AGRIMONDE®

INRA

CIRAD

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

# agrimonde

## Édito

Les récentes émeutes de la faim nous l'ont rappelé de façon dramatique : l'alimentation et l'agriculture restent des enjeux majeurs. Au-delà de l'urgence, ce siècle doit relever un triple défi : celui de la sécurité alimentaire, en quantité et en qualité, sur une terre qui comptera 9 milliards d'individus en 2050, celui de la protection de l'environnement et des ressources naturelles, et celui de la raréfaction des énergies fossiles. Dans cette perspective, l'Inra et le Cirad ont pris l'initiative, au début de l'année 2006, de développer une capacité d'analyse des équilibres possibles des systèmes alimentaires et agricoles mondiaux à l'horizon 2050. Ce document présente, de façon synthétique et illustrée, les principaux enseignements de la première phase de cet exercice de prospective dit "Agrimonde". Ce travail en appelle d'autres dans un double objectif : d'une part, doter notre pays d'un outil pérenne de réflexion sur les alimentations et les agricultures du monde, et, d'autre part, identifier les questions prioritaires de recherche posées à l'Inra et au Cirad et, au-delà, à la recherche agronomique internationale tout entière. Le défi de l'alimentation de l'humanité nécessite de comprendre, d'anticiper et d'agir. Il requiert un engagement fort de la recherche à travers des priorités débattues.

*Marion Guillou*
Présidente de l'Inra

*Patrice Debré*
Président du conseil d'administration du Cirad

### ▼ Quelques repères

**Entre 1961 et 2003**

- La population mondiale est passée de 3,1 à 6,3 milliards.
- Les surfaces cultivées (1,5 milliard d'hectares en 2003) ont augmenté de 13% et les terres irriguées ont doublé.
- La surface cultivée pour nourrir un habitant a été divisée par 2, passant de 0,45 à 0,25 hectare.
- Il y a eu doublement du rendement moyen végétal, de 8600 à 19200 kcal/jour/hectare ; la progression a concerné toutes les régions du monde, mais les écarts de rendements entre zones ont augmenté : alors qu'ils allaient de 1 à 2 en 1961, ils vont aujourd'hui de 1 à 3,4.

### ▼ La problèmatique

**En 2050**, la planète comptera près de 9 milliards d'individus.

L'agriculture mondiale pourra-t-elle assurer l'approvisionnement alimentaire de cette population en respectant les principes du développement durable dans les trois dimensions économique, sociale et environnementale ?

Pivot d'irrigation
sur une parcelle de maïs, France.

© Inra - Jean-Marie Bossennec

# Agrimonde,

## une plateforme de réflexion prospective sur les alimentations et les agricultures du monde

Agrimonde, initiative conjointe de l'Inra et du Cirad lancée au début de l'année 2006, est une plateforme de réflexion prospective sur les enjeux alimentaires et agricoles de la planète. Ces enjeux peuvent être résumés en une phrase : comment nourrir près de 9 milliards d'individus à l'horizon 2050 tout en préservant les écosystèmes desquels d'autres produits et services sont également attendus (préservation des sols et des eaux, protection de la biodiversité, stockage de carbone, régulation des inondations, production de bioénergies et de biomatériaux...) ? Il s'agit, simultanément, d'anticiper les questions prioritaires auxquelles la recherche agronomique sera confrontée demain. À travers cette initiative, les deux organismes se donnent les moyens, d'une part, de contribuer de façon originale et rigoureuse aux débats internationaux sur les questions alimentaires, agricoles et environnementales, et, d'autre part, de préparer l'avenir en termes d'orientation des recherches.

### Qui a travaillé sur Agrimonde ?

Lors de la phase 2006-2008, le dispositif humain Agrimonde s'est appuyé sur :

UNE ÉQUIPE PROJET composée de scientifiques de l'Inra et du Cirad t coordonnée par Bernard Hubert (GIP IFRAI) : Maryse Aoudaï (Inra), Jean-Marc Chaumet (Inra), Bruno Dorin (Cirad ; responsable de l'approche quantitative), Tristan Le Cotty (Cirad), Sandrine Paillard (Inra ; responsable de l'unité prospective de cet organisme), Tévécia Ronzon (Inra) et Sébastien Treyer (AgroParisTech-Engref ; responsable de l'analyse qualitative).

UN GROUPE DE TRAVAIL composé de personnalités représentant des expériences, des compétences et des disciplines diverses, en charge de la définition des scénarios et de l'analyse des résultats : Bernard Bachelier, Danielle Barret, Pierre-Marie Bosc, Jean-Pierre Butault, Jean-Christophe Debar, Marie de Lattre-Gasquet, Gérard Ghersi, Francis Delpeuch, Fabrice Dreyfus, Michel Griffon, Christian Hoste, Denis Lacroix, Jacques Loyat, Michel Petit et Jean-Louis Rastoin.

UN COMITÉ D'EXPERTS représentant une vingtaine d'institutions consulté pour avis et conseils (discussion des résultats et de leurs conséquences, orientation générale des travaux).

Sous la supervision d'UN COMITÉ DE PILOTAGE composé de représentants des directions de l'Inra et du Cirad (Patrick Caron, Catherine Esnouf, Hervé Guyomard, Bernard Hubert et Alain Weil).

La plateforme prospective Agrimonde est originale parce qu'elle associe, dans le cadre d'un processus interactif et itératif, des analyses quantitatives et qualitatives.

• Les analyses quantitatives reposent sur un outil, Agribiom, développé pour l'occasion. Agribiom permet d'évaluer, pour un pays, un groupe de pays et le monde, les productions de biomasses alimentaires et leurs usages, alimentaires et non alimentaires. Les productions, les utilisations et les échanges sont exprimés en une même unité, la kilocalorie.

• Les analyses qualitatives reposent sur un dispositif humain composé d'une équipe projet, d'un groupe de travail, et d'un comité d'experts consulté pour avis et conseils.

# L'outil quantitatif Agribiom

L'outil quantitatif Agribiom permet d'établir, pour des entités géographiques variables définies par l'utilisateur (pays, agrégat de pays, monde), des bilans, exprimés en kilocalories, entre les ressources et les usages de biomasses alimentaires. Ces bilans peuvent être rétrospectifs (reconstitution de la période 1961-2003 à partir des données de la FAO) ou prospectifs (simulations dans le cadre de scénarios).

L'utilisation dans une optique prospective requiert d'abord de fixer un horizon temporel de simulation. Elle nécessite ensuite de formuler des hypothèses relatives aux ressources et aux usages de biomasses. Du côté des utilisations, les hypothèses portent sur les populations, les régimes alimentaires (disponibilités en calories végétales, animales et aquatiques) et les usages hors alimentation humaine directe (semences, aliments pour animaux, bioénergies, biomatériaux, pertes...). Du côté des ressources, elles portent sur l'occupation des terres (surfaces en cultures, pâtures, forêts...), les productivités en calories végétales des surfaces cultivées, et les processus de transformation des calories végétales en calories animales. Les hypothèses relatives aux échanges internationaux (catégories de calories échangées et origine géographique de ces dernières) permettent alors d'établir, pour chaque région considérée et l'ensemble du monde, les équilibres entre les emplois et les ressources des différentes classes de biomasses alimentaires (végétales, animales et aquatiques).

Les atouts majeurs d'Agribiom sont l'exhaustivité (la quasi-totalité des pays et des produits est prise en compte), la simplicité d'utilisation (transparence et robustesse de l'outil via, notamment, l'utilisation d'une seule unité de compte, la kilocalorie), et l'interactivité (mesurer l'effet d'une modification d'une hypothèse, par exemple en termes de rendements, est immédiat). De plus, l'évaluation des productions alimentaires animales (viandes, lait, œufs...) s'appuie sur l'estimation économétrique de fonctions de production animale à partir de données passées sur les surfaces pâturées, les consommations d'aliments concentrés, etc. Cette approche originale permet de réduire les hypothèses à formuler dans le cadre d'une utilisation prospective et, surtout, d'assurer la cohérence entre les productions animales et les ressources nécessaires à ces dernières. Agribiom peut être utilisé, non seulement pour caractériser le point final correspondant à l'horizon d'un scénario donné, mais aussi pour évaluer la sensibilité de cette image terminale à telle ou telle hypothèse, apprécier les leviers sur lesquels il est possible de jouer pour réduire le déficit calorique de telle ou telle zone, faire dialoguer différentes disciplines...

Rizières en terrasses, Indonésie.

## Glossaire

- **Disponibilité alimentaire apparente :** ratio entre, d'une part, les quantités de biens alimentaires disponibles pour l'alimentation des habitants d'une région, et, d'autre part, le nombre d'habitants de cette région. Le numérateur est ainsi calculé : stock initial + production + importations - exportations - stock final - semences - aliments pour animaux - usages non alimentaires - pertes après récolte. Les gaspillages, notamment au stade de la consommation finale, sont inclus dans le numérateur. Par suite, les quantités effectivement ingérées sont inférieures aux disponibilités alimentaires apparentes.
- **FAO :** Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **IAASTD :** International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (expertise collective sur l'agriculture à l'instigation des Nations unies et de la Banque mondiale et ayant mobilisé, de 2004 à 2007, plus de 900 experts de 110 pays).
- **IFRAI :** Initiative française pour la recherche agronomique internationale (Groupement d'intérêt public créé par le Cirad et l'Inra en 2007).
- **kcal :** kilocalorie.
- **MEA** : Millenium Ecosystem Assessment (expertise collective internationale sur les écosystèmes, développée à l'initiative des Nations unies et ayant mobilisé, de 2001 à 2005, plus de 2000 experts de 95 pays).
- **OCDE :** Organisation de coopération et de développement économiques.

# Analyser le passé

## Le fonctionnement de la plateforme Agrimonde

**• Dans une première étape, le groupe de travail définit les principes de base de chaque scénario et traduit ces derniers en hypothèses quantitatives,** c'est-à-dire en variables d'entrée pour l'outil Agribiom. L'horizon temporel et le découpage géographique du monde sont fixés à ce stade.

**• Dans une deuxième étape, Agribiom est utilisé pour quantifier les ressources et les emplois de biomasses alimentaires** à l'échelon géographique retenu et pour l'ensemble du monde. Cette étape permet notamment de déterminer la situation alimentaire, excédentaire ou déficitaire, de chaque région considérée. Elle permet aussi d'évaluer si les ressources sont suffisantes pour satisfaire les besoins à l'échelle de la planète (et de procéder à des premiers ajustements des hypothèses si besoin).

**• Dans une troisième étape, les scénarios quantitatifs définis aux deux premières étapes sont analysés et complétés par le groupe de travail et le comité d'experts** via la formulation d'hypothèses qualitatives complémentaires. Cette étape vise trois objectifs :

- Il s'agit d'abord d'un test de cohérence sur la base de deux critères principaux, à la lumière des principes fondateurs des scénarios d'abord, en termes d'hypothèses qualitatives à formuler pour assurer la cohérence d'autre part.

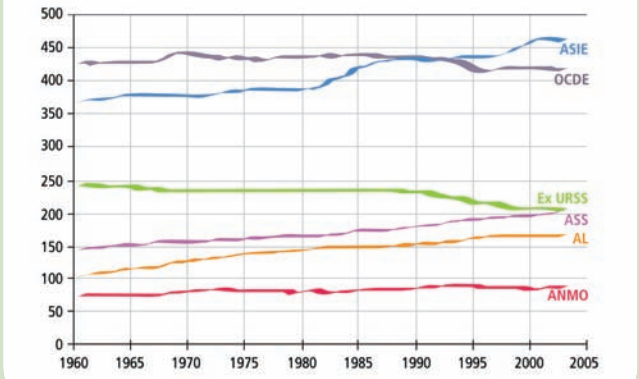
- Il s'agit ensuite de confronter les différents scénarios quantitatifs dans un double objectif, d'une part, dégager des enseignements dans la perspective de la description de futurs contrastés, et, d'autre part, formuler des hypothèses qualitatives de sorte que ces scénarios correspondent à des trajectoires d'évolution distinctes.

- Il s'agit enfin d'une phase d'identification des enjeux et des leviers d'action avec, notamment, la formulation d'hypothèses qualitatives pour intégrer ces derniers dans les scénarios quantitatifs.

Cette analyse qualitative peut conduire à modifier certaines hypothèses quantitatives de la première étape, et alors à remobiliser Agribiom pour une nouvelle quantification des ressources et des emplois de biomasses alimentaires.

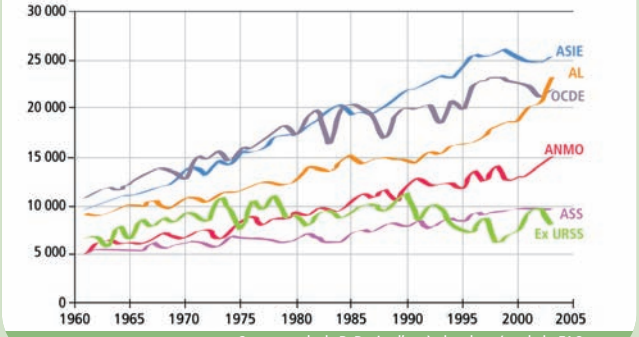
**• Les scénarios complets définis à l'issue de ce processus itératif peuvent alors être décrits, analysés et mis en débat** (des hypothèses jusqu'aux enseignements).

Fig ❶ Surfaces agricoles cultivées | 1961-2003 (millions ha)



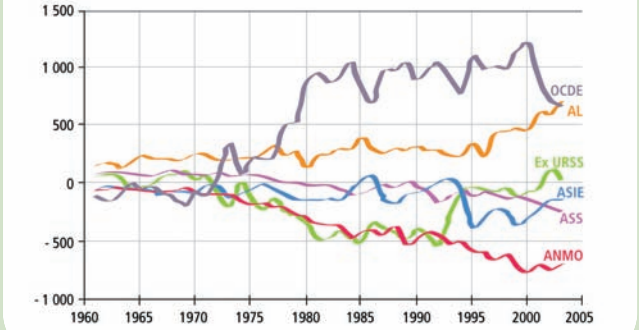

Source : d'après les données de la FAO

Fig ❷ Productions de calories alimentaires végétales par hectare agricole cultivé | 1961-2003 (kcal/jour/ha)




Source : calculs B. Dorin d'après les données de la FAO

Fig ❸ Solde Exportations-Importations de produits alimentaires | 1961-2003 (Gkcal/jour)




Source : calculs B. Dorin d'après les données de la FAO

**OCDE** | Organisation de coopération et de développement économiques (1990)

**ASS** | Afrique subsaharienne

**Ex URSS** | ex-URSS

**ASIE** | Asie

**AL** | Amérique latine

**ANMO** | Afrique du Nord et Moyen-Orient

# pour imaginer les futurs

Dans le cadre de la prospective Agrimonde, l'outil quantitatif Agribiom a d'abord été utilisé pour l'analyse rétrospective des évolutions sur la période 1961 à 2003, ceci afin d'identifier, à l'échelle géographique de chaque région du MEA, les caractéristiques, les tendances et les ruptures possibles. Les six régions considérées sont l'OCDE (1990), l'Amérique latine, l'Afrique subsaharienne, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient, l'ex Union soviétique, et l'Asie (voir carte du monde page suivante).

À titre d'illustrations, les graphiques ci-contre reproduisent les mouvements des surfaces agricoles cultivées (fig ❶), des productions alimentaires végétales par hectare agricole cultivé (fig ❷), et des soldes exportations-importations de biomasses alimentaires (fig ❸).

On notera que les surfaces mises en culture n'ont que faiblement augmenté (+ 0,3% par an à l'échelle du monde), l'essentiel de la croissance de la production agricole étant dû aux gains de rendements. Ces derniers ont augmenté dans toutes les zones du monde, mais à des rythmes variables. Les évolutions des soldes nets d'échanges de biomasses alimentaires (exportations-importations) sont très contrastées : deux zones, l'OCDE et l'Amérique latine, sont aujourd'hui fortement excédentaires en calories alimentaires alors que les importations nettes de l'Afrique subsaharienne et de la zone Afrique du Nord - Moyen-Orient ont continuellement augmenté sur les quatre dernières décennies.

Étal d'un marché, France.

# Deux scénarios possibles parmi d'autres

Les deux scénarios considérés, Agrimonde GO (AGO) et Agrimonde 1 (AG1), retiennent le même horizon temporel (2050) et les mêmes hypothèses de croissance démographique dans chaque zone et de migrations entre zones. Ils se différencient essentiellement par les trajectoires d'évolution des systèmes agricoles et alimentaires régionaux d'aujourd'hui à 2050, trajectoires qui traduisent deux visions contrastées du monde.

## AGO

### un scénario positif et tendanciel.

Il correspond à la prolongation des évolutions historiques des productions et des utilisations de biomasses alimentaires dans un monde totalement libéralisé. Priorité est donnée à la croissance économique et au bien-être matériel immédiat des hommes. La gestion des problèmes environnementaux est réactive, uniquement dès lors que ceux-ci deviennent trop aigus.

## AG1

### un scénario normatif et de rupture.

Il vise un objectif, la durabilité des systèmes agricoles et agroalimentaires, et explore des trajectoires régionales d'évolution susceptibles de satisfaire cette ambition. Dans chaque région, les disponibilités alimentaires moyennes sont égales à 3000 kcal/hab/jour, dont 500 d'origine animale et aquatique. Cette norme unique suppose, d'un côté, une diminution de 25% des consommations individuelles apparentes dans les pays développés de l'OCDE et, à l'autre extrémité, une augmentation équivalente en pourcentage en Afrique subsaharienne. La gestion des écosystèmes et des questions environnementales est proactive.

# La prospective

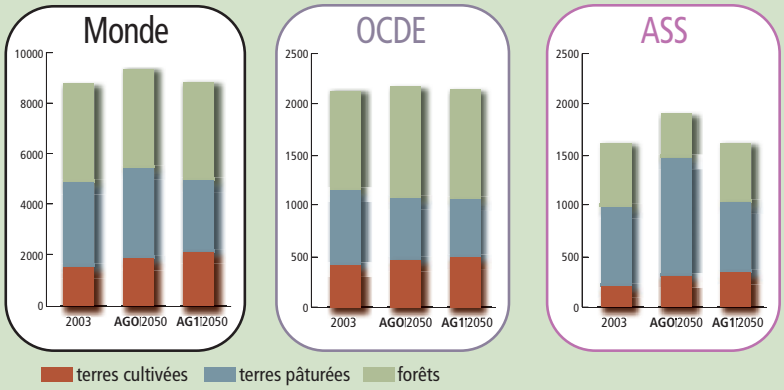
Les deux scénarios considérés supposent que la planète comptera près de 9 milliards d'habitants en 2050 et des migrations internationales modestes, aux alentours de 100 millions de personnes sur la période 2000-2050. Le continent asiatique comptera 4,4 milliards d'habitants à cet horizon, mais c'est en Afrique subsaharienne que le taux de croissance de la population sera le plus élevé (+152 %, de 0,66 milliard en 2000 à 1,66 milliard en 2050).

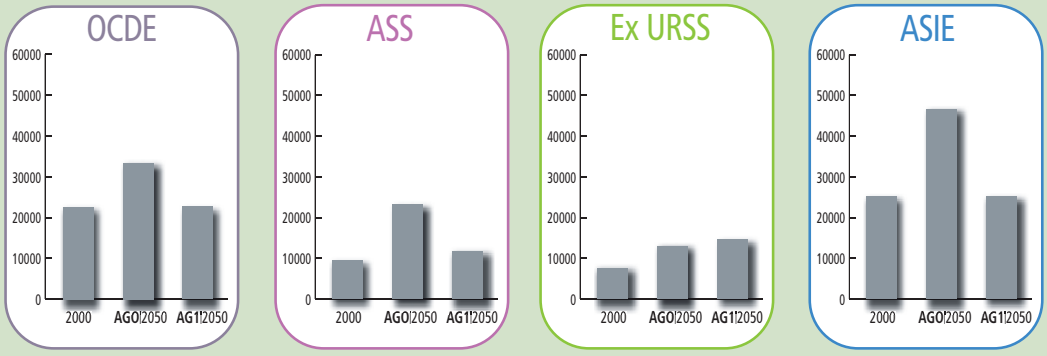
**OCDE** | Organisation de coopération et de développement économiques (1990)
**ASS** | Afrique subsaharienne
**Ex URSS** | ex-URSS
**ASIE** | Asie
**AL** | Amérique latine
**ANMO** | Afrique du Nord et Moyen-Orient

## Utilisation des terres (en millions ha)

Fig 5

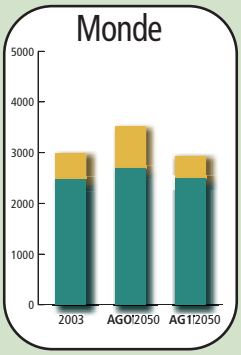
Les surfaces mondiales en forêts sont pratiquement identiques dans les deux scénarios, stables au niveau de 2003. Les surfaces cultivées augmentent dans les deux scénarios, davantage dans Agrimonde 1 (+ 575 millions d'hectares, soit + 38%) que dans Agrimonde GO (+ 327 millions d'hectares, soit + 21%). Les surfaces pâturées diminuent substantiellement dans le scénario AG1 (- 481 millions d'hectares, soit - 14%), mais augmentent dans le scénario AGO (+ 258 millions d'hectares, soit + 8%). Les évolutions de ces trois usages des terres sont contrastées selon les régions.



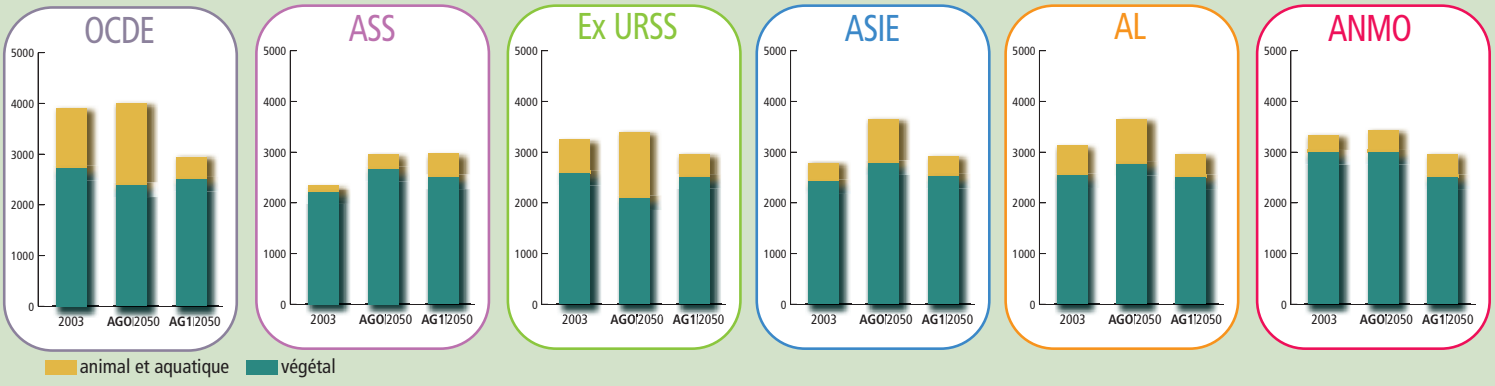



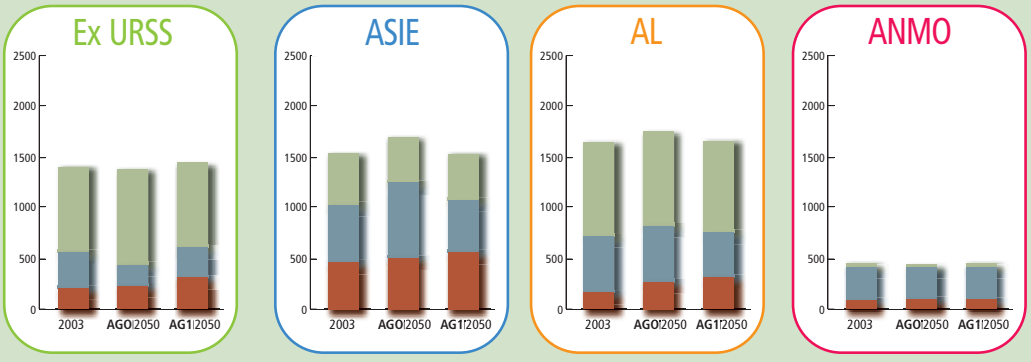
# Agrimonde en trois paramètres

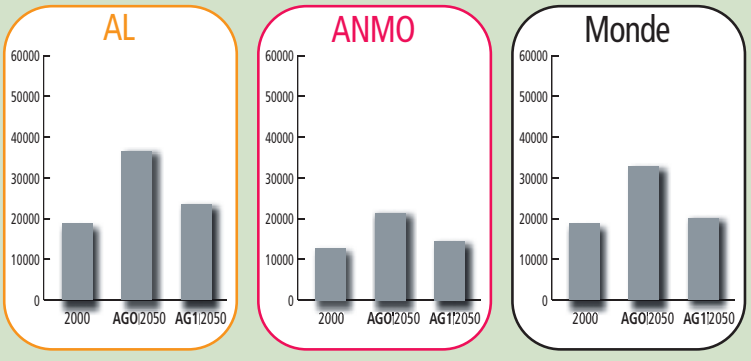
## Disponibilités alimentaires apparentes par habitant (en kcal/j/hab) Fig ❹




Le scénario AGO correspond à un accroissement de 19% de ces disponibilités à l'échelle de la planète entre 2003 (3015 kcal/ jour/hab dont 498 d'origine animale) et 2050 (3588 kcal/j/hab dont 834 d'origine animale). Dans toutes les régions, les consommations de produits animaux et la part de ceux-ci dans les rations augmentent. Le scénario AG1 correspond à une stabilisation des disponibilités alimentaires mondiales par individu, avec légère diminution des apports animaux et du poids de ceux-ci dans les rations (de 17% en 2003 à 15% en 2050). En outre, les évolutions sont très contrastées selon les régions. Ainsi, les disponibilités totales et de produits animaux diminuent fortement dans les pays de l'OCDE (respectivement, - 953 kcal/jour/hab, soit - 24%, et - 736 kcal/jour/ hab, soit - 62%) alors qu'elles augmentent, tout aussi fortement, en Afrique subsaharienne (respectivement, + 634 kcal/jour/ hab, soit + 27%, et + 344 kcal/jour/hab, soit + 255%).




## Rendements en calories alimentaires végétales (en kcal/j/ha) Fig ❻

Le scénario AGO suppose que les rendements augmentent sensiblement d'ici 2050, à des rythmes néanmoins plus faibles que ceux observés sur la période 1961-2000 sauf dans deux régions, l'ex Union soviétique et l'Afrique subsaharienne. À l'échelle de la planète, les rendements augmenteraient de 1,14 % par an dans le scénario AGO, soit deux fois moins vite que sur les années 1961-2000 (2,01%). Les gains annuels de rendement seraient nettement plus modestes dans le scénario AG1, 0,14% en moyenne mondiale, dans une fourchette allant de 0% en Asie et dans les pays de l'OCDE à 1,33% au maximum dans les pays de l'ex Union soviétique.

# La prospective

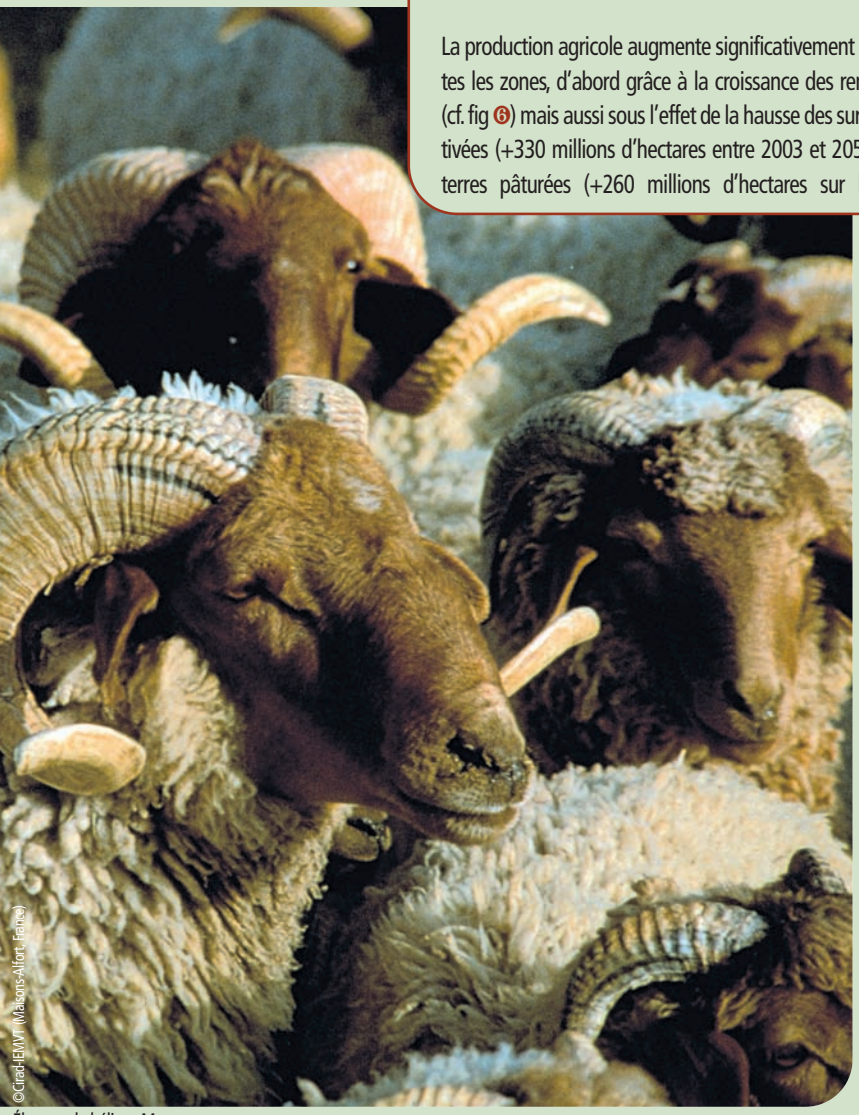
## AGO Nourrir le monde grâce à la croissance économique dans un contexte où l'environnement n'est qu'une priorité seconde

Dans le scénario Agrimonde GO, la croissance économique est forte dans toutes les régions, notamment en Asie, en Afrique subsaharienne et dans les pays de l'ex Union soviétique, sous la double influence d'échanges commerciaux libéralisés et de coopérations économiques renforcées entre pays. Les investissements dans la recherche, l'innovation, l'éducation, la santé et les infrastructures, plus particulièrement dans les pays en développement, sont élevés. Le progrès technique est important et étendu à l'ensemble de la planète. La pauvreté est réduite de façon substantielle.

La production agricole augmente significativement dans toutes les zones, d'abord grâce à la croissance des rendements (cf. fig ❻) mais aussi sous l'effet de la hausse des surfaces cultivées (+330 millions d'hectares entre 2003 et 2050) et des terres pâturées (+260 millions d'hectares sur la même période). Le rythme de la déforestation est très nettement plus faible que celui observé sur la période 1960-2000 (cf. fig ❺). Les systèmes de production agricole sont de plus en plus homogènes, fixés selon un modèle industriel avec fort recours à la motorisation et à la mécanisation, aux engrais et aux produits de traitement des cultures, au détriment des savoirs locaux et au prix d'une perte de diversité, notamment en termes d'espèces cultivées. L'irrigation est un facteur clef de la croissance des rendements.

L'augmentation de la production agricole permet de satisfaire des besoins alimentaires en forte hausse sous le double jeu de la démographie et de l'élévation généralisée des niveaux de vie. Le nombre de sous-nourris a pu être divisé par 2,5 en 50 ans. Dans toutes les zones, la part des calories d'origine animale dans les rations alimentaires augmente (cf. fig ❹).

La croissance économique mondiale s'accompagne de besoins énergétiques en forte progression. Ils sont satisfaits grâce au progrès technique et aux investissements. Environ



©Cirad-EMVT (Maisons-Alfort, France)

Élevage de béliers, Maroc.

## AG1 Nourrir la planète dans un contexte de développement durable en jouant à la fois sur la demande et l'offre

La situation est tout autre dans le scénario Agrimonde 1. Sous l'effet conjugué de l'accélération du changement climatique et de la multiplication des situations de crise alimentaire et énergétique en début de période d'analyse (2010-2020), le monde réagit en mettant en place les conditions d'un développement durable de la planète.

La croissance économique mondiale est tirée par celle des pays en développement, elle-même reposant principalement sur le développement des secteurs primaires d'activité et des territoires ruraux. Ce développement se met en place selon un cercle vertueux cumulatif. L'aide internationale et les transferts financiers nationaux permettent d'initier et de sécuriser les premiers investissements, notamment en matière d'infrastruc-

# Agrimonde en deux récits

10% de l'électricité mondiale est produite à partir d'énergies renouvelables ou de biomasse. Celle-ci est également utilisée pour la fabrication à grande échelle d'agrocarburants, avec des besoins en terres significatifs. Les utilisations non alimentaires des terres sont multipliées par six en 50 ans.

Dans ce scénario, les conditions sont remplies pour une montée en puissance de plusieurs problèmes environnementaux globaux, comme le changement climatique ou la surexploitation des ressources marines. Néanmoins, leur traitement n'est pas nécessairement anticipé. En effet, la préoccupation environnementale ne vient qu'en second, priorité étant donnée à satisfaire les besoins alimentaires et énergétiques immédiats. De fait, la résolution des questions environnementales n'est mise en œuvre que de façon réactive. En dépit de ressources financières disponibles et d'un contexte institutionnel mondial favorable, rien n'est réellement fait pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

©Inra - Christian Dupraz

Moisson de blé dur dans une parcelle agroforestière expérimentale, France.

tures de stockage, de transport, de première transformation industrielle, d'éducation, de santé... Dans ce climat favorable, les revenus des ménages ruraux augmentent et l'épargne dégagée est à son tour utilisée pour de nouveaux investissements. Les augmentations des revenus des ménages ruraux des pays en développement permettent aussi d'accroitre et de diversifier leurs consommations alimentaires.

Plus précisément, les disponibilités alimentaires apparentes en 2050 sont de 3000 kcal/jour/habitant dans toutes les zones, dont 2500 d'origine végétale (cf. fig ❹). Ce chiffre moyen masque des évolutions régionales différenciées. En Afrique subsaharienne, les disponibilités augmentent sensiblement grâce au développement agricole. À l'inverse, elles diminuent de près d'un quart dans les pays développés de l'OCDE sous le jeu de deux mécanismes : d'une part, la baisse des pertes et des gaspillages aux stades de la distribution et de la consommation finale, au domicile et hors foyer, et, d'autre part, l'efficacité augmentée des politiques nutritionnelles. Les régimes alimentaires sont diversifiés sous l'effet de plusieurs facteurs, qui vont des spécificités culturelles aux politiques nutritionnelles.

La croissance de la production agricole permettant d'assurer l'approvisionnement alimentaire de la planète est bien moindre dans le scénario AG1 que dans le scénario AGO. Les rendements augmentent à l'échelle mondiale, mais de façon très différenciée : faiblement dans la zone OCDE, en Asie, en Afrique du Nord et Moyen-Orient, nettement plus fortement en Amérique latine et en Afrique subsaharienne (cf. fig ❻). Les surfaces cultivées augmentent considérablement, d'un peu moins de 580 millions d'hectares en 50 ans, soit deux fois plus que dans le scénario AGO. Cette augmentation des surfaces cultivées s'opère presque exclusivement au détriment des pâtures alors que les surfaces forestières sont pratiquement constantes (cf. fig ❺). Ces surfaces sont cultivées de façon bien différente relativement à aujourd'hui et au scénario tendanciel AGO.

Les rendements et leur croissance s'appuient en effet, et c'est là une différence essentielle par rapport au scénario AGO, sur une diversité de sources. L'innovation est plurielle, à la fois générique et spécifique. Elle tire profit des savoirs locaux et valorise les services rendus par les écosystèmes. Elle privilégie des choix technologiques fondés sur "l'intensification écologique" des pratiques permettant de limiter les impacts négatifs de l'agriculture sur les différents biens environnementaux : les émissions agricoles de gaz à effet de serre diminuent, les ressources sol et eau sont protégées, la biodiversité est préservée et valorisée...

En Afrique du Nord et Moyen-Orient, en Afrique subsaharienne et en Asie, la production agricole locale reste toutefois insuffisante pour couvrir les besoins domestiques. Le déficit est comblé par des importations en provenance des trois autres zones dans le cadre d'échanges mondiaux sécurisés et régulés sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies pour la Sécurité Alimentaire (UNOFS selon l'acronyme anglais). Les règles internationales autorisent des exceptions fortes au principe du libre échange en intégrant les enjeux environnementaux et en autorisant la protection des agricultures locales moins productives dans leur phase de développement.

# La prospective Agrimonde en trois enjeux

La lecture simultanée des deux scénarios permet d'identifier au moins trois questions transversales, à savoir les comportements de consommation alimentaire, les options technologiques et organisationnelles à l'offre de produits agricoles, et les échanges de produits agricoles et leur régulation.

## 1) Les comportements de consommation alimentaire : les ruptures envisagées dans le scénario Agrimonde 1 sont-elles plausibles ?

© Cirad-EMVT (Wessens-Allori, France)

Marché de Chichicastenango, Guatemala.

Scénario de rupture, Agrimonde 1 repose sur une convergence des consommations alimentaires apparentes à 3000 kcal/jour/habitant dont 2500 d'origine végétale. Cette norme unique masque des trajectoires contrastées selon les zones. En Afrique subsaharienne, le développement économique, en premier lieu le développement agricole, devra être suffisamment dynamique pour augmenter les revenus, accroitre et diversifier les consommations alimentaires. À l'inverse, dans les pays développés de l'OCDE, les consommations alimentaires apparentes et la part des produits animaux dans celles-ci auront diminué en dépit de la croissance des revenus par tête. Ces deux ruptures sont-elles imaginables ? Trois pistes de réflexion en guise de premières réponses.

• Les évolutions des consommations alimentaires se décomposent en trois phases en fonction de l'augmentation des revenus : une première phase de croissance quantitative de tous les aliments, puis une deuxième de modification des paniers qui s'enrichissent en produits animaux, glucides et graisses saturées, enfin une troisième de stationnarité de la composition en macronutriments. On peut légitimement supposer que les ménages des pays développés et de plusieurs pays émergents se situeront, dans leur très grande majorité, dans la troisième phase du cycle en 2050. Par ailleurs, les personnes âgées de plus de 60 ans représenteront alors plus de 20% de la population mondiale (10% aujourd'hui). Les besoins caloriques de ces personnes étant moindres, le vieillissement de la population mondiale pourrait aussi contribuer à rendre plausible la diminution des consommations alimentaires moyennes dans les pays riches.

• La baisse des disponibilités alimentaires apparentes à 3000 kcal/jour/habitant ne signifie pas nécessairement diminution des quantités ingérées si elle s'accompagne d'une réduction concomitante des pertes et des gaspillages. Ces pertes et gaspillages aux stades de la distribution et de la consommation finale sont considérables, environ 800 kcal/jour/habitant, et, pour l'essentiel, le fait des pays développés. Les comportements de consommation visant à les réduire sont aujourd'hui marginaux. Ils pourraient demain prendre de l'ampleur sous l'effet d'une prise de conscience plus large des conséquences négatives des gaspillages sur l'environnement et la santé, relayée par des politiques publiques fortes en ce domaine.

• En écho à ce dernier point, le scénario AG1 suppose que le régulateur public ait mis en place les mesures nécessaires pour lutter contre la suralimentation et les maladies associées. Il s'agit là d'un défi majeur. Les mesures sont encore aujourd'hui trop peu nombreuses et principalement basées sur l'éducation et l'information des consommateurs. Celles-ci ne suffiront pas. Elles devront s'insérer dans des politiques de santé publique plus ambitieuses reposant sur une palette plus large d'instruments et une compréhension fine des comportements alimentaires et de leurs relations à la santé.

## 2 Les choix technologiques et organisationnels de production agricole : options pour l'intensification écologique

Dans une acception étroite, l'intensification écologique des systèmes agricoles à l'œuvre dans le scénario G1 peut se définir comme une agronomie exploitant au mieux les processus écologiques. Cette agronomie renouvelée sera plus économe en énergies fossiles, valorisera au mieux la capacité des sols à mobiliser la matière organique via, par exemple, des associations culturales ou un travail du sol adapté, luttera contre les ennemis des cultures par des méthodes de protection et de production intégrées reposant sur les auxiliaires des cultures, les successions culturales ou l'organisation du parcellaire, résistera mieux aux maladies en ayant recours à un plus grand nombre d'espèces et de variétés... Loin de l'image passéiste qui lui est parfois associée, l'intensification écologique devra tirer profit des avancées scientifiques et techniques via, par exemple, le recours aux biotechnologies, la télédétection ou encore la sélection assistée par ordinateur. Simultanément, elle exploitera aussi les savoirs et les savoir faire traditionnels.

L'intensification écologique ne saurait se réduire à cette seule dimension technique. Elle doit aussi être pensée en tant que mode d'organisation sociale, économique, politique, spatiale... À titre d'illustration des enjeux relatifs à la dimension spatiale analysée ici en termes d'organisation des espaces agricoles et naturels, on distinguera deux modèles :

• D'une part, un modèle 'ségrégationniste' qui sépare les espaces cultivés de ceux qui ne le sont pas au titre de la protection de l'environnement. Ce premier modèle requiert des innovations de façon à limiter les dommages environnementaux dans l'espace productif. Mais c'est principalement dans le cadre de l'espace non productif que sont pensés les problèmes environnementaux globaux et leur résolution conduisant, à l'extrême, à leur sanctuarisation.

• D'autre part, un modèle 'intégrationniste' qui associe, sur un même territoire, différents types de systèmes productifs et fait du territoire une mosaïque d'écosystèmes simultanément source de biens marchands et de services écologiques tels que la préservation des sols, le stockage de carbone ou la protection de la biodiversité. Selon ce deuxième modèle, coexistent au niveau du territoire ou d'une seule unité de production, activités de culture, d'élevage, de foresterie... Ainsi, en Amérique latine, les forêts ne sont plus destinées à la défriche ou à la protection, mais à l'agroforesterie selon des modalités adaptées aux différents contextes subrégionaux. De même, en Afrique du Nord et Moyen-Orient et en Afrique subsaharienne, les zones de parcours sont à la fois une source de nourriture pour les animaux et un élément clé de protection de la biodiversité. Des exploitations agricoles, éventuellement peu performantes à l'aune des critères technico-économiques classiques, jouent néanmoins un rôle environnemental et social essentiel, donnant tout son sens à la notion de multifonctionnalité. Elles peuvent légitimement bénéficier de soutiens publics à ce titre de façon à assurer, si besoin, leur pérennité.

Vallée de la Dordogne, France.

## 3 Échanges internationaux de produits agricoles et agroalimentaires : une nécessité qui suppose leur sécurisation

En 2050, l'image est la même dans les deux scénarios : celle d'un monde divisé en deux où trois zones excédentaires, l'OCDE, l'Amérique latine et l'ex Union soviétique, assurent l'approvisionnement de trois zones déficitaires, l'Asie, l'Afrique du Nord - Moyen-Orient et l'Afrique subsaharienne. Dans ces trois régions déficitaires et dans les deux scénarios, l'augmentation de la production agricole domestique ne permet pas de satisfaire les besoins intérieurs et le recours aux importations est nécessaire. Celles-ci sont en outre plus élevées en 2050 qu'aujourd'hui.

Ce constat pose la question de la sécurisation des échanges internationaux et ce, à deux titres. D'abord, parce que le déficit de production domestique dans les pays importateurs nets de calories alimentaires devra être compensé de façon régulière, avec des risques minimisés de défaut d'approvisionnement. Ensuite, parce que les augmentations de la production agricole vivrière exigent un contexte international stabilisé sur les plans économique, social et politique au risque sinon d'une concurrence excessive par les produits importés de pays plus compétitifs en prix. Plusieurs voies peuvent être empruntées pour favoriser la croissance de la production et assurer la sécurisation d'échanges internationaux à la hausse. Loin de tout dogmatisme en la matière et à défaut d'apporter la solution, la prospective Agrimonde souligne l'impérieuse nécessité de raisonner les futurs des systèmes alimentaires et agricoles en intégrant la dimension internationale, plus spécifiquement la problématique des échanges mondiaux de produits agricoles et agroalimentaires, de leur sécurisation, de leur stabilité, et de leurs relations avec les régulations internationales environnementales et sociales.

# ET MAINTENANT ?

©Inra - Christophe Maître

Études des facteurs environnementaux sur les plantes de grandes cultures, France.

Dans les deux premiers scénarios étudiés par la prospective Agrimonde, AGO et AG1, nourrir la planète en 2050 apparait possible. À ce premier enseignement s'en ajoute un second : cela peut se faire dans le cadre d'un développement durable des systèmes alimentaires et agricoles mondiaux. Cela suppose toutefois que plusieurs conditions soient remplies. Comme celles-ci correspondent souvent à des ruptures dans des évolutions tendancielles, cela ne sera pas facile.

Ainsi, le scénario AG1 dessine un sentier - parmi d'autres possibles - de développement des systèmes alimentaires et agricoles mondiaux qui se veut durable. Comme tout scénario, il repose en amont sur des hypothèses qui, si elles n'étaient pas satisfaites, remettraient en cause sa faisabilité. Ici, il est en particulier supposé que la croissance économique des pays en développement s'effectue sur une base agricole et rurale, que la croissance démographique demeure relativement modeste, tout comme les migrations internationales ou le degré de sévérité du changement climatique et de ses effets. Le scénario AG1 repose aussi sur trois inflexions majeures, à savoir la réduction des consommations alimentaires excessives et des gaspillages, le développement d'une agronomie écologiquement intensive et la sécurisation des échanges internationaux de produits agricoles et agroalimentaires. Ces trois évolutions, interdépendantes, doivent être pensées dans un univers à multiples dimensions (techniques, sociales, économiques, politiques...). Elles nécessitent des investissements importants, un effort substantiel de recherche et de recherche-développement, et des politiques publiques renouvelées aux échelles internationale et nationale.

La question alimentaire est complexe, en elle-même et dans ses interrelations avec l'environnement, l'énergie, la santé, le développement économique des zones rurales et des pays en développement, etc. Cette complexité ne doit pas effrayer et conduire à l'immobilisme, au scénario *business as usual* dont on sait déjà qu'il n'est pas viable pour l'humanité. La démarche prospective invite à faire face et à anticiper les défis qui s'annoncent au-delà de la situation présente. Les premières mises en débat, en France et sur la scène internationale, des scénarios AGO et AG1, de leurs résultats et de leurs implications, ont déjà permis d'enrichir le questionnement initial, de formuler de nouvelles hypothèses, d'imaginer des futurs alternatifs. L'Inra et le Cirad ont l'ambition, si ce n'est le devoir, de poursuivre et d'intensifier l'effort ainsi engagé. La mise en place du *Global Partnership for Agriculture and Food Security* (GPAFS) les y invite, suite au sommet de la FAO de juin 2008 convoqué en réaction aux émeutes de la faim, et au sommet organisé par les Nations unies au début de l'année 2009. Car c'est aujourd'hui que se décident les actions et que se définissent les trajectoires qui permettront demain de couvrir correctement les besoins de chaque être humain en aliments, énergie et biomatériaux, de réduire la pauvreté et les inégalités, d'endiguer la dégradation des biens et services environnementaux. Dans un monde de ressources rares, le facteur le plus rare est peut-être le facteur temps.

## Pour en savoir plus

Une synthèse d'une trentaine de pages de la prospective Agrimonde, en français et en anglais, est disponible à l'adresse suivante :
http://www.paris.inra.fr/prospective/projets/agrimonde

Le rapport complet, en français et en anglais, sortira sous forme d'ouvrage au premier semestre 2010 aux éditions QUAE.

Les vidéos du colloque de présentation de la prospective au Salon International de l'Agriculture de 2009 :
http://www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/rencontres/salon_international_de_l_agriculture_2009/agrimonde

Le site du Millenium Ecosystem Assessment :
http://www.millenniumassessment.org/fr/

**Directeurs de la publication :** Marion Guillou (Inra), Patrice Debré et Gérard Matheron (Cirad).
**Rédacteurs :** Hervé Guyomard (coordination), Antoine Besse, Bruno Dorin, Sébastien Treyer, Maryse Aoudaï, Jean-Marc Chaumet, Tristan Le Cotty, Sandrine Paillard, Tevecia Ronzon, Sylvie Colleu, Valérie Toureau.
Conception graphique et réalisation : Pascale Inzerillo.
Photos : ©Inra, ©Cirad, AGRIMONDE®.
Illustration couverture : Faire Savoir.
Octobre 2009 www.inra.fr www.cirad.fr