usages de long terme, voire des baux de carrière. La contractualisation est basée sur des convictions partagées. La segmentation des facteurs de production est relativement importante, en tout cas pour le foncier. La sécurisation de l'accès aux ressources foncières est importante. La dépendance au système financier est relativement faible : soit parce qu'elle ne concerne que les investissements en matériel ou bâtiments, soit par choix délibéré de limiter les investissements. La substitution du travail par du capital est variable. La diversification des revenus aussi. La commercialisation se fait souvent en proximité.

Cet idéal-type s'inscrit dans une double démarche, foncière et territoriale. Elle vise à dépasser la contradiction d'une agriculture familiale capitaliste peinant à assurer la transmission intra-familiale d'un capital productif en forte croissance, en permettant à des actifs non issus du monde agricole d'avoir accès au foncier. D'autre part, elle s'inscrit dans la volonté de renforcer les dynamiques territoriales là où la production d'aliments en proximité joue un rôle important.

Ce type de structure peut se développer lorsque des investisseurs ont la capacité de

mettre du foncier à disposition d'actifs agricoles. Cette mise à disposition étant contractuelle, elle permet d'orienter simultanément les modes de production dans leurs dimensions environnementales et sociales. On peut en trouver un équivalent dans les pays où le foncier, appartenant à l'État, est donné en usufruit à des privés, comme dans la plupart des pays communistes, avec des conditionnalités pouvant être techniques, sociales et / ou environnementales.

3.2.3. Quelques éléments conclusifs sur les idéaux-types

Les cas emblématiques que nous venons de présenter illustrent les processus majeurs qui, selon nous, caractérisent les évolutions des structures de production agricoles :

- Le « néo-nomadisme » illustre la diversification des revenus, hors de la production agricole
- Le « courtier de production » est représentatif d'une segmentation poussée des facteurs de production
- Les « fermes verticales » correspondent à une forme de financiarisation de l'économie verte
- La « ferme collective » montre le renouvellement des formes de coopération dans le travail agricole
- La « re-paysanisation » et le « fermage citoyen » illustrent le renouvellement d'un contrat social autour de l'alimentation par une refondation des relations marchandes.

Toutes ces configurations pointent des ruptures avec le système agro-alimentaire marqué par une spécialisation des agricultures familiales produisant des matières premières standardisées pour l'industrie agro-alimentaire qui écoule sa production dans des grandes et moyennes surfaces de distribution.

CONCLUSION

En mettant en lumière les facteurs externes et internes déterminants des évolutions des structures et un certain nombre d'idéaux-types de structures, nous avons franchi une première étape vers la proposition de futurs possibles pour les structures agricoles d'un territoire, d'un pays, d'une région ou du monde. Nous avons montré que les struc-

85. Ce terme est repris du livre de Jan Douwe Van der Ploeg « Les paysans du XXI^e siècle. Mouvements de repaysanisation dans l'Europe d'aujourd'hui ». Éd. Charles Léopold Mayer, 2014.

tures peuvent être décrites non seulement par leur surface, leur production ou leur capital humain ou financier, mais aussi par le degré de segmentation de leurs facteurs de production, par le mode de sécurisation des droits, par l'origine de leurs capitaux, par la substitution du travail par le capital, par leurs modes de collaboration, par leurs sources de revenus et par leur rapport au consommateur final.

Les sept processus proposés sont dynamiques et permettent donc de réfléchir aux évolutions futures. En caractérisant les structures agricoles d'un pays à l'aide de cette double approche (par la taille et par les processus) et en comprenant les facteurs déterminants de leurs évolutions, il devient possible de faire une prospective des structures agricoles. La réflexion produite souligne également la diversité des fonctions qu'assume l'agricul-

ture : produire des aliments, d'abord, mais aussi fournir des services environnementaux, contribuer à l'aménagement des territoires ruraux et créer des emplois. Elle met en valeur la sensibilité des structures de production aux signaux des marchés ou aux incitations des politiques publiques, ainsi que l'importance des finalités individuelles que se fixent les producteurs agricoles (revenus, qualité de vie, insertion dans un territoire et une communauté, autonomie de décision, rapport à la nature, etc.). Il en résulte que, selon les objectifs individuels et collectifs poursuivis (maintien d'une importante population active dans l'agriculture, lutte contre la désertification rurale, augmentation des revenus et de la production disponible pour les villes ou les marchés internationaux...), il existe des structures plus ou moins appropriées.

Les auteurs considèrent donc clairement que l'agrandissement des structures de production n'est pas le seul horizon possible à l'échéance de 2050. Le champ des possibles reste largement ouvert, au moins tant qu'il existe de jeunes actifs intéressés par l'agriculture et ayant les moyens de réaliser leurs aspirations. Ils notent aussi l'importance des politiques publiques, tant pour impulser des évolutions que pour réguler les marchés ou l'accès aux ressources, notamment foncières. Enfin, il faut noter que la réflexion sur les structures de production ne peut, à elle seule, donner des indications sur les liens entre usages des sols et sécurité alimentaire. C'est donc dans l'intégration des différentes entrées de la prospective Agrimonde – Terra que ces liens pourront être renseignés.

ANNEXE DES STATISTIQUES LIMITÉES

L'organisation mondiale des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) est le principal fournisseur public de données primaires concernant la production agricole à l'échelle mondiale. D'autres institutions, comme la Banque mondiale, diffusent des données secondaires, c'est-à-dire dérivées de celles de la FAO ou, comme l'Organisation mondiale du commerce, se concentrent sur les données concernant les échanges et non la production.

Deux types de données de la FAO permettent d'analyser les structures agricoles à une échelle internationale. En premier lieu, la base FAOSTAT⁸⁶ contient des données sur le niveau d'utilisation des facteurs de production, c'est-à-dire les surfaces (agricole, arable, fourragère, en cultures permanentes, etc.), le stock de capital (capital animal, mécanisation, etc.) et la main d'œuvre (populations rurale, active agricole, etc.). Ces données sont disponibles sur une base annuelle pour des séries historiques relativement longues (depuis 1961 pour certains pays et certaines variables) et de façon relativement exhaustive pour l'ensemble des pays du globe (224 « pays » en 2011⁸⁷). Il ne s'agit cependant pas, systématiquement, de données « officielles » (c'est-à-dire notifiées directement à la FAO par les services statistiques nationaux), mais, selon le pays et / ou les années, de données « semi-officielles » (fournies à la FAO par une organisation internationale dont le pays est membre), de données indirectes (issues de diverses publications d'organismes nationaux officiels), de données d'expertise interne ou externe à la FAO, d'estimations réalisées par la division statistique de la FAO, voire d'estimations qualifiées de « manuelles ».

Cette première source contient des données de type macro-économique, c'est-à-dire agrégées à l'échelle du pays. Mais elles ne renseignent pas sur la répartition de ces facteurs entre structures de production. Sur ce point, il faut se tourner vers les données du deuxième type, celles du programme de Recensement mondial de l'agriculture (ou WCA pour *World census of agriculture*)⁸⁸. Il s'agit d'une compilation des rapports des enquêtes statistiques conduites dans les différents pays. Elles renseignent sur le nombre de structures, leur répartition par classes de taille, par statuts juridiques, etc. Mais ces rapports sont disponibles, selon les pays, en anglais, en français, en espagnol ou en portugais. De plus, les données qu'ils contiennent sont très hétérogènes en termes de définitions, d'années disponibles, de variables diffusées, etc. La FAO les consolide néanmoins par grandes périodes ou campagnes (*rounds* en anglais). Le WCA 1990 couvre ainsi les années 1986 – 1995, le WCA 2000 les années 1996 – 2005 et le WCA 2010, démarré en 2006 et toujours en cours, s'achèvera en 2015. Malgré ces analyses consolidées et l'étude plus particulière de tel ou tel pays, les données WCA sont en réalité peu adaptées pour une étude rétrospective, comparative et récurrente de l'évolution des structures à l'échelle globale et sur longue période. Ainsi, le rapport de la FAO présentant et analysant les données du WCA 2000 vient-il seulement d'être publié⁸⁹.

Le constat posé par la FAO dans le cadre de sa stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles est accablant : « Le rapport d'évaluation⁹⁰ a relevé que « la quantité et la qualité des données venant des sources nationales officielles connaissent une régression constante depuis le début des années quatre-vingt, particulièrement en Afrique ». Il s'est avéré que « les données officielles fournies par les pays africains sont à leur plus bas

niveau d'avant 1961, un quart seulement des pays africains rapportant les données de production des cultures de base »⁹¹. Au-delà des contraintes humaines, institutionnelles et financières, le rapport pointe une cause conceptuelle : « le manque d'outils techniques, de méthodologie statistique et d'un cadre d'enquête adéquat pour soutenir les efforts de production de données »⁹². Il formule dès lors le besoin de faire émerger un « cadre conceptuel [traduisant] les perceptions politiques en langage statistique en identifiant le besoin d'un cadre d'enquête permettant de créer un lien entre l'exploitation comme unité économique et le ménage comme unité sociale, avec la terre qu'ils occupent au niveau de l'environnement naturel »⁹³.

Cet objectif est un vrai défi tant, comme le montre notre article, une extrême diversité caractérise les structures de production agricoles, que ce soit à l'échelle d'un pays ou, *a fortiori*, à l'échelle mondiale. De surcroît, cette diversité est d'autant plus difficile à appréhender que la dimension purement productive est la plus souvent privilégiée dans les statistiques agricoles disponibles. La pluralité des sources de revenu, des modes de faire-valoir, de l'utilisation de ressources collectives, du degré d'insertion dans les marchés aux différentes échelles, etc. sont ainsi rarement renseignées dans les bases de données.

Une difficulté majeure réside dans l'absence d'une définition opératoire et uniforme à l'échelle mondiale de ce qu'est une « structure agricole ». Bien que reconnaissant qu'il s'agit là d'une question très complexe, la FAO utilise l'« exploitation » (*farm* en anglais) comme unité statistique de recensement et unité d'analyse. Reprenant celle déjà utilisée lors des campagnes précédentes, la FAO adopte ainsi une définition très large dans ses lignes directrices pour le WCA 2010 : « Une exploitation agricole est

86. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/F>

87. Ce nombre est supérieur à celui des États car, dans la nomenclature de la FAO, certains d'entre eux sont renseignés comme plusieurs « pays » distincts. C'est par exemple le cas de la France pour laquelle les statistiques concernant la Guyane, la Polynésie, Saint-Pierre-et-Miquelon, etc., sont données de façon indépendante de celles concernant la métropole.

88. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-wca/fr/>

89. FAO, 2013a.

90. FAO, 2006.

91. FAO, 2012, p. 1.

92. FAO, 2012, p. 3.

93. FAO, 2012, p. 4.

une unité économique de production agricole soumise à une direction unique et comprenant tous les animaux qui s'y trouvent et toute la terre utilisée, entièrement ou en partie, pour la production agricole, indépendamment du titre de possession, du mode juridique ou de la taille. La direction unique peut être exercée par

un particulier, par un ménage, conjointement par deux ou plusieurs particuliers ou ménages, par un clan ou une tribu ou par une personne morale telle que société, entreprise collective, coopérative ou organisme d'état. L'exploitation peut contenir un ou plusieurs blocs, situés dans une ou plusieurs régions distinctes ou dans une

ou plusieurs régions territoriales ou administratives, à condition qu'ils partagent les mêmes moyens de production tels que main-d'œuvre, bâtiments agricoles, machines ou animaux de trait utilisés sur l'exploitation »⁹⁴

94. FAO, 2007, p. 25.

Bibliographie

- Agreste (2011). Recensement agricole 2010. Premières tendances. Agreste Primeur n°266.
- Anderson K., Martin W., Valenzuela E. (2006). The relative importance of global agricultural subsidies and market access. *World Trade Review* 5(3): 357-376.
- Anseuw W., Wily L. A., Cotula L., Taylor M. (2012). Land Rights and the Rush for Land, Findings of the Global Commercial Pressures on Land Research Project IIED, CIRAD, ILC.
- Aubry C., Chiffolleau Y. (2009). Le développement des circuits courts et l'agriculture périurbaine : histoire, évolution en cours et questions actuelles. *Innovations agronomiques* 5: 53-67.
- Bahner T. (2011). Hamburg City Estates. Case study, Hamburg, Germany. In "Access to land for community connected farming. Seven case studies from the UK, Germany, Romania, France, Lithuania and Italy" (coll., 2011).
- Bairoch P. (1989) Les trois révolutions agricoles du monde développé : rendements et productivité de 1800 à 1985. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. Volume 44 Numéro 2 pp. 317-353.
- Barral S. (2013) Capitalisme agraire en Indonésie : les marchés du travail et de la terre comme déterminants des rapports salariaux dans les plantations de palmier à huile. *Revue de la régulation* [En ligne], 13 | 1er semestre / Spring 2013, mis en ligne le 18 avril 2013.
- Bazin G., Bourdeau-Lepage L. (2011). L'agriculture dans les pays d'Europe centrale et orientale. Continuité et adaptation, *Économie rurale* 325-326.
- Béliers J.-F., Bonnal P., Bosc P.-M., Losch B., Marzin J., Sourisseau J.-M. (2013). Les agricultures familiales du monde. Définitions, contributions et politiques publiques. Tome 1. *Rapport Cirad AFD*.
- Burnod P., Tonneau J.-P. (2013). Le foncier : facteur ou marqueur de l'évolution des agricultures ? *Cahiers Agricultures* 22(1): 4-9.
- Chinese Academy of Social Sciences, Indian National Science Academy, Indonesian Academy of Sciences, National Research Council, Science Council of Japan (2011). Preparing for the challenges of population aging in Asia. Washington (DC): National Academy Press.
- Costa C., Osborne M., Zhang X., Boulanger P., Jomini P. (2009). Modeling the Effects of the EU Agricultural Policy (www.pc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/92777/european-agricultural-policy.pdf).
- Cotula L., Vermeulen S., Leonard R., Keeley J. (2009). Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa. IIED/FAO/IFAD.
- Courleux F. (2011). Augmentation de la part des terres agricoles en location : échec ou réussite de la politique foncière ? *Économie et Statistique* 444-445: 39-53.
- Davidova S. (2014). Small and semi-subsistence farms in the EU: Significance and development paths. *EuroChoices* 13: 5-9.
- Daviron B. (2002). Small farm production and the standardization of tropical products. *Journal of Agrarian Change* 2(2): 162-84.
- Deininger K., Byerlee D. (2010). The Rise of Large Farms: Drivers and Development Outcomes. WIDER Angle Newsletter.
- De Janvry A., Byerlee D. (eds) (2007). L'agriculture pour le développement. Rapport 2008 sur le développement mondial. Washington (DC): Banque mondiale.
- Descola, P. (2005). Par-delà nature et culture. Paris, Gallimard.
- Desriers M. (2011). Les productions se concentrent dans les exploitations spécialisées. Agreste Primeur n°272. Décembre 2011.
- Djurfeldt A. A., Jirstrom M. (2013). Urbanization and Changes in Farm Size in Sub-Saharan Africa and Asia from a Geographical Perspective, a review of the literature, Final paper for the 'Trends in Urbanization and Changes in Farm Size in Developing Countries: Implications for Agricultural Research', CGIAR's Independent Science and Partnership Council (ISPC).
- FAO (2003). La parité hommes-femmes et l'accès à la terre. Collection Etudes sur les régimes fonciers.
- FAO (2007). Un système intégré de recensements et d'enquêtes agricoles. Volume 1 : Programme mondial du recensement de l'agriculture 2010. FAO, Rome (Italie).
- FAO (2012). Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales. Rapport n°56719-GLB, septembre 2010. FAO, Rome (Italie).
- FAO (2013a). 2000 World Census of Agriculture. Analysis and international comparison of the results (1996-2005). FAO, Rome (Italie).
- FAO (2013b). 2014 IYFF FAO Concept Note. FAO, Rome (Italie).
- Fernandez-Cornejo J. (2007) Off-Farm Income, Technology Adoption, and Farm Economic Performance/ERS-36. Economic Research Service/USDA.
- Fesquet V. (2013). Les fermes verticales, utopie ou réalité ? Tentative de typologie. Mémoire de fin d'études, Séminaire Architecture Projet Urbain Société, École Nationale d'Architecture de Paris La Villette, juillet 2013.
- Fraticelli M. (2011). La Coopérative Agricoltura Nuova. Étude de cas, Italie, Rome. Les Etudes d'Agter n°5, 28 p.
- Gemechu Abebe G. (2014) Off-farm Income and Technical Efficiency of Smallholder Farmers in Ethiopia- A Stochastic Frontier Analysis. ISSN 1401-4084. Grataloup C. (2007). Géohistoire de la mondialisation. Le temps long du monde. Paris : A. Colin.
- Hervieu B., Purseigle F. (2009). Pour une sociologie des mondes agricoles dans la globalisation. *Études Rurales* 1(183): 177-200.
- Hoppe R. A., MacDonald J. M. (2013). Updating the ERS Farm Typology. Economic Information Bulletin Number 110, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Jayne T. S., Anriquez G., Collier E. (2013). African agriculture toward 2030: changes in urbanization and agricultural land dynamics and their implications for CGIAR research. A Foresight Study of the Independent Science and Partnership Council.

- Lavigne Delville P. (2010). Sécurisation foncière, formalisation des droits, institutions de régulation foncière et investissements. Pour un cadre conceptuel élargi. *Revue des Questions Foncières* 1: 5-34.
- Lavigne Delville P., Hochet P. (2005). *Construire une gestion négociée et durable des ressources naturelles renouvelables en Afrique de l'ouest*. Rapport final de l'étude financée par l'Agence Française de Développement et l'Union Européenne, dans le cadre du projet de recherche INCO-CLAIMS.
- Leavy J., Smith S. (2010). Future farmers: youth aspirations, expectations and life choices. *Future Agricultures*.
- Losch B., Fréguin-Gresh S., White, E. (2011). Rural Transformation and Late Developing Countries in a Globalizing World. A Comparative Analysis of Rural Change. Final Report of the RuralStruc Program, Revised Version. Washington, DC: World Bank.
- Losch B. (2012). L'agriculture, le défi de l'emploi et les impasses du débat international sur le développement. *Note préparatoire au colloque « Évolution du marché international du travail, impacts des exclusions paysannes »*, 16 octobre 2012, *Cirad-AFD*.
- Lowder S. K., Skoet J., Singh S. (2014). What do we really know about the number of farms and family farms in the world. Background paper for The State of Food and Agriculture 2014. ESA Working Paper No. 14-02. FAO, Rome (Italie).
- Marquez S., Ramos A. (2012). Las políticas diferenciadas para la agricultura familiar en el MERCOSUR. Contribución del diálogo político al diseño de las políticas públicas y la institucionalización. IFAD.
- Masters W. (2013). CGIAR ISPC foresight study on urbanization and farm size in developing countries: Implications for agricultural research. Synthesis document presented at the 7th meeting of the ISPC, 25-27 March 2013.
- Mazoyer, M., Roudart L. (1997). L'histoire des agricultures du monde: du néolithique à la crise contemporaine. Paris : Seuil.
- McMillan M.S., Rodrik D. (2011). Globalization, structural change and productivity growth. NBER Working Paper 17143, Cambridge (MA).
- Mendras H. (1976) [2000]. Sociétés paysannes. Éléments pour une théorie de la paysannerie. Armand Colin Coll. U.
- Moore B. (1966). Social Origins of Dictatorship and Democracy: Lord and Peasant in the Making of the Modern World. Boston, Bacon Press.
- Proctor F., Lucchesi V. (2012). Small-scale farming and youth in an era of rapid rural change. London, The Hague: Hivos.
- Quesnel A. et del Rey C. (2005). La construcción de una economía familiar de arquipiélago. Movilidad y recomposición de las relaciones intergeneracionales en el medio rural mexicano. Estudios demográficos y urbanos. Vol. 20. N°2 (59). pp 197-228.
- OCDE (2005). *Multifunctionality in Agriculture: Evaluating the degree of jointness, policy implications*. Paris: OECD.
- Pouliquen A. (2001). Les structures et politiques agricoles des PECO sous fortes contraintes budgétaires : quelles transitions vers l'intégration européenne ? *Notes et Études Économiques* 13: 9-47.
- Rastoin J.-L., Ghersi G. (2010). Le système alimentaire mondial. Concepts et méthodes, analyses et dynamiques. Paris : Quae.
- Schwoob M. H. (2012). Sécurité alimentaire en Chine : quels arbitrages ? Quels acteurs ? Working paper, Iddri.
- Tchayanov A. V., 1923 [1990]. L'organisation de l'économie paysanne. Paris : Librairie du Regard.
- Timmer C. P. (2009). A world without agriculture. The structural transformation in historical perspective. Washington (DC): The AEI Press.
- UN-DESA (2013). World Population Prospects: The 2012 Revision, Volume I: Comprehensive Tables ST/ESA/SER.A/336. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Vandenbroucke P. (2013). Transformation de l'unité de production agricole : d'une exploitation sectorielle à une exploitation agricole territoriale. Exploitations agricoles, agriculteurs et territoires dans les Monts du Lyonnais et en Flandre intérieure de 1970 à 2010. Thèse de Doctorat en Géographie, Aménagement et Urbanisme présentée à l'Université Lumière Lyon 2.
- Van der Ploeg J. D. (2008), The new peasantries: struggle for autonomy and sustainability in an era of Empire and Globalization. Sterling, Earthscan.
- Vatn A. (2002). Multifunctional agriculture: some consequences for international trade regimes. *European Review of Agricultural Economics* 29(3): 309-327.
- White B. (2011). Who will own the countryside? Dispossession, rural youth and the future of farming. Rotterdam: International Institute of Social Studies.
- Wiggins S., Kirsten J., Llambí L. (2010). The Future of Small Farms. *World Development* 38 (10): 1341-1348.
- Woodhouse, P. (2010). Beyond Industrial Agriculture? Some Questions about Farm Size, Productivity and Sustainability. *Journal of Agrarian Change* 10(3): 437-453.
- World Bank (2003). Reaching the rural poor: a renewed strategy for rural development. The World Bank, Washington DC (États-Unis).
- World Bank (2007). World Development Report 2008: Agriculture for Development. The World Bank, Washington DC (États-Unis).
- World Bank (2010). Rising Global Interest in Farmland Can It Yield Sustainable and Equitable Benefits? September 7, 2010. The World Bank, Washington DC (États-Unis).