HAL
open science

Panorama des analyses prospectives sur l'évolution de la sécurité alimentaire mondiale à l'horizon 2020-2030

Sophie Drogue, Clotilde Grandval, Jean-Christophe Bureau, Herve Guyomard, Laurence Roudart

To cite this version:

Sophie Drogue, Clotilde Grandval, Jean-Christophe Bureau, Herve Guyomard, Laurence Roudart. Panorama des analyses prospectives sur l'évolution de la sécurité alimentaire mondiale à l'horizon 2020-2030. [Contrat] 2006. hal-02819396

HAL Id: hal-02819396

https://hal.inrae.fr/hal-02819396

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

« PANORAMA DES ANALYSES PROSPECTIVES SUR L'EVOLUTION DE LA SECURITE ALIMENTAIRE MONDIALE A L'HORIZON 2020-2030 »

REFERENCE : MAP 05 G6 02 01

Rapport définitif

S. Drogué (INRA-INAPG)

C. Grandval (ADEPRINA)

JC. Bureau (INRA-INAPG)

H. Guyomard (INRA-ESR, Rennes)

L. Roudart (INRA-INAPG)

Recherche ayant bénéficié d'un financement du Ministère de l'agriculture et de la pêche.
(Direction des Politiques Economique et Internationale)

16 février 2006

SOMMAIRE

Sommaire 2
Rappel des termes de référence 3
Introduction 5
Liste des travaux retenus pour l'analyse détaillée 7
1- Analyse des travaux les plus significatifs 11
1.1 Etudes de la FAO 11
1.2 Etudes de l'IFPRI 18
2- Les études complementaires 33
2.1 Les études à plus court terme ou 'incomplètes' 33
2.2 Les évolutions démographiques et des comportements alimentaires 39
2.3 L'offre, la demande et les échanges de produits agricoles 51
2.4 L'environnement 61
2.5 Les évolutions économiques et géopolitiques 68
3- Analyse critique – synthèse 72
Liste des tableaux 80
Bibliographie 81
Annexe 1 : Spécification du Modèle Alimentaire Mondial (WFM, FAO) 86
Annexe 2 : Méthodologie des modèles IMPACT et IMPACT-WATER (IFPRI) 98
Annexe 3 : Structure du modèle Aglink (OCDE) 103
Annexe 4 : Modèle de Keyzer et al. 105
Annexe 5 : Annexe technique du projet GEO-3 107
Annexe 6 : Tableau recapitulatif 111
Annexe 7 : Tableau de synthèse des variables 117

RAPPEL DES TERMES DE REFERENCE

L'étude vise à faire l'inventaire des analyses prospectives conduites au niveau international sur les perspectives de l'alimentation et de l'agriculture mondiales à long terme. Elle se déroulera en 3 phases.

Phase 1
Il s'agira dans un premier temps de réaliser un inventaire exhaustif des travaux réalisés (ou en cours de réalisation), en particulier dans les pays anglo-saxons et francophones.
Le prestataire établira une liste des travaux à étudier qu'il présentera au comité de suivi.

Phase 2
Les travaux retenus feront l'objet d'une analyse détaillée portant notamment sur :

- La genèse : contexte, auteurs, travaux préliminaires, … ;
- Les modèles développés : construction, hypothèses, équations, variables et paramètres… ;
- Les bases de données utilisées ;
- Les variables/composantes faisant l'objet de fortes incertitudes ou au contraire dont l'évolution fait l'objet d'un consensus, les principaux objets de controverse ;
- Les résultats obtenus : scénarios de référence et alternatifs, conséquences sur l'agriculture et l'alimentation, conclusions, … ;
- Intérêts et limites du modèle et du cadre d'analyse ;
- Approfondissement nécessaire, prolongement envisagé.

Cette analyse détaillée fera l'objet d'un tableau récapitulatif, présentant les travaux étudiés de manière synoptique précisant l'organisme à l'origine de l'exercice, l'horizon temporel retenu, le questionnement central, les zones géographiques traitées, les composantes, les variables et les différentes hypothèses d'évolution, les micro et macro scénarios.

D'autre part, une seconde annexe devra fournir un tableau synthétique de caractérisation quantitative et qualitative des variables pour chaque exercice prospectif étudié ; celui-ci devra présenter les indicateurs utilisés pour renseigner pour chacune des variables : les sources des données, ainsi que les années et zones géographiques pour lesquelles les données sont disponibles.

Phase 3
A la lumière des travaux étudiés il s'agira d'apprécier :

1- la capacité des analyses prospectives agro-alimentaires mondiales à prendre en compte les évolutions des écosystèmes, les dynamiques démographiques, de l'équilibre urbain - rural, de la répartition des richesses Nord / sud, des flux migratoires, et du progrès des sciences et technologies agricoles ;

2- la capacité des travaux à représenter les dynamiques de la demande alimentaire mondiale (quantitativement et qualitativement), et de l'offre mondiale, ainsi que leurs interactions, avec un niveau de désagrégation suffisant.

3- dans ces travaux, comment les politiques publiques, locales, nationales, les réglementations et les régulations internationales sont-elles intégrées dans les composantes et les variables ? Quelles sont les recommandations de politiques publiques, y compris en matière de recherche, esquissées à partir des scénarios ?
4- Comment, dans ces exercices, l'hétérogénéité entre pays et régions est-elle traitée ? Comment la difficulté méthodologique due à la différence de variables/hypothèses d'évolution à prendre en compte selon les zones géographiques considérées est-elle résolue ?

5- les orientations qu'il conviendrait de donner à une réflexion sur les outils d'analyse prospective appliqués aux évolutions de l'agriculture et de l'alimentation mondiale.

INTRODUCTION

Pendant longtemps, les analyses sur la sécurité alimentaire ont reposé sur le calcul du ratio moyen disponibilités alimentaires / population, d'inspiration soi-disant 'malthusienne'. C'est ainsi que, jusque dans les années 1970, de nombreux gouvernants ont proclamé leur volonté d'autosuffisance alimentaire, au sens de garantir un ratio moyen minimum production intérieure / population qui a un sens plus étroit que le précédent.
Au niveau des instances internationales, les choses ont commencé à changer à partir du début des années 80, notamment sous l'influence des travaux de Amartya K. Sen qui, dans *Poverty and Famines* (1981), a montré qu'un tel ratio moyen ne suffit absolument pas pour expliquer l'émergence d'une famine, mais qu'une question, au moins aussi importante, est celle de la capacité d'accès (*entitlement*) de chaque individu à la nourriture. Cela s'est traduit par la production, par la FAO (Food and Agriculture Organisation) en 1983, de la première version du 'concept élargi de sécurité alimentaire', qui a évolué au fil du temps et est, dans sa dernière version : « la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active ».[1] La perspective est individuelle (pas de ratio moyen) et elle met nettement l'accent sur la question de l'accès. Parallèlement, on est passé d'une conception selon laquelle la cause principale de la sous-alimentation est une insuffisance des disponibilités alimentaires à une conception selon laquelle la cause principale est la pauvreté. Cette conception est largement dominante depuis les années 1990 dans les organisations internationales, au point qu'elle conduit à remettre en cause la mesure de la sous-alimentation par la FAO elle-même, une mesure qui, de fait, reflète essentiellement, pour chaque pays, les disponibilités énergétiques alimentaires (DEA) moyennes par personne et par jour.

Au cours des dernières décennies du 20ème siècle, les disponibilités alimentaires par habitant ont augmenté au niveau mondial, et pour une grande partie de la population des Pays en développement (PED). De fait, comme l'indique la FAO, la consommation alimentaire globale moyenne est passée de 2200 kilocalories par jour et par personne dans les années 60 à plus de 2800 à la fin du 20ème siècle. Mais ces progrès restent cependant lents, irréguliers et très variables d'une région à l'autre. Si l'Asie de l'Est a réussi à faire baisser son taux de sous-alimentation de 15 à 11% de la population entre le début et la fin des années 90, par contre les pays d'Afrique subsaharienne n'ont pas réussi à progresser (avec un taux de sous-alimentation égal à 40%) et voient même leur situation empirer en valeur absolue. Nous sommes donc toujours confrontés à une sous-alimentation qui affecte environ 850 millions de personnes, dont 815 millions dans le monde en développement.

Selon la FAO, le rythme annuel moyen de réduction du nombre des personnes sous-alimentées dans le monde est de huit millions et, si cette tendance se poursuit, l'objectif du Sommet mondial de l'alimentation, réaffirmé dans la Déclaration du Millénaire, de réduire de moitié le nombre de personnes sous-alimentées pour 2015 au plus tard ne sera pas atteint. Or la faim est à la fois cause et effet de la pauvreté extrême, et empêche les pauvres de tirer parti des possibilités de développement, et l'éradication de la faim est une étape indispensable pour réduire la pauvreté et l'inégalité. Selon la FAO toujours, 70 pour cent des pauvres vivent dans des zones rurales et beaucoup tirent l'essentiel de leurs moyens de subsistance de l'agriculture. Les problèmes principaux sont, entre autres, l'insuffisance de l'approvisionnement en eau, le manque d'accès aux technologies, l'insuffisance de l'investissement et l'épuisement des

[1] A noter qu'il existe de nombreuses définitions concurrentes de la sécurité alimentaire, mais celle de la FAO sert le plus souvent de référence.

ressources naturelles. Ainsi, en l'absence d'engagements concrets supplémentaires, le monde comptera probablement 600 millions de sous-alimentés en 2015 (et non pas 400 millions selon l'objectif fixé lors du premier Sommet en 1996).
D'après les projections de population des Nations Unies[2], les agriculteurs de la planète devront nourrir huit milliards d'êtres humains d'ici 25 ans. Qu'est-ce que cela présuppose en terme de sécurité alimentaire ? Il y a 30 ans le Club de Rome s'alarmait dans 'Limits to Growth' (Meadows, 1972) que si la population et la consommation continuaient de s'accroître à un taux exponentiel, les capacités maximales d'approvisionnement de la planète seraient atteintes en un siècle. Au milieu des années 90, les prix des céréales sont au plus haut et les stocks au plus bas, et les discours alarmistes reprennent de plus belle (Brown, 1995 ; Brown and Kane 1994) pour décrire un 21ème siècle affamé et un monde incapable de répondre à une demande alimentaire croissante. L'augmentation de l'offre qui a répondu à cette hausse des prix tandis que la demande alimentaire subissait le contrecoup de la crise asiatique est venue contredire ces prévisions pessimistes. Or aujourd'hui on assiste à une diminution des taux de croissance de la population. Doit-on pour autant penser que cela suffira à limiter la croissance des besoins alimentaires mondiaux, ou la menace de pénurie pèse-t-elle toujours ? Et pour quelles catégories de population ?

Ces questions sont au centre des analyses prospectives sur la sécurité alimentaire mondiale mais pas seulement : la pression sur l'environnement, l'impact des politiques de libéralisation, la raréfaction des ressources en eau etc. sont autant de questions qui gravitent autour des recherches sur la sécurité alimentaire. De fait, les hypothèses qui sous-tendent les scénarios envisagés sont multiples et leurs résultats parfois fortement divergents.

L'objectif de cette étude est de rendre compte de l'état de l'art et de la littérature en ce qui concerne la prospective sur l'évolution de la sécurité alimentaire mondiale à long terme. En accord avec les termes de référence précités, ce rapport intermédiaire présente une analyse des principaux travaux en la matière. Nous en avons dans un premier temps établi une liste, la plus exhaustive possible. Il apparaît qu'en ce qui concerne la prospective alimentaire à long terme, la FAO et l'IFPRI (International Food Policy Research Institute) sont les principales références. En effet, cet exercice particulier qu'est la prospective au niveau mondial utilise des modèles économiques mondiaux qui nécessitent des ressources importantes que des organismes de recherche ou des institutions sont plus à même de mobiliser.
Ce rapport présente dans une première partie, une analyse des travaux les plus significatifs sur la sécurité alimentaire mondiale à long terme. Toutefois, nous avons tenu à compléter l'analyse par l'examen de travaux se situant à un horizon plus proche (2014), ainsi que par plusieurs travaux d'experts. La deuxième partie expose des travaux partiels ou à plus court terme sur la sécurité alimentaire, les évolutions démographiques et des comportements alimentaires, l'environnement, les évolutions sociales, politiques et économiques. Ceci afin de donner un éclairage plus particulier ou de développer certains points mis en exergue par les travaux de la FAO et de l'IFPRI. Enfin, dans la troisième partie, nous proposons une synthèse critique de ces exercices en essayant de montrer les points de convergence et de divergence. Ce qui nous permet de conclure que le débat sur la sécurité alimentaire, c'est-à-dire sur la question de savoir si oui ou non la planète pourra nourrir 9 ou 10 milliards d'êtres humains de manière satisfaisante, est toujours ouvert.

[2] Cf. World population prospects, the 2004 revision, Nations Unies, 2004.

LISTE DES TRAVAUX RETENUS POUR L'ANALYSE DETAILLEE

« La prospective vise à une exploration de différents avenirs possibles sous l'hypothèse que toute évolution peut se faire avec des ruptures du système que l'on veut représenter. Elle est donc appropriée aux situations caractérisées par le fait que différentes variables clés sont susceptibles de fluctuer, voire de connaître des ruptures d'évolution : ce qui amène à construire des conjectures dans le cadre d'avenirs par définition incertains, voire hostiles à ceux les définissant (Griffon 2005b). »

L'exercice de prospective tel que décrit par cette définition pourrait difficilement être mené à bien sans l'utilisation de modèles économiques. Ces modèles sont utilisés pour faire des projections sur des composantes économiques des marchés (offre, demande, prix, commerce…) Ils sont également utilisés afin de simuler des scénarios pour tester la viabilité de décision de politique publique. Ils permettent d'apprécier les évolutions économiques et sociales futures ou d'opérer des choix visant à mieux faire face à un environnement dynamique.

L'essentiel des travaux de prospective à long terme émanent de deux institutions, la FAO et l'IFPRI. Les travaux les plus récents de la FAO datent de 2003 et proposent une analyse à 2015 et 2030. Les travaux les plus récents de l'IFPRI correspondent à une publication de 2005 complétée par diverses publications sur les années antérieures. L'horizon des projections est ici, l'année 2020. Plus spécifiquement la liste des travaux retenus pour l'analyse est la suivante :

Food and Agriculture Organisation (FAO)

FAO (2003). World agriculture towards 2015-2030. An FAO perspective. FAO, 2003, Rome. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/005/y4252e/y4252e00.htm

Collomb P. (1999). Une voie étroite pour la sécurité alimentaire d'ici à 2050. FAO Economica, 1999. http://www.fao.org/DOCREP/003/X3002F/X3002F00.htm

International Food Policy Research Institute (IFPRI)

L'IFPRI propose un ensemble de publications sur le thème de la prospective alimentaire à horizon 2020 dont une liste exhaustive peut être trouvée à l'adresse suivante (la plupart pouvant être téléchargée au format PDF) : http://www.ifpri.org/pubs/catalog.htm#book dont nous retiendrons principalement :

Rosegrant M.W., M.S. Paisner, S. Meijer et J. Witcover (2001). Global food projections to 2020: emerging trends and alternative futures. IFPRI, août 2001. http://www.ifpri.org/pubs/books/gfp/gfp.pdf

Rosegrant M.W., X. Cai, et S.A. Cline (2002). World water and food to 2025: dealing with scarcity. IFPRI, 2002. http://www.ifpri.org/pubs/books/water2025/water2025.pdf

Rosegrant M.W., X. Cai, et S.A. Cline (2004). Global water outlook to 2025, averting an impending crisis, IFPRI 2004. http://www.ifpri.org/pubs/fpr/fprwater2025.pdf

Delgado C.L., N. Wada, M.W. Rosegrant, S. Meijer, and M. Ahmed. (2003). Fish to 2020 supply and demand in changing global market, IFPRI, 2003. http://www.ifpri.org/pubs/books/fish2020/oc44.pdf

Von Braun J., M.W. Rosegrant, R. Pandya-Lorch, M.J. Cohen, S.A. Cline, M. Ashby Brown, et M. S. Bos (2005). New Risks and Opportunities for Food Security: Scenario Analyses for 2015 and 2050. IFPRI 2020 Discussion Paper 39.
http://www.ifpri.org/2020/dp/dp39/2020dp39.pdf

Nous avons retenu d'autres travaux de prospective alimentaire à un horizon plus court ainsi que d'autres travaux d'experts qui permettent d'apporter un éclairage particulier sur des points précis et qui nous semblaient nécessaire pour compléter l'analyse :

✓ **Des études à plus court terme ou 'incomplètes'**

United State Department of Agriculture/Economic Research Service (USDA/ERS, 2005b). Food Security Assessment. GFA-16, mai 2005, USDA/ERS.
http://www.ers.usda.gov/Publications/GFA16/

Griffon M. (2005a). La planète pourra-t-elle nourrir dix milliards d'hommes ? In Mazoyer M. et L. Roudart (2005). La fracture agricole et alimentaire mondiale - Nourrir l'humanité aujourd'hui et demain. Encyclopaedia universalis, pp. 95-110.

Griffon M. (2003). Evolution des échanges agricoles et alimentaires mondiaux : Quels problèmes en perspective ? Agrobiosciences, sept 2003.

✓ **Sur les évolutions démographiques et les comportements alimentaires**

Nations Unies (UN, 2005b). World Population Prospects: The 2004 Revision. Highlights. ESA/P/WP.193. 23 février 2005. United Nations, New York.
http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004Highlights_finalrevised.pdf

Schmidhuber J. et P. Shetty (2005). The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear the major burden ? Plenary Paper by presented at the 97th Seminar of the European Association of Agricultural Economists, University of Reading, UK, 21st-22nd April, 2005
http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESD/pastgstudies.html

Keyzer M.A, M.D. Merbis, I.F.P.W. Pavel et C.F.A. van Wesenbeeck (2005). Diet shifts towards meat and the effects on cereal use: Can we feed the animals. Ecological Economics, vol. 55, novembre 2005 p.187-202.

Gilland B. (2002). World population and food supply. Can food production keep pace with population growth in the next half-century ? Food Policy, 27(1), pp. 47-63.

✓ **Sur l'offre, la demande et les échanges de produits agricoles**

Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE, 2005). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2005-2014. OCDE et FAO, Juillet 2005. http://www.oecd.org/document/45/0,2340,fr_2649_33727_35015981_1_1_1_1,00.html

Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2005). FAPRI 2005 U.S. and world agricultural outlook. Staff Report 1-05. Iowa State University et University of Missouri-Columbia, Ames, Iowa U.S.A. janvier 2005
http://www.fapri.iastate.edu/outlook2005/text/FAPRI_OutlookPub2005.pdf

Economic Research Service United State Department of Agriculture (USDA/ERS, 2005). USDA Agricultural Baseline Projections to 2014. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Baseline Report OCE-2005-1, 116 pp.
http://www.ers.usda.gov/Publications/oce051/

Benjamin C., N. Herrard, M Houée et I. Piot-Lepetit. (2005) Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures. Projections et simulations du modèle WEMAC. Rapport final pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche. MAP 02.G5.01.01. INRA, juin 2005.
http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/02g50101_rapport_final_integral.pdf

✓ **Sur l'environnement**

PNUE (2002). L'avenir de l'environnement mondial 3. Chapitre 4: Prospective 2002-2032 . Potting José et Bakkes Jan, PNUE/RIVM, 2004.
http://www.grida.no/geo/geo3/french/515.htm

✓ **Sur les scénarios économiques et géopolitiques probables**

Wilson D. et R. Purushotaman (2003). Dreaming with BRICs the path to 2050, NY, Goldman Sachs, Global Economics Paper n°99, oct 2003.
http://www.gs.com/insight/research/reports/99.pdf

Laudicina P. (2005). Le désordre du monde, les grands axes de l'avenir. Vuibert.

NIC (2004). Mapping the global future. Report of the National Intelligence Council's 2020 project, décembre. 2004. http://www.foia.cia.gov/2020/2020.pdf

Enfin, il nous a semblé indispensable de présenter une liste des exercices de modélisation mondiale disponibles. Nous avons pris soin de présenter plus précisément la méthodologie de ceux utilisés par les études qui font l'objet de ce rapport.

MODELES

- Ce qui existe dans le monde ou dans les organisations internationales :
  - FAO : WFM (World Food Model) modèle en équilibre partiel (PE). Projections sur l'offre et la demande mondiales à horizon 2030. 140 pays, 32 produits de culture et d'élevage.
  - IFPRI : IMPACT (et IMPACT-WATER) modèles d'équilibre partiel. 115 pays et régions 281 produits. Projections à horizon 2025 de l'offre et de la demande mondiales, du commerce et des prix. IMPACT-WATER inclue en plus un module de demande en eau.
  - OCDE : AGLINK, modèle en équilibre partiel dynamique. Projections à horizon 2014 d'offre, demande et prix des principaux produits agricoles des pays membres. 10 pays OCDE, 20 pays ou régions hors OCDE.

- USDA/ERS : SWOPSIM modèle PE/GE (équilibre général) de simulation de politique pour étudier l'interaction des politiques américaines avec le reste du monde. 3 régions, 24 produits.
  Food security asessment (FSA) : modèle d'équilibre partiel récursif. Projections de sécurité alimentaire (nutrition, production, population) à l'horizon 2014 pour 70 pays à faible revenu.
- FAPRI (Universités Iowa State et Missouri Columbia) : modèles d'équilibre partiel. Projections à horizon 10 ans de surfaces, production, utilisation, stock, prix et commerce pour plusieurs grands secteurs agricoles (produits laitiers, céréales, élevage, oléagineux, sucre) et une trentaine de pays ou régions.
- Université de Purdue (Etats-Unis) : GTAP (Global Trade Analysis Project) Modèle d'équilibre général calculable et base de données sur la production, la consommation et le commerce. 57 secteurs, 87 pays ou régions. Horizon 10 ans. Modèle de simulation de politiques économiques et commerciales.

- En Europe :
  - Université de Bonn : CAPRI modèle en équilibre partiel statique (avec une version récursive dynamique) de simulation de politique. Horizon 5-10 ans. Europe désagrégée au niveau régional (250 régions et 28 pays). Reste du monde en grandes régions. Module offre+ Module commerce.
    WATSIM: modèle mondial spatial de commerce de produits agricoles (récursif dynamique) 12 régions, 29 produits. Horizon 2010 (simulation de politiques commerciales)

- En France :
  - INRA : WEMAC modélisation économétrique en équilibre partiel multi-marchés des cultures arables. Projections et simulations pour les céréales et les oléagineux à moyen terme en Europe.
    MEGAAF : Modèle GE de simulation de politiques commerciales (France+Europe).
  - CEPII : MIRAGE modèle GE mondial pour la simulation de politiques commerciales. Utilise la base de donnée GTAP, mais le CEPII a développé une base de données sur les tarifs originale MAcMap.
  - CIRAD : ID3 modèle GE mondial dynamique et récursif multisectoriel intégrant le risque, les anticipations et les flux de capitaux. Base de données GTAP. 10 secteurs et 14 régions.

1- ANALYSE DES TRAVAUX LES PLUS SIGNIFICATIFS

1.1 Etudes de la FAO

FAO (2003). World agriculture towards 2015-2030. An FAO perspective. FAO, 2003, Rome.
Horizon: 2015/2030 (2015 pour évaluer l'objectif du Sommet mondial de l'alimentation de 1996 et 2030 pour évaluer les ressources de la planète)
140 pays / 32 produits de l'agriculture (culture et élevage), de la pêche et des forêts.

Ce rapport constitue l'évaluation la plus récente de la FAO sur les perspectives à long terme de l'alimentation, de la nutrition et de l'agriculture dans le monde. C'est le produit d'un exercice multidisciplinaire impliquant la plupart des unités et des disciplines de la FAO ainsi que des spécialistes extérieurs. Il poursuit la tradition de l'institution de publier des études de prospective agricole mondiale depuis les années 70 ; cf. Alexandratos (1995), Alexandratos (1988), FAO (1981) et FAO (1970).

Objectif de l'étude : décrire comment le monde se nourrira à l'avenir et quelles seront les conséquences sur les ressources naturelles de la nécessité de produire plus d'aliments, le but étant ici d'avoir une approche positive plutôt que normative.
Dans le cadre de ce travail, des projections concernant l'offre et la demande des principaux produits et secteurs agricoles, (pêches et forêts comprises) dans le plus grand nombre de pays possible ont été réalisées. Elles servent de base à un examen plus détaillé d'autres facteurs, dont la nutrition et la sous-alimentation, et des conséquences pour le commerce mondial. Le rapport étudie également les répercussions futures de l'offre et de la demande sur les ressources naturelles, et aborde la façon dont la technologie pourra contribuer à un développement plus durable.

Méthodologie : les variables projetées dans l'étude sont (i) la demande, la production et le solde commercial net pour chaque pays et produits ; (ii) les variables économiques clés telles que pour les cultures : les surfaces, les rendements et la production par pays et pour les pays en développement par zone agro-écologique (irriguée, pluviale) et pour les produits d'origine animale : le nombre d'animaux et le rendement par animal.
La plus grande partie du travail a été allouée à la construction de la base de données. Pour l'analyse offre-demande, tout le travail de projection est fait sur la base des bilans alimentaires (Supply Utilisation Account – SUA en anglais). Le SUA est une entité comptable qui décrit pour chaque année, les ressources et les emplois de produits agricoles dans des unités physiques homogènes.

Consommation alimentaire humaine + Usages industriels non alimentaires
+ Alimentation du bétail + Semence + Autres usages non alimentaires
+Pertes entre production et marchés de détail[3] =
Production + (Imports - Exports) + (Stocks d'ouverture – Stocks de fermeture)

[3] Cette précision est importante car les pertes entre marchés de détail et consommation ne sont au contraire pas prises en compte, ce qui introduit un biais.

La base de données compte un SUA pour chaque produit, pays et année (1961 à 1999). Les 330 produits pour lesquels la production primaire, l'utilisation et les échanges sont connus ont été convertis en 32 produits[4] utilisés dans l'étude et agrégés à nouveau en groupes de produits, puis en produits agricoles.

Le gros du travail de projection concerne la construction des SUA pour les années 2015 et 2030 et la décomposition de ceux-ci en surface, rendement (zone irriguée et pluviale) pour les cultures et nombre d'animaux, rendement pour l'élevage.

L'approche dans son ensemble part des projections de demande à partir de fonctions de demande de Engel et d'hypothèses exogènes sur la croissance de la population et du PIB. Le point de départ pour les projections de production sont des résultats provisoires à partir d'hypothèses sur les niveaux futurs d'autosuffisance et de commerce. S'en suivent alors plusieurs itérations avec des avis d'experts sur les niveaux 'acceptables' ou 'possibles' des rations caloriques, de la structure de la consommation alimentaire, de l'utilisation de la terre, des rendements, du commerce etc. En plus, mais seulement pour les céréales, l'élevage et les oléagineux, un modèle formel a été utilisé (FAO World Food Model, FAO 1993[5]) pour fournir les niveaux de départ des itérations et surtout pour suivre les effets sur toutes les variables du changement d'hypothèse sur une variable. C'est un modèle d'équilibre partiel composé d'un module par produit et qui se résout par ajustement des prix. Tous les résultats des modèles d'offre ou de demande ont été contrôlés par des experts.

Les hypothèses qui ont le plus d'influence sur le modèle sont :

- La croissance de la population mondiale, qui devrait être de 1,1% par an jusqu'en 2030 au lieu de 1,7% par auparavant.
- La croissance de la demande de produits agricoles, qui devrait être de 1,6% par an entre 1997 et 2015 et de 1,4% par an entre 2015 et 2030.
- Le baisse de la sous alimentation

Bases de données utilisées :

✓ Les données concernant les céréales sont tirées des bilans céréaliers nationaux tenus par la Division des produits et du commerce extérieur de la FAO;

✓ Les données concernant les produits de l'élevage et les produits laitiers proviennent respectivement du bilan par produit et des bilans alimentaires (SUA/FAOSTAT);

✓ Les données concernant les graines et farines oléagineuses et les huiles proviennent des bases de données OCBS/ESC et CO3/FAOSTAT (cette dernière calculant les équivalents huiles et farines oléagineuses des graines oléagineuses).

✓ Les données relatives à la population et à la croissance prévue dans chaque pays proviennent des projections démographiques établies par la Division de la population du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies et correspondent à la «variante moyenne».

✓ Les données concernant le PIB passé et l'hypothèse concernant sa croissance sont fondées pour l'essentiel sur les prévisions économiques à long terme du Département de l'économie internationale de la Banque mondiale, complétées, lorsque de telles prévisions ne sont pas disponibles, par des estimations dérivées d'autres sources.

[4] Cf. Annexe 1 pour la liste.
[5] Cf. Annexe 1 pour plus de détails.

Principales conclusions :

✓ La population mondiale passera d'environ 6 milliards de personnes aujourd'hui à 8,3 milliards en 2030. La croissance démographique sera de 1,1% par an jusqu'à 2030, contre 1,7% par an au cours des 30 dernières années. Parallèlement, une part toujours plus grande de la population sera bien nourrie. En conséquence, la croissance de la demande mondiale de produits agricoles devrait ralentir davantage, passant d'une moyenne de 2,2% par an durant les 30 dernières années à 1,5% par an jusqu'à 2030. Dans les pays en développement, le ralentissement sera plus sensible, de 3,7% pour les 30 dernières années à une moyenne de 2% jusqu'à 2030.

✓ Le taux de sous-alimentation devrait passer de 17% dans les PED aujourd'hui à 11% en 2015 et 6% en 2030. Les trois quarts de la population du monde en développement pourraient vivre dans des pays où moins de 5% des habitants seraient sous-alimentés, cette proportion est aujourd'hui de 8%.

✓ La population mondiale sera de mieux en mieux nourrie d'ici 2030, avec des disponibilités moyennes de 3050 kilocalories par personne par jour (kcal/personne/jour), par rapport aux 2360 kcal au milieu des années 60, et aux 2800 kcal actuellement. Ce changement traduit avant tout une consommation croissante dans de nombreux pays en développement, qui avoisinera en moyenne, les 3000 kcal en 2030.

✓ Le nombre de personnes souffrant de sous-alimentation dans les pays en développement devrait diminuer et passer de 815 millions (dernière estimation de la FAO publiée en 2005) aujourd'hui à 440 millions en 2030. Ceci signifie que l'objectif du Sommet mondial de l'alimentation de 1996, de réduire de moitié le nombre de personnes sous-alimentées par rapport à son niveau de 1990-92 (824 millions, d'après la dernière révision de l'estimation), ne sera pas atteint en 2030. L'Afrique subsaharienne est source de graves préoccupations, car le nombre de personnes souffrant de sous-alimentation chronique ne baisserait que de 194 à 183 millions.

✓ Les modes de consommation s'uniformisent dans le monde entier, au profit d'aliments plus coûteux et de meilleure qualité, comme les produits carnés et laitiers. La consommation de viande dans les pays en développement, par exemple, est passée de seulement 10 kg par personne et par an en 1964-66 à 26 kg en 1997-99, et devrait s'établir à 37 kg par personne et par an en 2030. Le lait et les produits laitiers ont eu une croissance rapide, de 28 kg par personne et par an en 1964-66, à 45 kg aujourd'hui, voire 66 kg en 2030. La FAO prévoit des augmentations de la consommation de viande et de produits laitiers moins spectaculaires que par le passé.

✓ Les céréales demeurent de loin la principale source de nourriture, aussi bien pour la consommation humaine directe que pour la production de viande. Un milliard de tonnes de céréales supplémentaires seront nécessaires en 2030.

✓ Les pays en développement deviendront toujours plus tributaires des importations de céréales, de viande et de lait, car leur production ne parviendra pas à répondre à la demande. En 2030, ils pourraient produire seulement 86 pour cent de leurs propres besoins céréaliers, avec des importations nettes qui passeraient de 103 millions de tonnes actuelles à 265 millions de tonnes en 2030. Les exportateurs de céréales traditionnels, comme les Etats-Unis, l'Union européenne (UE), le Canada, l'Australie et l'Argentine, et les pays en transition en tant qu'exportateurs émergents, devraient produire les excédents nécessaires pour combler ce déficit.

✓ L'utilisation de céréales pour l'alimentation animale ne contribue pas à la faim et à la sous-alimentation. Globalement, quelque 660 millions de tonnes de céréales servent à nourrir le bétail chaque année, ce qui représente un peu plus d'un tiers de l'utilisation céréalière totale dans le monde. Si ces céréales n'étaient pas utilisées pour les animaux, elles ne seraient probablement pas produites du tout, et ne seraient donc pas disponibles, dans la plupart des cas, pour la consommation humaine. Plus vraisemblablement, la demande réduite de céréales pour la production animale se traduirait par une baisse de la production.

✓ Moins de nouvelles terres agricoles vont être mises en exploitation que dans le passé. Alors que les PED vont devoir disposer de 120 millions d'hectares supplémentaires pour les cultures, soit une augmentation de 12,5%.

✓ La croissance future de la production vivrière dépendra principalement d'une amélioration de la productivité. Dans les pays en développement, près de 70% de l'accroissement de la production seront dus à l'augmentation des rendements, environ 20 pour cent à l'accroissement des terres arables et quelque 10 pour cent aux cultures multiples et au raccourcissement des périodes de jachère.

✓ L'expansion des terres agricoles pour la production vivrière sera plus lente que par le passé. Au cours des 30 prochaines années, les pays en développement auront besoin de 120 millions d'hectares supplémentaires pour les cultures, ce qui signifie que moins de nouvelles terres seront mises en production qu'auparavant. L'expansion aura lieu essentiellement en Afrique subsaharienne et en Amérique latine. Une part considérable de ces terres supplémentaires viendra probablement du déboisement. Dans d'autres régions en développement, pratiquement toutes les terres utilisables sont déjà exploitées. Certains pays et communautés se heurteront à des problèmes liés au manque de terres.

✓ L'irrigation est cruciale pour les approvisionnements alimentaires du globe. Les pays en développement devraient étendre leurs superficies irriguées qui passeraient de 202 millions d'hectares aujourd'hui à 242 millions d'hectares en 2030. Au niveau mondial, la planète dispose de suffisamment d'eau, mais certaines régions seront néanmoins victimes de graves pénuries. Les pays en développement devraient connaître une augmentation de 14 pour cent des prélèvements d'eau pour l'irrigation d'ici 2030. Un pays en développement sur cinq souffrira du manque d'eau. L'agriculture compte pour environ 70 pour cent de toute l'eau douce prélevée pour l'utilisation humaine. Une économie d'eau dans le secteur agricole augmenterait la disponibilité d'eau pour d'autres secteurs.

Tableau 1 Principaux résultats de la FAO (2003)

Variables	Pays ou région	1999	2015	2030
Population en millions	Monde (NU)	5900	7207	8270
	PED	4572	5827	6869
	Afrique Subsaharienne	574	883	1229
	Proche Orient/Afrique du Nord	377	520	651
	Amérique Latine et Caraïbes	498	624	717
	Asie du Sud	1283	1672	1969
	Asie de l'Est	1839	2128	2303
	Pays Industriels	892	951	979
	Pays en transition	413	398	381

Kcal/personne/jour	Monde	2803	2940	3050
	PED	2681	2850	2980
	Afrique Subsaharienne	2195	2360	2540
	Proche Orient/Afrique du Nord	3006	3090	3170
	Amérique Latine et Caraïbes	2824	2980	3140
	Asie du Sud	2403	2700	2900
	Asie de l'Est	2921	3060	3190
	Pays Industriels	3380	3440	3500
	Pays en transition	2906	3060	3180
Sous-alimentation % de la population	PED	17	11	6
	Afrique Subsaharienne	34	23	15
	excl. Nigeria	40	28	18
	Proche Orient/Afrique du Nord	9	7	5
	Amérique Latine et Caraïbes	11	6	4
	Asie du Sud	24	12	6
	Asie de l'Est	11	6	4
Millions de personnes	PED	776	610	443
	Afrique Subsaharienne	194	205	183
	excl. Nigeria	186	197	178
	Proche Orient/Afrique du Nord	32	37	34
	Amérique Latine et Caraïbes	54	40	25
	Asie du Sud	303	195	119
	Asie de l'Est	193	135	82

Cf. annexe 1 pour plus de résultats

Intérêts et limites : la première richesse des projections réalisées par la FAO est le niveau très fin de désagrégation, aussi bien en termes de produits qu'en termes de pays avec une couverture géographique pratiquement totale. Cette étude présente les perspectives mondiales à long terme pour le commerce et le développement durable et analyse les problèmes auxquels l'humanité sera confrontée au cours des trois décennies à venir.
L'objectif était de décrire l'avenir tel qu'il sera probablement, et non tel qu'il devrait être. Ses conclusions ont pour but de sensibiliser les lecteurs aux mesures à prendre pour résoudre les problèmes durables, comme la sous-alimentation et le manque de terres, et d'orienter les politiques correctives et de suggérer des priorités pour les années à venir, au niveau national et international.
L'utilisation simultanée d'outils de modélisation et d'avis d'experts, utilisation rendue quasi obligatoire par le niveau de désagrégation auquel la FAO travaille, constitue le principal avantage et la principale faiblesse de la prospective de la FAO. C'est un atout parce que les modèles assurent la cohérence d'ensemble des avis d'experts pluridisciplinaires, spécialistes reconnus de tel produit, de telle région, de telle discipline. C'est un inconvénient parce que les opinions des experts ne peuvent pas être formalisées. Elles sont variables dans le temps et pas nécessairement compatibles d'un spécialiste à l'autre. De ce fait, les projections de la FAO ne sont pas reproductibles, pas même en faisant varier seulement certains postulats, alors qu'une modélisation plus approfondie et plus complète le permettrait.
De plus, cette étude ne comporte qu'un seul scénario ce qui restreint les projections à un groupe d'hypothèses.

Collomb P. (1999) Une voie étroite pour la sécurité alimentaire d'ici à 2050, FAO Economica, 1999.
Projections à horizon 2050.

Directeur exécutif du Comité International de Coopération dans les Recherches Nationales en Démographie (CICRED). Il a contribué à l'effort de prospective globale de la FAO pour le Sommet mondial de l'alimentation (1996). Ce livre présente une synthèse des travaux menés en vu de sa préparation.

L'objectif de ce travail était d'actualiser les travaux de la FAO pour préparer le Sommet Mondial de l'Alimentation de 1996. Il reprend les résultats obtenus pour dresser une carte du monde à partir de ces données afin d'avoir une image des futurs possibles par pays. Toutefois, il complète les calculs de disponibilité alimentaire de la FAO par une approche en termes de besoins énergétiques. Il établit une carte des régimes alimentaires des populations de la planète et en tire des conclusions sur l'équilibre des situations alimentaires et sur l'évolution des disponibilités alimentaires nécessaires pour satisfaire les besoins en énergie alimentaire de l'humanité. Ce travail lui permet de montrer que subvenir aux besoins de l'humanité d'ici à 2050 n'est pas impossible, et il propose des solutions pour l'avenir tout en rappelant que les solutions habituellement mises en avant pour lutter contre la sous-alimentation ne sont pas efficaces.

La démarche est la suivante, pour chacun des 119 pays pour lesquels suffisamment de statistiques FAO étaient disponibles (ces pays représentaient en 1990 99,6% de la population mondiale) il calcule les besoins énergétiques. Ce qui conditionne ces besoins, c'est la taille et le poids pour 49 %, la structure par âge pour 35 % et l'urbanisation pour 15 %.

Collomb utilise les projections démographiques des Nations Unies pour projeter en 2050 : 1) le nombre total de la population ; 2) les 'structures démographiques' : classes d'âges, taille moyenne (hypothèse : + 1 cm tous les 10 ans, avec un maximum de 175 centimètres), proportion de femmes enceintes, taux d'urbanisation (pour approcher le niveau d'activité physique moyen de la population).
Sur cette base, il calcule (pour chaque pays) les besoins énergétiques alimentaires (BEA) moyens par personne et par jour en 2050.
Il multiplie ces chiffres par 1.3, de manière à avoir une chance raisonnable d'éliminer la sous-alimentation, ce facteur étant censé compenser les inégalités d'accès à la nourriture et le fait que dans son calcul des DEA/personne/jour, la FAO ne prend pas en compte les pertes d'aliments qui interviennent entre l'achat sur les marchés et l'ingestion effective.
Il multiplie encore ces chiffres par 1.783, un facteur représentatif du ratio kilocalories d'origine végétale / kilocalories dans l'assiette, qui est censé assurer une diversité suffisante du régime alimentaire pour couvrir les besoins en vitamines et minéraux.
Il dispose ainsi pour chaque pays d'une estimation des DEA/personne/jour en 2050 permettant de couvrir tout juste les besoins alimentaires, sans sous-alimentation ni carences en micro nutriments.
Il calcule alors quelle augmentation de production de kilocalories végétales sera nécessaire, entre 1995 et 2050, pour que chaque pays puisse couvrir tout juste les besoins alimentaires de sa population à l'horizon 2050.
Il fait ce travail avec 3 scénarios, selon les 3 hypothèses de taux de fécondité retenues par les Nations Unies : 1.6, 2.1 et 2.6.

Principales conclusions :

- ✓ Les besoins énergétiques sont nettement différents selon les pays. Les besoins en énergie alimentaire des pays développés dépassent ceux des pays en développement (2400 kcal/personne/jour pour les nord-américains contre moins de 2150 kcal pour les africains)
- ✓ Les besoins nutritionnels sont en augmentation à cause des évolutions de la structure par âge, notamment en Asie et en Amérique latine.
- ✓ On assiste à l'amélioration de la couverture moyenne des besoins énergétiques de l'humanité. Mais la couverture des besoins nutritionnels est toujours insuffisante en Afrique.
- ✓ En ce qui concerne les projections, ce travail fait des prévisions à 2050. Les besoins caloriques par personne et par jour, pour l'ensemble du monde, devraient augmenter approximativement de 2210 à 2245 kcal entre 1995 et 2050.
- ✓ L'évolution des besoins en énergie devrait être plus faible pour les pays développés (2285 kcal en 1995 à 2295 kcal en 2050). Celle des PED devrait être supérieure et passer de 2190 kcal à 2235.
- ✓ En 2050, les disponibilités alimentaires des PED dépasseront probablement largement, en volume, le niveau des leurs besoins énergétiques. Mais cela ne signifie pas que le taux de personnes sous-alimentées régressera pour autant En considérant les inégalités de distribution, les disponibilités alimentaires par habitant devraient s'élever à 2950 kcal pour assurer la sécurité alimentaire. Mais cela ne renseigne pas sur les mauvaises répartitions (problèmes de malnutrition).
- ✓ Si on tient compte de l'évolution démographique moyenne et de la diversification prévisible des régimes alimentaires, la production de kilocalories végétales qui sera nécessaires pour couvrir tout juste les besoins alimentaires en 2050 devra être multipliée par 2.74 pour l'ensemble des pays en développement, plus de 5 en Afrique, plus de 7 dans les pays où l'alimentation repose essentiellement sur le manioc, l'igname et le taro, pour ne citer que quelques chiffres.

Intérêts et limites : l'originalité de ces travaux réside dans le fait qu'il compare disponibilités alimentaires et besoins en énergie alimentaire afin d'évaluer et de prévoir le taux de couverture des besoins alimentaires. Il introduit aussi les évolutions démographiques mais également les comportements alimentaires pour faire ses projections. Enfin, il tient compte du fait qu'il existe des inégalités de répartition dans certains pays et qu'il y a des pertes dans la distribution des disponibilités alimentaires. Cela lui permet de quantifier l'accroissement en kilocalories végétales qui serait nécessaire pour nourrir le monde, sans sous-alimentation ni carences en micro nutriments. Il a une approche à la fois en termes de sous-alimentation et de malnutrition.

Les faiblesses de ce travail sont, comme l'auteur le souligne lui-même, le manque de données pour faire le lien entre croissance démographique, développement, évolution des ressources naturelles, accès à l'eau potable.

Mais nous pouvons surtout lui reprocher le fait qu'il déclare que la pauvreté est la cause principale de la sous-alimentation mais qu'il n'évalue pas l'effet de l'évolution des revenus sur le taux de couverture des besoins alimentaires. Il semble également oublier dans ses « solutions pour l'avenir » que si la réduction de la pauvreté est un des facteurs de réduction de la sous-alimentation, un des facteurs de réduction de la pauvreté est l'augmentation des revenus.

1.2 Etudes de l'IFPRI

Rosegrant M.W., M.S. Paisner, S. Meijer et J. Witcover (2001). Global food projections to 2020: emerging trends and alternative futures. IFPRI, août 2001.

On s'attend à ce que la population du monde augmente de 5.8 milliards de personnes en 1997 à 7.5 milliards de personnes en 2020. Bien que ces dernières projections de population représentent un ralentissement des évaluations passées, une si grande augmentation absolue de population soulève des inquiétudes sérieuses : est-ce que le système de production du monde pourra alimenter tant de personnes, particulièrement face à une baisse des ressources naturelles. Les fluctuations récentes sur les marchés des céréales montrent à quel point il est inadéquat de faire des prévisions de sécurité alimentaire à long terme, basées sur des tendances à court terme des marchés globaux. En effet, la variabilité d'année en année des prix et des productions, et l'influence que cette variabilité a sur la quantité, peuvent en fait contribuer aux problèmes de long terme de la nourriture.
La vision 2020 de l'IFPRI est un monde où chaque personne a accès à suffisamment de nourriture pour mener une vie saine et productive, où la malnutrition est absente, et où la nourriture provient de systèmes efficaces et peu coûteux, et qui sont compatibles avec l'utilisation des ressources naturelles.
Ce programme a pour objectif de développer et favoriser une vision et un consensus partagés pour les besoins en nourriture, tout en réduisant la pauvreté et en protégeant l'environnement ; de produire de l'information et d'encourager la discussion entre les gouvernements nationaux, les organisations non gouvernementales, le secteur privé et les établissements internationaux de développement.

Objectif de l'étude : afin de comprendre les projections de l'offre et la demande alimentaire, il est essentiel de regarder les principaux facteurs de long terme, tels que le revenu, la croissance de la population, et les changements technologiques de l'agriculture comme les investissements dans la recherche agricole, l'irrigation, les routes, etc. Cette étude explore les futurs alternatifs des marchés de nourriture, avec un scénario de référence 'baseline' et un certain nombre de scénarios alternatifs qui évaluent la flexibilité des marchés de nourriture et la robustesse des résultats de la baseline. Les scénarios alternatifs sont utiles puisque la future situation du monde dépend d'un certain nombre de variables, dont beaucoup sont le résultat de décisions de politique sur l'investissement dans la recherche agricole, l'eau, les terres, les populations et les politiques économiques.
Cette étude a donc pour objectif de projeter à l'horizon 2020, l'offre la demande et les prix des différents produits et pays, ainsi que différents indicateurs de sécurité alimentaire comme la malnutrition des enfants de moins de cinq ans, en fonction des hypothèses émises.

Méthodologie : l'IFPRI explore, par des scénarios alternatifs, les effets de la politique, de la technologie, et des changements de style de vie sur l'alimentation et la pauvreté dans les pays. Les projections concernent l'offre, la demande, le commerce, et les prix à long terme et sont basées sur l'évaluation des facteurs fondamentaux, qui influencent l'évolution des marchés de blé, maïs, riz, soja, racines et tubercules, pétrole, et viandes.
L'IFPRI a fait des projections à horizon 2020 grâce à la version mise à jour du modèle IMPACT (International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade). IMPACT couvre 36 pays ou groupes de pays et 16 produits[6] de base (les céréales, le soja, les

[6] Cf. Annexe 2 pour le détail des 16 produits.

racines et tubercules, les viandes et les produits laitiers). C'est-à-dire à peu prés la globalité de la consommation et de la production animales et humaines mondiales.

Le modèle est spécifié comme un ensemble d'équations d'offre et de demande par pays reliées au reste du monde via le commerce. La demande alimentaire est une fonction des prix des produits de base, du revenu par tête et de la croissance de la population, elle inclue la demande de produits frais et transformés. La demande d'alimentation animale est une fonction du prix de l'aliment de bétail et de l'efficacité nutritionnelle. La production végétale est fonction de la surface et des rendements. La surface dépend du prix à la production, de l'investissement en irrigation et les taux estimés de pertes de terre dues à l'urbanisation ou à la dégradation des sols. Les rendements des cultures sont fonction du prix à la production, du prix des inputs, des investissements en irrigation et de la croissance des rendements due à l'innovation. La croissance des rendements liée à l'innovation est à son tour estimée à partir des avancées en R&D. Il y a d'autres sources de croissance dans le modèle comme les investissements du secteur privé en R&D agricole, l'éducation, les marchés, les infrastructures et l'irrigation.

Les variables qui ont le plus d'influence sur les résultats sont la croissance de la population (données et projections tirées de l'étude des Nations Unies), la croissance du revenu, le taux de croissance des récoltes, la production de bétail, la recherche agricole, l'irrigation et les politiques de prix sur les produits.

Principales conclusions :

Le scénario de référence (baseline) considère la situation alimentaire en 2020 sous l'hypothèse que les gouvernements ne décident aucun changement dans leur politique économique et leurs investissements et que la population croît au taux donné par les projections moyennes des Nations Unies.

✓ Bien que les PED représenteront la plus grosse part de l'accroissement de la demande mondiale de céréales, cette croissance ne sera toutefois pas aussi rapide qu'avant. Du fait d'une croissance plus lente de la population mais aussi de la diversification des habitudes alimentaires. La croissance de la demande de céréales dans les PED devrait baisser de 2.3% par an entre 1974 et 1997 à 1.3% par an entre 1997 et 2020. Néanmoins, l'augmentation absolue de la demande de céréales sur la période considérée devrait être aussi importante que celle de la période précédente du fait que la population est plus importante.

✓ La demande mondiale de viande devrait augmenter de 55% entre 1997 et 2020, la plus forte croissance étant prévue dans les PED. La Chine à elle seule devrait compter pour 40% de cette croissance. La volaille représentera 40% de l'augmentation de la demande de viande d'ici 2020. Cela va entraîner une augmentation des cultures céréalières et particulièrement de maïs pour l'alimentation animale.

✓ On va également assister à une croissance de la demande de racines et tubercules, notamment dans les PED et l'Afrique subsaharienne (manioc, patates douces, ignames). Entre 1997 et 2020, la croissance devrait être de 55% dont 40% en Afrique Subsaharienne et 35% en Asie.

✓ Un des problèmes majeurs pour l'augmentation de la demande de céréales est la limite de l'expansion des terres agricoles notamment dans les PED du fait de l'urbanisation ou de la dégradation des sols. L'Afrique subsaharienne avec 20 millions d'hectares de céréales et l'Amérique latine (+ 8 millions) ont le meilleur potentiel.

✓ De fait, la production de céréales va devoir bénéficier d'une augmentation de productivité. Mais l'augmentation des rendements céréaliers décroît un peu partout dans le monde depuis les années 80 pour diverses raisons. La croissance des rendements céréaliers devrait passer de 1.6% par an entre 1982 et 1997 à 1% entre 1997 et 2020. L'augmentation des rendements sera également nécessaire pour augmenter la production de racines et tubercules dans les PED. Si la surface dédiée à ces cultures va décroître inexorablement dans les pays développés, elle devrait augmenter de 27% en Afrique subsaharienne à l'horizon 2020.
✓ Si la demande des PED ne parvient pas à être satisfaite par leur production, le commerce international va jouer un rôle de plus en plus important dans la fourniture d'aliments. Les producteurs de céréales du nord pourront satisfaire cette demande notamment aux USA et dans l'Union européenne. Les importations nettes de céréales des PED vont plus que doubler d'ici 2020. Cela risque de créer des vulnérabilités dans les pays économiquement faibles face aux pénuries alimentaires. En effet, les prix qui avaient beaucoup baissé ces 20 dernières années ne devraient pas connaître de baisses aussi fortes au cours des 20 prochaines. De plus, des problèmes d'approvisionnement en eau ou autres inputs pourraient pousser les prix à la hausse.
✓ Le nombre d'enfants mal nourris devrait passer de 166 millions à 132 millions entre 1997 et 2020 mais il devrait augmenter de 6 millions (soit +18%) en Afrique subsaharienne.

L'IFPRI a imaginé un ***scénario alternatif pessimiste*** où les hypothèses sont une ***baisse de moitié des terres cultivables et des rendements ainsi qu'une détérioration de la situation sanitaire et sociale dans la zone d'étude.***

✓ La situation serait catastrophique : baisse des revenus, augmentation des importations nettes de nourriture (11 milliards de US$ contre 6.5 milliards US$ en 2020 dans la « baseline »), baisse de 11% de la consommation calorique et augmentation du nombre d'enfants sous-alimentés à 49 millions soit une augmentation de 50% par rapport au niveau de 1997.
✓ Or, pour réduire le nombre d'enfants souffrant de sous-alimentation d'un tiers en 2020 (de 33 à 22 millions) il faudrait que le montant des investissements (routes, irrigations, assainissement, éducation, R&D, etc.) passe de 76 milliards de US$ en 1997 à 183 milliards en 2020 par rapport à la baseline. Les rendements des cultures devraient augmenter de 3% par an et le PIB total d'environ 8 à 10%.

Une ***autre hypothèse*** testée par l'IFPRI est une ***augmentation de la consommation de viande chez les indiens*** liée à l'augmentation de leurs revenus. Par exemple, la consommation moyenne de viande par tête en Inde suite à une amélioration de la prospérité atteindrait 18 kg en 2020 (soit le double par rapport à la baseline mais l'équivalent des niveaux de consommation du Pakistan ou de l'Indonésie).

✓ Cette augmentation de la demande de viande devra être satisfaite par une augmentation de la production intérieure et des importations (1.8 millions de tonnes contre 0.2 dans la baseline).
✓ La demande de céréales pour l'alimentation animale va également pousser la production nationale et les importations (+26 millions de tonnes contre 6 millions dans la baseline). Mais curieusement cela n'aura que peu d'impacts sur les prix internationaux des céréales ou de la viande (baisse de 2% du prix du bœuf entre 1997 et 2020 contre 4% dans la baseline, baisse de 3% contre 8% pour le blé et augmentation de 5% contre une baisse de 1% pour le maïs).

Toutefois, certains avancent qu'en Chine ou en Inde il n'y aura pas autant de facilités à augmenter la production. Donc l'IFPRI a imaginé un ***scénario dans lequel les taux de croissance de la production (augmentation des surfaces et des rendements) baissent plus fortement que dans le scénario de base).***

✓ Dans ce cas, le déficit commercial en céréales de la Chine en 2020 sera de 48 millions de tonnes (contre 89 dans le scénario de référence) et l'Inde atteindrait tout juste l'autosuffisance (contre 30 millions de déficit dans la baseline). Cela induirait un déficit commercial agricole de 9.1 milliards de US$ pour l'Inde et de 33.5 milliards de US$ pour la Chine en 2020.
✓ Les conséquences sur les marchés mondiaux seraient une augmentation de 9% pour les prix du blé et du maïs par rapport à la baseline en 2020 et de 26% pour le riz.
✓ Ce ralentissement de la croissance agricole aurait pour conséquence une augmentation de 2 millions d'enfants sous-alimentés dans le monde en 2020 par rapport au scénario de base si on suppose que ces deux géants asiatiques puissent financer cette augmentation de leur dépendance alimentaire.

Un autre facteur qui peut influer sur les dynamiques alimentaires à long terme est la croissance de la population. Le scénario de base prend comme taux de croissance de la population, les projections des Nations Unies. ***Si au lieu de prendre le taux moyen, on table sur l'hypothèse basse des Nations Unies (7 milliards d'êtres humains en 2020 contre 7.5).***

✓ Dans cette hypothèse, le nombre d'enfants de moins de 5 ans victimes de malnutrition baisse considérablement. Non seulement parce que la population est moins nombreuse mais aussi parce que les prix de la nourriture diminuent et le revenu par tête augmente. Le nombre d'enfants sous-alimentés diminue également plus et pourrait baisser à 102 millions en 2020. Toutefois, si ce nombre diminue fortement en Asie (-25%), il continue d'augmenter légèrement en Afrique subsaharienne (+1 million) mais reste largement inférieur à celui de la baseline.

Un ***cinquième scénario*** envisagé par l'IFPRI est une ***augmentation de l'efficacité du rendement de l'élevage et donc du ratio demande d'alimentation animale /production de viande.***

✓ Sous cette hypothèse le prix de la viande diminue et la consommation augmente.
✓ La demande totale de céréales diminue car les animaux en mangent moins et le prix du maïs baisse de 28% au terme de la période par rapport à la baseline.
✓ Cela favorise la demande humaine et donc les importations, particulièrement en Afrique subsaharienne (+81%) et en Asie du Sud (+89%).
✓ Le nombre d'enfants sous-alimentés baisse de 3 millions dont 1.6 en Afrique subsaharienne en 2020 comparé au scénario de base.

L'hypothèse d'une ***réduction de moitié de la consommation de viande dans les pays développés***

✓ permettrait d'augmenter la consommation par tête de viande (+13%) et de céréales (+1.5%) dans les PED grâce à la baisse des prix qu'elle engendrerait (-22 à -31% pour la viande, -10% pour le maïs et –5% pour le riz). Le nombre d'enfants victimes de sous-

alimentation baisserait de 3.6 millions dans le monde et de 1.2 millions en Afrique subsaharienne.

En ce qui concerne la productivité des cultures, deux scénarios ont été envisagé par l'IFPRI.
Un scénario pessimiste suppose que l'irrigation n'augmente pas ; que les taux de croissance des rendements pour les viandes, le lait et toutes les autres cultures diminuent de 50% dans les pays développés et de 40% dans les PED par rapport au scénario de base.
Un scénario optimiste suppose des gains de productivité, une augmentation de l'irrigation à un taux supérieur de 1% à la baseline et de +20% pour le taux de croissance des rendements dans les pays développés et de +40% dans les PED.

✓ Le scénario pessimiste a pour conséquence de gros problèmes de sécurité alimentaire et une hausse du prix des aliments (+46% pour le riz et +34% pour le maïs). Le contraire se produit dans le scénario optimiste (-30% pour le maïs et -47% pour le riz).

Une hypothèse de ***libéralisation commerciale totale dans l'agriculture*** a aussi été posée.

✓ Elle se traduirait par des hausses de prix modérées par rapport au scénario de référence. Le riz est la céréale qui verrait son prix augmenter le plus (+14% en 2020). Les augmentations sont plus modérées pour le blé (+8%) et le maïs (+9%). Par contre les augmentations de prix pour la viande seraient plus sévères (entre +13 et +19% selon le type de viande).

Intérêts et limites : la présentation détaillée de la structure du modèle IMPACT est intéressante dans la mesure où il peut être considéré comme l'exemple type des modèles mondiaux agricoles en équilibre partiel (et des parties agricoles des modèles mondiaux en équilibre général) utilisés dans les exercices de prospective alimentaire à l'échelle de la planète. De plus, les données couvrent une grande partie des secteurs et des pays.
Cette analyse de la sécurité alimentaire comporte un trop grand nombre de scénario, avec de nombreuses hypothèses pas toujours réalisables.

Rosegrant M.W., X. Cai, et S.A. Cline (2002). World water and food to 2025: dealing with scarcity. IFPRI, 2002.
Rosegrant M.W., X. Cai, et S.A. Cline (2004). Global water outlook to 2025, averting an impending crisis, IFPRI 2004.
IFPRI / IMPACT-Water model
Horizon 2025
115 pays et régions / 281 produits

« D'ici 2025, il est probable que les agriculteurs du monde entier devront produire des aliments pour nourrir huit milliards de personnes et pour y arriver, ils devront disposer de suffisamment d'eau pour leurs cultures. Cependant, les agriculteurs doivent partager les ressources limitées en eau avec l'industrie, les utilisateurs domestiques et l'environnement. Est-ce que l'eau douce disponible arrivera à répondre à la demande croissante des ménages, des industries et de l'environnement sans qu'il manque d'eau pour produire les aliments nécessaires à la population mondiale ? De nouvelles recherches de l'IFPRI indiquent les mesures que les politiciens et les consommateurs d'eau peuvent prendre dès aujourd'hui pour que la rareté de l'eau n'aggrave pas le problème de la faim chez les populations les plus pauvres de la terre. »

Les chercheurs de l'IFPRI ont également étudié les effets d'une réorientation majeure des politiques dans trois domaines :
1- Est-ce qu'une augmentation du prix de l'eau destinée aux utilisateurs domestiques, industriels et agricoles produirait de grandes économies d'eau pouvant être réaffectée pour les besoins de l'environnement (pour le maintien des zones humides et la préservation des écosystèmes aquatiques) ?
2- Si les régions qui surexploitent actuellement les nappes phréatiques réduisaient leur utilisation de cette ressource à un niveau durable, quels seraient les effets de ce changement sur la disponibilité en eau et sur la situation alimentaire ?
3- Est-ce qu'une croissance rapide de la production céréalière pluviale peut compenser la réduction des investissements dans les secteurs de l'irrigation et de l'adduction d'eau ?

Objectif de l'étude : comme pour l'étude précédente, cette analyse projette à l'horizon 2025 l'offre, la demande, le commerce international et les prix de 281 produits agricoles dans 115 pays, la malnutrition des enfants de moins de cinq ans, les disponibilités et la demande en eau, en fonction de différentes hypothèses sur les politiques et la gestion de l'eau.

Méthodologie : Utilisation du modèle IMPACT-WATER qui incorpore le facteur eau dans la fonction de production, la fonction de rendement des récoltes, et dans la détermination de la malnutrition du modèle IMPACT. Ce modèle contient également quatre fonctions de demande en eau : demande en eau irriguée, pour les animaux, à usage industriel et à usage domestique. Voir en Annexe 2 pour plus de détails.
Parmi les treize scénarios alternatifs qui combinent différemment les hypothèses relatives au prix de l'eau, aux investissements dans ce secteur, aux utilisations de l'eau et à leur efficacité nous pouvons retenir les trois principaux :

Scénario « maintien des orientations actuelles » : Hypothèse de baisse des investissements en agriculture et irrigation, croissance de la demande en eau à des fins industrielles dans les PED, croissance de la demande en eau à des fins domestiques à cause de l'augmentation de la population, les agriculteurs augmentent de 4% la quantité d'eau pour l'irrigation et faible

croissance de la production alimentaire (production de céréales en surface irriguées de 300 millions de tonnes en moins par rapport à un approvisionnement adéquat, soit environ la production céréalière des USA en 2000).
Scénario «crise mondiale de l'eau » : réduction importante des dépenses en eau des gouvernements, l'agriculture consomme beaucoup plus d'eau que dans le scénario précédent, l'industrie consomme 33% de plus d'eau que dans le scénario précédent, et la demande en eau domestique est plus élevée.
Scénario « gestion durable des ressources en eau » : augmentation du prix de l'eau pour usages domestiques et industriels, la population consomme 20% de moins d'eau.

Principales Conclusions : les résultats obtenus démontrent qu'une réforme des politiques et des investissements peut être d'une grande importance pour que l'eau soit utilisée de façon plus efficace et plus durable.

✓ Une hausse du prix de l'eau permettrait effectivement d'économiser de l'eau qui pourrait être réaffectée aux besoins de l'environnement, bien qu'une rationalisation simultanée de l'utilisation de l'eau soit cruciale pour que la production alimentaire soit égale à celle du scénario de maintien des orientations actuelles.
✓ L'arrêt de la surexploitation des nappes phréatiques réduirait la production céréalière, particulièrement dans les régions où la surexploitation est plus intense, comme en Chine ou en Inde. Par conséquent, l'ensemble des pays en développement augmenterait ses importations nettes alors que les pays développés augmenteraient leurs exportations nettes.

Les scénarios mettent en valeur trois grandes orientations pouvant être adoptées par les gouvernements nationaux, les donateurs étrangers et les consommateurs d'eau :

✓ Une augmentation des investissements dans les infrastructures conduirait à une disponibilité accrue de l'eau pour les agriculteurs, les ménages et les industriels.
✓ La réforme des politiques et pratiques de gestion de l'eau, ainsi qu'un investissement accru dans les technologies nouvelles et les infrastructures des systèmes existants, permettraient d'améliorer la conservation de l'eau et l'efficacité des systèmes en place.
✓ Une meilleure gestion de l'eau combinée à une réorientation de la recherche et des politiques en faveur de l'agriculture pluviale permettraient d'augmenter le rendement des récoltes par volume d'eau et par surface cultivée.

Dans l'ensemble, la meilleure manière de contrer les effets de la rareté de l'eau consiste à utiliser plus efficacement les ressources actuelles en eau. L'utilisation efficace des eaux d'irrigation peut être améliorée avec des technologies (telles que l'irrigation goutte à goutte et l'agriculture ciblée), par la modification des modes de gestion (notamment en adoptant des systèmes de programmation de l'irrigation en fonction de la demande), ainsi que par des améliorations institutionnelles (comme la création d'associations de consommateurs d'eau efficaces). L'agriculture pluviale semble s'imposer comme l'un des facteurs clés de développement durable des ressources alimentaires et aquifères.

Intérêts et limites : le modèle IMPACT-WATER possède une modélisation plus précise avec le facteur eau, qui est prépondérant dans une analyse alimentaire.
Mais les hypothèses des scénarios sont concentrées essentiellement sur l'eau, il faudrait alors les combiner avec celles concernant les politiques agricoles et/ou alimentaires.

Tableau 2 Scénarios du modèle IMPACT

Scénarios : Groupe/Nom	Abréviation	Description
Benchmark		
Buisiness as usual	BAU	C'est le scénario de référence. Permet des projections des trajectoires futures probables pour l'eau et la nourriture basées sur le passé récent, avec maintien des politiques courantes en matière d'investissements en eau, de prix de l'eau, et de gestion. BAU est utilisé pour comparer tous les autres scénarios, afin de mesurer les effets probables des modifications de politiques spécifiques
Pessimistic/optimistic		
Water crisis	CRI	Hypothèse de détérioration des tendances courantes globales et des politiques dans le secteur de l'eau
Sustainable water use	SUS	Hypothèse d'améliorations globales dans un éventail de politiques et de tendances du secteur de l'eau
Higher water pricing		
Higher water prices	HP	Hypothèse de prix de l'eau plus élevés et d'utilisation de l'eau aussi efficace qu'avec le BAU, et assigne une grande partie de l'eau pour les besoins de l'environnement
Higher water price, lower environmental water share	HP-LENV	Hypothèse de prix de l'eau plus élevés et d'utilisation de l'eau aussi efficace qu'avec le BAU, mais n'assigne pas une partie de l'eau pour les besoins de l'environnement
Higher water price, higher basin efficiency	HP-HE	Hypothèse de prix de l'eau plus élevés et utilisation de l'eau plus efficace par rapport au BAU et assigne une grande partie de l'eau pour les besoins de l'environnement
Higher water price, higher basin efficiency, lower environmental water share	HP-HE-LENV	Hypothèse de prix de l'eau plus élevés et utilisation de l'eau plus efficace par rapport au BAU, mais n'assigne pas de cours d'eau pour les besoins de l'environnement
Environmental flow reservation		
Low groundwater pumping	LGW	Projette les effets de l'élimination globale de la surexploitation des nappes phréatiques.
Higher environmental flow	HENV	Projette une augmentation globale des cours d'eau nécessaires aux besoins de l'environnement sans amélioration de l'efficacité des bassins de fleuve
Higher environmental flow and higher irrigation efficiency	HENV-HE	Projette une augmentation globale des cours d'eau nécessaires pour l'environnement avec amélioration de l'efficacité des bassins de fleuve
Investment and effective rainfall use		
Low investment in irrigation development and water supply	LINV	Projette l'impact d'une hypothèse basse d'investissement en irrigation et d'approvisionnement en eau sur la production de nourriture
No improvement in effective rainfall use	NIER	Projette les effets d'aucune amélioration dans l'utilisation des précipitations
Low investment in irrigation development and water supply but high increases in rainfall area and yield	LINV-HRF	Projette les effets de fortes augmentations des surfaces et des rendements dans les cultures pluviales permettant de pallier une baisse de la production irriguée du fait d'investissements faibles en irrigation et en approvisionnement en eau
Low investment in irrigation development and water supply but high increases of effective rainfall use	LINV-HIER	Projette les effets d'une augmentation de l'utilisation de précipitations visant à pallier une baisse de la production irriguée du fait d'investissements bas en irrigation et en approvisionnement en eau

Delgado C.L., N. Wada, M.W. Rosegrant, S. Meijer, and M. Ahmed. (2003). Fish to 2020 supply and demand in changing global market, IFPRI, 2003.

12 régions / 10 catégories économiques de pêche
(Modèle IMPACT : 36 pays ou région / 22 produits hors pêche)

Cette étude est la première en ce qui concerne les projections des produits alimentaires associés à ceux de la pêche, et donne les résultats pour dix catégories économiques de la pêche dans douze régions du monde. Cette analyse permet de donner des perspectives futures de la pêche, comme par exemple la capacité de l'aquaculture à nourrir plus de monde et donc à endiguer le problème de la malnutrition ou encore ce qu'il adviendra de la pêche de capture dans l'avenir.

Méthodologie : les données proviennent de la FAO, les projections de population des Nations Unies 1998, le PIB de la Banque Mondiale 2002.

Utilisation du modèle IMPACT / 6 scénarios :
Scénario de référence : scénario le plus plausible, scénario conservateur de la pêche de capture, taux de croissance en baisse avec le temps.
Expansion rapide de l'aquaculture : hypothèse de croissance de production, augmentation du rendement global de l'aquaculture de 50% par rapport au scénario de référence.
Production basse de la Chine : la consommation est réduite, les diminutions sont diffusées proportionnellement parmi les produits de la pêche. Tendance à la croissance de la production, les ratios de conversion d'alimentation sont ajustés à la baisse.
Efficacité de la farine de poisson et de l'huile : l'efficacité de conversion d'alimentation pour l'huile et la farine de poisson s'améliore. Le taux de conversion double par rapport au scénario de référence.
Lente expansion de l'aquaculture : tendance à la croissance lente de la production, pour tous les produits de l'aquaculture diminution de 50% par rapport au scénario de base.
Effondrement écologique : taux de croissance annuel de la production de -1% pour tous les produits des pêcheries incluant les farines et les huiles de poisson.

Quatre catégories de poisson : poissons de bonne qualité (comme saumon et thon), poisson de basse qualité (comme le hareng et la carpe), les crustacés et les mollusques. Avec deux catégories de production : pêche de capture et aquaculture.
L'investissement et le changement technologique ont été importants en aquaculture, qui a fourni la majeure partie de la croissance de la production globale au cours des 15 dernières années.

Principales conclusions :
✓ Les populations mangeront en moyenne plus de poisson en 2020, mais les augmentations s'accroîtront plus lentement que dans les deux dernières décennies. Dans le scénario de référence, la consommation de poisson par tête augmentera à un taux de 0.4% par an entre 1997 et 2020, avec une consommation globale qui augmentera de 1.5% par an. C'est en Chine et en Inde que la croissance de la consommation par tête de poisson sera la plus importante avec 1.3% et 0.9% par an. La consommation par tête en Afrique subsaharienne ne devrait pas varier, mais étant donné que la population ne cesse d'augmenter, la consommation de poisson dans la région devrait croître de 2.4%. Les projections pour la baseline indiquent que la croissance de la consommation des pays développés continuera de stagner avec une baisse pour le Japon de -0.3% par an et de petites augmentations aux Etats-Unis (0.7% par

an). De manière générale, la consommation de poisson de bonne qualité augmente beaucoup plus que les autres, et ceci dans tous les pays jusqu'en 2020.

✓ Sous les différents scénarios, l'IFPRI projette que la consommation de poisson par tête devrait être entre 14kg/personne sous le scénario extrême d'effondrement écologique à 19 kg/personne avec un investissement soutenu dans l'aquaculture (17kg/personne pour la baseline).

✓ En comparaison, le taux de croissance de la consommation de poisson de 1.5% par an jusqu'en 2020 sous le scénario de référence, peut être comparé aux taux estimés pour la viande et le lait dans les mêmes conditions. La consommation mondiale de viande devrait progresser avec un taux de 2.1% par an (3% pour les PED et 0.8% pour les pays développés), pour le lait ces taux sont de 1.7% pour le taux de croissance annuel moyen (2.9% pour les PED et 0.6% pour les pays développés). Dans l'ensemble les taux de croissance de consommation de poissons sont semblables à travers les régions aux taux de croissance de viande, sauf pour la Chine qui a une croissance pour la consommation de poissons légèrement plus importante que pour celle de la viande.

✓ Dans la baseline, la croissance de la production sera principalement due à l'aquaculture et aux pays en développement. La pêche de capture dans les pays développés devrait se développer à un taux de 0.1% par an jusqu'en 2020. Ainsi, la part de l'aquaculture dans la production de poissons devrait atteindre 41% en 2020 contre 31% en 1997. L'Asie continuera à être la principale région de développement de l'aquaculture, la Chine devrait passer de 58% en 1997 dans la production de poisson à partir de l'aquaculture à 66% en 2020, la part de la Chine dans la production totale devrait atteindre 41% d'ici 2020 (alors qu'elle n'était que de 10% en 1973 et de 36% en 1997).

✓ Approximativement, un quart de la pêche de capture du monde est qualifié comme sous-exploitée ou modérément exploitée. La production totale de poisson à partir de la pêche de capture devrait atteindre 76.5 millions de tonnes en 2020, contre 56.2 en 1985 et 64.5 en 1997 à partir du scénario de référence. Ce chiffre peut atteindre 53.4 millions de tonnes pour le scénario d'un effondrement écologique à 77,9 dans le scénario d'une expansion lente de l'aquaculture.

Intérêts et limites : cette étude fournit des projections détaillées pour l'ensemble du secteur de la pêche, et les hypothèses associées à ce secteur donnent une analyse différente par rapport aux travaux précédents.
Les scénarios sont indépendants des facteurs prix, et les incertitudes pour la pêche de capture limitent l'analyse, les scénarios n'étant élaborés qu'à partir de l'aquaculture. Alors que des perspectives plus optimistes pour la croissance de la pêche de capture feraient pression vers une diminution des prix du poisson, à l'inverse un scénario pessimiste augmenterait les prix du poisson.
Les effets possibles des changements structurels dans le commerce mondial, comme l'entrée de la Chine à l'Organisation mondiale du commerce (OMC) ne sont pas incorporés dans le modèle, alors que la Chine peut avoir une influence importante dans ce domaine, et donc remettre en cause les résultats obtenus.
L'éventail de chiffres entre les différents scénarios reste important ce qui démontre le caractère peut être incertain des projections.

Quelques résultats :

Tableau 3 Production totale de poisson d'alimentation, 1997 et 2020

	Actuel 1997		Projection 2020		Taux de croissance annuel Projeté 1997-2020 (en %)		
	Million de tonnes métrique	Part de l' aquaculture (%)	Million de tonnes métrique	Part de l' aquaculture (%)	Capture	Aqua-culture	Total
Chine	33.3	58	53.1	66	1.1	2.6	2.0
Asie du Sud-est	12.6	18	17.5	29	0.8	3.6	1.4
Inde	4.8	40	8.0	55	1.0	3.7	2.3
Autre Asie du Sud	2.1	23	3.0	39	0.6	4.0	1.7
Amérique Latine	6.4	10	8.8	16	1.1	3.5	1.4
Asie de l'Ouest et Afrique du Nord	2.2	9	2.8	16	0.6	3.6	0.9
Afrique subsaharienne	3.7	1	6.0	2	2.0	5.8	2.1
Etats-Unis	4.4	10	4.9	16	0.1	2.7	0.5
Japon	5.2	15	5.2	20	-0.3	1.2	0.0
Union européenne 15	5.9	21	6.7	29	0.0	2.1	0.5
Europe orientale Union Soviétique	4.9	4	5.0	4	0.1	0.4	0.1
Autres pays développés	4.8	12	5.8	20	0.5	2.9	0.8
PED	68.0	37	102.5	47	1.0	2.8	1.8
PED hors Chine	34.6	17	49.4	27	1.0	3.6	1.6
Pays développés	25.2	13	27.6	19	0.1	2.1	0.4
Monde	93.2	31	130.1	41	0.7	2.8	1.5

Source : Model IMPACT, IFPRI, juillet 2002

Tableau 4 Projections de la production totale de poisson d'alimentation selon les scénarios, 2020

	Actuel 1997	Baseline	Expansion rapide de l' aquaculture	Production basse de la Chine	Efficacité de la farine et l'huile de poisson	Lente expansion de l' aquaculture	Effondre-ment écologique
Chine	33.3	53.1	61.7	45.7	53.3	46.1	47.7
Asie du Sud-est	12.6	17.5	19.5	17.5	17.6	16.2	13.5
Inde	4.8	8.0	9.8	8.0	8.0	6.7	6.8
Autre Asie du Sud	2.1	3.0	3.5	3.0	3.0	2.6	2.5
Amérique Latine	6.4	8.8	9.4	8.8	8.9	8.5	6.1
Asie de l'Ouest et Afrique du Nord	2.2	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.1
Afrique subsaharienne	3.7	6.0	6.0	6.0	6.1	6.0	3.0
Etats-Unis	4.4	4.9	5.1	4.9	4.9	4.8	4.2
Japon	5.2	5.2	5.1	5.2	5.2	5.2	4.8
Union européenne 15	5.9	6.7	7.0	6.7	6.8	6.5	6.0
Europe orientale Union Soviétique	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	4.2
Autres pays développés	4.8	5.8	6.1	5.8	5.8	5.5	4.7
PED	68.0	102.5	116.2	95.1	103.0	92.0	84.3
PED hors Chine	34.6	49.4	54.5	49.4	49.7	45.9	36.6
Pays développés	25.2	27.6	28.3	27.6	27.8	27.1	23.9
Monde	93.2	130.1	144.5	122.7	130.8	119.1	108.2

Source : Model IMPACT, IFPRI, juillet 2002

Tableau 5 Consommation par tête de poisson d'alimentation sous différents scénarios de production, 2020

	Actuel 1997	Baseline	Expansion rapide de l' aquaculture	Production basse de la Chine	Efficacité de la farine et l'huile de poisson	Lente expansion de l' aquaculture	Effondre-ment écologique
Chine	26.5	35.9	41.0	30.9	36.1	32.1	30.4
Asie du Sud-est	23.0	25.8	28.5	25.8	26.0	23.7	21.7
Inde	4.7	5.8	6.5	5.8	5.9	5.3	4.8
Autre Asie du Sud	6.0	6.1	6.8	6.1	6.2	5.6	5.2
Amérique Latine	7.8	8.6	9.4	8.6	8.7	7.9	7.3
Asie de l'Ouest et Afrique du Nord	6.2	6.4	7.1	6.4	6.4	5.8	5.4
Afrique subsaharienne	6.7	6.6	7.6	6.7	6.7	5.9	5.5
Etats-Unis	19.7	19.7	20.8	19.6	19.8	18.8	15.2
Japon	62.6	60.2	63.3	60.0	60.3	57.8	50.9
Union européenne 15	23.6	23.7	25.1	23.6	23.8	22.7	18.9
Europe orientale Union Soviétique	10.6	11.6	12.0	11.5	11.7	11.3	8.6
Autres pays développés	14.7	14.0	14.8	13.9	14.0	13.4	10.9
PED	14.0	16.2	18.2	15.0	16.3	14.6	13.6
PED hors Chine	9.2	9.9	11.1	10.0	10.0	9.1	8.3
Pays développés	21.7	21.5	22.6	21.3	21.5	20.6	17.0
Monde	15.7	17.1	19.0	16.1	17.2	15.7	14.2

Source : Model IMPACT, IFPRI, juillet 2002

Von Braun J., M.W. Rosegrant, R. Pandya-Lorch, M.J. Cohen, S.A. Cline, M. Ashby Brown, et M. S. Bos (2005). New Risks and Opportunities for Food Security: Scenario Analyses for 2015 and 2050. IFPRI 2020 Discussion Paper 39.

Etant donné le nombre de personnes souffrant de malnutrition dans les pays en développement et les risques de plus en plus complexes de la sécurité alimentaire, les pouvoirs publics sont confrontés à de nombreux problèmes. Pour vaincre la faim dans le monde, les pays ont besoin de plus d'investissements et d'innovations dans le secteur agricole, et qu'ils soient également mieux adaptés à la situation de chacun d'entre eux.

Méthodologie : Le modèle de l'IFPRI pour l'analyse des politiques des produits agricoles et du commerce (IMPACT) propose des approches de gestion des risques par des actions appropriées de politiques. En projetant des scénarios globaux de nourriture à horizon 2050, le modèle IMPACT explore les implications potentielles de l'inaction et de l'action des politiques, ainsi que les effets sur la malnutrition dans les PED, les cours des matières premières, la demande, les rendements céréaliers, la production, et le commerce. Cet article présente trois scénarios :

Progressive policy actions scenario : croissance agricole et développement rural. Les investissements publics des PED et les dépenses publiques pour l'agriculture et le développement rural augmentent entre 2005 et 2015 et se stabilisent ensuite. Les dépenses d'investissements en éducation, services sociaux et santé augmentent. Le taux d'amélioration des technologies agricoles est élevé dû à l'investissement accru dans la R&D agricole. L'efficacité d'irrigation et l'efficacité d'utilisation de l'eau s'améliorent dans ce scénario, et le taux d'expansion de l'irrigation va de moyen à élevé. En outre, l'aide à la production dans les pays riches diminue sensiblement, tombant à la moitié des niveaux courants en 2010, et à la moitié de ce niveau en 2020.

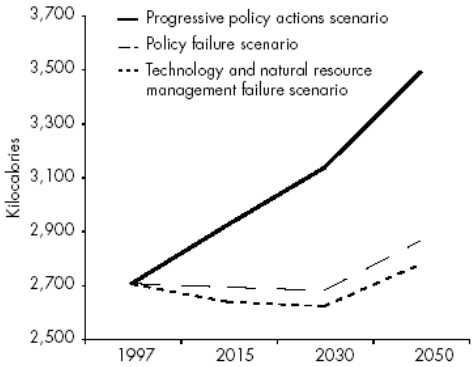
Policy failure scenario : Dans le scénario d'échec des politiques, on envisage des conflits commerciaux et politiques, sans progrès aux négociations commerciales agricoles multilatérales et des niveaux élevés de restrictions commerciales dans le monde entier. Diminution de la croissance des rendements pour toutes les récoltes et la pêche, et diminution de la croissance du bétail. Les politiques qui mènent à la libéralisation du commerce mondial stagnent et croissance lente des importations nettes des PED. Les investissements dans les services sociaux et dans la recherche et développement agricoles sont faibles. Croissance plus élevée de la population qu'avec le scénario précédent.

Technology and natural resource management failure scenario : une mauvaise gestion de l'irrigation, un manque d'adaptation au changement climatique, et des problèmes de parasites dans l'agriculture caractérisent ce scénario. Les investissements agricoles sont faibles, ils n'encouragent pas le développement de nouvelles technologies agricoles et contribuent au manque d'amélioration d'efficacité d'utilisation de l'eau. Les investissements dans beaucoup de secteurs, y compris l'éducation, les services sociaux, et la santé, sont faibles dans les PED. Croissance faible du revenu des PED et croissance modérée du revenu des pays industrialisés.

Principales conclusions :

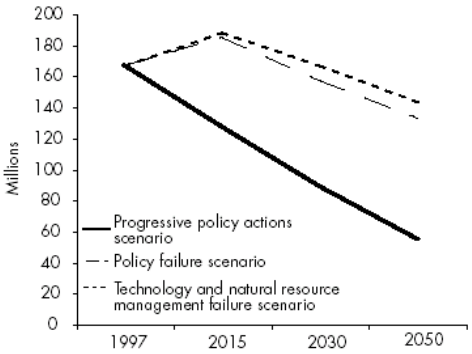
✓ Pour le scénario d'actions de politique progressive, les investissements en développement rural, santé, éducation et R&D agricole dans les PED permettent de réduire de beaucoup l'insécurité alimentaire. Le nombre d'enfants souffrant de sous-alimentation dans ces régions diminue de 100 millions dans les 50 prochaines années, et la Chine et l'Amérique latine éliminent pratiquement la malnutrition. Poussés par l'innovation et l'amélioration des infrastructures, la production et les rendements des cultures augmentent dans les PED. Le revenu moyen dans ces pays augmente également ce qui permet un accroissement de la demande de produits tels que la viande, les produits laitiers, les fruits et légumes et la consommation calorique dépasse les 3400 kcal par jour et par personne.

Figure 8—Projected daily calorie consumption in developing countries, all scenarios



Source: IFPRI IMPACT projections 2004.

Figure 9—Projected child undernourishment in developing countries, all scenarios



Source: IFPRI IMPACT projections 2004.

✓ Dans le scénario échec des politiques, cette impasse dans la libéralisation commerciale agricole contribue au déficit croissant de nourriture dans les PED. Le niveau du solde commercial céréalier des PED demeure négatif à cause de la détérioration des termes de l'échange et du ralentissement de la croissance des revenus. La consommation calorique stagne et se stabilise juste au-dessus du minimum vital même après 2030. Pour compenser la faiblesse des rendements et répondre à la croissance de la population, l'agriculture 's'extensifie'. Les prix baissent mais la demande stagne. Le nombre d'enfants mal nourris augmente dans les PED entre 1997 et 2015 et ne décroît que faiblement par la suite.

✓ Enfin, pour le scénario d'échec dans la gestion des technologies et des ressources naturelles, la croissance des rendements chute, forçant les agriculteurs à se déplacer vers des zones marginales et beaucoup moins productives. L'accroissement des surfaces ne compense pas la baisse des rendements et pose des problèmes écologiques. Les prix des céréales et de la viande montent en flèche jusqu'à 2030 puis diminuent petit à petit. La consommation calorique ne change pas entre 1997 et 2050 et reste en moyenne au niveau du minimum vital. Toutefois, beaucoup de personnes ne parviennent même pas à ce niveau. La malnutrition des enfants ne parvient pas à être enrayée et reste à un niveau très élevé dans les PED.

Figure 17—Projected world maize price, all scenarios

Source: IFPRI IMPACT projections 2004.

Figure 4—Projected cereal yields in developing countries, all scenarios

Source: IFPRI IMPACT projections 2004.

Intérêts et limites : Cette analyse repose sur trois scénarios de politique assez distincts dont on ne sait s'ils seront possibles, mais permet pour la première fois dans les études de l'IFPRI de faire des projections selon un changement de politique. Les projections à l'horizon 2050 semblent présenter des prévisions selon une même tendance que 2030, c'est à dire un prolongement du scénario prévu pour 2030, et semblent peu réalisables.

2- LES ETUDES COMPLEMENTAIRES

Il nous a semblé intéressant, parallèlement à la présentation des études de prospective alimentaire correspondant aux termes de référence, d'exposer d'autres analyses permettant d'approfondir certains points comme les évolutions démographiques, les changements des comportements alimentaires, l'évolution de l'agriculture à plus court terme, le commerce ou même les évolutions environnementales et géopolitiques. Ceci afin de montrer si les travaux de prospectives formulent des hypothèses cohérentes ou si des développements peuvent y être apportés afin de mieux prendre en compte les changements probables.

2.1 Les études à plus court terme ou 'incomplètes'

United State Department of Agriculture/Economic Research Service (USDA/ERS, 2005b). Food Security Assessment.GFA-16. Mai 2005, USDA/ERS.
Horizon 2014

La sécurité alimentaire, mesurée par le nombre de personnes sous-alimentées, s'est améliorée légèrement en 2003 comparé à 2002 dans les 70 pays à faible revenu étudiés dans ce rapport. De façon générale, le nombre estimé de personnes consommant moins de nourriture que recommandé a chuté de plus de 1 milliard en 2002 à un peu plus de 900 millions en 2003 dans ces pays.

A l'approche de 2015, est-ce que le projet ambitieux établi par le Sommet mondial de l'alimentation en 1996 de réduire de moitié la faim dans le monde sera réalisable ? Selon les projections de l'ERS, le nombre de personnes situées au-dessous de la limite nutritionnelle en 2014 sera d'environ 27% plus faible que l'évaluation de 2004.
Un des derniers rapports de la FAO, (l'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, 2004), déclare que le nombre de personnes souffrant de malnutrition dans les pays en voie de développement a augmenté depuis la deuxième moitié des années 90. Selon ce rapport, le nombre de personnes mal nourries a été estimé à 852 millions entre 1999 et 2001. Selon cette évaluation, environ 95 % étaient dans les pays en voie de développement. Le rapport prouve que la malnutrition a diminué en Asie et en Amérique latine, mais a augmenté au Moyen-Orient, en Afrique du Nord, et en Afrique subsaharienne.

Objectif de l'étude : à partir d'une projection de la population, cette étude consiste à faire des projections du nombre de personnes qui ne pourront pas répondre à leurs besoins alimentaires. Les variables utilisées sont l'offre alimentaire domestique, qui est la somme de la production nationale et l'aide aux importations commerciale et alimentaire, la disponibilité en nourriture, qui représente l'offre alimentaire moins l'utilisation non alimentaire telle que l'alimentation et la perte, la dépendance aux importations, qui est le rapport des importations alimentaire sur l'offre alimentaire et la consommation alimentaire qui est égale à la disponibilité en nourriture.

Méthodologie : les produits couverts dans ce rapport sont les grains, les racines, et un groupe appelé 'autre'. Les trois groupes de produits expliquent 100 % de toutes les calories consommées dans les pays de l'étude et sont exprimés en équivalent grain. La conversion est basée sur la teneur en calories. Par exemple : le grain a approximativement 3.5 calories par gramme et les tubercules ont environ 1 calorie par gramme. Une tonne de tubercules est donc

équivalente à 0.29 tonne de grain, et une tonne d'huile végétale (8 calories par gramme) est équivalente à 2.29 tonnes de grain.
La consommation de nourriture et l'accès à la nourriture sont projetés dans 70 pays en voie de développement à faible revenu : 37 pays en Afrique subsaharienne, 4 en Afrique du Nord, 11 en Amérique latine et Caraïbes, 10 en Asie, et 8 dans les états indépendants du Commonwealth. Les projections sont basées sur des données des années 2001-2003. Les prévisions sont faites pour les années 2009 et 2014. Les projections de manque de nourriture pour les pays de l'étude pour 2014 sont basées sur des différences entre les objectifs de consommation et les évaluations de la disponibilité en nourriture, qui est l'approvisionnement domestique (production plus aides aux importations commerciales et alimentaires) sans l'utilisation non alimentaire. Les manques estimés sont employés pour évaluer la sécurité alimentaire des pays de l'étude.
Les manques en nourriture sont calculés en utilisant deux objectifs de consommation : (i) Maintien de la consommation par tête ou statu quo (SQ), qui est la consommation par tête de nourriture aux niveaux de 2001-2003. (ii) Répondre aux exigences alimentaires (NR), qui est la différence entre la nourriture disponible et la nourriture répondant aux normes alimentaires par tête. La comparaison des deux mesures, pour les pays, régions, ou l'agrégat, indique les deux aspects différents de la sécurité alimentaire : stabilité de la consommation et respects des normes alimentaires.
Les projections de la disponibilité de nourriture ne tiennent pas compte des problèmes d'insécurité alimentaire dus aux difficultés de distribution de produits alimentaires dans un pays. Bien que le manque de données soit un problème important, une tentative a été faite dans ce rapport pour projeter la consommation de nourriture par différents groupes de revenu basés sur des données de répartition des revenus pour chaque pays. Le concept revenu-consommation a été employé pour assigner le niveau de disponibilité de nourriture parmi différents groupes de revenu.

Pour les productions alimentaires, les données proviennent de la base de données de l'USDA d'octobre 2004, avec des données supplémentaires de la FAO et du World Food Program (WFP). Les données financières et macroéconomiques sont basées sur les dernières données de la Banque Mondiale.

Principales conclusions

✓ Pour l'Afrique du Nord la consommation par tête de la région reste stable au cours des dix prochaines années avec un léger déclin en Egypte. La consommation de calories, en moyenne, est bien au-dessus de la condition alimentaire de 2100 calories par jour. Bien qu'on projette que la croissance de la production ralentisse relativement à la période historique, l'offre de nourriture sera ajustée pour répondre aux exigences alimentaires dans la décennie suivante. Les importations contribuent environ à 45% des approvisionnements alimentaires aujourd'hui et on projette que la part augmente à 57% en 2014. Par conséquent, l'état des économies de ces pays et le potentiel d'exportation jouent un rôle principal dans les perspectives de sécurité alimentaire.

✓ L'étude projette que la consommation par tête augmente nominalement pour la décennie suivante en Afrique subsaharienne. Cependant, au niveau national, elle diminuera dans 16 des 37 pays. On projette que le nombre de personnes affamées dans la région monte de 333 millions en 2004 à 383 millions en 2014. Ceci signifie que la moitié de la population de la région consommera moins que leurs conditions alimentaires actuelles tout au long de la décennie suivante.

✓ En Asie, on projette que le nombre de personnes sous-alimentées diminue de 664 millions en 2004 à 354 millions en 2014 (soit une baisse de 37% à 17% en 10 ans). L'Inde explique

presque toute cette diminution grâce à un ralentissement de la croissance de la population et une croissance régulière de production avec comme conséquence une augmentation de la consommation de tête. Le pays le plus vulnérable dans la région est l'Afghanistan, où on projette que 60% de la population souffrent de la faim en 2014.

✓ Pour l'Amérique latine et les Caraïbes, on projette que la sécurité alimentaire s'améliore au cours des 10 années à venir, avec une diminution du nombre de personnes sous-alimentées de 82 millions en 2004 à 47 millions en 2014. Les importations de nourriture remplaceront de plus en plus la production nationale. Haïti, Honduras, et le Nicaragua, sont les pays peu sûrs en matière de sécurité alimentaire dans la région, et sont susceptibles de continuer à nécessiter l'aide alimentaire.

✓ En ce qui concerne les états indépendants du Commonwealth, l'étude projette que seul le Tadjikistan souffre de pénurie alimentaire dans cette région, mais on projette que l'accès à l'alimentation pourrait devenir un problème pour les plus bas revenus en Ouzbékistan au cours des 10 prochaines années. Les personnes souffrant de sous-alimentation augmenteront de 2 millions en 2004 à 12 millions en 2014.

✓ Les facteurs principaux qui influencent la disponibilité en nourriture des pays à bas revenus sont la production nationale, les aides aux importations, le commerce alimentaire.

✓ Les gains de rendement sont attribués principalement à l'engrais et l'eau (par irrigation), pour le reste à l'amélioration génétique. Cependant dans les pays avec une nourriture non 'saine', l'expansion des terres joue un rôle principal dans la croissance de la production alimentaire. C'est le cas par exemple de l'Afrique subsaharienne où la croissance des rendements était négligeable (les rendements équivalent aujourd'hui à 1/3 seulement de la moyenne mondiale).

✓ L'instabilité politique joue sur la sécurité alimentaire, la situation se retrouvant moins critique lorsque les pays peuvent importer la demande exigée. Le problème reposant sur une contrainte financière, c'est à dire que ces pays dépendent des importations non seulement pour la nourriture, mais également pour d'autres produits essentiels comme les engrais, les carburants, la médecine ou encore les produits essentiels à la fabrication. Ces produits non alimentaires représentent alors une grande part dans les importations et sont nécessaires à la sécurité alimentaire.

✓ L'aide alimentaire a été une solution par laquelle la communauté internationale améliore l'accès à la nourriture, et réduit la malnutrition dans les pays à bas revenu. Cette aide est d'ailleurs prise en compte dans les projections de disponibilité de nourriture dans les pays, sous l'hypothèse que chaque pays recevra le niveau 2001-2003 moyen de l'aide alimentaire tout au long de la décennie suivante.

Intérêts et limites : il n'y a pas de scénario proprement dit pour cette étude, se sont plus des prévisions de la tendance actuelle que des projections.
Cette étude reste basée sur la sécurité alimentaire et projette seulement la quantité de nourriture disponible en 2014 en fonction des importations et de la production. Elle est donc restrictive autant au niveau des projections qu'au niveau des pays puisqu'elle ne prend en compte que 70 pays en développement à bas revenu.

Griffon M. (2005a). La planète pourra-t-elle nourrir dix milliards d'hommes ? In Mazoyer M. et L. Roudart (2005). La fracture agricole et alimentaire mondiale - Nourrir l'humanité aujourd'hui et demain. Encyclopaedia universalis, pp. 95-110.

On décompte encore 850 millions de personnes sous-alimentées, soit près d'un habitant sur sept, et un habitant sur cinq vit avec moins de un euro par jour. De plus, la population devrait passer de 6 à environ 9 milliards d'habitants pendant le prochain demi-siècle. La question de l'insuffisance de la production pour faire face aux besoins est aujourd'hui d'actualité puisque la consommation humaine pourrait atteindre un jour les limites des capacités productives des écosystèmes terrestres. Comment l'humanité, comment chaque grande région, chaque pays et chacun pourront-ils faire face à l'augmentation des besoins alimentaires ?

La transition démographique devrait aboutir à un plafonnement de la population mondiale au cours du 21ème siècle. Et selon les hypothèses de Collomb (1999) : toutes les populations atteindraient la quantité d'énergie qui est nécessaire pour mener une vie saine et productive, et un niveau de diversification alimentaire correspondant au moins au niveau mondial moyen de la fin du 20ème siècle.

✓ Calculés en kilocalories, pendant les cinq décennies qui viennent, les besoins devraient être multipliés par 2.3 en Asie, 1.9 en Amérique latine et dans les Caraïbes, et 5.3 en Afrique, tandis que l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient devraient voir leurs besoins multipliés par 2.5 à 3. Ces données par continent varient beaucoup par pays. Par exemple, le Ghana et la Côte d'Ivoire devraient décupler leurs besoins, et l'Ethiopie les multiplier par 15.

✓ Pour aller vers une alimentation plus satisfaisante, ce sont les pays qui ont une nourriture de base constituée principalement de racines et tubercules (manioc, igname) qui auraient le plus gros effort à faire : multiplier la production végétale par plus de 7. Suivraient les pays du tropique où l'alimentation est à base de céréales (mil, millet, sorgho) en multipliant la production par près de 5. Les pays vivant à base de riz (Asie principalement) auraient à multiplier la production par environ 2.4 et les pays vivant à base de maïs (Amérique latine) par près de 2, ceci à structures d'échanges et prix inchangés.

✓ Parmi les sous-alimentés, les trois quarts (soit environ 600 millions) sont des ruraux vivant en très grande partie de l'agriculture. Faire disparaître la sous-alimentation et la pauvreté, c'est donc d'abord faire en sorte que tous ceux qui vivent de la terre puissent en obtenir une nourriture suffisante et contribuer à la production alimentaire pour tous les autres.

✓ Selon la FAO, le nombre de sous-alimentés tendrait à augmenter de nouveau ces dernières années. Ainsi pour faire face à l'accroissement des besoins comme défini ci-dessus, l'agriculture devra donc à la fois étendre son emprise sur l'espace encore disponible et accroître les rendements par hectare cultivé. La FAO considère qu'une grande partie des surfaces potentiellement utilisables de la planète est en réalité déjà cultivée, et qu'il faudrait répondre aux besoins supplémentaires par une contribution provenant seulement pour un tiers de l'accroissement des surfaces et pour deux tiers de l'accroissement des rendements.

Les différents scénarios possibles pour augmenter la production :

Un accroissement des surfaces sans changement de technologie : il faudrait étendre les terres cultivées à la totalité de la forêt tropicale humide ce qui entrainerait des conséquences environnementales dramatiques, ainsi qu'un gaspillage des ressources puisque le niveau de rendement alimentaire resterait relativement faible.
Un accroissement des rendements : scenario nécessaire et plus réaliste. En Asie, de nombreuses difficultés apparaissent dues à la salinisation des sols et des rendements déjà élevés. En Afrique du Nord, les surfaces pluviales et irriguées sont presque épuisées, il faudrait alors utiliser des techniques d'économie d'eau. En Afrique subsaharienne, l'irrigation est encore mal maitrisée et coûteuse donc elle devra fournir le plus gros effort. Il faudrait donc établir des politiques de soutien pour améliorer les techniques, ce qui reste difficile. En Amérique latine, les surfaces pluviales et les ressources en eau sont abondantes, l'effort productif y sera assez facilement réalisable.

L'Asie et l'Afrique du Nord et Moyen-Orient pouvant connaître un fort déficit alimentaire, les échanges internationnaux pourront-ils assurer la sécurité alimentaire partout dans le monde ? Peut-on établir un équilibre mondial ? Sur ce point le Brésil pourrait devenir un géant exportateur d'aliments de base (maïs, soja, riz) et d'autres aliments (fruits, viande de volaille), l'Argentine est dans une situation proche de celle du Brésil.
Les grands pays céréaliers comme l'Australie et le Canada disposent également de grandes surfaces productives mais sont limités par des contraintes climatiques et de coût de production les rendant moins compétitifs. Les Etats-Unis et l'Europe sont également peu compétitifs. La Russie et l'Ukraine pourraient créer la surprise en bénéficiant de gains élevés de productivité et donc pourraient devenir exportateurs de céréales.

Les techniques permettant d'assurer la production nécessaire tout en ménageant l'environnement:
***Une Révolution Verte renforcée* :** avec des variétés végétales à très hauts rendements et apports d'engrais élevés, donc des techniques sophistiquées et des coûts élevés, ce qui n'est possible que pour les grandes exploitations.
Une utilisation intensive de l'ensemble des fonctionnalités écologiques des écosystèmes : comme l'abandon du labour et l'utilisation de plantes de couverture ou de paillage protégeant les sols contre l'érosion et fournissant l'essentiel de la fertilité au Brésil, ces techniques peuvent alors permettre des accroissements importants de rendement et des économies de coûts de production, ce qui les rend accessibles pour les pauvres.
Une production de biocarburants à partir d'alcool et d'esters provenant des céréales et des plantes sucrières ou oléagineuses : le problème est que les quantités demandées seraient d'une telle ampleur que se serait néfaste pour les bassins forestiers d'Amazonie et du Congo.
***Une utilisation des OGM* :** à condition qu'on cherche à étendre à d'autres plantes des fonctionnalités biologiques écologiquement utiles et sans danger, les OGM pourraient avoir leur place.

Enfin pour savoir de quelle surface de production nous aurons besoin, nous devrons connaître le poids qui est donné à la viande dans l'alimentation. Si l'espèce humaine devient plus carnivore, il faudra étendre beaucoup l'espace productif pour nourrir les animaux d'élevage ; si elle évolue vers des régimes plus végétariens, beaucoup d'écosystèmes tropicaux pourront être épargnés. Se pose alors le problème du contenu et de la qualité de l'alimentation.

En conclusion, nourrir correctement à long terme la population humaine impose de trouver des solutions à deux grands ensembles de problèmes. Tout d'abord, réduire la pauvreté, donc les inégalités de répartition des moyens d'existence dans les sociétés. Ensuite, faire de l'agriculture une activité qui puisse à la fois produire des aliments, produire de l'énergie, et conserver un mode de fonctionnement viable des écosystèmes, c'est-à-dire gérer les disponibilités en eau, la diversité biologique des milieux, les cycles écologiques des éléments nutritifs, gérer le cycle du carbone de manière à contribuer à la réduction de l'effet de serre, et en réduire les pollutions. Il s'agit là sans conteste d'un des plus grands enjeux planétaires des cinq premières décennies du nouveau siècle.

Griffon M. (2003). Evolution des échanges agricoles et alimentaires mondiaux : Quels problèmes en perspective ? Agrobiosciences, septembre 2003.

1960 : 3 milliards d'habitants, 2000 : 6 milliards d'habitants, 2050 : 9 milliards d'habitants.
Comment nourrir les 3 milliards d'habitants supplémentaires, tout en gérant les grands problèmes écologiques mondiaux (comme effet de serre, maintien de la diversité biologique) ?
Sur les 1.3 milliard de producteurs agricoles dans le monde, 600 millions d'entre eux n'arrivent pas à s'alimenter suffisamment. Au total 800 millions de personnes souffrent de sous-alimentation.

- ✓ Les PED consommeront plus de légumes et de viandes et moins de féculents et de grains de base. Pour faire 1 calorie de viande de volaille il faut 3 calories de céréales et pour une calorie de viande de bœuf 7 calories de céréales. La consommation de viande multiplie donc les besoins en productions végétales et donc en terres et rendement.

- ✓ L'Asie va rassembler plus de la moitié des 3 milliards d'habitants supplémentaires. Cf. Lester Brown : la Chine va devenir l'atelier productif des industries du monde du futur et le plus grand importateur mondial d'aliments.

- ✓ Mais l'Inde est déjà importatrice, et a des rendements plus élevés que la chine.

- ✓ L'Amérique latine a beaucoup de surfaces disponibles, des ressources en eau, un climat favorable et de la main d'œuvre donc de grandes possibilités d'exploitation dans les années à venir pour le Brésil et l'Argentine.

2.2 Les évolutions démographiques et des comportements alimentaires

Nations Unies (UN 2005b). World Population Prospects: The 2004 Revision. Highlights. ESA/P/WP.193. 23 février 2005. United Nations, New York.

Horizon 2050
Monde

La révision 2004 est le 19ème exercice officiel des Nations Unies d'estimations et de projections de population. C'est le premier exercice à tenir compte des résultats complets sur le recensement de la population en 2000.
Cette étude des Nations Unies estime que la population mondiale pourrait augmenter de 2.6 milliards d'habitants dans les 45 prochaines années, pour passer de 6.5 milliards aujourd'hui à 9.1 milliards d'habitants en 2050. L'essentiel de cette croissance se concentrera dans les pays en développement, où la population passerait de 5.3 milliards d'habitants à 7.8 milliards en 2050. Parallèlement, la population des régions les plus développées resterait pratiquement inchangée avec 1.2 milliard d'individus.
Dans les pays développés les taux de fertilité ne permettent pas le renouvellement des générations et il est probable que cette situation perdure jusqu'en 2050. Les taux de fertilité restent toujours élevés dans les pays les moins avancés (PMA) mais ont tendance à décroître. Dans le reste des PED, il pourrait baisser jusqu'à ne plus assurer le renouvellement des générations à partir de 2050.
La mortalité dans les pays les plus développés est faible et continue à baisser alors qu'elle n'a que peu évolué et aurait même tendance à s'accroître dans nombre de pays en transition du fait de la détérioration des conditions sociales et de la pandémie de SIDA. La mortalité diminue dans la plupart des PED sauf ceux touchés par le SIDA où elle aurait tendance à augmenter. Toutefois, l'apparition et la dissémination des traitements antirétroviraux ont permis de diminuer les niveaux futurs de mortalité.

Principales conclusions sur les tendances démographiques présentes et futures :

- ✓ La population mondiale atteindra 6.5 milliards d'habitants d'ici juillet 2005, soit 380 millions de plus qu'en 2000, ce qui représente une croissance annuelle de 76 millions d'habitants.

- ✓ Ces estimations reposent sur une baisse du taux de fécondité à deux enfants par femme d'ici 2050. Toutefois, si le taux de fertilité moyen se maintenait au taux actuel de 2.6 enfants par femme, la population mondiale atteindrait 10.5 milliards d'ici 2050. Par contre, selon une hypothèse basse, un taux de fertilité de 1.5 enfants par femme nous amènerait à une population de 7.7 milliards d'habitants en 2050.

- ✓ Alors que la population des pays développés resterait inchangée entre 2005 et 2050, celle des pays les moins avancés devrait plus que doubler pour passer de 0.8 à 1.7 milliards d'habitants entre 2005 et 2050. La croissance démographique dans le reste du monde en développement sera également conséquente, bien que moins rapide que dans les pays les moins avancés, pour passer de 4.5 à 6.1 milliards de personnes dans la même période.

- ✓ La population des pays suivants pourrait tripler selon les estimations: Afghanistan, Burkina Faso, Burundi, Tchad, Congo, République démocratique du Congo (RDC), Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Niger, Ouganda et Timor Oriental.

- ✓ La population de 51 pays, parmi lesquels l'Allemagne, l'Italie, Japon, et la plupart des états de l'ancienne URSS pourrait être inférieure en 2050 à ce qu'elle est en 2005.

- ✓ Pendant la période 2005-2050, les huit pays suivants concentreront, d'après les estimations, 50% de la croissance démographique: Inde, Pakistan, Nigeria, RDC, Bangladesh, Ouganda, États-Unis d'Amérique, Éthiopie, Chine.

- ✓ La durée de vie moyenne mondiale, qui après être passée de 46 ans en 1950-1995 à 65 ans en 2000-2005 pourrait atteindre 75 ans en 2045-2050. Dans les pays les plus développés, cette moyenne devrait s'établir à 82 ans, 67 ans dans les PMA et 76 ans dans les PED.

- ✓ L'impact de la pandémie de SIDA est évident en termes de mortalité et de morbidité et de ralentissement de la croissance de la population. Les pays d'Afrique du Sud les plus touchés par la maladie ont vu leur espérance de vie diminuer de 62 à 48 ans entre 1990-95 et 2000-2005, de fait la croissance de la population devrait stagner entre 2005 et 2020.

- ✓ La conséquence de la baisse de la fertilité et de l'allongement de la durée de la vie est le vieillissement de la population. Dans le monde, le nombre de personnes de plus de 60 ans devrait tripler entre 2005 et 2050.

- ✓ Enfin entre 2005 et 2050 le nombre net de migrants vers les pays les plus développés devrait atteindre 98 millions, soit prés de 2.2 millions par an. Les principaux pays d'immigration nette seront les USA, l'Allemagne, le Canada, le Royaume-Uni, l'Italie et l'Australie. Les principaux pays d'émigration nette seront le Mexique, l'Inde, les Philippines, l'Indonésie, le Pakistan et l'Ukraine.

Tableau 6 Distribution de la population mondiale par groupe de développement

				Projections 2050 avec hypothèse			
	1950	1975	2005	Basse	Moyenne	Haute	Constante
Régions les plus développées	32.3	25.7	18.7	13.8	13.6	13.5	10.3
Régions les moins développées	67.7	74.3	81.3	86.2	86.4	86.5	89.7
Pays les moins avancés	8.0	8.7	11.7	19.5	19.1	18.7	23.5
Autres pays	59.8	65.6	69.5	66.7	67.3	67.7	66.2
Afrique	8.9	10.2	14.0	21.7	21.3	10.9	26.6
Asie	55.4	58.8	60.4	57.1	57.5	57.9	55.6
Europe	21.7	16.6	11.3	7.2	7.2	7.2	5.2
Amérique latine et les Caraïbes	6.6	7.9	8.7	8.5	8.6	8.7	8.2
Amérique du Nord	6.8	6.0	5.1	4.9	4.8	4.8	3.9
Océanie	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Source : Division de la population du département d'économie et des affaires sociales du secrétariat des Nations Unies (2005)

Tableau 7 Taux de variation annuel moyen de la population totale et par groupe d'âge, 2005-2050 (hypothèse médium)

	0-14	15-59	60+	80+	Population totale
Monde	0.01	0.63	2.39	3.37	0.75
Régions les plus développées	-0.14	-0.38	1.10	2.13	0.05
Régions les moins développées	0.03	0.82	2.88	4.19	0.89
Pays les moins avancés	1.02	2.15	3.32	4.03	1.84
Autres pays	-0.29	0.54	2.84	4.21	0.68
Afrique	0.87	2.00	3.12	3.86	1.69
Asie	-0.29	0.47	2.70	4.04	0.64
Europe	-0.36	-0.75	0.90	1.98	-0.24
Amérique latine et les Caraïbes	-0.38	0.61	2.98	3.99	0.74
Amérique du Nord	0.23	0.37	1.67	2.30	0.62
Océanie	0.09	0.65	2.11	2.89	0.81

Source : Division de la population du département d'économie et des affaires sociales du secrétariat des Nations Unies (2005)

Ces projections qui sont prises comme hypothèses de travail par la majorité des études de prospective sont relativement proches des résultats obtenus par d'autres organismes. Nous pouvons citer les projections réalisées par le United States Bureau of Census (USBC, 2002) qui table sur une augmentation de population de 0.46% par an soit 9.22 milliards d'êtres humains à horizon 2050 qui correspond à l'hypothèse médiane des Nations Unies de 9.32 milliards (7.87 pour l'hypothèse basse et 10.93 pour l'hypothèse haute). Il y a également les projections de Lutz et al. (2001) qui prévoient 8.8 milliards d'individus pour 2050 avec un intervalle de confiance de 7.35-10.44.

Tous ces résultats s'accordent à montrer que la population mondiale qui a quadruplé ces 80 dernières années, ne va même pas doubler dans les 50 prochaines. Le taux de natalité dans le monde devrait converger pour la majorité des pays à 2 enfants par femme et même moins. Le facteur le plus important qui affecte la croissance de la population est donc la baisse de la fertilité dans la majorité des régions du monde. Cette baisse de la fertilité n'affecte pas seulement la taille des populations mais également l'âge des populations qui va inéluctablement augmenter dans les années à venir.
Il est possible d'aller encore plus loin dans les analyses sur les populations, des travaux du Center for International Earth Science Information Network (Balk et al. 2005) propose une analyse de la distribution de la population mondiale en 2015. Elle fournit une estimation de la population mondiale par pays et continent pour 2015 au niveau sub-national. Les données sont disponibles en ligne à l'adresse http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw

Schmidhuber J. et P. Shetty (2005). The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear the major burden ? Plenary Paper by presented at the 97th Seminar of the European Association of Agricultural Economists, University of Reading, UK, 21-22 Avril, 2005.

Depuis le début des années 60, la disponibilité moyenne en calories dans les PED a augmenté d'environ 1950 à 2680 kcal/personne/jour tandis que la disponibilité en protéines doublait presque d'environ 40 à 70g/personne/jour. La sous-alimentation a diminué de 37% en 1970 à 17% en 2000. Si 815 millions de personnes (FAO 2005) souffrent encore de sous-alimentation dans ces pays, c'est plus souvent le fait des conditions locales difficiles (guerre, crise…) plutôt que l'incapacité de produire assez de nourriture dans le monde.
En plus de la chute constante des prix de l'alimentation, l'urbanisation rapide a affecté et continuera à affecter les modèles de consommation. L'essentiel de la croissance de la population au cours des 30 prochaines années sera urbaine. Ces changements impliquent des disponibilités en énergie alimentaire plus élevées mais aussi une nourriture avec plus de graisses et donc plus de protéines animales.

L'objectif de cette étude est de souligner les changements qui pourraient intervenir dans les modes de consommation d'ici à 30 ans. Sur la base du rapport mondial sur l'alimentation et l'agriculture de la FAO (FAO 2003), les auteurs présentent les principaux moteurs de cette transition alimentaire et comment ils vont évoluer. Ils analysent les changements prévus dans les modes de consommation et notamment le double effet négatif d'augmentation de l'obésité et de persistance de la sous-alimentation, ce qu'ils nomment le « double poids de la malnutrition ».

Les principaux moteurs de la transition alimentaire de 2030

Croissance ralentie de la population : le déclin projeté de la croissance de la population est confirmé par l'évaluation des Nations Unies (2003). La population du monde en 2030 devrait atteindre 8.1 milliards contre 8.3 dans l'évaluation précédente. Ce ralentissement devrait continuer au-delà de 2030 avec 9.5 milliards de personnes en 2070. Cela signifie que la croissance rapide de la population de ces 300 dernières années devrait s'arrêter complètement dans les 70 prochaines.
Cela suggère que la capacité de l'humanité à se nourrir ne devrait pas faiblir. De fait, la disponibilité moyenne d'énergie alimentaire devrait augmenter de 2800 à 3050 kcal/personne/jour au cours des 30 années à venir, et de 2680 à 2980 kcal/personne/jour dans les PED. Mais ce résultat cache de grandes disparités entre pays et régions ainsi qu'à l'intérieur des régions.

Accélération de l'urbanisation : pratiquement toute la croissance de la population entre 2000 et 2030 sera urbaine, mais avec beaucoup de différences. Si l'urbanisation dans les pays développés et en transition devrait rester faible, en Afrique subsaharienne et en Asie les populations urbaines se développeront au taux de 5% par an, et de 2% par an pour l'Amérique latine. Dans les 30 années à venir, on s'attend en Chine à un doublement de la population urbaine passant de 456 millions à 883 millions, et une diminution de la population rurale de 819 à 601 millions de personnes (NU, 2003).
L'urbanisation implique un taux d'emploi féminin plus élevé et des changements de régime alimentaire comptant plus de sucres, de sels et de graisses, et moins de légumes frais. Ce qui implique souvent le passage d'un régime riche en fibres, minéraux et vitamines vers une alimentation riche en graisses saturées et cholestérol.

L'urbanisation implique aussi une sédentarisation du mode de vie, un éclatement des structures familiales et une réduction de l'activité physique qui amplifient les problèmes liés aux maladies non contagieuses.

La globalisation du système de distribution de produits alimentaires et l'apparition des supermarchés dans les pays en voie de développement. L'accélération de la transition alimentaire est affectée par un changement radical du système de vente et de distribution dans les PED. L'émergence des supermarchés dans les PED est au cœur de cette évolution. Les pays leader en la matière sont les pays d'Amérique latine suivi de prés par les pays asiatiques et d'Europe centrale et orientale. Les pays d'Afrique du Sud et de l'Est devraient rattraper les pays latino-américains au cours de la prochaine décennie.
L'apparition de la grande distribution est un vecteur important d'une meilleure disponibilité alimentaire (quantitativement et qualitativement), dont l'exemple le plus probant est le lait, mais c'est aussi un canal de distribution pour une alimentation moins chère et moins saine.

Le rôle des industries de transformation et de la restauration rapide. La transformation sans cesse croissante des aliments a une influence sur les modes de consommation alimentaire. L'utilisation de farine raffinée diminue la consommation de fibres et de minéraux et vitamines essentiels. Le recours de plus en plus important à la restauration rapide augmente la consommation de sucres, sels, graisses et calories au-delà des niveaux nécessaires.

Croissance rapide de revenu au niveau mondial, mais avec des différences régionales considérables : au cours des 30 années à venir, on projette que la moyenne de revenu par tête augmente de 2% par an, et pour les PED un taux de 4% par an et par habitant. Mais de nombreuses différences régionales subsistent dans les PED, ainsi en Afrique subsaharienne le PIB par tête ne devrait pas atteindre 2% par an.

Vieillissement de la population et baisse du nombre d'enfants : pour les PED on projette que la part des personnes au-dessus de 60 ans augmente de 7% en 2000 à 20% en 2050, et la proportion des moins de 15 ans diminue de 33% à 21%. Ce qui jouera sur les revenus et la consommation. En outre, la baisse du nombre moyen d'enfants a pour conséquence une suralimentation de ces enfants et souvent l'apparition de problèmes d'obésité précoce.

Principales conclusions :

✓ Dans beaucoup de PED « avancés » la croissance rapide des disponibilités alimentaires et de nourriture d'origine animale a été accompagnée d'une augmentation des problèmes de surpoids, des maladies non transmissibles et de l'obésité. Le nombre de pays affectés par ces problèmes risque d'augmenter très rapidement au cours des 30 prochaines années avec de grandes différences entre pays et régions.
La disponibilité alimentaire moyenne va atteindre les 2700 kcal/jour/tête en 2030, et jusqu'à 3000 kcal pour certains PED qui vont rejoindre les niveaux des pays développés. Parallèlement, le nombre de personnes sous-alimentées va diminuer, on estime que seuls 6% de la population mondiale en souffrira en 2030. Ce problème serait circonscris aux pays d'Afrique subsaharienne où 15% de la population souffrira encore de sous-alimentation. Cet accroissement des disponibilités alimentaires va également provoquer des problèmes de suralimentation et dans certains PED on peut s'attendre à voir apparaître un double problème de malnutrition : sous et sur alimentation.

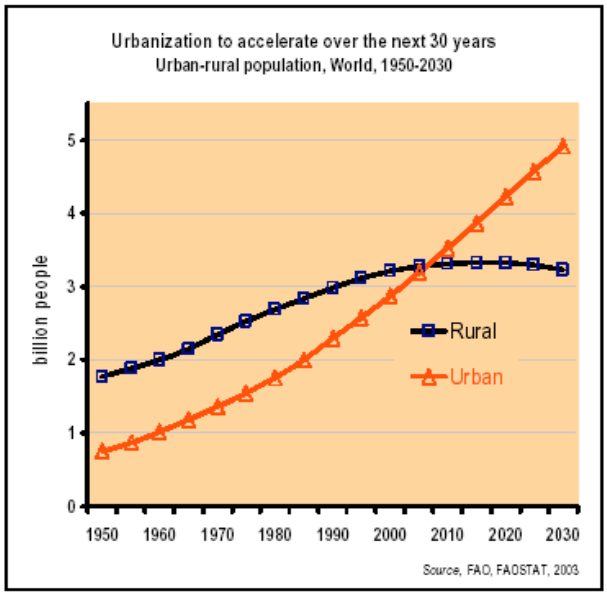
✓ La disponibilité alimentaire n'est pas seule en cause, les changements d'habitudes alimentaires seront surtout à l'origine de ces nouveaux problèmes de malnutrition. La

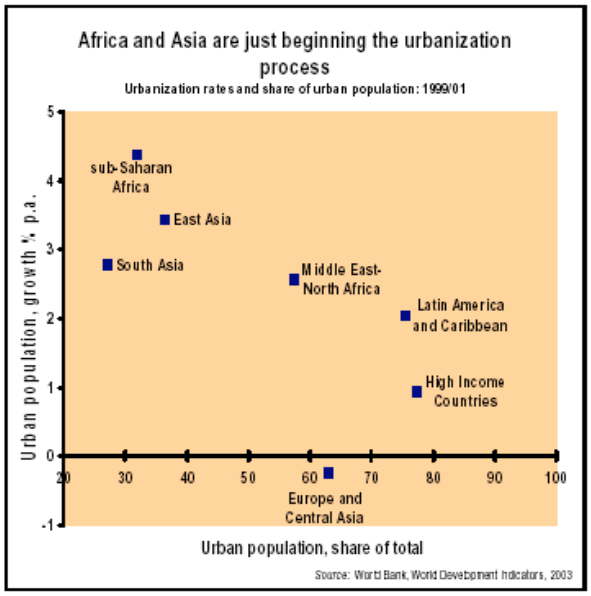
première étape de cette évolution est marquée par l'augmentation du niveau des calories consommées, la seconde étape est la substitution de calories d'origine végétale vers des calories procurées par les graisses, le sucre et les produits animaux.
La croissance de la consommation de viande sera plus particulièrement prononcée en Asie de l'Est tandis que les pays d'Afrique subsaharienne ne montrent aucune croissance. L'expansion en Asie de l'Est est dominée par la consommation de viande de porc en Chine. La Chine pourra atteindre en 2030 une consommation de viande qui excédera de beaucoup celle des PED avec 65 kg et plus de 500 kcal/jour de produits animaux. En Afrique se sera une consommation accrue de lait, d'œufs et de volaille, et en Amérique latine une expansion de la viande de bœuf et volaille.

Cette transition rapide de l'alimentation et des styles de vie pourrait donc avoir un impact néfaste sur la santé des populations des PED dans les 30 prochaines années, avec une prédominance de l'obésité et des maladies non transmissibles. Mais, comme les disparités de revenu vont rester élevées, la faim et la suralimentation vont co-exister dans certains pays. Le résultat est que le double poids de la malnutrition va peser sur la santé et l'économie de ces populations. Il y a donc un besoin de concevoir des décisions politiques qui aident à éviter les conséquences défavorables des évolutions alimentaires dans les PED

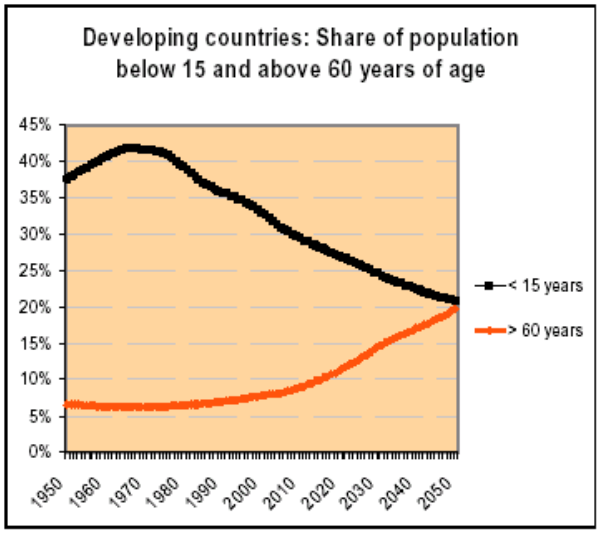
Quelques résultats :

Urbanisation et différences régionales





Vieillissement de la population dans les PED



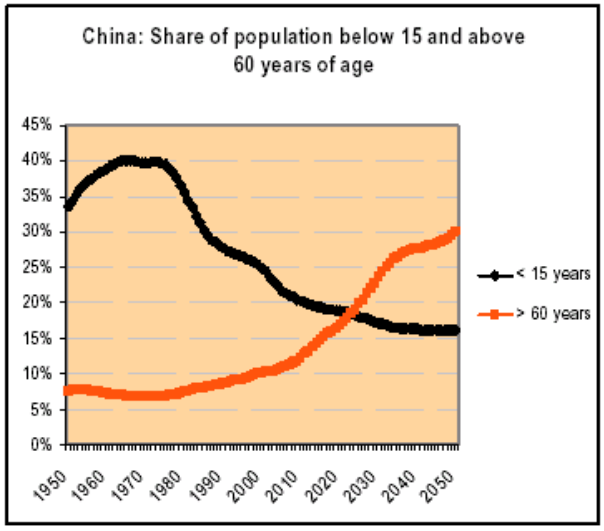


Tableau 8 Transition alimentaire : croissance rapide du nombre de personnes avec plus de 3200 kcal/jour

Années	Moins de 2200 kcals		2200-2700 kcals		2700-3200 kcals		Plus de 3200 kcals	
	Nb de pays	Pop (millions)	Nb de pays	Pop (millions)	Nb de pays	Pop (millions)	Nb de pays	Pop (millions)
1961	86	1789	39	401	27	770	7	110
1970	58	1940	57	513	29	685	15	542
1980	40	1373	56	1473	41	906	22	665
1990	38	553	55	1643	37	1938	29	1103
1999	33	431	56	1893	59	2716	31	916
2015	15	462	45	892	55	4509	26	1313
2030	5	196	39	1189	54	3366	43	3477

Tableau 9 Disponibilité en calories d'origine animale

	1962	1970	1980	1990	1998	2015	2030
			Calories/personne/jour				
Monde	281	301	321	351	380	397	438
Pays industrialisés	670	725	759	779	786	824	847
Pays en développement	117	133	165	214	284	345	393
Afrique SubSaharienne	106	112	125	115	108	120	138
Amérique Latine	315	333	394	391	468	550	633
Afrique Est/Nord	215	220	278	264	261	312	362
Asie de l'Est	57	88	124	218	360	460	527
Asie du Sud	113	106	118	158	185	247	314
Pays en transition	525	616	764	748	568	628	685

Keyzer M.A, M.D. Merbis, I.F.P.W. Pavel et C.F.A. van Wesenbeeck (2005). Diet shifts towards meat and the effects on cereal use: Can we feed the animals. Ecological Economics, vol. 55, nov. 2005 p.187-202.

Horizon 2030

Les auteurs (chercheurs au Centre for World Food Studies de l'Université libre d'Amsterdam) reprennent les conclusions du projet MOIRA (Model of International Relations in Agriculture, Linnemann et al. 1979) étude entreprise à la demande du Club de Rome. Cette étude souligne que le problème de la faim et de la malnutrition n'est pas principalement dû aux limites de capacité de production de nourriture dans le monde mais au manque de pouvoir d'achat des pauvres.

Même si 800 millions de personnes souffrent actuellement de la faim, il ne faut pas oublier que la production de nourriture a doublé sur la période 1972-1998 (Cf. Banque mondiale, 2000). Et si les marchés alimentaires ne s'effondrent pas c'est grâce à l'augmentation de la demande de viande. De fait, l'augmentation de la production agricole est essentiellement tournée vers l'alimentation animale.

L'objectif de cette étude est de montrer sur la base d'une analyse quantitative que, sous certaines hypothèses d'augmentation du revenu par tête, il est possible de sous-estimer la demande future de viande et de céréales pour l'alimentation animale. Cela viendrait alors contredire les projections optimistes des organismes tels que l'IFPRI qui révèlent qu'il devrait être techniquement faisable de satisfaire la demande future, et ceci sans causer de rupture principale des marchés agricoles.

La démarche : un capital par tête qui continue à augmenter, et une pression du côté de la demande exigent de vastes augmentations de l'approvisionnement en alimentation animale. Trois mécanismes participent à ce phénomène. 1- La demande par tête pour la viande dépend principalement du revenu par tête. 2- la consommation et le revenu sont non linéaires, c'est à dire la population s'abstient de consommer de la viande tant que son revenu n'a pas atteint un certain seuil, et les riches sont rassasiés au-delà d'un seuil supérieur (la demande a la forme d'une courbe d'Engel) . 3- Une augmentation de la demande de viande exige une offre additionnelle d'aliments pour animaux qui ne peut être réalisée sur la base d'une technologie traditionnelle.

La consommation de viande par tête est modélisée à partir d'une fonction de demande 'piecewise' et dépend du revenu par tête. A partir de là, il calcule la croissance annuelle d'une demande globale de viande et la consommation de viande par tête par région. Les 'dummies' pays (variables tenant compte d'une spécificité nationale) sont inclues dans l'évaluation. Ils mesurent les niveaux projetés de la consommation annuelle par tête de chaque pays par un facteur constant tel que la valeur projetée pour 1997 coïncide avec la valeur indiquée dans les données. Enfin comme l'offre de viande dépend de façon critique de l'offre d'alimentation animale ils représentent la demande de céréales pour le bétail (C) comme une fonction linéaire de la demande de viande (M) et de l'offre de résidus des cultures (R).

En combinant plusieurs hypothèses sur la demande de viande et la technologie en matière de nourriture pour le bétail, ils formulent différents scénarios qui sont repris dans le graphique ci-dessous :

Formulation des scénarios et résultats :

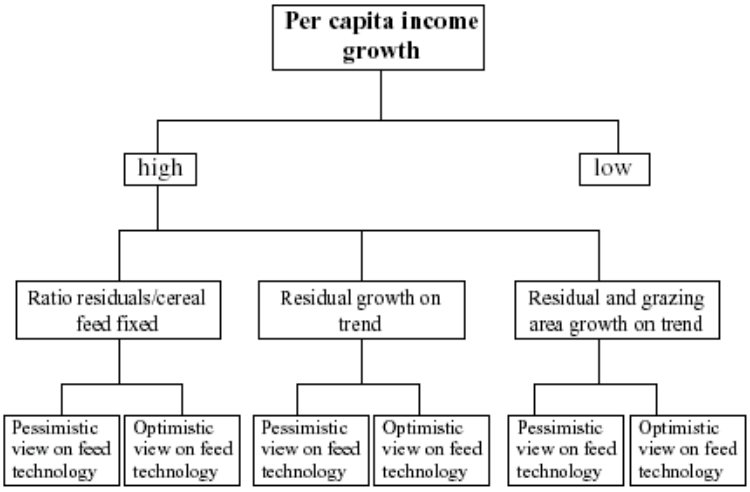


Fig. 5. Schematic representation of scenarios.

En tout, sept scénarios sont réalisés. Trois scénarios pour lesquels le taux de croissance du revenu par tête est supposé élevé et pour chacun une variante pessimiste et optimiste de développement des technologies dans l'alimentation animale. Le premier (***ResRatFx***) suppose que les parts céréales/résidus sont supposées constantes dans l'alimentation animale et un ajustement totalement flexible des surfaces en pâturage (cela suppose implicitement que le ratio céréales/viande reste constant). D'autres hypothèses sont faites, le second scénario (***ResTrd***) considère la part des résidus comme régressée sur un trend exogène et que la part des prairies reste constante. Cela suppose que les « résidus » ont un taux de croissance au moins égal à celui des cultures. Le troisième scénario (***ResGrasTrd***) propose de régresser à la fois les résidus et les prairies sur un trend exogène. Cela suppose que les surfaces en pâturage croissent indépendamment de la demande en viande et sont limitées par les capacités d'expansion propres à chaque région. Enfin un dernier scénario (***Low growth***) propose une hypothèse de croissance du revenu par tête réduite d'un tiers par rapport au scénario de référence.

Principales conclusions : les auteurs comparent leurs résultats à ceux obtenus par la FAO.

- ✓ La demande de céréales pour 2030 varie énormément selon les scénarios puisqu'elle est estimée par les auteurs entre 1094 millions de tonnes (ResRatFx optimiste) et 3136 millions de tonnes (ResTrd pessimiste). Seul le résultat du scénario ResRatFx 'optimiste' est très proche de celui de la FAO qui prévoit une demande de 1100 millions de tonnes.

Tableau 10 Résultats des scénarios: taux de croissance annuel de la demande de viande et de céréales

Croissance du revenu par tête	Taux de croissance annuel de la demande de viande		Technologie d'alimentation	Vue	Taux de croissance annuel de la demande de céréales d'alimentation	
	1997-2015	2015-2030			1997-2015	2015-2030
Haute	3.0	2.2	ResRatFx	optimiste	1.1	1.5
			ResRatFx	pessimiste	2.8	2.0
			ResTrd	optimiste	1.6	3.5
			ResTrd	pessimiste	5.6	4.2
			ResGrasTrd	optimiste	1.3	4.0
			ResGrasTrd	pessimiste	6.0	4.7
Basse	2.3	1.9				

Source : Keyzer & Merbis

- ✓ Les résultats par régions de consommation de viande sont également intéressants. Les auteurs trouvent des taux de croissance annuels de la consommation de viande supérieurs à ceux de la FAO pour toutes les régions sauf une : l'Afrique subsaharienne. Pour toutes les autres régions, leurs calculs donnent des taux de croissance de demande de viande égaux ou supérieurs même en prenant une hypothèse de croissance réduite du revenu. Ces différences sont d'autant plus grandes pour les régions asiatiques (Tableau 11). Les résultats sont similaires quand ils comparent les demandes de viande par tête.

Tableau 11 Taux de croissance annuel de la consommation de viande (en pourcentage)

	Taux de croissance élevé		Taux de croissance bas		FAO (2003)	
	1997-2015	2015-2030	1997-2015	2015-2030	1997/99-2015	2015-2030
Afrique SubSaharienne	3.0	2.9	2.8	2.5	3.4	3.7
Afrique du Nord/est	4.1	3.2	3.4	2.8	3.6	2.9
Asie du sud	5.8	3.9	4.4	3.7	3.8	4.0
Asie de l'est	4.9	2.6	3.7	2.6	2.5	1.6

Source : FAO et Keyzer & al.

Intérêts et limites : cette analyse est une approche originale sur l'évolution de la consommation de viande et de ses conséquences à horizon 2030. Les auteurs ont pris le parti dès le départ de poser leur analyse en alternative aux analyses institutionnelles. De fait leurs résultats se veulent facilement comparables à ceux obtenus par la FAO qu'ils utilisent comme 'benchmark'.

Cette analyse quantitative permet à ses auteurs de montrer que sous certaines hypothèses on peut sous-estimer la croissance de la demande de viande et de céréales pour l'alimentation animale concomitante. Comme le souligne McCalla (1994), ces résultats sont 'basiquement' des projections de taux de croissance de la population et des revenus auxquels on a appliqué une élasticité revenu. Donc toute déviation de ces taux ou toute différence dans l'estimation de cette élasticité peut conduire à des pénuries ou des surplus. Or, sur un horizon de 25 ans un dixième de pourcentage de différence peut conduire à des divergences substantielles.

Enfin, la consommation de viande ne dépend pas uniquement du revenu, on peut imaginer qu'elle réagit également au prix et que toute tension sur un marché se répercute sur les prix et se traduit par une baisse de la demande.

Gilland B. (2002). World population and food supply. Can food production keep pace with population growth in the next half-century ? Food Policy, 27(1), pp. 47-63.

L'objectif de cette étude est d'estimer la possibilité de maintenir les niveaux moyens mondiaux de production de céréales par tête dans le prochain demi-siècle.

La démarche adoptée par l'auteur est de définir un régime alimentaire 'moyen' satisfaisant et de calculer les ressources nécessaires en alimentation animale et humaine nécessaire pour le satisfaire au niveau mondial.
Les ressources nécessaires pour satisfaire un régime donné dépendent essentiellement de la part de produits animaux qu'il contient. Selon la FAO, les produits animaux fournissent 27% des calories alimentaires dans les pays développées et 13% dans les PED. Mais le niveau moyen de 16% ne semble pas convenir pour les raisons suivantes :

Les préférences des consommateurs : un régime qui contient une proportion assez élevée de produits animaux est préféré par tout ceux qui peuvent se l'offrir.
La sécurité alimentaire. Quand une part importante de la production de céréale d'un pays est affectée à la consommation animale, toute baisse de la production affectera l'offre d'alimentation animale plutôt que l'alimentation humaine.
La nutrition infantile. Un régime à contenu élevé de protéines animales est très adapté pour les enfants, mais ils n'en bénéficieront que s'il est aussi disponible pour les adultes.
La qualité des protéines. Les protéines animales sont plus adaptées aux besoins humains que les protéines végétales, mais la viande contient plus de graisses saturées qui sont néfastes pour la santé. Toutefois, il semble que ces effets aient été largement exagérés.
Les bénéfices économiques. La valeur ajoutée des produits animaux permet aux éleveurs d'obtenir de meilleurs revenus que celle des productions végétales.

Le ratio calorie/protéine (kcal/g de protéine) est égal à 50 pour les produits végétaux, 18 pour les produits animaux et 6.4 pour les produits de la pêche, correspondant à des contenus en énergie de 8, 22 et 61% respectivement.
Les opinions diffèrent sur la consommation journalière moyenne de protéines animales nécessaires pour avoir un régime satisfaisant. Les auteurs supposent ici une moyenne de 40g par tête et par jour.

Une consommation de 40g de protéine animale par tête est corrélée avec un PIB par tête d'environ 4000 US$, soit environ quatre fois plus que le PIB moyen par tête des PMA. La relation protéine animale/PIB changera dans les prochaines décennies puisque la consommation en protéine animale mondiale par tête ne pourra guère augmenter de plus de quelques pourcents alors que le PIB mondial par tête devrait plus que doubler d'ici à 2050.

Sur les 61 millions de tonnes de protéines animales consommées par les humains en 1999, on peut estimer que 12 millions étaient fournies par du fourrage, 10 millions par des produits marins et les 39 millions restants par des produits végétaux. Le ratio céréales animales/production de protéines animales produites à partir de fourrage est égal à 17. Pour fournir 12 g supplémentaires de protéines animales par tête et par jour (pour atteindre les 40g), 74kg de céréales animales par tête et par an seraient nécessaires en plus des 109kg (niveau de 1999). La moyenne mondiale de production de céréale par tête nécessaire pour fournir à la population mondiale les 2900kcal et 40g de protéines animales par jour est approximativement de 420 kg par an.

Mais comme la population mondiale augmente, la production de céréale par tête nécessaire pour fournir ces 40g de protéines va également s'accroître et il est peu probable que la production de protéines à partir de pâturages et de produits marins puisse suivre le rythme de celle à partir d'autres produits végétaux. Par exemple, si la production de protéines à partir de fourrage et de produits marins reste constante, la quantité de céréales nécessaires pour une population de 9 millions d'habitants serait de 435 kg par tête. Cependant une petite augmentation dans la moyenne du ratio d'efficacité de transformation des produits végétaux en produits animaux permettrait de compenser et de maintenir les 420 kg par an sur les 50 prochaines années.

La production mondiale de céréale par tête en 2030 devrait être égale à 375 kg, soit une production mondiale de céréales maximum de 3300 millions de tonnes en 2050. L'impact de la production prévue de céréales sur l'utilisation d'engrais azotés et de l'eau va mettre en lumière sa faisabilité.

Les besoins en engrais azotés pour une production de 3300 millions de tonnes de céréales sur les surfaces actuelles (niveau de 1999) et un accroissement correspondant des productions sur des surfaces non céréalières seraient d'environ 160 millions de tonnes. Donc l'augmentation annuelle d'utilisation d'engrais azotés entre 1999 et 2050 serait de 1.6 millions de tonnes.

En supposant des précipitations moyennes de 900mm, l'approvisionnement total en eau (pluie et irrigation) des surfaces en culture en 1995 était d'environ 12000 km^2. L'évapotranspiration des cultures est estimée à 3200 km^2 en 1995 (dont 60% pour les céréales). Pour la production de céréales projetée de 3300 millions de tonnes en 2050, l'évapotranspiration totale des cultures serait d'environ 5500 km^2. Ceci correspond à une efficacité de l'utilisation de l'eau de 45%. La limite serait aux alentours des 60%.

Moins la population sera nombreuse, plus la proportion de grains dans l'alimentation animale sera élevée. Si on suppose les 3300 millions de tonnes de production de céréales et 9 milliards d'habitants sur la planète en 2050, l'offre moyenne de protéines animales par tête sera de 29g par jour, de 37g pour 8 milliards d'habitants et de 22g pour 10 milliards.
Si la capacité humaine de la planète est définie comme le nombre de personnes qui peuvent consommer 40g de protéines animales par jour, la production actuelle (1999) ne pourrait nourrir que 5 milliards d'individus et les niveaux projetés pour 2030, 8 milliards.

Du côté de l'offre, pour maintenir les niveaux actuels de production par tête il n'y a pas d'autres alternatives que d'accroître l'utilisation de variétés à rendements élevés, des engrais et de l'irrigation.
Du côté de la population, pour la majorité des PMA, il n'y a pas d'autres alternatives qu'une réduction de la population s'ils veulent atteindre les régimes alimentaires proches de ceux des pays occidentaux des années 50.
Croire que les nouvelles technologies vont suffire à maintenir l'équilibre population mondiale - disponibilités alimentaires indéfiniment est aussi infondé que croire qu'on peut le maintenir sans augmenter l'utilisation des engrais minéraux.

2.3 L'offre, la demande et les échanges de produits agricoles

OCDE (2005). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2005-2014. OCDE et FAO, Juillet 2005.

Horizon 2014
Modèle AGLINK
Les données proviennent de l'OCDE et de la FAO, avec un système de modèle joint développé à partir du modèle Aglink de l'OCDE.

Objectif de l'étude : les Perspectives agricoles proposent une évaluation des perspectives des marchés agricoles qui s'appuie sur les projections à moyen terme, étendues jusqu'à l'horizon 2014, de la production, de la consommation, des échanges et des prix des produits agricoles étudiés. Elles mettent en évidence l'influence qu'exercent sur ces marchés l'évolution des conditions économiques et les politiques publiques et fait ressortir certains des risques et incertitudes susceptibles d'infléchir les perspectives des marchés agricoles.

Pour la première fois, les Perspectives agricoles ont été préparées conjointement par l'OCDE et la FAO, mettant à profit les compétences techniques de ces deux organisations concernant les produits, les politiques et les pays. Ainsi les projections ont été élargies de manière à couvrir un plus grand nombre de pays en développement, parmi lesquels l'Afrique du Sud et l'Inde.

Méthodologie :

Utilisation d'un modèle basé sur le modèle Aglink de l'OCDE.
La réponse des pays membres de l'OCDE à un questionnaire annuel diffusé par le secrétariat constitue la première étape de la procédure d'élaboration des perspectives. Grâce à ces questionnaires, ont été obtenues des informations de ces pays sur l'évolution à venir des marchés des produits, ainsi que l'évolution de leurs politiques agricoles. A ces informations s'ajoutent celles de la FAO pour les pays non-membres de l'OCDE. Des sources extérieures de la Banque Mondiale et du FMI sont également utilisées.

L'étape suivante est l'utilisation du modèle développé conjointement par l'OCDE et la FAO pour faciliter l'intégration cohérente de ces informations et pour en extraire un premier ensemble de projections mondiales sur les marchés (scénario de référence). En plus des quantités produites, consommées et échangées, le scénario de base comprend également des projections pour les prix nominaux des produits concernés.

Les séries de données pour les projections proviennent des bases de données de l'OCDE et de la FAO, et l'information disponible dans ces bases de données est tirée de sources statistiques nationales.

C'est un modèle économique dynamique complet tenant compte du cadre politique, qui offre une représentation des grands marchés mondiaux producteurs et exportateurs de produits agricoles de la zone tempérée, ainsi que de riz et d'huiles végétales. Un modèle révisé du sucre a également été développé pour réaliser des prévisions à long terme pour le marché du sucre de l'OCDE et du monde. Les premiers résultats du scénario de référence sont comparés à ceux obtenus à partir des réponses aux questionnaires et les problèmes sont discutés. A partir de ces discussions et des informations remises à jour, un deuxième scénario de référence est élaboré d'où on obtient les résultats pour les différents produits et productions.

Les projections présentées dans ce rapport se fondent sur certaines hypothèses concernant la situation macroéconomique, les politiques agricoles et commerciales et les conditions climatiques moyennes, et décrivent donc un ***scénario représentatif*** des marchés agricoles pour les dix prochaines années. Principales hypothèses :

- L'expansion mondiale rapide en 2004 est freinée par le niveau élevé des prix du pétrole : la croissance économique mondiale devrait se relâcher en 2005 puis repartir au cours des années suivantes.
- Une croissance générale soutenue attendue à moyen et long terme : croissance autour de 2,6% dans la zone OCDE, de nombreux PED et pays en transition connaîtront une croissance plus forte (4%). Absence de perturbations graves de l'économie mondiale, et intensification des échanges de produits agricoles jusqu'en 2014.
- L'inflation devrait rester faible : 2% par an en moyenne jusqu'en 2014 dans les pays de l'OCDE et un peu plus élevée pour les pays d'Amérique latine et d'Afrique.
- Les ajustements des taux de change influent sur la compétitivité : les taux de change des principales monnaies par rapport au dollar se maintiendront au niveau de 2004 sur la période étudiée. Les exportations agricoles américaines seront de ce fait plus compétitives que celle des autres exportateurs de l'OCDE. L'Argentine, le Brésil et la Chine connaîtront une situation inverse, leur monnaie continuant à s'affaiblir par rapport au dollar sur cette période.
- La croissance démographique ralentit : la croissance de la population mondiale devrait ralentir pour s'établir un peu au-dessus de 1% par an jusqu'en 2014.
- Le soutien agricole et les politiques commerciales influent sur les marchés : maintien des politiques en place et poursuite des réformes prévues dans le cadre des programmes existants.

Tableau 12 Projections de la croissance de la population et des revenus

	Taux de croissance annuel moyen sur 10 ans en %			
	Population		Revenu	
	1995-2004	2005-2014	1995-2004	2005-2014
Monde	1.27	1.01	2.62	3.10
Afrique	2.32	1.91	3.37	3.80
Amérique	1.36	1.04	3.02	3.24
Asie	1.29	1.02	2.61	3.56
Europe	0.01	-0.07	2.13	2.40
Océanie	1.15	0.73	3.51	3.53

Note : Revenus au prix du marché en dollar des Etats-Unis en 1995
Source : Banque Mondiale, décembre 2004

Principales conclusions :

✓ Les prix des produits agricoles devraient en moyenne augmenter mais poursuivre leur déclin en termes réels, c'est à dire relativement aux mouvements des prix en général. Les prix mondiaux du blé et des céréales secondaires devraient rester assez proches des niveaux relativement élevés de ces dernières années mais les prix du riz devraient augmenter jusqu'à 2014 en termes nominaux (augmentation de 26%). La Chine devrait poursuivre sa politique d'autosuffisance concernant le riz, et deviendrait un petit importateur net de riz, et la Thaïlande et l'Inde deviendront les plus importants exportateurs de riz du monde.

Les disponibilités en sucre restent supérieures à la demande et si son prix reste stable il devrait décroître à long terme. Les prix du bétail et des produits laitiers devraient rester pour la plupart en dessous de leurs niveaux récents, par exemple le prix du fromage sera inférieur d'environ 15% à son niveau actuel en 2014.

✓ La production agricole continue de croître, mais à un rythme plus lent, et la croissance de la production est plus forte dans les PED que dans ceux de l'OCDE :
La production de blé devrait croître de 11% et atteindre 688 millions de tonnes en 2014 ; 14% d'augmentation pour la production de riz (466 millions en 2014) ; un taux de croissance de 1.9% par an pour les oléagineux. La production mondiale de lait devrait augmenter d'un peu moins de 2% par an et atteindre 747 millions de tonnes en 2014. La production de viande connaîtra un certain essor en partie dû à la production de viande de porc et de volaille dans les PED. Ces pays représenteront 77% des gains de production à l'échelle mondiale, et leur part dans la production mondiale devrait atteindre 62% en 2014 contre 59% aujourd'hui. Avec le brésil et la Chine qui devraient contribuer à hauteur de 33% et 10%, respectivement, à la croissance de la production mondiale de viande en 2014.
La production de biocarburants pourrait alimenter largement la demande de céréales secondaires. L'amélioration de la qualité de l'air, l'envolée du prix du pétrole et le soutien aux économies rurales sont principalement à l'origine de la récente progression de la demande mondiale en biocarburants, en particulier d'éthanol carburant.
La croissance de la production d'oléagineux risque d'être relativement chaotique en début de période en raison de l'effondrement des prix, mais elle devrait ensuite repartir, et la production progressera d'environ un cinquième par rapport au niveau de 2004.
L'Amérique latine demeure la principale source de croissance de l'offre d'oléagineux et l'évolution de la Chine est décisive pour les perspectives des marchés mondiaux des oléagineux.

Tableau 13 Taux de croissance annuel moyen de la consommation et de la production 2005-2014

	PRODUCTION			CONSOMMATION		
	Total	OECD	NON-OECD	Total	OECD	NON-OECD
		%			%	
Blé	1,0	0,7	1,4	1,1	0,7	1,3
Riz	1,3	-0,1	1,6	1,0	0,4	1,0
Céréales secondaires	1,0	0,3	2,0	1,3	0,7	1,8
Céréales secondaires pour l'alimentation animale	1,3	0,5	2,5	1,3	0,4	2,2
Oléagineux	1,9	0,7	3,1	2,4	1,6	2,9
Tourteaux d'oléagineux	2,6	1,9	3,6	2,7	1,7	3,9
Viande bovine	1,6	0,7	2,6	1,6	0,6	2,3
Viande ovine	1,8	0,8	2,6	1,8	0,8	2,3
Volaille	2,2	1,8	3,0	2,2	1,8	2,5
Lait	1,9	0,9	3,0	..	..	..
Beurre	1,7	-0,3	3,4	1,8	-0,3	2,9
Fromage	1,8	1,8	2,8	1,9	1,6	2,7
Lait écrémé en poudre	-0,5	-1,3	2,5	-0,9	-2,5	1,3
Lait entier en poudre	2,0	1,2	3,4	2,0	-0,3	2,6
Huile végétale	2,7	2,0	3,4	2,8	1,9	3,1
Sucre	1,9	-0,1	2,8	1,8	0,4	2,3

Source : secrétariats de l'OCDE et de la FAO

Tableau 14 Part de la consommation et de la production des pays de l'OCDE dans le total mondial (%)

	PRODUCTION			CONSOMMATION		
	2004	2009	2014	2004	2009	2014
		%			%	
Blé	42,5	41,6	41,0	33,0	32,4	31,7
Riz	5,8	5,2	5,0	5,3	5,2	5,0
Céréales secondaires	54,1	51,4	50,4	49,6	48,4	46,8
Céréales secondaires pour l'alimentation animale	55,0	52,7	50,5	55,0	52,7	50,5
Oléagineux	42,2	38,9	37,3	40,8	39,5	37,9
Tourteaux d'oléagineux	41,9	40,3	38,3	57,7	54,9	52,3
Viande bovine	42,4	41,0	38,4	42,9	41,4	38,9
Viande ovine	36,9	35,1	33,4	35,9	34,2	32,7
Volaille	48,8	47,0	46,2	46,4	45,0	44,5
Lait	46,9	44,7	42,4	..	..	..
Beurre	42,5	38,4	34,8	36,8	33,2	29,7
Fromage	79,3	79,1	77,8	77,2	76,4	75,3
Lait écrémé en poudre	82,9	80,3	77,5	62,3	56,2	53,0
Lait entier en poudre	54,6	53,1	49,9	22,8	20,4	18,1
Huile végétale	27,3	25,9	24,8	32,2	30,8	29,7
Sucre	28,0	25,0	23,1	28,2	26,2	24,5

Source : secrétariats de l'OCDE et de la FAO

Intérêts et limites : les projections misent sur l'absence d'accidents climatiques et excluent donc les conséquences qui s'en suivraient pour les rendements des cultures et la production du bétail.

Les préférences des consommateurs évoluent mais ne sont pas prises en compte, ainsi par exemple il se peut que la demande de certaines huiles et produits dérivés subisse d'importants et brutaux changements risquant de bouleverser la structure globale de la production et des échanges d'oléagineux.

De même les politiques gouvernementales futures en matière d'OGM ne sont pas prises en compte, et la création et la diffusion rapide de ces variétés risquent d'avoir un impact notable sur les marchés, en modifiant le coût de production et de conditionnement et les prix des produits finals.

Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2005). FAPRI 2005 U.S. and world agricultural outlook. Staff Report 1-05. Iowa State University et University of Missouri-Columbia, Ames, Iowa U.S.A. janvier 2005

Horizon 2014/15

Cette étude présente les perspectives agricoles des Etats-Unis et du monde de la production agricole, de la consommation et du commerce. Les projections sont basées sur des politiques existantes, et une croissance économique mondiale élevée (3.1% par an). De plus les économies asiatiques devraient avoir une croissance de 3.6%, les croissances les plus élevées (5% à 7%) étant prévues pour la Chine, l'Inde, le Vietnam et la Thaïlande. La région d'Amérique latine devrait quant à elle se développer à un taux annuel de 4%, et l'inflation y sera modérée.

Principaux résultats :

✓ Les exportations agricoles des Etats-Unis resteront élevées pour la période des perspectives, en 2005 les Etats-Unis augmentent leurs exportations (en volume) de 2.5%. Mais la faiblesse des prix pour le blé et les oléagineux, ainsi que des exportations de viandes expliquent la baisse en valeur des exportations de 4%. On projette que la valeur des exportations des Etats-Unis augmente de 20% d'ici 2014, avec un essor des exportations de viandes.

✓ Le prix du blé devrait augmenter jusqu'à 164$ la tonne en 2014/15, ceci grâce à une augmentation de la demande en Asie, Moyen Orient, et dans les pays d'Afrique, qui augmenteront leur commerce net de blé à 108 millions de tonnes en 2014/15. La production de blé de l'Argentine est à la hausse et devrait continuer avec une augmentation des surfaces et des rendements.

✓ La consommation de maïs devrait augmenter également dans les dix prochaines années, grâce à l'augmentation de la demande dans les pays asiatiques et latino-américains. Une augmentation de la consommation par tête et la croissance de la population contribuent à l'augmentation de la demande de nourriture.

✓ Le secteur des oléagineux devrait croître de 0.7% par an atteignant 186 millions d'hectares en 2015. Environ 97% de l'augmentation du secteur est due à l'expansion du soja de en Amérique du Sud. Les prévisions tablent sur une stagnation du prix des oléagineux. L'augmentation de la surface de 8% jusqu'en 2014/15 et une augmentation des rendements expliquent la croissance de la production. Pour satisfaire la demande de farine et d'huile l'augmentation de la trituration des graines sera de 28%. Le commerce mondial des oléagineux devrait augmenter de 42%, la majorité de l'augmentation des importations de soja se produira en Chine, au Moyen Orient et en Afrique, avec des importations nettes de soja multipliées par deux. Les exportations des Etats-Unis devraient baisser de 9% dans ce secteur. Pour le Colza c'est le Canada qui domine le marché avec 60% des exportations mondiales et la Chine et le Japon représentent 60% des importations. Jusqu'en 2014 il y aura une augmentation de la consommation d'huile végétale de 0.2kg/personne/an, avec une croissance de l'huile de soja, de colza et de tournesol de 3.1%, 1% et 1.7% respectivement.

✓ Le prix et la production de riz devraient augmenter sur toute la période, mais les stocks mondiaux continuent de décliner. La croissance de la production s'explique seulement par la

croissance des rendements grâce au développement des variétés. Même si la consommation mondiale de riz augmente, la consommation par tête diminue (de 65kg par personne en 2005 à 63 kg/personne en 2014). Le commerce du riz devrait augmentait de 3.7% par an jusqu'en 2015. Le Bangladesh, l'Indonésie, les Philippines, le Nigeria, l'Iran, l'Irak, et l'Arabie Saoudite expliquent 66% de la croissance des importations de riz, avec presque 28% attribuables à l'Indonésie. La Thaïlande, le Vietnam, et l'Inde vont dominer les exportations de riz. Ces trois pays ont représenté 66% des exportations en 2004/05, et leur part représentera jusqu'à 70% de 2014/15.

✓ La consommation par tête de viande augmente sur la période de projection pour arriver à 56 kg/personne/an. Cette augmentation de la demande entraîne une croissance de la production de viande de 21% sur la période de projection. Et on assistera à un renforcement du prix de la viande. La consommation par tête de viande de bœuf, porc et volaille devrait augmenter de 6.1kg/personne entre 2004 et 2014. Et la capacité de production augmentera également. On assistera à des importations excessives dans de nombreux pays dues à l'augmentation des revenus et donc à une consommation supérieure à la production. Le commerce mondial de viande devrait augmenter de 36.6% sur la période, et les producteurs peu coûteux d'Amérique latine capturer la demande.

Avec un revenu croissant et une demande forte de la part des consommateurs, la production de lait et de produits laitiers augmente fortement jusqu'en 2015. Les échanges mondiaux de ces produits vont augmenter de manière significative, comme par exemple le commerce du fromage qui devrait augmenter de 37% en 10 ans, et un accroissement des prix pour les produits laitiers de 1 à 2% annuellement. Les principaux pays exportateurs dans ce secteur sont l'Australie, la Nouvelle Zélande et les Etats-Unis, mais l'Argentine et le Brésil augmentent également leurs exportations et l'Union Européenne devient de plus en plus compétitive avec ses dix nouveaux états.

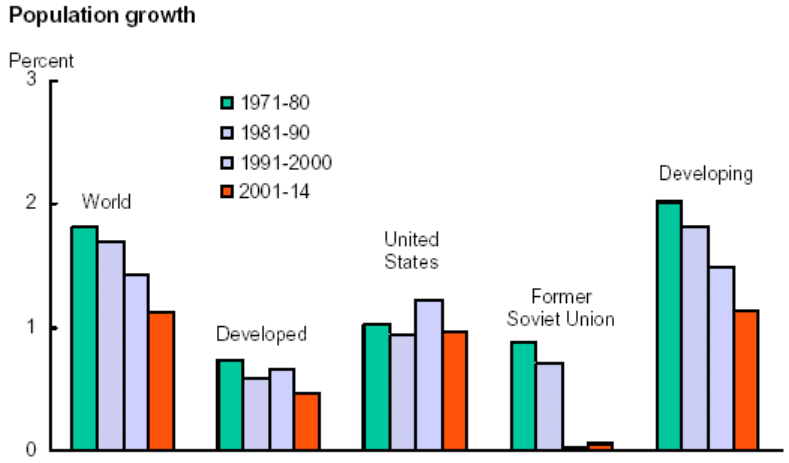
USDA/ERS (2005). USDA Agricultural Baseline Projections to 2014. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Baseline Report OCE-2005-1, 116 pp.
Projections pour les Etats-Unis
Horizon 2014

Ce rapport fournit des projections pour le secteur agricole à l'horizon 2014. Les projections couvrent les produits agricoles, le commerce agricole, et les indicateurs globaux du secteur, tels que le revenu agricole et les prix des denrées alimentaires. Les projections sont fondées sur des hypothèses spécifiques concernant des conditions macro-économiques, politiques, et des développements internationaux. Le scénario de base suppose qu'il n'y a aucun choc qui affecte l'offre et la demande globale. Les coûts énergétiques et autres bilans de matières premières, ainsi que les taux de change demeurent très incertains dans ces perspectives.

Les projections du scénario de référence :

***Croissance économique* :** pour la croissance économique, l'USDA projette un taux de croissance mondiale de 3% par an en moyenne jusqu'à 2014. La croissance du produit intérieur brut des Etats-Unis ralentit et s'engage sur un taux soutenable de long terme de 3%. Une croissance économique forte des PED de plus de 5% annuellement est projetée pour 2006-2014.

***La population* :** la croissance de la population ralentit à un taux de 1.1% par an pour la période de projection (taux annuel de 1.7% dans les années 80), et devrait augmenter de 700 millions de personnes entre 2004 et 2014. Mais le taux étant plus important dans les PED, la part de la population vivant dans les PED devrait passer de 80% en 2004 à 82% en 2014.



***Exportations et importations* :** les Etats-Unis devraient continuer à augmenter la valeur de leurs exportations et passer ainsi de 56 milliards de US$ en 2005 à 78.6 milliards de US$ en 2014. La majeure partie des exportations concernant les produits animaux. La Chine deviendra importateur net de maïs en 2007/2008, reflétant la baisse des stocks de grains et les revenus croissants des consommateurs qui demandent de plus en plus de viande. Augmentation des exportations de soja au Brésil. Le Kazakhstan et l'Ukraine vont augmenter leurs exportations de blé, reflétant les faibles coûts de production et des investissements

continus dans le secteur agricole, et passeront d'une part de 4-6% des exportations mondiales de blé à 11% en 2014.

***Les récoltes* :** les plantations projetées pour les huit cultures principales de plein champ aux Etats-Unis augmentent lentement d'un minimum de 247 millions d'hectares à presque 252 millions d'hectares en 2014. Les augmentations de rendement contribuent également aux gains de production et à la réduction du besoin d'avoir plus de terres cultivées.

La croissance économique régulière et les gains domestiques et internationaux de la population renforcent la demande de nourriture et de produits d'origine agricole créant une perspective favorable pour le secteur agricole des Etats-Unis. Les Etats-Unis resteront concurrentiels sur les marchés agricoles globaux bien que la concurrence commerciale continue à être forte. Les gains dans la consommation globale, le commerce mondial, les exportations agricoles des Etats-Unis, et la demande domestique des produits agricoles ont comme conséquence l'augmentation des prix des produits agricoles, ce qui aide à améliorer l'état financier du secteur agricole des Etats-Unis. On projette le retour à un excédent modéré après 2005, mais la balance commerciale agricole des Etats-Unis restera inférieure à celle des deux dernières décennies.

Benjamin C., N. Herrard, M Houée et I. Piot-Lepetit. (2005) Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures. Projections et simulations du modèle WEMAC. Rapport final pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche. MAP 02.G5.01.01. INRA, juin 2005.

Pays étudiés : Argentine, brésil, Canada, Chine, Inde, Etats-Unis, Russie, Ukraine.
Zones étudiées : Union européenne, bloc des pays de l'est, Afrique du Nord et Moyen Orient, et Reste du monde.

Projections à l'horizon 2014 avec les hypothèses suivantes : Croissance démographique ; croissance réelle du PIB, soutenue pour les pays non-membres de l'OCDE (7%), et plus faible pour les autres pays (2%) ; taux de change euro/dollar 1€=1,15$; politiques agricoles constantes.

Les objectifs :
- ✓ Anticiper l'évolution des marchés mondiaux de grandes cultures.
- ✓ Disposer d'une alternative aux modèles existants.
- ✓ Etudier les conséquences de changements économiques.
- ✓ Evaluer l'impact du soutien agricole et des politiques commerciales.

Les résultats :
- ✓ Le marché mondial du blé :

Hausse de la consommation, avec une croissance plus soutenue pour les pays en développement.

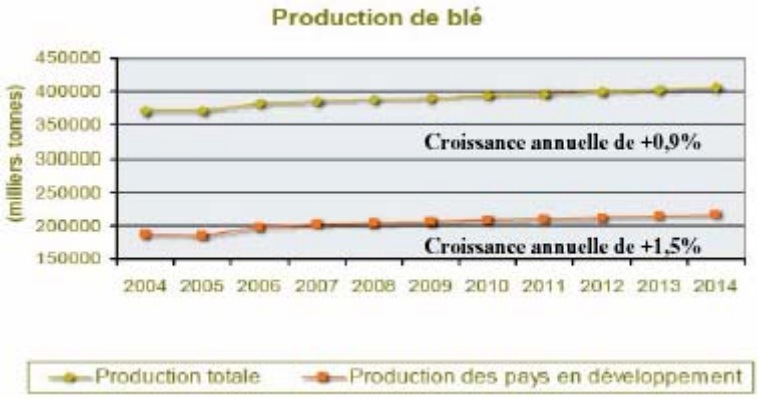


Tableau 15 Classement des pays selon le taux de croissance de la consommation :

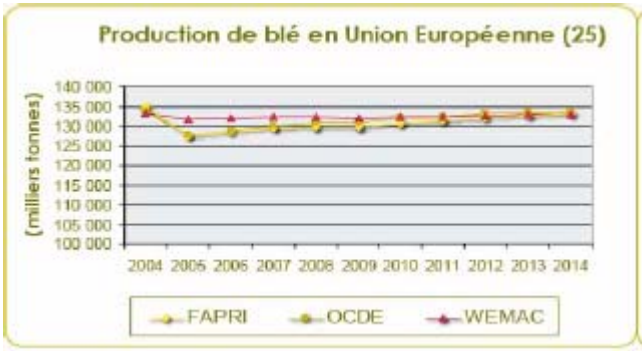
	2004	2014	Taux de croissance annuel moyen
	Millions de tonnes		%
Argentine	16.9	24.0	3.58
Brésil	6.5	7.8	1.85
Canada	22.2	25.9	1.56
Inde	75.6	87.9	1.53
Chine	89.4	97.0	0.95
Etats-Unis	60.2	61.4	0.20
Union européenne (15)	108.9	110.2	0.13

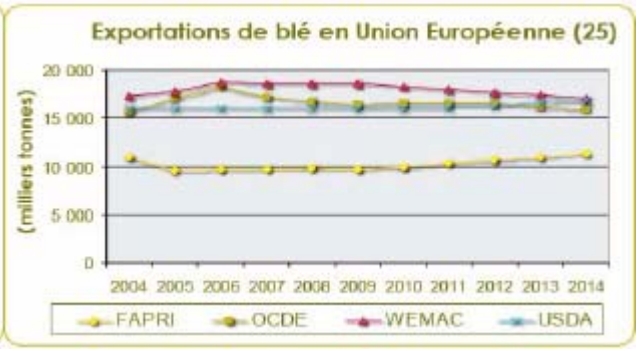
En ce qui concerne les échanges de blé, les projections de WEMAC prévoient une forte augmentation des importations de l'Inde, passant de 0.85 en 2004 à 7.71 millions de tonnes en 2014. Les exportations devraient baisser pour les Etats-Unis (de 23.6 en 2004 à 19.1 millions de tonnes en 2014), à l'inverse l'Argentine augmente ses exportations de 6.9 millions de tonnes entre 2004 et 2014.

✓ Le marché mondial du maïs : croissance de la production plus forte en Argentine et au Brésil ; hausse de la consommation, en particulier en Chine pour l'alimentation animale. La Chine deviendrait importatrice de maïs. A l'inverse, les exportations des Etats-Unis diminuent au bénéfice de l'Argentine.

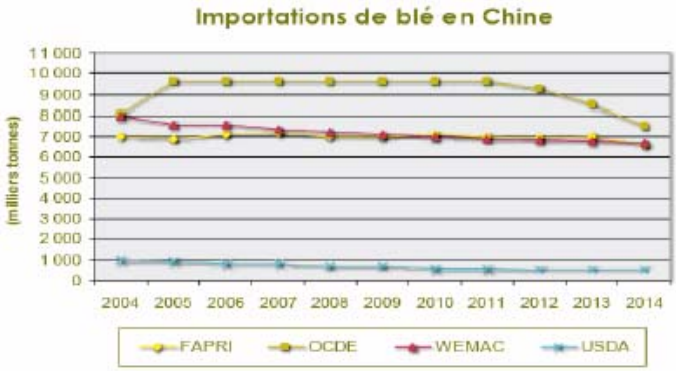
✓ Le marché mondial du soja : la consommation augmente plus que la production. La croissance de la production est plus forte en Amérique du Sud qu'aux Etats-Unis. Les Etats-Unis perdraient des parts de marché à l'exportation. La Chine devient le premier importateur dans le monde de soja.

Comparaison avec les autres modèles, de fortes différences selon les sources :

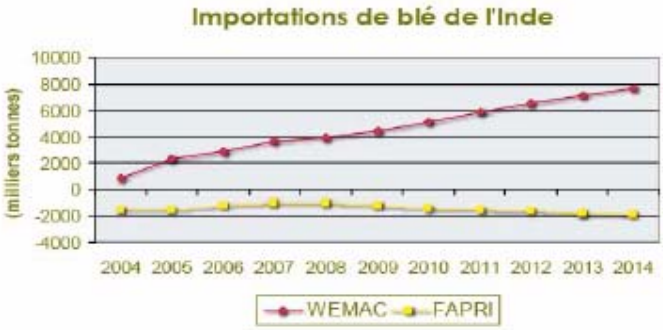




De grandes incertitudes sur le marché du blé en Chine selon les différents modèles.



Pour le marché du blé en Inde :
WEMAC => Inde importateur net
FAPRI => Inde exportateur net



2.4 L'environnement

PNUE (2002). L'avenir de l'environnement mondial 3. GEO3. Chapitre 4: Prospective 2002-2032. Potting José et Bakkes Jan, PNUE/RIVM, 2004.

Région du monde : Amérique du Nord, Amérique latine et Caraïbes, Europe, Asie de l'Ouest, Afrique, Asie et Pacifique.
Horizon 2032, une projection seulement pour l'année 2032

C'est le troisième volet de l'étude prospective du Programme des Nations Unies pour l'Environnement. GEO3 fournit des évaluations environnementales modernes grâce à la participation large et active d'un grand nombre d'organismes experts. Il a de nombreuses implications dans les politiques de la faim, du changement de climat, de la biodiversité.
GEO3 souligne que les 30 prochaines années seront aussi décisives que les 30 années qui viennent de s'écouler dans la détermination de l'avenir de l'environnement. Les vieux problèmes vont continuer à se poser, mais de nouvelles difficultés vont apparaître sur des ressources qui, dans de nombreux cas, sont déjà dans un état fragile.

Méthodologie : une équipe d'experts mondiaux et régionaux a défini quatre scénarios globaux. Une première quantification pour un petit nombre d'indicateurs au niveau des sous-régions GEO a été fait. Les équipes responsables de chacune des sept grandes régions GEO ont ensuite élaboré les scénarios au niveau régional et alimenté l'analyse quantitative, particulièrement en ce qui concerne les forces motrices clés. Les résultats des élaborations régionales ont été employés pour affiner les scénarios mondiaux et pour faire les analyses quantitatives correspondantes. Pour affiner encore les descriptifs qualitatifs et les analyses quantitatives, GEO-3 a eu recours à un processus itératif auquel ont participé l'équipe qui a réalisé les scénarios et les groupes de modélisateurs. Durant ce processus, le travail a été examiné à deux reprises dans un cadre structuré et il a été étudié à fond lors d'un atelier spécial qui a réuni un groupe de spécialistes des scénarios du monde entier.

Les résultats obtenus par le groupe GEO-3 ont été calculés à partir de plusieurs outils d'analyse qui sont résumés dans le tableau 16 (plus de détails sont fournis en annexe 5).

AIM est un modèle intégré qui permet d'évaluer différents scénarios de l'évolution socio-économique et environnementale dans la région Asie et Pacifique.

GLOBIO est un modèle employé pour visualiser l'impact cumulatif de l'expansion de la demande de ressources et du développement des infrastructures qui y est associé sur la diversité biologique et les écosystèmes.

IMAGE est un modèle dynamique intégré d'évaluation du changement climatique à l'échelle mondiale.

Polestar est un logiciel de modélisation qui permet de faire des études de durabilité.

WaterGap est un modèle mondial qui calcule la disponibilité et l'utilisation de l'eau à l'échelle des bassins hydrographiques.

Tableau 16 Présentation des variables des différents modèles

Modèle	Variables fournies pour les perspectives
AIM (Modélisation seulement pour l'Asie et le Pacifique)	Emissions de dioxyde de carbone Emissions de dioxyde d'azote Emissions d'oxyde de soufre Génération de déchets solides municipaux
GLOBIO	Ecosystèmes effectués par expansion des infrastructures
IMAGE	Chargement d'azote des écosystèmes marins côtiers Emissions de dioxyde de soufre Emissions de dioxyde de carbone Emissions de dioxyde de carbone de toutes sources, taux de changement de température moyen & changement dans la précipitation totale annuelle Risque d'érosion des sols Forêt normale excluant la re-croissance Pression sur les écosystèmes naturel & Indice de capital naturel
PoleStar	Les terres cultivées sévèrement dégradées Ampleur de l'environnement construit Personne vivant en sous alimentation
WaterGAP	Personnes vivant sur des terres avec un sévère manque d'eau

GLOBIO=Global Methodology for Mapping Human Impacts on the Biosphere
WaterGap=Water – Global Assessment and Prognosis
AIM=Asian-Pacific Integrated Model
IMAGE=Integrated Model to Assess the Global Environment

GEO3 utilise **quatre scénarios** différents pour explorer ce que l'avenir peut nous réserver, selon les différentes politiques mises en œuvre. Ces scénarios, qui englobent les évolutions que l'on peut constater dans de nombreux domaines qui se recoupent, comme la population, l'économie, la technologie, l'exercice du pouvoir :

Le scénario « marchés d'abord » : la plupart des pays adoptent les valeurs et les attentes qui règnent actuellement dans les pays industrialisés. La richesse des nations et le jeu optimal des forces du marché dominent l'action sociale et politique. La mondialisation et la libéralisation sont envisagées avec confiance car elles encouragent la création de richesses dans les entreprises, créent de nouvelles entreprises, de nouveaux moyens d'existence et ainsi aident les hommes et leur communauté à s'assurer contre les effets des problèmes sociaux et environnementaux ou à payer le prix de leur résolution. Des investisseurs soucieux d'éthique, s'alliant à des associations et des groupes de consommateurs, s'efforcent d'exercer une influence corrective mais sont réduits au silence par les impératifs économiques. Les pouvoirs des représentants de l'état, des législateurs et des responsables des politiques de réglementer la société, l'économie et l'environnement continuent d'être dépassés par une demande toujours plus grande.

Le scénario « politiques d'abord » : les gouvernements prennent des initiatives décisives pour tenter d'atteindre les objectifs sociaux et environnementaux fixés. Une action coordonnée pour préserver l'environnement et éliminer la pauvreté équilibre la poussée du développement économique à tout prix. Les avantages et les coûts environnementaux et sociaux sont pris en considération dans les politiques suivies, les cadres réglementaires mis en place et les processus de planification. Tous ces aspects sont renforcés par des incitations fiscales telles que la taxe sur le carbone et divers dégrèvements. Des codes de conduite internationaux et des instruments légalement contraignants, prenant pour objet l'environnement et le développement, sont intégrés dans des plans d'action unifiés, leur statut

en droit est amélioré bien que des dispositions nouvelles soient prévues pour l'organisation de consultations afin de permettre l'intégration de variantes régionales ou locales.

Le scénario « sécurité d'abord » : ce scénario part de l'hypothèse d'un monde où il existe encore des disparités frappantes, de fortes inégalités et des conflits persistants. Les tensions socio-économiques et environnementales donnent lieu à des vagues de protestation et de contre-mesures. Comme les troubles s'étendent, les groupes les plus puissants et les plus riches pensent avant tout à leur propre protection, créant des enclaves semblables à ce qu'on connaît aujourd'hui sous le nom de « groupes de résidences à accès restreint ». Ces îlots privilégiés offrent une certaine sécurité et des avantages économiques aux communautés qui en dépendent, dans leurs environs immédiats, mais ils rejettent à l'extérieur la masse désavantagée. Les services de protection sociale et les services publics réglementaires tombent en désuétude, tandis que les forces du marché continuent à fonctionner en dehors de ces murs.

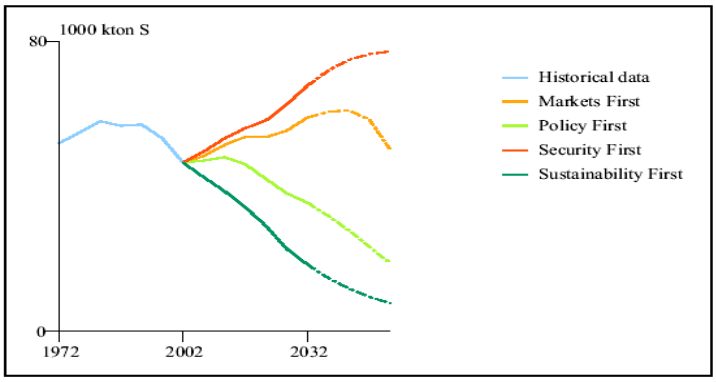
Le scénario « durabilité d'abord » : un nouveau paradigme de l'environnement et du développement apparaît en réponse au problème de la durabilité, et est soutenu par des valeurs et institutions nouvelles et plus équitables. Une conception plus visionnaire de l'avenir s'impose, où les changements radicaux de la façon dont les gens communiquent les uns avec les autres et avec le monde qui les entoure encouragent l'adoption de politiques de développement durable et un comportement responsable des grandes entreprises. Il existe une collaboration beaucoup plus riche entre les gouvernements, les citoyens et les autres acteurs, dans les décisions prises sur les questions d'intérêt étroitement commun. Un consensus se dégage sur ce qu'il convient de faire pour satisfaire les besoins fondamentaux et réaliser les objectifs individuels sans compromettre le sort d'autrui ni les perspectives de la postérité.

Conséquences environnementales de ces scénarios :

Gaz à effet de serre

✓ L'absence de politiques efficaces de réduction des émissions de dioxyde de carbone et autres gaz à effet de serre, dans les scénarios Marchés d'abord et Sécurité d'abord amènent d'importantes augmentations des émissions au cours des 30 prochaines années. Cependant, les décisions prises dans le scénario Politiques d'abord, notamment l'imposition de taxes sur le carbone et des investissements dans des sources d'énergie ne faisant pas appel aux combustibles fossiles, limitent avec succès l'augmentation mondiale des émissions, et parviennent vers 2030 à réduire effectivement celles-ci. Les changements de comportement qu'implique le scénario Durabilité d'abord, avec une amélioration de l'efficacité de la production et de la conversion de l'énergie, amènent rapidement à l'arrêt de l'augmentation des émissions, puis à leur baisse dès le milieu des années 2020.
L'Amérique du Nord, qui est la région qui émet le plus de gaz à effet de serre, joue un rôle majeur dans la détermination du climat futur.

Résultat sur les émissions de gaz comme le dioxyde de soufre



Source : RIVM

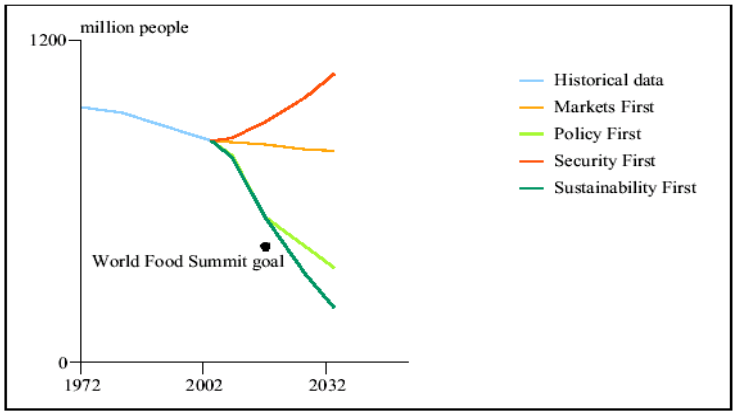
Diversité biologique

✓ La diversité biologique restera menacée si ne sont pas prises des mesures pour ralentir l'activité humaine. La poursuite de l'urbanisation et de la construction d'infrastructures, ainsi que les effets du changement climatique, contribuent à épuiser gravement la diversité biologique dans la plupart des régions dans tous les scénarios.

Sous-alimentation

✓ L'augmentation de la population et de l'activité économique, en particulier l'agriculture, amène une augmentation de la demande d'eau douce dans la plupart des scénarios. De même, le besoin de denrées alimentaires et la capacité de les satisfaire dans les différents scénarios reflètent une combinaison de changements intervenus dans l'offre et la demande, sous l'influence de politiques sociales, économiques et environnementales. Dans le scénario Marchés d'abord, même avec une diminution du pourcentage de la population qui souffre de la faim, le nombre total de personnes affectées change relativement peu et même augmente dans certaines régions, avec l'augmentation de la population. Dans les scénarios Politiques d'abord et Durabilité d'abord, l'objectif de la réduction de l'emprise de la faim, comme objectif essentiel, et la place donnée à un développement plus équilibré entre les régions, aident à réaliser des réductions spectaculaires de la proportion et du nombre total de personnes sous-alimentées.

Faim globale



Source : SEI Boston

Tableau 17 Incidence de la faim, estimation courante et scénarios

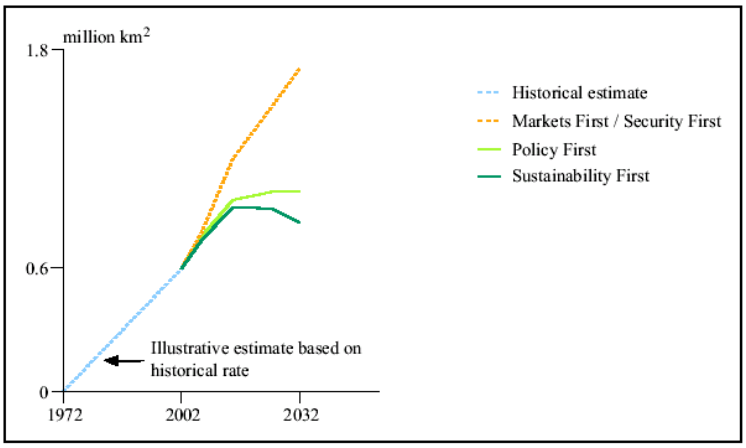
	1995	2002 (est)	2032			
			Marché d'abord	Politique d'abord	Sécurité d'abord	Durabilité d'abord
Amérique du Nord	2	2	1	0	2	0
Amérique Latine et Caraïbes	11	11	8	3	12	2
Afrique	28	26	17	10	22	6
Europe	2	2	3	1	4	1
Asie de l'Ouest	12	12	10	5	11	3
Asie et Pacifique	16	15	9	4	11	2
Monde	15	14	10	4	12	3

Terres

✓ En Afrique, le risque de dégradation des terres augmente. Dans les scénarios Politiques d'abord et Durabilité d'abord, un accès plus large aux services d'appui aide les agriculteurs à mieux gérer les sols et les politiques de gestion intégrée des sols se généralisent dans la région. À l'autre extrémité, dans le scénario Sécurité d'abord, alors que des conditions raisonnables sont préservées dans les zones protégées qui desservent l'élite propriétaire des terres, les fortes concentrations de population ailleurs contribuent à une grave dégradation des terres et à une forte érosion des sols. Des problèmes similaires apparaissent dans le scénario Marchés d'abord, car les terres agricoles de meilleure qualité sont affectées à la production de matières premières et à des cultures commerciales.

La dégradation des terres et des forêts et la fragmentation des forêts demeurent parmi les problèmes environnementaux les plus importants en Amérique latine et dans les Caraïbes, dans tous les scénarios.

Les terres cultivées globales dégradées depuis 1972



Source : SEI Boston

Eau

✓ Dans le scénario Marchés d'abord, en Asie et dans le Pacifique, les prélèvements en eau augmentent dans tous les secteurs, amenant une expansion des zones souffrant de stress hydrique grave en Asie du Sud et du Sud-Est. Le ralentissement de la croissance économique dans le scénario Sécurité d'abord réduit la croissance de la demande. Avec des politiques efficaces et avec un changement des modes de vie, dans les scénarios Politiques d'abord et Durabilité d'abord, les prélèvements en eau restent à leur niveau actuel ou même diminuent dans la plus grande partie de la région.

✓ L'Asie occidentale est l'une des régions où sévit le stress hydrique le plus grave, plus de 70 millions d'habitants de la région y étant exposés. Dans les scénarios Marchés d'abord et Sécurité d'abord, l'augmentation de la population et la croissance économique amènent une forte augmentation des prélèvements en eau par les ménages et les industries, aggravant encore l'extension des zones subissant un stress hydrique grave, et affectant plus de 200 millions d'habitants en 2032. Un ensemble d'initiatives, dans les scénarios Politiques d'abord et Durabilité d'abord, aide à réduire un peu l'augmentation de la demande d'eau liée à la croissance économique. Alors que les prélèvements totaux en eau dans ces deux scénarios diminuent, la pénurie d'eau persiste et la demande continue à dépasser les ressources hydriques disponibles.

Conclusions

Les conséquences environnementales des divers scénarios illustrent l'héritage des décennies antérieures et montrent le niveau de l'effort qui doit être entrepris pour inverser de puissantes tendances. L'une des principales leçons concrètes de ces scénarios est qu'il peut s'écouler d'importants délais entre une modification des comportements, notamment des choix de politique, et leurs effets sur l'environnement, plus précisément :

✓ Une grande partie du changement environnemental qui se produira au cours des 30 prochaines années sera le résultat de mouvements déjà commencés en raison d'actions passées ou de décisions actuelles.

✓ Une grande partie des effets des politiques de protection de l'environnement mises en place au cours des 30 prochaines années ne deviendront apparents que beaucoup plus tard.

Autres résultats :

Tableau 18 Projection du taux de croissance du PIB par tête 2002-2032 (en % par an)

	Marché d'abord	Politique d'abord	Sécurité d'abord	Durabilité d'abord
Amérique du Nord	1.7-2.1	1.0-1.7	0.6-0.9	0.4-1.5
Amérique Latine et Caraïbes	2.0-2.4	2.4-2.5	1.6-1.8	2.7-3.1
Afrique	2.0-2.5	1.7-2.4	0.8-1.2	1.4-2.1
Europe	2.2-2.3	2.4-2.8	1.04-1.8	3.0-4.1
Asie de l'Ouest	1.6-2.5	2.7-3.0	2.1-3.6	3.5-3.8
Asie et Pacifique	2.2-3.6	2.7-3.5	1.4-2.2	3.0-3.1

UNEP/RIVM (2004)

Tableau 19 Projection de la croissance annuelle moyenne de la population 2002-2032 (en % par an)

	Marché d'abord	Politique d'abord	Sécurité d'abord	Durabilité d'abord
Amérique du Nord	0.6-0.7	0.6-0.7	0.9	0.4-0.7
Amérique Latine et Caraïbes	1.0-1.1	1.0	1.4-1.6	0.8-1.0
Afrique	-0.1-0.2	-0.1-0.2	0.2-0.4	-0.2-0.2
Europe	1.7-2.2	1.7-2.1	2.3-2.5	1.7-2.0
Asie de l'Ouest	1.9	1.8-1.9	2.2	1.7-1.9
Asie et Pacifique	0.7-0.8	0.7	1.2-1.3	0.6-0.7
Monde	0.9	0.8-0.9	1.3-1.4	0.7-0.9

UNEP/RIVM (2004)

Tableau 20 Surface construite, estimation courante et scénario (en km²/100 habitants)

	1995	2002	2032			
			Marché d'abord	Politique d'abord	Sécurité d'abord	Durabilité d'abord
Amérique du Nord	12.0	12.2	13.4	10.9	14.1	9.9
Amérique Latine et Caraïbes	5.0	5.2	6.4	5.4	6.7	5.5
Afrique	6.4	6.5	6.6	6.3	6.9	6.0
Europe	5.0	5.1	5.7	5.3	5.8	5.3
Asie de l'Ouest	6.0	6.1	6.3	5.9	6.5	5.8
Asie et Pacifique	3.0	3.2	4.0	4.0	4.1	4.4
Monde	4.4	4.6	5.3	5.1	5.5	5.1

UNEP/RIVM (2004)

Importance des modèles choisis pour les projections étant donné la variation des données:

Tableau 21 Données de PoleStar et IMAGE pour des variables choisies, 2002

	Emissions de dioxyde de carbone		Terres cultivées		Terres en pâturage	
	PoleStar	IMAGE	PoleStar	IMAGE	PoleStar	IMAGE
	mln kton C		mln km²		mln km²	
Amérique du Nord	1.88	1.75	2.32	2.12	2.67	2.47
Amérique Latine et Caraïbes	0.48	0.36	1.62	1.59	6.75	6.24
Afrique	0.29	0.23	2.12	1.83	8.90	9.11
Europe	2.07	1.69	3.56	3.06	1.96	3.84
Asie de l'Ouest	0.22	0.34	0.17	0.52	1.51	2.08
Asie et Pacifique	3.09	1.84	5.69	4.90	13.03	10.72

UNEP/RIVM (2004)

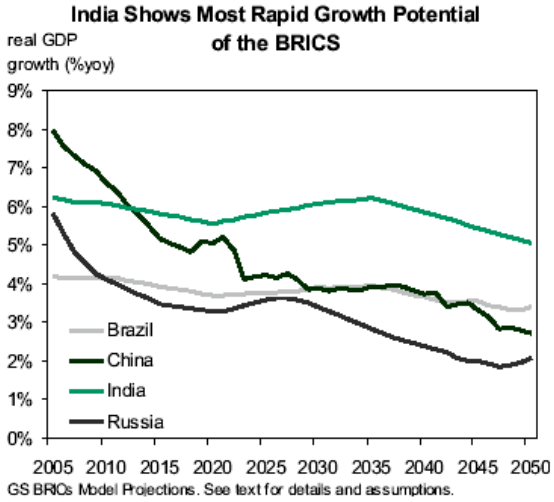
2.5 Les évolutions économiques et géopolitiques

Wilson D. et R. Purushotaman (2003). Dreaming with BRICs the path to 2050, NY, Goldman Sachs, Global Economics Paper n°99, oct 2003.

Au cours des 50 années à venir, le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine, (BRIC), pourraient devenir une force beaucoup plus grande dans l'économie mondiale. En utilisant les dernières projections démographiques et un modèle d'accumulation du capital et de croissance de productivité, dans moins de 40 ans, les auteurs montrent que les BRIC ensemble pourraient être économiquement plus importants que le G6. En 2025 ils pourraient valoir la moitié de la taille du G6 (USA, Japon, Royaume-Uni, Allemagne, France et Italie) alors qu'ils valent actuellement à peine moins de 15%.

Méthodologie : pour ces projections les auteurs supposent que les BRIC maintiennent leurs politiques et développent des institutions supportant la croissance. Ils utilisent une fonction Cobb Douglas pour le PIB. Les données proviennent du US Census Bureau.
$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}$ avec Y= PIB, L= le travail, K= Stock de capital, A= niveau de progrès technique.
Croissance du PIB selon trois composantes : croissance de l'emploi, croissance du progrès technique et croissance du capital social.

Résultats :
✓ La croissance des BRIC est susceptible de ralentir de manière significative vers la fin de la période, et seulement l'Inde posséderait un taux de croissance supérieur à 3%.



✓ L'économie de l'Inde pourrait être plus grande que celle du japon en 2032, et celle de la Chine plus grande que celle des Etats-Unis en 2041 (ceci en supposant qu'ils gardent des politiques de croissance soutenue).
✓ Mais la population des BRIC sera toujours plus pauvre que la population du G6 et cela jusqu'en 2050.
✓ Au cours des années à venir, le taux de croissance moyen du PIB du Brésil est de 3.6%. Pour la Chine il tombe à 5%, mais elle deviendrait la plus grande économie du monde à partir de 2041. L'Inde resterait quant à elle, au-dessus de 5% sur toute la période. Enfin pour la

Russie elle aurait un PIB par habitant le plus élevé du groupe des BRIC, comparable à celui du G6.

✓ Les BRIC pourraient devenir une source très importante de nouvelles dépenses dans le futur.

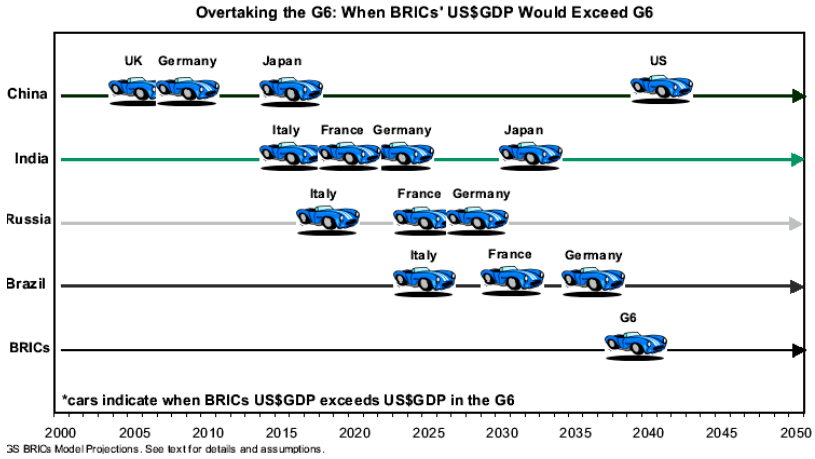


Tableau 22 Croissance du PIB réel des BRIC : moyenne sur une période de 5 ans

%	Brésil	Chine	Inde	Russie
2000-2005	2.7	8.0	5.3	5.9
2005-2010	4.2	7.2	6.1	4.8
2010-2015	4.1	5.9	5.9	3.8
2015-2020	3.8	5.0	5.7	3.4
2020-2025	3.7	4.6	5.7	3.4
2025-2030	3.8	4.1	5.9	3.5
2030-2035	3.9	3.9	6.1	3.1
2035-2040	3.8	3.9	6.0	2.6
2040-2045	3.6	3.5	5.6	2.2
2045-2050	3.4	2.9	5.2	1.9

Tableau 23 Projection du capital par tête en US$

2003	BRICs				G6					
US$	Brésil	Chine	Inde	Russie	France	Allemagne	Italie	Japon	RU	Etats-Unis
2000	4338	854	468	2675	22078	22814	18677	32960	24142	34797
2005	2512	1324	559	3718	24547	24402	21277	34744	27920	39552
2010	3417	2233	804	5948	26314	26877	23018	36172	30611	42926
2015	4664	3428	1149	8736	28338	29111	25086	38626	33594	45835
2020	6302	4965	1622	12527	30723	31000	27239	42359	36234	48849
2025	7781	7051	2331	16652	33203	32299	28894	46391	38479	52450
2030	9823	9809	3473	22427	35876	33898	30177	49944	41194	57263
2035	12682	13434	5327	29749	38779	37087	31402	52313	44985	63017
2040	16370	18209	8124	35314	42601	40966	33583	55721	49658	69431
2045	20926	24192	12046	42081	46795	44940	36859	60454	54386	76228
2050	26592	31357	17366	49646	51594	48952	40901	66805	59122	83710

✓ Si ces chiffres paraissent élevés, ils sont à peu près dans la lignée des projections du FMI qui prévoit une croissance annuelle du PIB de 5% pour la Russie, 4% pour le Brésil, 8% pour la Chine, 6% pour l'Inde.

Laudicina P. (2005). Le désordre du monde, les grands axes de l'avenir. Vuibert.

Au Global Business Policy Council, qu'il a fondé, Paul Laudicina publie annuellement « l'indice de confiance », une étude approfondie des conditions d'investissements dans près de 60 pays. Auteur de nombreux articles, et spécialiste de la prospective, il conseille les dirigeant d'entreprises internationales. Il propose trois grands scénarios possibles pour 2015 :

Un monde en patchwork : économie mondiale stagnante, les pays industriels et les économies émergentes restent soumis aux aléas du cycle économique. Les barrières douanières freinent les exportations. Les aides gouvernementales diminuent donc les PED doivent affronter seuls les conditions économiques et politiques. Les gouvernements adoptent des mesures protectionnistes. La part des consommateurs les plus riches augmente, et la majorité des revenus moyens se retrouve dans les marchés émergents comme la Chine, l'Inde, le Brésil et le Mexique soit 2 milliards de personnes et 29 pourcents de la population. Les multinationales sont de plus en plus puissantes.

Donjon et forteresse : en 2015 le monde est en proie à l'instabilité et au terrorisme, la sécurité et la survie préoccupent le monde. Le sentiment nationaliste est de plus en plus fort et entraîne le protectionnisme. Malaise économique pour le Japon et les Etats-Unis qui pèsent sur la demande de biens et services et de nombreuses économies passent de la récession à la dépression caractérisée. Les consommateurs expriment une préférence pour les produits nationaux, baisse de l'épargne et augmentation des prix. Les gouvernements protègent leurs entreprises.

Frontières ouvertes, les peurs perdurent : les Etats-Unis et Chine dominent le monde économique, politique et démographique. L'activité économique et l'innovation sont intenses.

Toutefois, il faut relativiser ces scénarios, car des facteurs imprévisibles peuvent influencer la trajectoire de l'environnement économique mondial : épidémies mondiales, guerres, crises financières, flambée du terrorisme, recherche et développement, insécurité informatique.

NIC (2004). Mapping the global future. Report of the National Intelligence Council's 2020 project, décembre. 2004.

Ce rapport est basé sur la consultation d'experts non gouvernementaux dans le monde. Le NIC est un centre de la pensée stratégique du gouvernement des Etats-Unis, en rapport avec le directeur du National Intelligence (DNI) et fournissant, au président et aux décisionnaires, des analyses sur des question de politiques étrangères.

Scénarios possibles :

Davos world : ce scénario fait l'hypothèse d'une croissance économique robuste dans les 15 années à venir, qui pourrait remodeler le processus de globalisation. Sous ce scénario, les géants asiatiques (Chine et Inde) aussi bien que d'autres pays en développement continuent à dépasser la plupart des économies occidentales, et leurs marchés intérieurs deviennent un foyer important pour le commerce mondial et la technologie. L'Afrique se développe également, alors que certains pays naissants stagnent. Les puissances occidentales, y compris les Etats-Unis, doivent faire face à l'insécurité du travail en dépit des nombreux avantages qu'elles peuvent tirer de la croissance économique mondiale. Bien que tirée par les bénéfices dus au prix de l'énergie en augmentation, l'économie du Moyen-Orient est à la traîne.

Pax americana : pose un regard sur la façon dont la prédominance des Etats-Unis peut survivre aux changements radicaux du paysage politique mondial. Avec ce scénario, les alliances et les rapports principaux entre l'Europe et l'Asie subissent des changements. La coopération Etats-Unis - Europe est renouvelée, y compris sur les questions concernant le Moyen-Orient.

A New Caliphate : ce scénario fictif dépeint la façon dont pourrait s'établir un mouvement de politique religieuse radicale, qui pourrait constituer un défi aux normes et aux valeurs occidentales. Avec ce scénario, les régimes traditionnels rentrent en conflit et la confusion éclate dans le monde.

Cycle of Fear : ce scénario explore ce qui pourrait se produire si la prolifération nucléaire se développait au point d'engager des mesures de sécurité intrusives à grande échelle. De plus en plus de pays pourraient vouloir s'armer pour leur propre protection, pour lutter contre des attaques terroristes. Cependant, la crainte engendre la crainte, et des mesures draconiennes seraient mises en application par les gouvernements pour refouler les risques de prolifération et de terrorisme.

La plupart des prévisions indiquent que d'ici 2020, le produit national brut (PNB) de la Chine excédera celui des différentes puissances économiques occidentales excepté les Etats-Unis. Le PNB de l'Inde aura rattrapé ou sera au seuil des PNB européens. Le niveau de vie de ces pays n'aura pas besoin d'approcher les niveaux occidentaux pour qu'ils deviennent des puissances économiques importantes. Si aucune inversion brusque du processus de globalisation ou de bouleversements importants n'intervient dans ces pays, l'émergence de ces nouvelles puissances est une certitude. Les économies d'autres pays en voie de développement, tels que le Brésil, surpasseront les plus grands pays européens d'ici 2020. L'économie de l'Indonésie pourrait également approcher les économies de différents pays européens d'ici 2020.

3- ANALYSE CRITIQUE – SYNTHESE

Si hier le débat sur la sécurité alimentaire pouvait se réduire à la question : « est-ce que la terre pourra continuer à nourrir sa population » aujourd'hui la question s'avère plus complexe. En effet, l'agriculture mondiale du 21ème siècle, va avoir à affronter trois défis majeurs : (i) Comment nourrir une population mondiale croissante. (ii) Comment contribuer à la réduction d'une pauvreté rurale qui perdure dans le monde. (iii) Comment répondre aux inquiétudes sur la gestion des ressources naturelles. La complexité technique pour traiter ces questions au niveau mondial, notamment l'ampleur des ressources qu'il faut mobiliser pour construire les bases de données, fait que les analyses prospectives sur les perspectives de l'alimentation et de l'agriculture mondiale à long terme, ne sont pas pléthore. La revue de la littérature que nous présentons dans la première partie de ce rapport montre que l'exercice tel que défini par les termes de référence a été mené de la manière la plus complète par la FAO et l'IFPRI. Héritiers en droite ligne du MOIRA-Project de Linneman, ces travaux de prospective sont parvenus à intégrer la complexité de l'environnement qu'ils sont censés représenter et à prendre la mesure de nouvelles problématiques concernant la technologie agricole, l'environnement ou la mondialisation pour ne citer que quelques exemples.
En 1994, McCalla écrivait dans sa revue de la littérature sur les prospectives alimentaires à long terme : « Tout le monde s'accorde à dire que la population mondiale atteindra les huit milliards d'habitants en 2025. Tout le monde s'accorde à dire que cet accroissement aura lieu dans les villes des pays en développement (…) La plupart s'accorde à dire que l'offre alimentaire devra plus que doubler en 2025, du fait des accroissements de revenu et de l'urbanisation en plus de la croissance de la population. Etant donné ce consensus général sur les besoins ou le côté demande de l'équation (…) pourquoi autant de divergences d'opinion sur la manière dont l'offre va pouvoir satisfaire la demande ? Le spectre des points de vue s'étend de 'il n'y aura aucun problème d'approvisionnement' à 'l'arrivée imminente du cauchemar malthusien si rien n'est fait pour contrôler efficacement la croissance de la population' ; l'opinion prédominante étant plutôt 'pas de problème' (…) ». Quand on s'intéresse aux travaux plus récents, une décennie plus tard, on se rend compte que, même s'il s'est complexifié, le débat n'a pas beaucoup changé.
Quelles sont à l'issu de l'analyse détaillée de ces travaux de prospectives les grandes conclusions ? L'agriculture pourra-t-elle nourrir les 9 milliards d'êtres humains que la planète va abriter. Le débat est-il définitivement tranché ? Sinon quels sont les points de convergence et de divergence ? Or répondre à ces questions, c'est d'abord **s'interroger sur la qualité de ces travaux et leur capacité à bien décrire l'environnement qu'ils sont censés représenter.** C'est notamment s'interroger sur :

✓ **La prise en compte les grandes évolutions démographiques, technologiques et environnementales**. Les problèmes liés à l'introduction de ces trois facteurs ne se posent pas avec la même acuité. En effet, l'introduction des ***tendances démographiques*** dans les modèles se fait via des hypothèses sur le taux de croissance des populations. Or, un consensus apparaît en ce qui concerne les projections démographiques et la plupart des études (Cf. paragraphe 2.1) s'accordent sur les tendances à long voire très long terme de diminution de la croissance et de vieillissement de la population. Nous devrions donc atteindre les 9 milliards d'êtres humains à l'horizon 2050. L'ensemble des études prospectives utilise les taux de croissance de la population mondiale établis par les Nations Unis (La référence dans ce domaine) qui sont au niveau mondial de 1.2, 0.9 et 0.6% par an pour 1997/99-2015, 2015-2030, 2030-2050 respectivement et de 1.4, 1.1 et 0.7% pour les PED. Les records d'accroissement étant réalisés par les pays d'Afrique subsaharienne. Toutefois, les analyses ont évolué et l'exercice qui consistait à évaluer la sécurité alimentaire n'est plus réduit à juste

établir un ratio disponibilité alimentaire totale / population. L'évolution des régimes alimentaires, la structure par âge de la population, les changements de mode de vie sont autant de variables clés qui auront une influence sur ces disponibilités. Keyzer et al. (2005), Gilland (2002) ont montré que des hypothèses légèrement différentes ou une modélisation plus fine pouvaient avoir des conséquences importantes sur les résultats.

Modéliser les ***évolutions technologiques*** est un exercice plus délicat et de fait les tentatives sont beaucoup plus frustres. La FAO comme l'IFPRI utilisent des facteurs de tendance qui sont censés refléter des hypothèse de croissance de la productivité induite par les progrès technique tels que la recherche, sur l'amélioration des techniques culturales, les semences, les croisement et les hybridations, les biotechnologies et le génie génétique. Ces facteurs peuvent également refléter d'autres sources de croissance tels que la R&D privée, l'éducation, l'amélioration des infrastructures, de l'irrigation etc. Ces indicateurs reposent en général sur des dires d'expert et sur les évolutions passées de la croissance des rendements. Par exemple, Gilland (2002) pour établir ses projections sur l'évolution espérée des rendements moyens de maïs en 2050 utilisent la limite biophysique[7] à la culture de maïs, des records de rendement obtenus par des maïsiculteurs américains et les évolutions 1996-2000 des rendements moyens maximums établis par la FAO. Il est aisé de se rendre compte avec ce seul exemple, que les conclusions des experts de l'impact des technologies sur la croissance des rendements sont soumises à de fortes incertitudes, nous n'avons d'ailleurs aucune information sur la valeur que peuvent prendre ces variables dans les différentes études. L'IFPRI propose des scénarios sur des hypothèses hautes et basses d'évolution technologique qui affectent les résultats globaux en matière de malnutrition.

Enfin la prise en compte de ***l'environnement*** est un exercice incontournable actuellement dans la mesure où il est impossible d'occulter l'existence d'effets croisés entre l'agriculture et la préservation des écosystèmes. L'agriculture est le principal consommateur d'eau, la principale source de pollution aux nitrates et à l'ammoniaque et de gaz à effets de serre (OCDE, 2001). Mais l'agriculture peut aussi avoir des externalités positives comme la séquestration de carbone ou la gestion des espaces naturels. Mais les effets peuvent aussi être ambigus quand l'intensification des cultures participe à sauver des zones de forêts ou de prairies, mais participe à la pollution de l'eau et de l'air et à la dégradation des sols qui sont à l'origine de baisse de rendements (FAO, 2003). Le rapport de la FAO (2003) se base sur ses propres projections pour la terre, l'eau, les intrants agrochimiques et le progrès technique pour évaluer quelles seront en 2030 les principales causes de pressions sur l'environnement.[8] Le problème majeur dans le futur proviendra de l'intensification de l'agriculture (80% de l'accroissement de la production dans les PED pour la FAO) plutôt que de l'expansion des terres. L'avantage serait une baisse de l'érosion des sols et une croissance plus lente de la pollution par les engrais et les pesticides, ainsi qu'une baisse du taux de croissance de la déforestation. Si toutes les terres supplémentaires d'ici à 2030 étaient gagnées sur les forêts le taux annuel de déforestation serait de 0.2% par an contre 0.8 dans les années 80 et 0.6 dans les années 90. Les dangers seraient liés à l'accroissement des pollutions des eaux par les nitrates,

[7] Définie comme l'impact de l'énergie solaire sur la culture durant la période de croissance et efficacité maximum de la photosynthèse.

[8] La FAO a évalué par régions la surface de terres potentiellement convertibles en terre agricole, puis fait ses projections d'expansion de terre à partir de l'évolution estimée d'augmentation de la production, des rendements, de l'intensité culturale. A partir de ses projections sur le nombre d'animaux et des évaluations d'émissions d'ammoniaque par animaux, la FAO (2003) évalue les émissions totales de l'élevage à horizon 2030. La FAO a évalué par régions la surface de terres potentiellement convertibles en terre agricole, puis fait ses projections d'expansion de terre à partir de l'évolution estimée d'augmentation de la production, des rendements, de l'intensité culturale. Enfin, en ce qui concerne l'eau, le rapport de la FAO ne donne peu d'estimations chiffrées et n'a pas une méthodologie claire de déterminations des coûts liés à la dégradation / surconsommation de l'eau.

des pertes de terres et de rendements du fait de la salinisation et la pollution des eaux et de l'air par le bétail.
Quant à l'IFPRI (2001), le rapport pose le problème de la dégradation des eaux et des terres comme frein à l'augmentation de la production. L'introduction de ces hypothèses dans le modèle se fait via des scénarios alternatifs sur les rendements et les surfaces. Mais il n'y a pas de conclusions en termes d'impact dur l'environnement. Par contre, les rapports de l'IFPRI (2002 et 2004) intègrent spécifiquement une variable eau et font des projections sur l'utilisation de l'eau et évaluent les pressions sur cette ressource à travers plusieurs scénarios alternatifs.

✓ **La représentation du monde dans sa diversité.** La taille des exercices de modélisation est seulement limitée par deux facteurs : la taille des bases de données utilisées et la taille des ordinateurs qui permettent de résoudre ces exercices. Si la taille des ordinateurs ne semble plus être un facteur limitant, par contre le manque de données demeure crucial quand on cherche à représenter le monde. On peut toutefois, se réjouir car l'information disponible aujourd'hui permet d'avoir une image du monde qui n'a aucune mesure avec celle que l'on aurait pu obtenir il y a tout juste vingt ans. La FAO par exemple dispose d'une base de données sur l'offre, la demande et les échanges de 140 pays et 32 produits ou groupes de produits, l'IFPRI possède le même type de données pour 115 pays et 281 produits.
Toutefois, on pourrait se poser la question suivante : que peut-on penser de tels exercices sachant qu'ils partagent peu ou prou les mêmes données (Nations Unies pour la démographie, FAO pour la production, la consommation, Banque Mondiale pour le revenu, la CNUCED[9] pour le commerce etc.) et qu'ils reposent sur des représentations similaires ? Est-ce une preuve de fiabilité si tout le monde utilise les mêmes données ou juste un problème de disponibilités ? Que doit-on penser finalement de résultats dont les différences ou l'originalité ne reposent que sur le choix d'une élasticité ou d'un indicateur et qui finalement ne dépendra que du choix des experts ?

✓ **La représentation des dynamiques des marchés**. Les dynamiques des marchés sont parmi les variables les mieux renseignées et qui posent le moins de problèmes. Même s'il faut garder à l'esprit que l'économie est loin d'être une science exacte. Elles reposent pour l'ensemble des projections sur les hypothèses de la théorie économique qui veut que les prix soient déterminés par l'égalisation entre l'offre et la demande sur chaque marché. La demande étant calculée comme la somme des consommations et des importations et l'offre est égale à la production plus les exportations et les variations de stock. Les projections de l'offre et de la demande dépendent de leur évolution passée, de facteur de tendance et des valeurs des élasticités. Dans chacun des modèles de la FAO (WFM) et de l'IFPRI (IMPACT) la production dépend des rendements et de la surface cultivée ou du nombre d'animaux. La demande dépend des consommations animales, humaines (fonction du prix, du revenu et de la taille de la population) et des consommations intermédiaires. Le commerce assure le lien entre la demande et la production domestique dans chaque pays.
Au bénéfice de ces exercices nous notons que leurs résultats sont souvent cohérents avec ceux des exercices de modélisation des marchés de produits de base à plus court terme menés par FAPRI, l'OCDE ou l'USDA. A titre d'exemple, l'IFPRI projette une demande mondiale moyenne de blé par tête (pour la consommation humaine) de 74.3 kg en 2020, la même projection pour FAPRI pour 2015 est de 76 kg. La FAO (2003) projette une production mondiale de céréales de 2387 millions de tonnes en 2015, les mêmes projections pour l'OCDE (2001) tablent sur environ 2263 millions de tonnes.

[9] La base COMTRADE de la Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement (CNUCED) est la référence mondiale dans le domaine des échanges internationaux.

Nous pouvons toutefois regretter la simplicité du formalisme économique qui repose sur les hypothèses de la concurrence parfaite. L'absence de secteurs autres que l'agriculture, notamment dans l'étude du rôle de l'agriculture dans la réduction de la pauvreté. Enfin, comme précédemment, se pose la question des données et du calcul des élasticités.

✓ **L'intégration des composantes politiques.** Comme précédemment les variables politiques sont également bien documentées et l'exercice est somme toute assez aisé. Elles sont introduites dans le modèle via des variables exogènes (ou prédéterminées) et permettent de tester diverses hypothèses. Elles permettent de prendre en compte les politiques publiques en matière de subvention, de taxes dans plusieurs domaines. Les aides à la production sont intégrées via le Producer Subsidy Equivalent (PSE) qui mesure pour l'agriculture le montant des subventions. Sont également calculés les Consummer Subsidy Equivalent (CSE)[10] pour les subventions à la consommation. Les droits de douane sont introduits sous la forme d'équivalent ad-valorem (ou comme la différence entre le prix mondial et le prix domestique des produits importés). Ces variables rendent possible la conduite de scénario de libéralisation commerciale. Ces scénarios sont quelque peu frustres comparés à ceux que permettent des modèles comme GTAP ou MIRAGE et se limitent souvent à une hypothèse de libéralisation totale contre un scénario de référence qui suppose aucune avancée en matière de libéralisation des échanges.
Enfin l'IFPRI introduit des variables qui permettent de tenir compte des besoins en investissement dans le secteur agricole. Les projections du modèle IMPACT ont évalué à 578.9 milliards de US$ le total des investissements à réaliser dans les PED entre 1997 et 2020 pour atteindre les prévisions du scénario de base. Ces investissements considèrent l'irrigation, les infrastructures routières en zone rurale, l'éducation, l'assainissement de l'eau et la recherche agricole[11].

Mais c'est également s'interroger sur les résultats obtenus et les approfondissements qu'elles proposent au-delà de la simple analyse sur la sécurité alimentaire. **Une grande qualité que partage ces projections est qu'elles convergent sur de nombreux points :**

✓ **L'évolution de la demande alimentaire** et la nutrition. Globalement, la population mondiale disposera d'une alimentation plus riche (environ 3000 kcal/personne/jour selon la FAO). La demande alimentaire devrait poursuivre sa croissance mais à un rythme beaucoup moins soutenu du faite de la saturation progressive de la consommation par tête (1.5 % par an à l'horizon 2030 contre 2.2% à la fin des années 90). Elle sera essentiellement le fait des pays en développement mais également à un rythme moins soutenu que sur les 30 dernières années (2.0 % par an contre 3.7 %) et avec toujours de fortes disparités. Le nombre de personnes sous-alimentés dans les PED devrait s'établir autour de 440 millions en 2030 soit environ 375

[10] OCDE (2005). Les politiques agricoles de l'OCDE : suivi et évaluation 2005. Principales conclusions. OCDE, Paris. http://www.oecd.org/dataoecd/33/47/35016880.pdf

[11] L'irrigation est calculée comme l'augmentation estimée des surfaces irriguées multipliée par le coût de l'irrigation à l'hectare corrigée par l'intensité culturale. Pour les routes on multiplie la longueur de routes supplémentaires qui serait nécessaire entre 1997 et 2020 par le coût de construction au km. Pour la recherche agricole, on estime les taux de croissance futurs des dépenses de recherche sur la base des évolutions passées, des rendements des cultures, de la contribution de la recherche à l'accroissement des rendements et de l'élasticité de la productivité agricole par rapport aux dépenses de recherche. Les dépenses en éducation sont basées sur les coûts annuels cumulés du nombre supplémentaire d'étudiantes nécessaire pour augmenter le % de femmes ayant accès au secondaire aux niveaux projetés dans la baseline. On calcule alors le nombre total d'étudiants qui vont accéder au secondaire entre 1997 et 2020 et on le multiplie par le coût annuel dans le secondaire par étudiant et on cumule sur le nombre d'années dans l'enseignement secondaire. Le coût additionnel pour l'accès à l'eau potable est basé sur l'investissement nécessaire pour augmenter le taux d'accès à l'eau potable aux niveaux projetés dans la baseline.

millions de moins (FAO, 2003). Le nombre d'enfants mal nourris devrait atteindre les 132 millions en 2020 soit 34 millions de moins (IFPRI, 2001).

✓ **L'évolution des régimes alimentaires** et l'impact sur les grands groupes de produits agricoles : viande, céréales, autres produits végétaux, produits de la mer, etc. La consommation de produits animaux va s'accroître notamment dans les PED.[12] On va assister à une baisse de la part des produits végétaux et notamment des racines et tubercules dans les régimes alimentaires et l'augmentation de la production céréalière sera essentiellement tournée vers l'alimentation du bétail. Mais les céréales demeureront la principale source de nourriture et un milliard de tonnes supplémentaires seront nécessaires d'ici à 2030 (FAO, 2003).

✓ **L'impact sur la production et les échanges.** La production agricole des pays en développement augmentera pour répondre à cette croissance de la demande mais insuffisamment. Les PED seront toujours plus tributaires des importations de céréales, de viande et de lait. Les importations nettes de céréales passeraient de 103 millions de tonnes actuellement à 265 millions de tonnes en 2030 (FAO, 2003). Elles vont plus que doubler d'ici 2020 (IFPRI, 2001). Ce sont les pays du Nord qui assureront l'approvisionnement des pays du Sud. Mais certains pays à revenu intermédiaire, tels le Brésil et l'Argentine, verraient également leurs exportations s'accroître de façon substantielle.

✓ **L'impact de ces évolutions sur les ressources naturelles**, essentiellement la terre et l'eau. L'accroissement de la production agricole sera essentiellement localisé dans les PED. Il reposera à 70 % sur l'augmentation des rendements grâce aux progrès techniques et variétaux, à hauteur de 20 % à la mise en cultures de nouvelles terres et à hauteur de 10 % à l'intensification des techniques et des pratiques (cultures multiples, réduction des jachères). Compte tenu des limites comme l'urbanisation ou la dégradation des sols, cette expansion ne pourra se faire qu'en Afrique subsaharienne (+20 millions d'hectares) et en Amérique latine (+8 millions d'hectares), IFPRI (2001). Ces estimations de croissance de la production agricole ne pourront se faire qu'en augmentant les surfaces irriguées qui, dans les pays en développement, augmenteraient de 202 millions d'hectares aujourd'hui à 242 millions d'hectares à l'horizon 2030. L'étude de la FAO souligne donc, indirectement, le rôle clé de la ressource en eau en notant toutefois, que celle-ci ne manque pas au niveau de la planète, en dépit de déficits chroniques dans certaines zones du monde.

Malgré cette apparente unanimité institutionnelle, le débat reste entier sur les grands défis de l'agriculture du 21ème siècle et notamment sur la capacité de la production alimentaire à se maintenir au niveau d'une demande de nourriture toujours plus importante d'une population croissante. C'est en effet, ce que constatent plusieurs études ciblées sur des points particuliers.
La croissance de la population n'est pas le seul paramètre dans la réponse à la question sur la sécurité alimentaire. En effet, les projections de l'ONU (UN, 2003) indiquent que si la population continue de croître en valeur absolue, les taux de croissance commencent à ralentir et pourraient même diminuer dans les 50 prochaines années. Par contre, **la population** mondiale s'urbanise et s'enrichit, ces deux phénomènes conjugués vont provoquer des

[12] Dans les pays en développement, la consommation de viandes, qui était passée de 10 kilogrammes / habitant / an en 1964-66 à 26 kilogrammes / habitant / an en 1997-99, s'établira à 37 kilogrammes / habitant / an à l'horizon 2030. Toujours dans les pays en développement, la consommation de produits laitiers, qui était passée de 28 kilogrammes / habitant / an en 1964-66 à 45 kilogrammes / habitant / an en 1997-99, s'établira à 66 kilogrammes / habitant / an à l'horizon 2030.

changements quantitatifs et qualitatifs dans la demande adressée au secteur agricole. Les optimistes indiquent que les rendements moyens sont faibles et donc susceptibles d'être améliorés, que la chaîne production – consommation alimentaire n'est pas toujours très efficace (là également, des gains d'efficacité peuvent être obtenus par des mesures simples), et qu'il y a des réserves importantes de terres arables dans beaucoup de PED. Des politiques publiques plus sages, une application plus large du progrès technique dans l'agriculture, une réduction des inefficacités, une amélioration des infrastructures rurales et de plus grands investissements en R&D et ressources humaines permettraient d'accroître les récoltes sans trop de pression sur l'environnement (FAO, IFPRI).

✓ Les pessimistes font remarquer les nombreux signes de **stress environnementaux** et les difficultés croissantes rencontrées par l'expansion des terres agricoles, les ressources en eau et les rendements agricoles et dans le contrôle des ravageurs. Une augmentation importante de la production agricole est difficilement envisageable et il semble impossible de maintenir les niveaux actuels dans certaines régions. Avec les problèmes de réchauffement climatique, les perspectives d'augmentation de l'offre alimentaire pourraient être encore moins favorables qu'ils le sont actuellement. (Kindall et Pimentel, 1994)

✓ La population mondiale va probablement atteindre les 10 milliards d'habitants en 2100 et les projections médianes tablent sur 8.8 milliards à horizon 2050 (UN, 2003). Comme le revenu augmente et que l'urbanisation s'amplifie, **les modes de consommation alimentaire se modifient**. Les populations ont tendance à consommer plus de calories et surtout plus de calories animales. La consommation mondiale de viande dans la prochaine décennie du fait de la croissance de la population et de la croissance des revenus pourrait dépasser et de loin les résultats de la FAO, notamment en Asie (Keyzer et al. 2005). L'hypothèse haute de Keyzer projette des accroissements annuels de 5.8% et 4.9% en Asie du sud et de l'est respectivement contre 3.8 et 2.5 pour la FAO. Gilland (2002) montre que si le régime alimentaire 'idéal' doit être constitué de 40 g de protéines animales par jour, alors la production estimée de céréales en 2050 ne pourra satisfaire un tel niveau que pour 8 milliards d'êtres humains soit un milliard de moins que la projection médiane des Nations Unies.
La sous-alimentation n'est pas le seul danger de malnutrition qui menace les PED, la malnutrition liée à une suralimentation en graisse et sucre et l'apparition de maladies non transmissibles en est un autre (Schmidhuber et Shetty, 2005).

✓ Le potentiel des **biotechnologies et du génie génétique** pour accroître la productivité de l'agriculture n'est pas complètement éclairci et sujet à controverse. Les résultats semblent positifs jusqu'à présent mais la question des conséquences environnementales et de l'acceptation sociale demeurent en suspens. La question la plus importante étant de savoir si les PED vont réellement pouvoir utiliser le potentiel des biotechnologies pour promouvoir la production et la productivité des pauvres (FAO, 2003).

✓ **La surface totale de terre disponible pour la production agricole est déterminée et limitée**. Il faut tenir compte des conditions biophysiques et des besoins en terre des autres activités économiques et environnementales***. Le développement des infrastructures et l'urbanisation*** pourraient réduire les surfaces agricoles autour de plus grands centres de population.
Dans la perspective d'une transition énergétique majeure une ***demande significative pour les biocarburants*** pourrait émerger soit de plantation d'arbres à croissance rapide, soit de cultures énergétiques. En France, « traditionnellement cantonnées à la jachère (cause principale de leur mise en place), il est clair que les cultures énergétiques devront s'étendre au-delà de cette

surface pour répondre à cet objectif » (Sourie et al. 2005). Dans cette optique, on pourrait voir apparaître une concurrence pour les surfaces entre cultures alimentaires et cultures non alimentaires. Mais cette concurrence pourrait se poser dans les autres pays développés.
De plus, une partie de la terre doit être conservée pour la ***biodiversité*** (Sands et Leimbach, 2003).

✓ Des systèmes de production plus intensifs peuvent conduire à une **dégradation des sols**. C'est une question très importante dans certaines régions car cela peut mettre en danger l'offre globale alimentaire (PNUE, 2003). Afin d'assurer un approvisionnement suffisant en nutriments pour une production plus intensive à grande échelle, la demande d'engrais pourrait augmenter. Plus spécifiquement la demande de compléments azotés va augmenter de 50% par rapport à la demande actuelle en 2050. Or, les conséquences sur les écosystèmes sensibles et le cycle de l'azote ne sont pas bien connus (Gilland, 2002).

✓ Dans les régions où la dégradation des sols s'avérerait trop importante, l'augmentation de la production se fera par une expansion des terres. Ce qui contribuera à accélérer la **déforestation** (FAO, 2003). Selon les scénarios, en Afrique la surface en forêt pourrait passer d'environ 18% à moins de 10% de la surface totale entre 2002 et 2050 (PNUE, 2002).

✓ **L'eau** pourrait poser la limite la plus restrictive aux approvisionnements alimentaires futurs. Les surfaces irriguées représentent à peu prés les 2/3 de la production mondiale de blé et de riz. Augmenter la production irriguée sera vital pour nourrir les populations futures. Comme le développement de l'irrigation traditionnelle et de l'approvisionnement en eau est toujours plus onéreux et que les nouvelles sources comme la désalinisation ne semble pas une voie d'avenir, économiser l'eau à tous les niveaux va s'avérer crucial. La production par unité d'évapotranspiration doit augmenter et la pollution des eaux doit être maîtrisée. Cependant, la question des possibilités d'économie d'eau dans les systèmes d'irrigation reste posée. Alors que l'utilisation de l'eau peut être rendue plus efficace par une technologie adaptée, les économies potentielles de beaucoup de bassins fluviaux semblent plus réduites parce que beaucoup de l'eau perdue par les systèmes d'irrigation est réutilisée ailleurs. La demande croissante en eau des ménages et de l'industrie va exacerber ce défi (IFPRI, 2003).
Les niveaux des besoins en eau diffèrent d'un produit à un autre. De moins de 200 litres par kilo de pommes de terre, betteraves à sucre et autres légumes à plus de 1000 litres par kilo de blé ou de riz (Barthélémy et al., 1993). Un régime alimentaire avec les niveaux américains de consommation de viande nécessite environ 5400 litres d'eau alors qu'un régime végétarien équivalent n'en requiert que la moitié. Le défi futur de l'agriculture de l'agriculture impliquerait donc d'augmenter la production de 40% tout en diminuant la consommation d'eau de 10-20% (Rijsberman et Molden, 2001).

✓ Une contrainte de plus qui pèse sur l'agriculture est le **changement climatique**. Une augmentation des niveaux de CO_2 dans l'atmosphère et l'accroissement des températures ne vont pas seulement affecter la croissance des plantes et les rendements mais aussi les régimes de précipitation régionaux, les disponibilités en eau, l'érosion et la fertilité des terres. Jusqu'à présent, les études de sensibilité de l'agriculture mondiale aux effets du changement climatique ont indiqué que l'impact au niveau de la production alimentaire mondiale serait peu perceptible car les effets négatifs dans certaines zones seraient compensés par les effets positifs dans d'autres. Mais l'impact au niveau régional pourrait varier considérablement, les régions tropicales pourrait souffrir de sécheresse. De plus, les effets combinés de tous ces changements restent encore inconnus (PNUE, 2002).

✓ Bouët et al.(2004) montrent que les études qui ont négligé les accords préférentiels et les marges de consolidation (écart entre les droits appliqués et les droits consolidés) ont été souvent excessivement optimistes sur les bénéfices réels de la **libéralisation commerciale** multilatérale. Des régions comme l'Afrique subsaharienne vont très probablement pâtir d'une érosion des préférences existantes. Les principaux gagnants du cycle de Doha seront probablement les pays développés et les memebres du groupe de Cairns.

Enfin l'agriculture va encore devoir relever le défi de contribuer à la **réduction de la pauvreté** au cours du 21ème siècle. Malgré une urbanisation rapide, il faudra attende 2015 pour que le nombre d'urbains et de ruraux s'égalisent et une grande majorité de pauvres dans le monde seront encore ruraux. Donc ce dernier défi de l'agriculture sera de développer les technologies, les politiques et les institutions qui contribuent à promouvoir tout le potentiel de ce secteur afin qu'il soit le moteur de la croissance. Mais tous les résultats des scénarios s'accordent à dire que relever ces défis ne pourra se faire sans une véritable volonté politique de promouvoir la R&D dans ce domaine, d'améliorer les conditions sociales et notamment l'enseignement, d'améliorer les infrastructures et de faciliter l'accès des agriculteurs aux marchés domestiques et étrangers.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Principaux résultats de la FAO (2003) 14
Tableau 2 Scénarios du modèle IMPACT 25
Tableau 3 Production totale de poisson d'alimentation, 1997 et 2020 28
Tableau 4 Projections de la production totale de poisson d'alimentation selon les scénarios, 2020 28
Tableau 5 Consommation par tête de poisson d'alimentation sous différents scénarios de production, 2020 29
Tableau 6 Distribution de la population mondiale par groupe de développement 40
Tableau 7 Taux de variation annuel moyen de la population totale et par groupe d'âge, 2005-2050 (hypothèse médium) 41
Tableau 8 Transition alimentaire : croissance rapide du nombre de personnes avec plus de 3200 kcal/jour 45
Tableau 9 Disponibilité en calories d'origine animale 45
Tableau 10 Résultats des scénarios: taux de croissance annuel de la demande de viande et de céréales 48
Tableau 11 Taux de croissance annuel de la consommation de viande (en pourcentage) 48
Tableau 12 Projections de la croissance de la population et des revenus 52
Tableau 13 Taux de croissance annuel moyen de la consommation et de la production 2005-2014 53
Tableau 14 Part de la consommation et de la production des pays de l'OCDE dans le total mondial (%) 54
Tableau 15 Classement des pays selon le taux de croissance de la consommation : 59
Tableau 16 Présentation des variables des différents modèles 62
Tableau 17 Incidence de la faim, estimation courante et scénarios 65
Tableau 18 Projection du taux de croissance du PIB par tête 2002-2032 (en % par an) 66
Tableau 19 Projection de la croissance annuelle moyenne de la population 2002-2032 (en % par an) 66
Tableau 20 Surface construite, estimation courante et scénario (en km²/100 habitants) 67
Tableau 21 Données de PoleStar et IMAGE pour des variables choisies, 2002 67
Tableau 22 Croissance du PIB réel des BRIC : moyenne sur une période de 5 ans 69
Tableau 23 Projection du capital par tête en US$ 69

BIBLIOGRAPHIE

Alexandratos, N. (1988). World agriculture: towards 2000. An FAO study. London, Belhaven Press, New York, New York University Press.

Alexandratos, N. (1995). World agriculture: towards 2010. An FAO study. Chichester, UK, John Wiley, Rome, FAO.

ARRI-AMINTER (1999). Alimentation mondiale 2050, bien nourrir les hommes sans dégrader la planète. Eds. L'Harmattan.

Balk D., M. Brickman, B. Anderson, F. Pozzi et G. Yetman (2005). A global distribution of fruture population : estimates to 2015. Center for International Earth Science Information Network. 11 février 2005.

Barthélemy F., D. Renault et W. Wallender (1993). Water for a sutainable human nutrition : inputs and ressources analysis for arid areas. UC Davis Internal Raport. 70 pages.

Benjamin C., N. Herrard, M Houée et I. Piot-Lepetit. (2005) Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures. Projections et simulations du modèle WEMAC. Rapport final pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche. MAP 02.G5.01.01. INRA, juin 2005. http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/02g50101_rapport_final_integral.pdf

Bouët A., J.C. Bureau,Y. Decreux et S. Jean (2004). Multilateral Agricultural Trade Liberalization: The Contrasting Fortunes of Developing Countries in the Doha Round. Document de travail du CEPII, 2004-18. Novembre 2004. http://www.cepii.fr/anglaisgraph/workpap/summaries/2004/wp04-18.htm

von Braun J., M.W. Rosegrant, R. Pandya-Lorch, M.J. Cohen, S.A. Cline, M. Ashby Brown, et M. S. Bos (2005). New Risks and Opportunities for Food Security: Scenario Analyses for 2015 and 2050. IFPRI 2020 Discussion Paper 39.

Brown L. R. (1995). Who will feed China, wake-up call for a small planet. New York, W.W. Norton.

Brown L.R. et H. Kane. (1994). Full house: Reassessing the earth's population carrying capacity. New York: W. W. Norton.

Collomb P. (1999). Une voie étroite pour la sécurité alimentaire d'ici à 2050. FAO Economica, 1999.

CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (2003). Four futures for Europe. CPB, Oct 2003. http://www.cpb.nl/eng/pub/cpbreeksen/cpbreport/2003_4/s2_1.pdf

Delgado C.L., N. Wada, M.W. Rosegrant, S. Meijer, and M. Ahmed. (2003). Fish to 2020 supply and demand in changing global market, IFPRI, 2003.

Food and Agriculture Organisation. (FAO, 1970). Provisional indicative world plan for agricultural development. Rome.

Food and Agriculture Organisation. (FAO, 1981). Agriculture: towards 2000. Rome.

Food and Agriculture Organisation (FAO, 1993). The World Food Model. Model specification. Document ESC/M/93/1. Rome.

Food and Agriculture Organisation (FAO, 2003). World agriculture towards 2015-2030. An FAO perspective. Rome.

Food and Agriculture Organisation (FAO, 2004). The state of food insecurity in the world 2004. Rome.

Food and Agriculture Organisation (FAO, 2005). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde. Eradiquer la faim dans le monde pour réaliser les objectifs du Millénaire pour le développement. Rapport SOFI 2005, FAO, Rome.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/008/a0200f/a0200f00.htm

Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2005). FAPRI 2005 U.S. and world agricultural outlook. Staff Report 1-05. Iowa State University et University of Missouri-Columbia, Ames, Iowa U.S.A. janvier 2005.
http://www.fapri.iastate.edu/outlook2005/text/FAPRI_OutlookPub2005.pdf

Gilland B. (2002). World population and food supply. Can food production keep pace with population growth in the next half-century ? Food Policy, 27(1), pp. 47-63.

Griffon M. (2003). Evolution des échanges agricoles et alimentaires mondiaux : Quels problèmes en perspective ? Agrobiosciences, sept 2003.

Griffon M. (2005a). La planète pourra-t-elle nourrir dix milliards d'hommes ? In Mazoyer M. et L. Roudart (2005). La fracture agricole et alimentaire mondiale - Nourrir l'humanité aujourd'hui et demain. Encyclopaedia universalis, pp. 95-110.

Griffon M. (2005b). Modèles et prospectives : pourquoi tant de divergences entre les prévisions des années 1990 et la réalité des années 2000 ? Déméter.

Keyzer M.A, M.D. Merbis, I.F.P.W. Pavel et C.F.A. van Wesenbeeck (2005). Diet shifts towards meat and the effects on cereal use: Can we feed the animals. Ecological Economics, vol. 55, nov. 2005 p.187-202.

Kindall H. W. et D. Pimentel (1994). Constraints on the expansion of the global food supply. Ambio, 23(3), pp. 198-205.

Laudicina P. (2005). Le désordre du monde, les grands axes de l'avenir. Vuibert.

Lotze-Campen H., C. Müller, A. Bondeau, P. Smith et W. Lucht (2005). How tight are the limits to land and water use ? Combined impacts of food demand and climate change. Advances in Geosciences. 9 août 2005.

Lupien J.R. et V. Menza (1999). Assessing prospects for improving food security and nutrition. FAO, 1999, Rome.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X4390t/x4390t02.htm

Lutz, W., W. Sanderson, et S. Scherbov (2001). The end of world population growth. Nature 412, pp.543-545.

McCalla A.F. (1994). Agriculture and food needs to 2025: why we should be concerned. CGIAR, 27 octobre 1994. Washington.

Meadows D.L. (1972). The limit to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of the mankind. Earth Island, Londres.

Mitchell D., M. Ingco et R. Duncan (1997). The world food outlook. Université de Cambridge, 1997.

National Intelligence Council (2004). Mapping the global future. Report of the National Intelligence Council's 2020 project, déc. 2004.

Nations Unies (UN 2003). UN Population Division of the Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects: The 2002 Revision, New York. United Nations.

Nations Unies (UN 2005a). World Population Prospects: The 2004 Revision. Population database. UN, 2005. (base de données interrogeable en ligne) http://esa.un.org/unpp/

Nations Unies (UN 2005b). World Population Prospects: The 2004 Revision. Highlights. ESA/P/WP.193. 23 février 2005. United Nations, New York.

Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE, 1998). Se nourrir demain, perspectives à long terme du secteur agro-alimentaire. OCDE, 1998. http://www.oecd.org/dataoecd/55/55/35636247.pdf

Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE, 2001). OECD environmental outlook to 2020. Paris, OCDE.

Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE, 2003). Perspectives agricoles de l'OCDE 2003-2008. OCDE, 2003. http://www.oecd.org/document/58/0,2340,fr_2649_33781_5357562_1_1_1_1,00.html

Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE, 2005). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2005-2014. OCDE et FAO, Juillet 2005.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE, 2002). L'avenir de l'environnement mondial 3. GEO3. Chapitre 4: Prospective 2002-2032 . Potting José et Bakkes Jan, PNUE/RIVM, 2004.

Rijsberman F.R. et D. Molden (2001). Balancing water uses : water for food and water for nature, in Thematic background paper to the International Conference on Freshwater, Bonn, 43-56, 3-7. Décembre 2001.

Rosegrant M.W., X. Cai, et S.A. Cline (2002). World water and food to 2025: dealing with scarcity. IFPRI, 2002.

Rosegrant M.W., X. Cai, et S.A. Cline (2004). Global water outlook to 2025, averting an impending crisis, IFPRI 2004.

Rosegrant M.W., S.A. Cline, W. Li, T.B. Sulser, et R.A. Valmonte-Santos (2005). Looking ahead long-term prospects for Africa's agricultural development and food security. IFPRI, 2005. http://www.ifpri.org/2020/dp/vp41.pdf

Rosegrant M.W., M.S. Paisner, S. Meijer et J. Witcover (2001). Global food projections to 2020: emerging trends and alternative futures. IFPRI, août 2001.

Rosegrant M.W., C. Ringler, S. Msangi, S.A. Cline, T.B. Sulser (2005). International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT-WATER): Model Description. IPFRI, Février 2005.
http://www.ifpri.org/themes/impact/impactwater.pdf

Sands R. et M. Leimbach (2003). Modeling agriculture and land use in an integrated assessment framework. Climatic Change, 56, 185-210, 2003.

Schmidhuber J. et P. Shetty (2005). The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear the major burden ? Plenary Paper by presented at the 97th Seminar of the European Association of Agricultural Economists, University of Reading, UK, 21-22 Avril, 2005.

Sen A.K. (1983). Poverty and Famines - An essay on entitlement and deprivation. Social Science. 1983.

Sourie J.C., D. Treguer et S. Rozakis (2005). L'ambivalence des filières biocarburants. INRA Sciences Sociales. N°2. Décembre 2005.

UNEP/RIVM (2004). José Potting et Jan Bakkes (eds.). The GEO-3 Scenarios 2002-2032: Quantification and analysis of environmental impacts. UNEP/DEWA/RS.03-4 and RIVM 402001022. http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/402001022.pdf

United States Bureau of Census (USBC, 2004a). Global population profile 2002. International population reports. WP/02, mars 2004. http://www.census.gov/prod/2004pubs/wp-02.pdf

United States Bureau of Census (USBC, 2005). Database.
http://www.census.gov/ipc/www/worldpop.html

United State Department of Agriculture/Economic Research Service (USDA/ERS, 2005a). USDA Agricultural Baseline Projections to 2014. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Baseline Report OCE-2005-1, 116 pp.

United State Department of Agriculture/Economic Research Service (USDA/ERS, 2005b). Food Security Assessment. GFA-16, mai 2005, USDA/ERS.
http://www.ers.usda.gov/Publications/GFA16/

Waterlow J., D. Armstrong , L. Fowden et R. Riley. (1998) Feeding a world population of more than eight billion people. Oxford University Press, 1998, 280 pp.

Wilson D. et R. Purushotaman (2003). Dreaming with BRICs the path to 2050, NY, Goldman Sachs, Global Economics Paper n°99, oct 2003.

ANNEXE 1 : SPECIFICATION DU MODELE ALIMENTAIRE MONDIAL (WFM, FAO)

X=exportations, M=importations, OH=production, PP=indice des prix à la production, PC=indice des prix à la consommation, PW=indice des prix mondiaux, SS= stocks de clôture, CC=utilisation totale, CF=utilisation pour l'alimentation humaine, CL=utilisation pour l'alimentation animale, CE=autre utilisation, PIB=produit intérieur brut, POP=population, g=taux de croissance spécifié de façon exogène, i,j=indice des produits, t=indice du temps, a=constante

Équilibre du marché mondial

Le modèle détermine, pour chaque année et pour chaque produit, les exportations et importations brutes pour chaque pays et groupe de pays. On en obtient un indice du prix d'équilibre sur le marché mondial tiré de la situation d'équilibre ci-après :

Où $\sum_r X_{i,r,t} = \sum_r M_{i,r,t}$

r = tous pays/groupes de pays
Dans un souci de simplicité de l'exposé, l'indice «r», indiquant un pays ou un groupe de pays a par la suite, été supprimé.

Équations concernant le commerce brut

Les équations concernant les exportations et importations brutes dépendent de la position commerciale nette du pays. Les importations brutes pour un pays importateur net et les exportations brutes pour un pays exportateur net sont déterminées sur la base des bilans produits, tandis que d'autres spécifications sont utilisées pour calculer les flux 'mineurs', c'est-à-dire les importations brutes pour un pays exportateur net et les exportations brutes pour un pays importateur net.

Importations brutes

Pour un pays importateur net, les importations sont ce qui est nécessaire pour équilibrer le marché intérieur: $M_{i,t} = CC_{i,t} + SS_{i,t} - OH_{i,t} + X_{i,t} - SS_{i,t-1}$

Pour un pays exportateur net, les importations sont l'accès minimum spécifié (MQ) ou un montant lié à l'utilisation totale (CC), si ce dernier est supérieur: $M_{i,t} = \max(MQ_{i,t}, CC_{i,t}^{\alpha})$

où α = élasticité de la demande d'importations par rapport à la consommation totale

Exportations brutes

Pour un pays exportateur net, les exportations sont les excédents exportables restant après la satisfaction des utilisations intérieures: $X_{i,t} = OH_{i,t} + SS_{i,t-1} + M_{i,t} - CC_{i,t} - SS_{i,t}$

Pour un pays importateur net, les exportations sont liées à l'évolution du prix mondial par rapport au prix intérieur: $X_{i,t} = a_i (PW_{i,t}/PP_{i,t})^e$

où: OH = production, MQ = accès minimum spécifié prévu par le Cycle d'Uruguay, e = élasticité de la demande d'exportations par rapport au prix

Équations concernant la corrélation des prix

Deux types d'équations sont utilisées dans le modèle pour établir une corrélation entre les prix. Pour les pays qui n'ont pas entrepris de libéraliser leurs échanges, les prix intérieurs à la production et à la consommation sont liés aux prix sur le marché mondial par le biais d'élasticités constantes de transmission des prix. Pour les pays qui ont libéralisé leurs échanges, les prix intérieurs sont déterminés par l'évolution des taux des droits de douane consolidés et par les effets sur les prix de l'évolution des subventions à l'exportation.

Pour les pays n'ayant pas libéralisé leurs échanges, les indices des prix intérieurs sont :

$$PP_{i,t} = PP_{i,t-1}(PW_{i,t}/PW_{i,t-1})^{\alpha_i} \qquad PC_{i,t} = PC_{i,t-1}(PW_{i,t}/PW_{i,t-1})^{\alpha_i}$$

où α est l'élasticité de transmission des prix.

Pour les pays ayant libéralisé leurs échanges, les indices des prix intérieurs sont :

$$PC_{i,t} = PC_{i,t-1}\left[\frac{\alpha_i + TC_{i,t} + (1+TL_{i,t})(PW_{i,t}+\delta_i)}{\alpha_i + TC_{i,t-1} + (1+TL_{i,t-1})(PW_{i,t-1}+\delta_i)}\right] + \Delta EE_i$$

$$PP_{i,t} = PP_{i,t-1}\left[\frac{\alpha_i + TC_{i,t} + (1+TL_{i,t})(PW_{i,t}+\delta_i)}{\alpha_i + TC_{i,t-1} + (1+TL_{i,t-1})(PW_{i,t-1}+\delta_i)}\right] + \Delta EE_i$$

où: TC = taxe spécifique ; TL = taux des droits ad valorem ; α = soutien direct et indirect non directement lié aux fluctuations des prix sur le marché mondial (par exemple protection structurelle);
δ = marge de prix reflétant la différence entre les prix à la frontière et les prix mondiaux de référence causée par les différences de normes de qualité et de coûts d'assurance, de transport et de commercialisation; ΔEE = effets sur les prix des subventions à l'exportation.

Marchés céréaliers

Production

La production d'une récolte est le produit des superficies récoltées par les rendements estimés et un indice de la situation des cultures ($XY_{i,t}$) :

$$OH_{i,t} = AH_{i,t}YH_{i,t}XY_{i,t}$$

Les superficies récoltées sont fonction des superficies retardées, des prix à la production retardés et d'un facteur lié à la tendance de la croissance:

$$AH_{i,t} = a_i AH_{i,t-1}\prod_j PP_{i,t-1}^{\alpha_j}(1+g_{i,t})$$

où i,j = toutes les céréales incluses dans le modèle.

Le rendement des cultures est déterminé sur la base des rendements retardés et d'un facteur de tendance:

$$YH_{i,t} = YH_{i,t-1}(1+g_{i,t})$$

Utilisation totale

L'utilisation totale est la somme des utilisations pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale et des autres utilisations :

$$CC_{i,t} = CF_{i,t} + CL_{i,t} + CE_{i,t}$$

Utilisation pour l'alimentation humaine

$$CF_{i,t} = a_i \prod_j PC_{j,t}^{\alpha_j} (GDP_t / POP_t)^{\beta_i} POP_t (1 + g_{i,t})$$

où i,j = toutes les céréales incluses dans le modèle.

Utilisation pour l'alimentation animale

Pour les produits autres que le riz transformé :

$$CL_{i,t} = a_i \prod_j PP_{j,t}^{\alpha_j} G.AC_t (1 + g_{i,t})$$

où i, j = toutes les céréales, à l'exception du riz transformé, G.AC = besoin de céréales de base pour l'alimentation animale (voir la définition sous la rubrique des variables globales ci-dessous);

Pour le riz transformé :

$$CL_t = a \prod_j PP_{j,t}^{\alpha} R.OH_t (1 + g_t)$$

où j = toutes les céréales incluses dans le modèle, R.OH = production de riz

Autres utilisations

$$CE_{i,t} = a_i (CF_{i,t} + CL_{i,t})^{\alpha_i} AH_{i,t}^{\delta_i} (1 + g_{i,t})$$

où i = toutes les céréales incluses dans le modèle, AH = superficies récoltées

Stocks de clôture

Pour un pays importateur net:

$$SS_{i,t} = a_i (CC_{i,t} / PC_{i,t})$$

Pour un pays exportateur net:

$$SS_{i,t} = a_i (OH_{i,t} / PP_{i,t})$$

où: YH = rendement; α= élasticités prix de l'offre, β= élasticité revenu de la demande.

Marchés de la viande

Les indications utilisées dans cette sous-section sont les suivantes:
OH=production de viande ; SL=nombre d'animaux abattus ; YL=poids des carcasses ; AL=nombre total de têtes de bétail ; X.AL=nombre de têtes de bétail à viande ; L.SM=nombre de vaches laitières ; G.PL=prix moyen des aliments pour les animaux ; α= élasticités prix de l'offre, β= élasticité revenu de la demande.

***Pour toutes les viandes, la production est*:**

$$OH_{i,t} = SL_{i,t} YL_{i,t}$$

Nombre de têtes de bétail

Marché de la viande de bœuf :

$$AL_t = X.AL_t + L.SM_t$$

Nombre de vaches à viande (X.AL):
où j = désigne le bœuf et le lait.

$$X.AL_t = a_i \prod_j PP_{j,t-1}^{\alpha_j} G.PL_t (1 + g_t)$$

Marché du lait - nombre de vaches laitières:

$$L.SM_t = a_i \prod_j PP_{j,t-1}^{\alpha_j} G.PL_t (1 + g_t)$$

où j = désigne le lait et le beurre.

Marchés de la viande de porcins et d'ovins:

$$AL_{i,t} = a_i PP_{i,t-1}^{\alpha_i} G.PL_t (1 + g_{i,t})$$

où i = viandes de porcins et d'ovins.

Marchés de la viande de volaille:

$$SL_t = SL_{t-1} (AL_t / AL_{t-1})$$

Nombre d'animaux abattus

Marchés de la viande de bœuf :

$$SL_t = SL_{t-1} (AL_{t-2} / AL_{t-3}) (PP_t / PP_{t-1})^{\alpha}$$

Viandes de porcins et d'ovins :

$$SL_{i,t} = SL_{i,t-1} (AL_{i,t-1} / AL_{i,t-2})$$

Viande de volaille :

$$SL_t = SL_{t-1} (AL_t / AL_{t-1})$$

Le poids des carcasses des animaux abattus est :

$$YL_{i,t} = YL_{i,t-1} (1 + g_{i,t})$$

où i = toutes les viandes incluses dans le modèle.

Utilisation totale

$$CC_{i,t} = a_i \prod_j PC_{j,t}^{\alpha_j} (GDP_t / POP_t)^{\beta_i} POP_t (1 + g_{i,t})$$

où j = tous les types de viande inclus dans le modèle.

Ajustements au commerce de la Chine et aux 15 pays de l'UE
Pour le marché de la viande de bœuf, il est imposé un niveau maximum d'importation pour la Chine (continentale) et les 15 pays de l'UE, ainsi qu'un niveau maximum d'exportation pour la Chine (continentale):

$$M_t = \min(a\ ,M_t)$$
$$X_t = \min(a\ ,X_{,t})$$

où a est un volume du commerce spécifié de façon exogène.

Stocks

$$SS_t = SS_{t-1} + \min[(200,(OH_t + M_t - CC_t - X_t)]$$

Il n'est établi d'équation concernant les stocks que pour la viande bovine des 15 pays de l'UE. Elle est formulée de telle sorte que les stocks de clôture de viande peuvent augmenter au maximum de 200000 tonnes par an.

Marchés du lait

Les indications utilisées dans cette sous-section sont les suivantes:
OH=production totale de lait ; YL=rendement L.OM=production des vaches à lait ; L.OO=reproduction de lait ; L.SM=nombre de vaches à lait ; L.PP=indice du prix du lait à la production ; α= élasticités prix de l'offre, β= élasticité revenu de la demande.

Production de lait

$$OH_t = L.OM_t + L.OO_t$$

Production totale:
Production de vaches laitières:

$$L.OM_t = L.SM_t YL_t$$

Rendement:

$$YL_t = YL_{t-1}(1+g_t)$$

Reproduction de lait:

$$L.OO_t = L.OO_{t-1}(1+g_t)$$

Utilisation totale

$$CC_t = CF_t + CL_t + CE_t$$

Utilisation pour l'alimentation humaine

$$CF_t = a \prod_j PC_{j,t}^{\alpha_j}(GDP_t/POP_t)^{\beta}\ POP_t(1+g_t)$$

où j = lait et beurre.

Utilisation pour l'alimentation animale

$$CL_t = a\ L.SM_t L.PP_t^{\alpha}(1+g_t)$$

Autres utilisations

$$CE_t = a\ (CF_t + CL_t)^{\alpha_i} GDP_t^{\beta}$$

Marchés des graines oléagineuses, huiles et farines oléagineuses

Les indications utilisées dans cette sous-section sont les suivantes:
T.OO=production totale d'huiles et de farines oléagineuses ; OO=production d'huiles et de farines oléagineuses par type ; OH=production de graines oléagineuses ; OH'=production de viande de 'k'
AH=superficies récoltées ; YH=rendement ; AO=production de farines oléagineuses ; O.PP=prix des huiles à la production ; O.PC=prix des huiles à la consommation ; U.OH= production de beurre ; A.PC=indice de prix à la consommation des farines oléagineuses ; M.PP=indice de prix à la production du maïs ; G.AP=apports protéiques de base requis pour les animaux ; α=élasticités prix de l'offre ; φ=taux d'extraction des farines oléagineuses ; ϕ=taux d'extraction des huiles ; β=élasticité revenu de la demande.

Production de graines oléagineuses

Production (principales graines oléagineuses) :

$$OH_{i,t} = AH_{i,t} YH_{i,t}$$

où i = arachides, graines de soja, graines de tournesol, graines de colza et graines de lin.

Superficies récoltées :

$$AH_{i,t} = a_i \prod_j PP_{j,t-1}^{\alpha_j} (1 + g_{i,t})$$

où j = huiles et farines oléagineuses

Rendements :

$$YH_{i,t} = a_i \prod_j PP_{j,t-1}^{\alpha j} (1 + g_{i,t})$$

où j = huiles et farines oléagineuses.
Production de graines de coton:

$$OH_t = OH_{t-1}(1 + g_t)$$

Production des huiles et farines oléagineuses:

$$T.OO_{i,t} = \sum_j OO_{j,t}$$

où i = huiles et farines oléagineuses, et j = tous types d'huiles ou de farines oléagineuses.
Pour les huiles d'arachides, de graines de soja, de graines de colza, de graines de tournesol, de graines de lin et de graines de coton, les niveaux de la production sont obtenus en appliquant aux niveaux de production de graines oléagineuses le taux composite de tressage et les taux d'extraction propres au pays.

Production d'huiles provenant de graines oléagineuses:

$$OO_{i,t} = D_i OH_{i,t} \varphi_i + (1 - D_i) OH_{i',t-1} \varphi_i$$

où i = arachides, graines de soja, graines de tournesol, graines de colza et graines de lin
D est une variable indiquant l'emplacement géographique du pays producteur (1 pour l'hémisphère nord, 0 pour l'hémisphère sud).

Production de farines oléagineuses provenant de graines oléagineuses:

$$AO_{i,t} = D_i OH_{i,t} \varphi_i + (1 - D_i) OH_{i,t-1} \varphi_i$$

où i = arachides, graines de soja, graines de tournesol, graines de colza et graines de lin
D est une variable indiquant l'emplacement géographique du pays producteur (1 pour l'hémisphère nord, 0 pour l'hémisphère sud).
Production d'huile d'olive:

$$OO_t = a\ O.PP_{t-1}^{\alpha}(1+g_t)$$

Production d'huile de coprah, huiles de palme et de palmiste, autres huiles végétales et huiles marines:

$$OO_{i,t} = OO_{i,t-1}(1+g_{i,t})$$

Production de protéines de coprah, de tourteaux de palme et de palmiste, autres farines végétales et farine de poisson:

$$AO_{i,t} = AO_{i,t-1}(1+g_{i,t})$$

Production de lard et de suif (le contenu en corps gras de chaque type de viande est considéré comme identique):

$$OO_t = a\sum_k OH'_{k,t}$$

où k = viande de bovins, d'ovins et de porcins.

Production de beurre en équivalent huile:

$$OO_t = a\ U.OH_t(1+g_t)$$

Utilisation d'huiles et de farines oléagineuses

Huiles, utilisation totale:

$$CC_t = CF_t + CE_t$$

Utilisation des huiles pour l'alimentation humaine:

$$CF_t = a\prod_j PC_{j,t}^{\alpha_j}(GDP_t/POP_t)^{\beta}POP_t(1+g_t)$$

où j = huiles et beurre.

Autres utilisations des huiles:

$$CE_t = a_t O.PC_t^{\alpha}(GDP_t/POP_t)^{\beta}\ POP_t$$

Farines oléagineuses, utilisation totale:

$$CC_t = CL_t + CE_t$$

Farines oléagineuses, utilisation pour l'alimentation animale:

$$CL_t = a\ A.PC_t^{\alpha}M.PP_t^{\beta}G.AP_t\ (1+g_t)$$

Farines oléagineuses, autres utilisations:

$$CE_t = a(GDP_t/POP_t)^{\beta}$$

Stocks de clôture

Huiles

Pays importateur net:

$$SS_t = a\ (CC_t/PC_t)$$

Pays exportateur net:

$$SS_t = a\ (OH_t / PP_t)$$

Farines oléagineuses

Pays importateur net:

$$SS_t = a\ CC_t$$

Pays exportateur net:

$$SS_t = a\ OH_t$$

Variables globales

Prix moyen des aliments pour les animaux

$$G.PL_t = \sum_i (\omega_i\ PP_{i,t} CL_{i,t}) / \sum_i (\omega_i CL_{i,t})$$

où i = toutes les céréales incluses dans le modèle et les farines oléagineuses; ω = pondérations d'agrégation

$$G.PM_t = \sum_i (PP_{i,t} CC_{i,t}) / \sum_i CC_{i,t}$$

Prix moyens de la viande

où i = toutes viandes incluses dans le modèle

Céréales requises pour l'alimentation des animaux

$$G.AC_t = \sum_i \omega_i\ OH_{i,t}$$

où i = toutes viandes incluses dans le modèle et lait, G.AC = céréales requises pour l'alimentation des animaux, ω = utilisation de céréales par unité de viande produite.

$$G.AP_t = \sum_i \omega_i\ OH_{i,t}$$

Farines oléagineuses requises pour l'alimentation des animaux

où i = toutes viandes incluses dans le modèle et lait, G.AP = farines oléagineuses requises pour l'alimentation des animaux, OH = production de viande et de lait; ω= utilisation de farines oléagineuses par unité de viande produite.

Produits couverts par l'étude de la FAO:

Cultures	Elevage
Blé	Viande de bœuf, veau et buffle
Riz, paddy	Viande de mouton, agneau et caprin
Maïs	Viande de porc
Orge	Viande de volaille
Millet	Lait et produits laitiers (en équivalent lait entier)
Sorgho	Oeufs
Autres céréales	
Pommes de terre	
Patates douces et ignames	
Manioc	
Autres racines	
Plantains	
Sucre, brut[1]	
Légumineuses	
Légumes	
Bananes	
Agrumes	
Autres fruits	
Huiles végétales et oléagineux (en équivalent d'huile végétale)[2]	
Fèves de cacao	
Café	
Thé	
Tabac	
Coton fibre	
Jute et fibres dures	
Caoutchouc	

1 Pour la production des PED, le sucre de canne et le sucre de betterave sont analysés séparément

2 La production d'huile végétale des PED est étudiée séparément pour chacun des produits suivants : soja, arachide, sésame, noix de coco, tournesol, huile de palme/palmiste, colza, autres oléagineux.

Sauf indication contraire, toutes les statistiques et projections concernant les produits s'entendent en équivalent de produits primaires. On dispose de séries chronologiques de bilans disponibilités/utilisation (SUA) pour environ 160 produits agricoles (végétaux et animaux) primaires et pour 170 produits agricoles transformés. Pour pouvoir travailler sur un nombre gérable de produits, on a converti toutes les données des SUA pour arriver à la liste des 32 produits ci-dessus (on a exclu les produits conjoints pour éviter un double comptage: par exemple, la farine de blé est convertie en blé et le son n'est pas compté). De cette manière, un unique SUA en unités homogènes a été établi pour chacun des produits visés par l'étude. Par production de viande, on entend la production de viande indigène, c'est-à-dire les animaux abattus plus l'équivalent en viande des animaux exportés sur pied, moins l'équivalent en viande des animaux importés sur pied. Les chiffres concernant la demande et les échanges de céréales incluent l'équivalent en grain de la bière (consommation et échanges). Des SUA ont été établis pour les 26 produits végétaux et les six produits animaux qui figurent dans la liste ci-dessus. Toutefois, pour les calculs relatifs à la production des pays en développement, on a pris en compte 34 produits végétaux, car la production de sucre et d'huiles végétales est étudiée séparément (au niveau de l'analyse de la production uniquement) pour les dix cultures indiquées dans la note 2 figurant au bas de la liste.

Principaux résultats FAO				
Variables	**Pays ou région**	1999	2015	2030
Population en millions	Monde (UN)	5900	7207	8270
	PED	4572	5827	6869
	Afrique Subsaharienne	574	883	1229
	Proche Orient/Afrique du Nord	377	520	651
	Amérique Latine et Caraïbes	498	624	717
	Asie du Sud	1283	1672	1969
	Asie de l'Est	1839	2128	2303
	Pays Industriels	892	951	979
	Pays en transition	413	398	381
Kcal/personne/jour	Monde	2803	2940	3050
	PED	2681	2850	2980
	Afrique Subsaharienne	2195	2360	2540
	Proche Orient/Afrique du Nord	3006	3090	3170
	Amérique Latine et Caraïbes	2824	2980	3140
	Asie du Sud	2403	2700	2900
	Asie de l'Est	2921	3060	3190
	Pays Industriels	3380	3440	3500
	Pays en transition	2906	3060	3180
Population en million en fonction du nombre de calories	-2200	571	462	196
	2200-2500	1487	541	837
	2500-2700	222	351	352
	2700-3000	1134	2397	2451
	3000	2464	3425	4392
	total	5876	7176	8229
Population avec 1$/jour	PED		1134	749
En million de personnes	Afrique Subsaharienne		300	345
	Proche Orient et Afrique du Nord		7	6
	Amérique Latine et Caraïbes		77	60
	Asie du Sud		490	279
	Asie de l'Est		260	59
	Asie de L'Est, excl. Chine		46	6
	PED, excl. Chine		920	696
Taux de croissance de la demande	Monde	1.6	1.4	1.5
	PED	2.2	1.7	2.0
	idem, excl. Chine	2.4	2.0	2.2
	Afrique Subsaharienne	2.9	2.8	2.9
	idem, excl. Nigeria	3.1	2.9	3.0
	Proche Orient/Afrique du Nord	2.4	2.0	2.2
	Amérique Latine et Caraïbes	2.1	1.7	1.9
	idem, excl. Brésil	2.2	1.8	2.0
	Asie du Sud	2.6	2.0	2.3
	Asie de l'Est	1.8	1.3	1.6
	idem, excl. Chine	2.0	1.7	1.9
	Pays Industriels	0.7	0.6	0.7
	Pays en transition	0.5	0.4	0.5

Taux de croissance de la production	Monde	1.6	1.3	1.5
	PED	2.0	1.7	1.9
	idem, excl. Chine	2.3	2.0	2.1
	Afrique Subsaharienne	2.8	2.7	2.7
	idem, excl. Nigeria	2.9	2.7	2.8
	Proche Orient/Afrique du Nord	2.1	1.9	2.0
	Amérique Latine et Caraïbes	2.1	1.7	1.9
	idem, excl. Brésil	2.2	1.8	2.0
	Asie du Sud	2.5	2.0	2.2
	Asie de l'Est	1.7	1.3	1.5
	idem, excl. Chine	2.0	1.8	1.9
	Pays Industriels	0.8	0.6	0.7
	Pays en transition	0.6	0.6	0.6
Taux de croissance de la population	Monde	1.2	0.9	1.1
	PED	1.4	1.1	1.3
	idem, excl. Chine	1.7	1.3	1.5
	Afrique Subsaharienne	2.6	2.2	2.4
	idem, excl. Nigeria	2.6	2.3	2.4
	Proche Orient/Afrique du Nord	1.9	1.5	1.7
	Amérique Latine et Caraïbes	1.3	0.9	1.1
	idem, excl. Brésil	1.4	1.0	1.2
	Asie du Sud	1.6	1.1	1.3
	Asie de l'Est	0.9	0.5	0.7
	idem, excl. Chine	1.2	0.9	1.0
	Pays Industriels	0.4	0.2	0.3
	Pays en transition	-0.2	-0.3	-0.2
Consommation	**KG/personne/an**			
Monde	Céréales, alim. humaine	171	171	171
	Céréales, tout usage	317	332	344
	Racines et tubercules	69	71	74
	Sucre (Equivalent sucre brut)	24	25	26
	Légumes secs	6	6	6
	Huiles végétales, oléagineux etc.	11	14	16
	Viande (poids carcasse)	36	41	45
	Lait et produits laitiers, excl. beurre (équivalent lait)	78	83	90
	Autres (kcal/personne/jour)	274	280	290
	Total alim. (kcal/personne/jour)	2803	2940	3050
PED	Céréales, alim. humaine	173	173	172
	Céréales, tout usage	247	265	279
	Racines et tubercules	67	71	75
	(PED sauf Chine)	63	69	75
	Sucre (Equivalent sucre brut)	21	23	25
	Légumes secs	7	7	7
	Huiles végétales, oléagineux etc.	10	13	15
	Viande (poids carcasse)	26	32	37
	Lait et produits laitiers, excl. beurre (équivalent lait)	45	55	66
	Autres (kcal/personne/jour)	224	240	250
	Total alim. (kcal/personne/jour)	2681	2850	2980

Pays industrialisés	Céréales, alim. humaine	159	158	159
	Céréales, tout usage	588	630	667
	Racines et tubercules	66	63	61
	Sucre (Equivalent sucre brut)	33	32	32
	Légumes secs	4	4	4
	Huiles végétales, oléagineux etc.	20	22	23
	Viande (poids carcasse)	88	96	100
	Lait et produits laitiers, excl. beurre (équivalent lait)	212	217	221
	Autres (kcal/personne/jour)	516	540	550
	Total alim. (kcal/personne/jour)	3380	3440	3500
Pays en transition	Céréales, alim. humaine	173	176	173
	Céréales, tout usage	510	596	685
	Racines et tubercules	104	102	100
	Sucre (Equivalent sucre brut)	34	35	36
	Légumes secs	1	1	1
	Huiles végétales, oléagineux etc.	9	12	14
	Viande (poids carcasse)	46	54	61
	Lait et produits laitiers, excl. beurre (équivalent lait)	159	169	179
	Autres (kcal/personne/jour)	306	330	350
	Total alim. (kcal/personne/jour)	2906	3060	3180

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE DES MODELES IMPACT ET IMPACT-WATER (IFPRI)

Le modèle IMPACT offre une méthodologie pour analyser le scénario de référence et les scénarios alternatifs pour la demande, l'offre, le commerce et les prix. Le modèle IMPACT couvre 36 pays et régions, et 16 produits incluant toutes les céréales, soja, racines et tubercules, viandes, lait, œufs, huiles, tourteaux. IMPACT est une représentation d'un marché mondial compétitif pour les récoltes et les productions. Il est spécifié comme un ensemble de sous-modèles par pays ou régions dans chacun desquels l'offre, la demande et les prix des produits agricoles sont déterminés domestiquement et liés entre eux par le commerce. Cette spécification met en lumière les interdépendances entre pays et produits sur les marchés agricoles mondiaux.

Le modèle est spécifié comme un ensemble d'équations d'offre et de demande par pays reliées au reste du monde via le commerce. La demande alimentaire est une fonction des prix des produits de base, du revenu par tête et de la croissance de la population. Elle inclue la demande de produits frais et transformés. La demande d'alimentation animale est une fonction du prix de l'aliment de bétail et de l'efficacité nutritionnelle. La production végétale est fonction de la surface et des rendements. La surface dépend du prix à la production, de l'investissement en irrigation et les taux estimés de pertes de terre dues à l'urbanisation ou à la dégradation des sols. Les rendements des cultures sont fonction du prix à la production, du prix des inputs, des investissements en irrigation et de la croissance des rendements due à l'innovation. La croissance des rendements liée à l'innovation est à son tour estimée à partir des avancées en R&D. Il y a d'autres sources de croissance dans le modèle comme les investissements du secteur privé en R&D agricole, l'éducation, les marchés, les infrastructures et l'irrigation.

Production de céréales :

Modèle IMPACT

Terres disponibles : $AC_{tni} = \alpha_{tni} \times (PS_{tni})^{\varepsilon_{iin}} \times \prod_{j \neq i} (PS_{tnj})^{\varepsilon_{ijn}} \times (1 + gA_{tni})$ (1)

Rendement : $YC_{tni} = \beta_{tni} \times (PS_{tni})^{\gamma_{iin}} \times \prod_{k} (PF_{tnk})^{\gamma_{ijn}} \times (1 + gCY_{tni})$ (2)

Production : $QS_{tni} = AC_{tni} \times YC_{tni}$ (3)

Modèle IMPACT-WATER

Terres disponibles : $AC_{tni} = \alpha_{tni} \times (PS_{tni})^{\varepsilon_{iin}} \times \prod_{j \neq i} (PS_{tnj})^{\varepsilon_{ijn}} \times (1 + gA_{tni}) - \Delta AC_{tni}(WAT_{tni})$ (4)

Rendement : $YC_{tni} = \beta_{tni} \times (PS_{tni})^{\gamma_{iin}} \times \prod_{k} (PF_{tnk})^{\gamma_{ijn}} \times (1 + gCY_{tni}) - \Delta YC_{tni}(WAT_{tni})$ (5)

Production : $QS_{tni} = AC_{tni} \times YC_{tni}$ (6)

AC = Surface cultivée, *YC* = rendement, *QS* = quantité produite, *PS* = prix producteur, *PF* = prix du facteur de production *k* (ex: travail et capital), Π = opérateur produit, *i, j* = indice des produits, *k* = facteurs de production, *n* = indice pays, *t* = indice temps, *gA* = taux de croissance de la surface cultivée, *gCY* = taux de croissance des rendements, ε = élasticité prix de la surface, γ = élasticité prix des rendements, α, β = constantes, Δ*AC* = réduction de la surface due au manque d'eau, Δ*YC* = baisse des rendements due au manque d'eau, *WAT* = variable eau.

Incorporation de l'eau dans la fonction de production

$$\Delta AC^i = 0 \ si \ \frac{ET_a}{ET_m} > 0, \quad \sin on \quad \begin{cases} \Delta AC^i = AC^i.\left[1 - \left(\frac{ETA^i}{ETM^i} / E^{*i}\right)\right] \ pour \ les \ terres \ irriguées \\ \Delta AC^i = AC^i.\left[1 - \left(ky^i.\left(1 - \frac{ETA^i}{ETM^i} / E^{*i}\right)\right)^{\gamma}\right] \ pour \ les \ terres \ pluviales \end{cases}$$

ETA = évapotranspiration réelle durant les récoltes, *ETM* = évapotranspiration hors récolte (Cf. Equation 24), *E** = seuil d'évapotranspiration en dessous duquel les agriculteurs réduisent leur surface cultivée, *ky* = Coefficient de réponse des cultures au manque d'eau.

$$ETA^i = NIW^i + PE^i$$

NIW = évapotranspiration, PE = pluviométrie

Incorporation de l'eau dans la fonction de rendement de récolte

$$\Delta YC = YC^i.ky^i.(1 - ETA^i / ETM^i).\left[\frac{\min\limits_{t \subset growthstages}\left(1 - ETA_m^i / ETM_m^{it}\right)}{\left(1 - ETA^i / ETM^i\right)}\right]^{\beta}$$

La baisse des rendements est calculée sur la base de la disponibilité en eau saisonnière (ETA) mais est "pénalisée"si la disponibilité en eau durant la période de croissance des cultures est substantiellement inférieure au niveau normal.

Modèle IMPACT + Modèle IMPACT-WATER

Production de bétail :

Nombre animaux abattus : $AL_{tni} = \alpha_{tni} \times \left(PS_{tni}\right)^{\varepsilon_{iin}} \times \prod_{j \neq i} (PS_{tnj})^{\varepsilon_{ijn}} \times \prod_{b \neq i} \left(PI_{tnb}\right)^{\gamma_{ibn}} \left(1 + gSL_{tni}\right)$ (7)

Rendement : $YL_{tni} = \left(1 + gLY_{tni}\right) \times YL_{t-1,ni}$ (8)

Production : $QS_{tni} = AL_{tni} \times YL_{tni}$ (9)

AL = nombre d'animaux abattus, *YL* = production par tête, *PI* = prix de la nourriture animale, *i, j* = indices produits, b = indice nourriture animale, *gSL* = taux de croissance du nombre d'animaux abattus, *gYL* = taux de croissance des rendemants, α = constante, ε = élasticité prix du nombre d'animaux abattus, γ = élasticité-prix de la nourriture animale.

Demande alimentaire :

Demande pour l'alimentation humaine :

$$QF_{tni} = \alpha_{tni} \times \left(PD_{tni}\right)^{\varepsilon_{iin}} \times \prod_{j \neq i} (PD_{tnj})^{\varepsilon_{ijn}} \times \left(INC_{tn}\right)^{\eta_{in}} \times POP_{tn} \qquad (10)$$

où $INC_{tn} = INC_{tn-1,ni} \times (1 + gI_{tn})$ et $POP_{tn} = POP_{t-1,ni} \times (1 + gP_{tn})$ (11)

Demande pour l'alimentation animale:

$$QL_{tnb} = \beta_{tnb} \times \left(PD_{tni}\right)^{\varepsilon_{iin}} \times \sum_{l} \left(QS_{tnl} \times FR_{tnbl}\right) \times \left(PI_{tnb}\right)^{\gamma_{bn}} \times \prod_{o \neq b} \left(PI_{tnb}\right)^{\gamma_{bon}} \times \left(1 + FE_{tnb}\right) \qquad (12)$$

Demande pour autres utilisation : $QE_{tni} = QE_{t-1,ni} \times \frac{(QF_{tni} + QL_{tni})}{(QF_{t-1,ni} + QL_{t-1,ni})}$ (13)

Demande totale : $QD_{tni} = QF_{tni} + QL_{tni} + QE_{tni}$ (14)

QD = demande totale, *QF* = demande de nourriture, *QL* = demande dérivée alimentation animale, *QE* = demande pour autre utilisation, *PD* = prix consommateur, *INC* = revenu par tête, *POP* = population totale, *FR* = ratio efficacité alimentation animale, *FE* = amélioration du ratio d'efficacité, *PI* = prix de l'alimentation animale, *i,j,l* = indice produits, *b,o* = indice culture, *gI* = taux de croissance du revenu, *gP* = taux de croissance de la population, ε = élasticité prix de la demande de nourriture, γ = élasticité prix de l'alimentation animale, η = élasticité revenu de la demande de nourriture, α, β = constantes.

Les prix

Prix à la production : $PS_{tni} = [PW_i(1 - MI_{tni})](1 + PSE_{tni})$ (15)

Prix à la consommation : $PD_{tni} = [PW_i(1 + MI_{tni})](1 - CSE_{tni})$ (16)

Prix intermédiaire : $PI_{tni} = [PW_i(1 + MI_{tni})](1 - CSE_{tni})$ (17)

Où PW= prix mondial du produit, MI= marge commerciale, PSE=aide au producteur, CSE= aide au consommateur, i,j= indice produits.

Liaison internationale et commerce

le commerce des produits par pays est la différence entre la production et la demande domestiques

Commerce net : $QT_{tni} = QS_{tni} - QD_{tni}$ (18)

QT = volume de commerce, *QS* = offre domestique de produits, *QD* = demande domestique de produits, *i* = indice produits.

Condition d'équilibre général, la procédure minimise la somme du commerce net. On recherche un prix de marché mondial qui satisfait l'équation : $\sum_n QT_{tni} = 0$ (19)

Détermination de la malnutrition

$$MAL = -25{,}24 \times \ln(KCAL_t) - 71{,}76\ LFEXPRAT_t - 0{,}22\ SCH_t - 0{,}08\ WATER_t \quad (20)$$

MAL = % d'enfants mal nourris, *KCAL* = disponibilité en calories/tête, *LFEXPRAT* = ratio espérance de vie à la naissance femme/homme, *SCH* = nombre total de femmes dans l'enseignement 2aire (tout âge confondu) en % du nombre total de femme dont l'âge correspond à celui du 2aire dans le pays, *WATER* = % de la population ayant accès à l'eau potable.

Le pourcentage d'enfants mal nourris : $NMAL_t = MAL_t \times POP5_t$ (21)

NMAL = nombre d'enfants mal nourris, *POP5* = nombre d'enfant de moins de 5 ans dans la population.

Modèle IMPACT-WATER :

Demande en eau irriguée : sur 69 bassins et rivières

$$NCWD = \sum\sum kc^{cp,ct}.ET_0^{ct}.A^{cp}$$

cp est l'indice des récoltes, ct est l'indice des étapes de croissance de récolte, ET_0 est l'évapotranspiration de référence, kc est le coefficient de récolte, et A est le secteur de récolte. Tout ou partie de la demande en eau pour les cultures peut être satisfaite par les précipitations efficaces (PE),

qui sont les précipitations infiltrées et disponibles pour l'usage des cultures. Les précipitations efficaces pour la croissance des cultures peuvent être augmentées par des technologies adaptées.

Demande en eau pour le bétail : $LVWD = QS_{lv}.w_{lv}$

Avec QS le nombre de têtes de bétail et w la consommation d'eau par tête de bétail.

Demande industrielle en eau : $IWDI = \alpha + \beta.GDPC + \gamma.T$

GDPC= PIB par tête, T= variable temps.

Demande domestique en eau :

Le taux de croissance annuel de la demande domestique en eau est fonction du taux de croissance de la population et du taux de croissance du PIB : $\phi_{dwd} = \phi_{pop} + \eta.\phi_{gdpc}$

Les 16 groupes de produits couverts par l'IFPRI :

<u>Elevage</u> :

- *Viande :*
  1. Viande de bœuf, de veau et de buffle
  2. Viande de porc
  3. Viande de volaille
  4. Viande de mouton, agneau et caprin

- *Autres Produits d'élevage :*
  5. Œufs
  6. Lait et produits laitiers

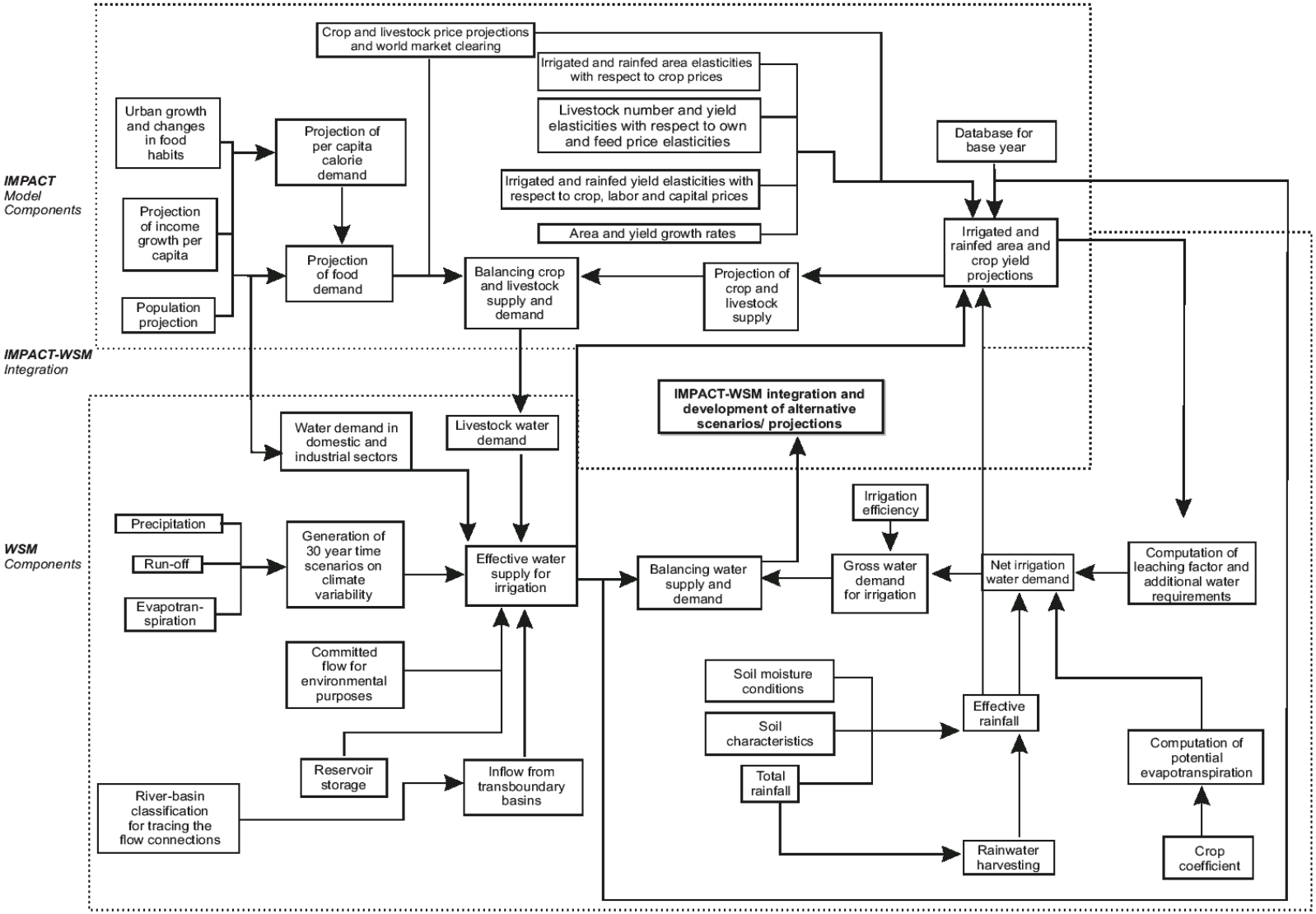
<u>Cultures</u> :

- *Grains :*
  7. Maïs
  8. Autres céréales secondaires : orge, millet, avoine, seigle et sorgho
  9. Riz
  10. Blé

- *Racines et tubercules :*
  11. Manioc et autres tubercules, racines ou rhizomes
  12. Pommes de terre
  13. Patates douces et ignames

- *Autres :*
  14. farine : résidus provenant de l'extraction des huiles de copra, de coton, d'arachides, de palme, d'amande, de sésame, de soja, de poisson…
  15. Huiles végétales et graisses animales
  16. Soja : huile de soja, lait de soja, légume de soja…

Figure 2.1—IMPACT-WATER: The structure and integration of the IMPACT and water simulation models



ANNEXE 3 : STRUCTURE DU MODELE AGLINK (OCDE)

AGLINK est un modèle dynamique de l'offre et de la demande des produits agricoles sur les marchés mondiaux, qui a été mis au point par l'OCDE en étroite coopération avec les pays membres. Il représente l'offre, la demande et les prix annuels des principales denrées agricoles produites, consommées et échangées dans les pays membres. La conception globale du modèle accorde une importance particulière à l'impact possible des politiques agricoles sur les marchés agricoles à moyen terme. Elaboré sur la base de la littérature économique agricole, de modèles existant dans les pays membres et d'échanges bilatéraux, le modèle reflète les vues des pays membres participants, tout en prévoyant certaines contraintes nécessaires à la bonne gestion du processus.

AGLINK est un modèle d'équilibre partiel qui concerne essentiellement les principaux marchés de produits de l'OCDE. Les produits agricoles couverts, du moins dans les pays où ils revêtent une certaine importance, sont le blé, les céréales secondaires, le riz, les oléagineux, les huiles et les farines d'oléagineux, les principaux produits laitiers, le lait ainsi que les viandes de bœuf, de porc et de volaille. La viande de mouton et les œufs sont des produits moins courants. Le modèle AGLINK estime l'offre, la demande et les prix sur les principaux marchés de l'OCDE et de certains pays non membres. Les secteurs non agricoles ne sont pas modélisés et sont traités de manière exogène au modèle. AGLINK ne tient pas compte des retours d'informations au niveau macroéconomique, ce qui peut être très important pour certains pays du 'reste du monde', qui ne sont pas explicitement modélisés et dans lesquels l'agriculture représente souvent une part significative de l'économie nationale.
Le modèle se compose de modules complets pour dix pays/régions de l'OCDE (Australie, Canada, Corée, États-Unis, Hongrie, Japon, Mexique, Nouvelle-Zélande, Pologne et Union européenne) ainsi que pour trois pays/régions non membres (Argentine, Chine et reste du monde). Les autres pays membres de l'OCDE, les pays de l'ex-URSS et la Slovaquie sont considérés comme étant exogènes au modèle.

Dans le modèle AGLINK, les relations fonctionnelles qui lient l'offre et la demande aux prix sont généralement linéaires dans les logarithmes des variables. Les coefficients de l'équation sont des élasticités partielles, dont la plupart proviennent de modèles actuellement utilisés dans les États membres ou reposent sur ceux-ci. Certaines élasticités sont le résultat d'une analyse économétrique établie par le Secrétariat ou des consultants. Afin d'illustrer brièvement la structure des caractéristiques de l'offre et de la demande des produits, la production est exprimée comme le produit des superficies récoltées et du rendement par unité de surface. Les superficies récoltées et le rendement sont représentés séparément, chacun pouvant être influencé par les prix relatifs et les variables des politiques gouvernementales. La concurrence des cultures de substitution pour la terre est représentée par des effets de prix croisés dans les équations de superficie. Les prix n'apparaissent que dans quelques équations de rendement. Lorsque les rendements sont endogènes, ils sont généralement représentés comme des fonctions simples de variables d'évolution chronologique qui figurent l'évolution technologique. En ce qui concerne la demande de denrées alimentaires, chaque équation lie la quantité demandée au prix, au revenu du consommateur et à la population. AGLINK détermine la demande de céréales fourragères et de farines d'oléagineux au sein du système d'équations des dépenses totales en alimentation animale et des parts des dépenses consacrées à chaque produit, qui sont établies par le Secrétariat. Les dépenses totales en alimentation animale dans un pays ou une région sont modélisées comme une fonction de la production

animale de ce pays. Ce total est alors affecté au blé, aux céréales secondaires et aux farines d'oléagineux sur la base de leurs prix relatifs.

Le modèle AGLINK simule la détermination, par le marché, des prix d'équilibre de la plupart des produits au niveau mondial et, le cas échéant, au niveau national également. On suppose que les prix de ces produits sur le marché mondial sont corrigés afin de correspondre aux exportations et aux importations totales. Lorsqu'il existe une politique nationale, le prix d'équilibre du marché intérieur équivaut à la demande totale, y compris les stocks en début d'exercice, et à l'offre totale, y compris les stocks en fin d'exercice. Des paramètres politiques peuvent influencer la demande, par le biais des stocks ou des exportations, ou l'offre, par le biais des importations ou de la production. Plus fréquemment toutefois, les prix internes sont fonction soit du prix mondial, corrigé des taux de change et des droits de douane éventuels, soit du prix déterminé par une politique, le cas échéant. Il va sans dire que c'est la première méthode qui est choisie lorsque le marché est ouvert.

Les échanges de chaque produit par couple de pays peuvent être traités de trois manières différentes. Il est manifeste que le niveau des importations ou des exportations, bilatéral ou total, peut être déterminé de manière exogène. Cela peut être le cas lorsque, par exemple, un quota ou un accord d'accès s'appliquent ou si le niveau est extrêmement faible. Dans quelques autres cas, certains liens commerciaux bilatéraux apparaissent, tels que les échanges de volailles entre les États-Unis et le Canada. Enfin, et c'est souvent le cas, les échanges sont le solde d'une équation "offre - utilisation". C'est ce dernier cas qui correspond au rattachement des prix internes soit aux prix du marché mondial, soit aux prix définis par une certaine politique.

Enfin, le modèle AGLINK actuel contient 3 425 variables, dont 1 606 sont endogènes et 1819 exogènes.

ANNEXE 4 : MODELE DE KEYZER ET AL.

Demande de viande

Courbe d'Engel (forme de S en 3 sections différentes) entre la consommation de viande par tête et le revenu par tête.

Ci : la consommation de viande par tête dans le pays i, fonction linéaire du revenu par tête yi :

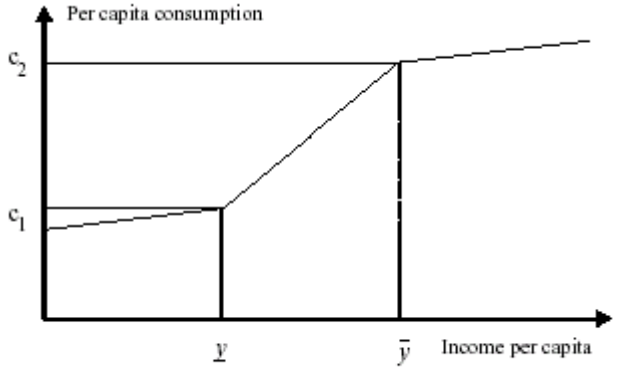


Fig. 1. Engel curve for meat consumption.

$$c_i(y_i) = \begin{cases} a_1 + b_1 y_1, \; if \;\; y_i \le y \\ a_2 + b_2 y_2, \; if \;\; \underline{y} \le y_i \le \overline{y} \\ a_3 + b_3 y_3, \; if \;\; y_i \le \overline{y} \end{cases} \qquad (1)$$

Et après transformation :

$$c_i(y_i) = \begin{cases} a_2 + b_2 y_i + \gamma_1 (y_i - \underline{y}), \; if \;\; y_i \le y \\ a_2 + b_2 y_i, \; if \;\; \underline{y} \le y_i \le \overline{y} \\ a_2 + b_2 y_i + \gamma_3 (y_i - \underline{y}), \; if \;\; y_i \le \overline{y} \end{cases} \qquad (2)$$

Ils rajoutent 4 variables dichotomiques spécifiques pour la Chine, l'Inde, les Etats unis, et le Japon.

Estimation faite pour différents niveaux de revenu :

Parameters of the Engel curve (WLS Regression at optimal thresholds)

Parameter	Estimate	Approx. standard error	t-ratio
a2	−1.182*	0.60665	−1.95
b2	8.07**	0.12878	62.64
γ1	−4.82**	0.44422	−10.85
γ3	−7.09**	0.23864	−29.70
Dummy 'China'	7.32**	1.37780	5.31
Dummy 'India'	−9.56**	1.30257	−7.34
Dummy 'USA'	23.81**	3.93967	6.04
Dummy 'Japan'	−50.37**	3.79094	−13.29
Income thresholds:	y=2200 U.S.$; ȳ=9700 U.S.$		
Consumption thresholds:	c1=16.6 kg/year; c2=77.1 kg/year		
Number of observations	2875		
R2	0.6161		
Adjusted R2	0.6152		

* Indicates significance at the 10 percent level.

** Indicates significance at the 1 percent level.

Hypothèse : les revenus par tête individuel et moyen sont égaux, c'est à dire que les différents niveaux croissent au même taux indépendamment de leur niveau initial.
Et le revenu individuel s'écrit : $C(\mu) = \int c(\varepsilon\mu) f(\varepsilon) d\varepsilon$ (3)

C(.) définit en (1) mesure l'effet d'une variation dans le revenu moyen μ sur la fonction d'une demande globale. Résultat : si la croissance du revenu est positive et identique pour tous les individus d'un groupe, la pente de la courbe globale augmente avec le revenu par tête moyen.
La convexité de la courbe dépend de la variation dans la distribution des dépenses, qui est due à la population et à la croissance de revenu.
En général, les statistiques officielles tendent à exagérer la consommation de nos jours, tandis qu'elles l'ont minimisé dans le début des années 80.

Demande de nourriture
La pénurie de viande dépend entièrement de la pénurie d'aliments des animaux. Résultat : les projections courantes de l'alimentation sous-estiment la demande de céréales.
C=aM-R ; avec C : céréales, R : alimentation résiduelle, M :consommation de viande.

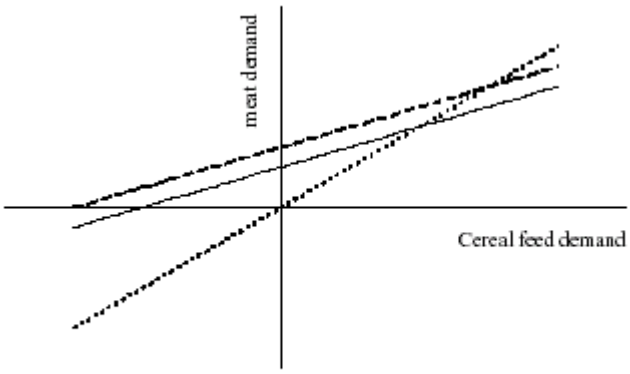


Fig. 4. Meat demand as function of cereal feed demand.

ANNEXE 5 : ANNEXE TECHNIQUE DU PROJET GEO-3

Source : http://www.grida.no/geo/geo3/french/584.htm

Les résultats quantitatifs mentionnés dans le présent chapitre ont été calculés pour illustrer les scénarios qualitatifs et donner une indication de leurs incidences probables sur l'environnement. Pour les obtenir, on a employé différents outils d'analyse, en consultation avec des experts régionaux. Ces résultats visent plus à donner des tendances générales et à accentuer les différences entre scénarios qu'à indiquer le niveau précis de l'impact. Dans la présente annexe technique, nous décrirons le processus d'élaboration des scénarios employés pour GEO-3 et donnerons une description succincte des outils d'analyse employés ainsi que des indicateurs mentionnés dans le chapitre. On trouvera des renseignements plus complets, y compris des tableaux de données et des figures, dans Raskin et Kemp-Benedict (2002) et dans un autre rapport technique (RIVM et PNUE, sous presse).

Le processus d'élaboration des scénarios

À partir du travail déjà réalisé par le Global Scenario Group (voir Raskin et Kemp-Benedict, 2002), une équipe d'experts mondiaux et régionaux a défini quatre canevas globaux. On a fait une première quantification pour un petit nombre d'indicateurs au niveau des sous-régions GEO. Les équipes responsables de chacune des sept grandes régions GEO ont ensuite élaboré les scénarios au niveau régional et alimenté l'analyse quantitative, particulièrement en ce qui concerne les forces motrices clés. Les résultats des élaborations régionales ont été employés pour affiner les scénarios mondiaux et pour faire les analyses quantitatives correspondantes. Pour affiner encore les descriptifs qualitatifs et les analyses quantitatives, on a eu recours à un processus itératif auquel ont participé l'équipe de scénaristes de base et les groupes de modélisation. Durant ce processus, le travail a été examiné à deux reprises dans un cadre structuré et il a été étudié à fond lors d'un atelier spécial qui a réuni un groupe de spécialistes des scénarios du monde entier.

Les outils d'analyse quantitative

AIM (Asian Pacific Integrated Model) est un modèle intégré (environnemental et économique) mis au point par le National Institute for Environmental Studies (NIES) et l'Université de Kyoto (Japon) afin d'évaluer différents scénarios de l'évolution socioéconomique et environnementale dans la région Asie et Pacifique ainsi qu'à l'échelle mondiale. Les modules du modèle AIM ont été élaborés principalement pour évaluer les effets des politiques de gestion du changement climatique et du changement climatique lui-même, mais ils peuvent aussi être employés pour étudier d'autres aspects de l'environnement tels que la pollution atmosphérique, l'utilisation des ressources en eau, l'évolution de l'utilisation des terres et la situation des écosystèmes. Utilisant comme intrants des données socioéconomiques exogènes, le modèle estime la situation future de l'environnement dans 42 pays d'Asie et du Pacifique. Le module écosystème est basé sur une grille latitude-longitude d'une résolution de 2,5 x 2,5 minutes, afin de faciliter l'analyse des politiques spécifiques. Il a été examiné à fond et souvent employé par le GIEC. Pour plus de renseignements, voir : «http://www-cger.nies.go.jp/ipcc/aim/»

GLOBIO (Global methodology for mapping human impacts on the biosphere) est un modèle simple, à l'échelle mondiale, qui a été mis au point dans le cadre du projet GLOBIO coordonné par l'Institut norvégien de recherche sur la nature (NINA), PNUE-GRID-Arendal, PNUE-CMSC et PNUE/DEIA. Il est employé pour visualiser, avec une résolution de 1 x 1 km, l'impact cumulatif de l'expansion de la demande de ressources et du développement des infrastructures qui y est associé sur la diversité biologique et les écosystèmes. Il donne une évaluation statistique de la probabilité d'impact de l'action humaine, en employant des zones tampons autour des infrastructures dont l'étendue varie selon la nature des activités et la densité des infrastructures, la région, la végétation, le climat et la sensibilité des espèces et des écosystèmes. Des images satellites sont utilisées pour donner un aperçu global des impacts cumulatifs de l'évolution en cours. Les situations projetées sur la base des scénarios sont définies au moyen de données relatives aux infrastructures existantes, au rythme historique de l'expansion des infrastructures, à la disponibilité des réserves de pétrole et de ressources minérales, au couvert végétal, à la densité démographique, à la distance par rapport aux côtes et au développement prévu. Pour plus de renseignements, voir http://www.globio.info et PNUE, 2001.

IMAGE 2.2 (Integrated Model for the Assessment of the Greenhouse Effect) est un modèle dynamique intégré d'évaluation du changement à l'échelle mondiale, mis au point par l'Institut national de la santé publique et de l'environnement (RIVM) des Pays-Bas. Il quantifie les conséquences de différentes évolutions futures sur un large éventail d'aspects environnementaux. Les forces motrices sont modélisées pour 17 régions, en partie au moyen du modèle d'équilibre général WorldScan. L'impact est calculé sur de longues périodes (en général 100

ans) et avec une résolution fine (0,5 x 0,5 degré latitude-longitude). Il a été examiné à fond et fréquemment employé par le GIEC. Pour plus de renseignements, voir http://www.rivm.nl/image/ et Alcamo et autres (1998) et IMAGE-team (2001a et 2001b).

PoleStar est un logiciel complet et souple élaboré par l'Institut de Stockholm pour l'environnement, Boston Centre (États-Unis), pour faire des études de durabilité. Ce n'est pas un modèle rigide mais un cadre souple de comptabilisation et de modélisation de l'environnement qui fournit des renseignements sur l'économie, les ressources et l'environnement et permet d'examiner différents scénarios de développement. Il a été employé pour plusieurs études internationales, notamment la quantification des scénarios du Global Scenario Group (GSG). Pour avoir des renseignements techniques sur PoleStar et des précisions sur les scénarios GSG, voir http://www.seib.org/polestar et http://www.gsg.org.

WaterGAP 2.1 (Water - Global Assessment and Prognosis) est le premier modèle mondial qui calcule à la fois la disponibilité et l'utilisation de l'eau à l'échelle des bassins hydrographiques. Il a été mis au point par le Centre de recherche sur les systèmes environnementaux (CESR) de l'Université de Kassel (Allemagne) et a deux grandes composantes, un modèle mondial de l'hydrologie et un modèle mondial de l'utilisation de l'eau. Le premier simule les caractéristiques du comportement du cycle des eaux terrestres à grande échelle pour estimer la disponibilité d'eau. Le second est composé de trois modules principaux qui calculent l'utilisation de l'eau à des fins domestiques, industrielles et agricoles. Tous les calculs couvrent la totalité de la surface terrestre sur une grille de 0,5 x 0,5 degré de latitude-longitude. Ensuite, une carte mondiale des flux de drainage permet d'analyser la situation de l'eau sur tous les grands bassins versants du monde. Pour une description plus détaillée du modèle, voir Alcamo et autres (2000) et Center for Environmental Systems Research (2002).

Note: Les divergences entre les régions et sousrégions de GEO-3 et les régions représentées sur les graphiques et figures qui récapitulent les données sont indiquées dans la légende des graphiques.

Variables

Les variables qui ont été employées pour faire des graphiques ou des cartes dans la section Prospective de GEO-3 sont, dans l'ordre alphabétique, les suivants:

Les zones fortement exposées à la dégradation des sols due à l'érosion hydraulique sont des zones terrestres dans lesquelles il y a un important risque d'érosion associé à certaines formes d'utilisation des terres. La sensibilité à l'érosion hydraulique est calculée à partir des caractéristiques du sol et de la topographie, de la violence des pluies, et du couvert végétal. À l'échelle mondiale, l'érosion hydraulique est la forme la plus grave de dégradation des terres et elle est irréversible. Pour l'éviter, il faut mettre en ouvre des mesures de conservation du sol à l'échelon des exploitations agricoles et des paysages.
Source : IMAGE 2.2 ; Hootsmans et autres, 2001. Pour une définition du risque d'érosion, voir Oldeman et autres, 1991.

La teneur de l'atmosphère en dioxyde de carbone est la concentration globale de CO2 dans l'atmosphère, qui est le résultat net des émissions de CO2 liées à la combustion de combustibles fossiles, à la production industrielle et à la déforestation et de l'absorption du CO2 par la végétation existante ou nouvelle et par les océans.
Source : AIM pour l'Asie et le Pacifique ; IMAGE 2.2 pour les autres régions et le graphique mondial ; De Vries et autres, 2001.

Les émissions de dioxyde de carbone sont les émissions dues à l'utilisation des terres, à la production industrielle et à la consommation d'énergie. Les émissions d'origine industrielle sont celles dues à l'utilisation de combustibles fossiles à des fins autres que la production d'énergie (essentiellement pétrochimie) et aux activités industrielles. Les émissions de dioxyde de carbone liées à l'utilisation des terres sont celles qui proviennent de la combustion de la biomasse forestière (après déforestation), du bois de feu et des processus d'élimination des déchets de biens de consommation tels que papier, meubles et matériaux de construction.
Source : AIM pour l'Asie et le Pacifique ; IMAGE 2.2 pour les autres régions et le graphique mondial ; De Vries et autres, 2001.

Variation de la température moyenne des régions polaires, 2002-2032. En raison des incertitudes qui entourent la distribution régionale de la hausse des températures, ce graphique se fonde sur les résultats de quatre modèles de la circulation générale (MCG) combinés avec le modèle IMAGE 2.2. Pour chacun des MCG, on a pris pour un scénario de référence (1 % de croissance annuelle de l'équivalent concentration de gaz à effet de serre à partir de 1990) les variations de température au nord du 66°N et au sud du 66°S. Ensuite, on a extrapolé sur la base de la

variation moyenne de la température de la planète pour chacun des scénarios calculés au moyen du modèle IMAGE 2.2. Enfin, on a calculé la variation de température moyenne pour l'Arctique et l'Antarctique. Les modèles de la circulation générale employés sont les suivants : Hadcm2, ECHAM4, CSIRO Mk2 et CGCM1. Les résultats proviennent du Centre du GIEC de distribution des données relatives au changement climatique et aux scénarios connexes pour l'évaluation de l'impact (CD-ROM, version 1.0, avril 1999).
Source : Quatre MCG et IMAGE 2.2.

Variation de certaines pressions sur les écosystèmes naturels 2002-2032. Pour la composante qualité des écosystèmes, voir l'explication de l'indice du capital naturel. Les valeurs des pressions cumulatives ont été obtenues de la façon décrite à cette rubrique. Les cartes illustrent l'intensification ou l'allégement relatif des pressions entre 2002 et 2032. 'Sans changement' signifie une variation de moins de 10 % de la pression sur la durée du scénario ; une augmentation ou une diminution modérée correspond à une variation comprise entre 10 et 50 % ; une augmentation ou une diminution importante correspond à une variation comprise entre 50 et 100 % ; une variation forte correspond à un doublement de la pression au moins. Les zones où des terres non domestiquées sont mises en valeur, ou réciproquement, sont indiquées séparément.
Source : IMAGE 2.2.

Les écosystèmes affectés par l'expansion des infrastructures sont calculés sur la probabilité d'impact de l'activité de l'homme sur la diversité biologique, calculée en fonction de l'éloignement de différents types d'infrastructures tels que routes, barrages et autres ouvrages. L'étendue des zones d'impact varie selon le climat, la végétation et la région.
Source : GLOBIO.

Les émissions de dioxyde de carbone liées à l'énergie représentent le total des émissions de CO2 correspondant à toutes les formes d'utilisation de l'énergie.
Source : AIM pour l'Asie et le Pacifique ; IMAGE 2.2 pour les autres régions et le graphique mondial ; De Vries et autres, 2001.

Les émissions d'oxyde d'azote liées à l'énergie correspondent au total des émissions de NOx provenant de toutes les formes d'utilisation de l'énergie.
Source : AIM pour l'Asie et le Pacifique ; IMAGE 2.2 pour les autres régions et le graphique mondial ; De Vries et autres, 2001.

Les émissions de dioxyde de soufre liées à l'énergie correspondent au total des émissions de SO2 dues à toutes les formes d'utilisation de l'énergie.
Source : AIM pour l'Asie et le Pacifique ; IMAGE 2.2 pour les autres régions et le graphique mondial ; De Vries et autres, 2001.

L'étendue des zones construites s'entend des terres défrichées et modifiées pour des constructions commerciales ou résidentielles, des routes, des aires de stationnement, des parcs, des décharges, des cimetières et autres utilisations similaires. On a eu recours à différentes sources pour estimer à l'échelle régionale la superficie de terres construites.
Source : PoleStar.

La variation de température mondiale est l'augmentation moyenne de la température mondiale exprimée en degrés par dizaine d'années. Le rythme de l'élévation des températures est important car des écosystèmes sensibles pourraient être incapables de s'adapter à un changement rapide. D'après certaines recherches, il est probable que les écosystèmes subiront des dégâts importants si la variation de température dépasse 0,1 °C par décennie (Vellinga et Swart, 1991).
Source : IMAGE 2.2.

Superficie affectée par l'expansion des infrastructures. Voir la note sous Écosystèmes affectés par l'expansion des infrastructures cidessus.
Source : GLOBIO.

L'indice de génération de déchets municipaux solides correspond aux déchets solides produits par les ménages et les entreprises. On a attribué à la production totale de déchets de la région Asie et Pacifique en 1995 la valeur d'indice de 1. Dans chaque scénario, la valeur de l'indice en 2032 se fonde sur cette valeur de 1 pour l'année de base.
Source : AIM.

L'indice du capital naturel est un indicateur de la diversité biologique terrestre et aquatique des écosystèmes naturels et des terres agricoles. Pour le calculer, on multiplie la superficie des habitats par l'indice de qualité des écosystèmes, qui est exprimé en pourcentage. Pour calculer la surface de l'habitat, on calcule le pourcentage de surface des écosystèmes naturels qui subsiste. Pour estimer la qualité des écosystèmes, on emploie quatre facteurs de pression qui sont considérés comme ayant une influence majeure sur la diversité biologique et pour lesquels des données mondiales sont disponibles. Sur la base d'une analyse des travaux publiés, on définit pour chacun de ces facteurs de pression une fourchette allant d'un effet nul à une détérioration totale de l'habitat si la valeur maximale est dépassée pendant une certaine période. Les facteurs de pression sont la densité démographique (min.- max. : 10-150 habitants/km2), l'utilisation d'énergie primaire (min.-max. : 0,5-100 peta-joules/km2), le rythme de variation des températures (min.-max. : 0,2-2,0 °C sur 20 ans) et la durée de rétablissement d'un écosystème naturel peu perturbé sur les terres agricoles épuisées, les pâturages abandonnés et les zones de forêts détruites (min.-max. : 100-0 durée de rétablissement). L'indice de substitution de la qualité des écosystèmes est une fonction inverse de ces pressions, exprimé en pourcentage de l'état de base (impact modéré). Plus la pression est forte, plus la qualité de l'écosystème diminue. Enfin, on multiplie le pourcentage de surface des habitats par l'indice de qualité des habitats, ce qui donne l'indice du capital naturel. Les calculs ont été faits sur une grille latitude-longitude fine, puis synthétisés à l'échelle des sous-régions et des régions.
Source : IMAGE 2.2 ; Ten Brink 2000 et 2001, Ten Brink et autres, 2000.

Les forêts naturelles, à l'exclusion des forêts de nouvelle croissance, correspondent à la superficie des forêts mûres, à l'exclusion des plantations, qui n'ont pas été exploitées par coupe claire depuis 1972.
Source : IMAGE 2.2.

Accroissement potentiel de la charge d'azote des écosystèmes côtiers, 2002-2032. Au niveau d'agrégation sous-régionale employée pour GEO, on peut considérer que la charge d'azote est un indicateur de substitution d'une pollution plus générale d'origine terrestre des écosystèmes côtiers. Pour estimer l'accroissement potentiel de la charge d'azote à l'échelle sous-régionale dans chaque scénario, on a noté la variation des facteurs déterminants, tels que la production d'eaux usées et leur niveau de traitement, l'emploi d'engrais et les émissions d'azote dans l'atmosphère sur une échelle de 1 à 10.
Source : IMAGE 2.2 ; Van Drecht et autres (sous presse).

Le pourcentage des terres arables de 2002 gravement dégradées en 2032 correspond aux terres arables dégradées au point qu'elles n'ont plus guère de valeur marchande. La superficie dégradée est exprimée en pourcentage de la superficie des terres cultivées en 2002.
Source : PoleStar.

Population vivant dans des zones exposées à un stress hydrique aigu. On mesure le stress hydrique au moyen du ratio prélèvement/ disponibilité. Cela indique quelle proportion des ressources renouvelables annuelles moyennes d'un bassin hydrographique est prélevée pour des usages domestiques, industriels et agricoles. En principe, plus le ratio est élevé, plus cela signifie que le niveau d'intensité de l'utilisation des eaux du bassin est élevé ; cela entraîne une réduction de la quantité et/ou de la qualité de l'eau disponible pour les usagers situés en aval. En général, on part du principe que lorsque ce ratio dépasse 0,4, ou 40 %, il y a stress hydrique aigu dans un bassin hydrographique.
Source : WaterGAP 2.1.

La population souffrant de disette est calculée sur la base de la population souffrant de sousalimentation chronique dans les pays en développement et en transition (données de 1995 fondées sur les estimations de la FAO), l'incidence de l'insécurité alimentaire aux États-Unis et des estimations, établies à partir de la distribution des revenus, pour les autres pays. L'évolution de la sous-alimentation dans les différents scénarios est déterminée par les variations de revenus, par l'évolution de la distribution des revenus et par la croissance démographique.
Source : PoleStar.

ANNEXE 6 : TABLEAU RECAPITULATIF

Titre de la prospective **Organisme** **Principales Composantes**	**Horizon temporel - Zone géographique - Produits - Scénarios -Questionnement**
World agriculture towards 2015-2030. **FAO** DEMOGRAPHIE OFFRE DEMANDE PRIX	Perspectives à long terme de l'alimentation, la nutrition, l'agriculture et les ressources naturelles dans le monde 2015-2030 Monde (140 pays) **Un seul scénario** : Pas de changement politique majeur, la situation actuelle est reproduite 1997/99-2015 / 2015-30 / 1997/99-2030 Hypothèses de croissance population mondiale 1.2 / 0.9 / 1.1 production agricole mondiale 1.6 / 1.4 / 1.5 demande de nourriture 1.6 / 1.3 / 1.5
Global food projections to 2020: emerging trends and alternative futures **IFPRI** DEMOGRAPHIE OFFRE DEMANDE COMMERCE PRIX MALNUTRITION	Perspectives à long terme de l'alimentation, la nutrition, l'agriculture et les ressources naturelles dans le monde 2020 Monde (36 pays) **Scénario de référence (baseline)** Population : projections moyennes des Nations Unies Pas de changement politique majeur, la situation actuelle est reproduite **Scénarios alternatifs** 1) Baseline + : baisse de moitié des surfaces cultivables baisse de moitié des rendements détérioration de la situation sanitaire et sociale dans les PED 2) Baseline + : augmentation des revenus en Inde + augmentation de la consommation de viande en Inde 3) Pessimiste : taux de croissance de la production (surface et rendement) beaucoup plus faibles que dans la baseline 4) Croissance faible de la pop : hypothèse basse de croissance de la population des NU 5) Baseline + : amélioration du ratio demande d'alimentation animale/production de viande 6) Baseline + : baisse de moitié de la consommation de viande dans les pays développés 7) Baseline + : stagnation de l'irrigation (baisse des taux de croissance des rendements) 8) Baseline + : augmentation de l'irrigation (gain de productivité) 9) Baseline + : libéralisation commerciale

Global water outlook to 2025, averting an impending crisis **World water and food to 2025: dealing with scarcity**	Perspectives à long terme des ressources en eau dans le monde et son impact sur la pauvreté et la nutrition 2025 Monde (115 pays) 281 produits	
IFPRI		
	Scénario de référence (baseline)	
Composantes	Population : projections moyennes des Nations Unies Pas de changement politique majeur, la situation actuelle est reproduite	
DEMOGRAPHIE	**Scénarios alternatifs**	
OFFRE	1) Baseline +	détérioration de la situation dans le secteur de l'eau
DEMANDE	2) Baseline +	amélioration de la situation dans le secteur de l'eau
COMMERCE	3) Baseline +	augmentation prix de l'eau + une part des ressources en eau est allouée à l'environnement
PRIX	4) Baseline +	augmentation prix de l'eau + pas d'allocation des ressources en eau pour l'environnement
DEMANDE EN EAU	5) Baseline +	augmentation prix de l'eau + une part des ressources en eau est allouée à l'environnement + amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau
DISPONIBILITE EN EAU		
MALNUTRITION	6) Baseline +	augmentation prix de l'eau + pas d'allocation des ressources en eau à l'environnement + amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau
	7) Baseline +	élimination de la surexploitation des nappes phréatiques
	8) Baseline +	augmentation de la part des ressources en eau allouée aux besoins de l'environnement sans amélioration de l'utilisation de l'eau
	9) Baseline +	augmentation de la part des ressources en eau allouée aux besoins de l'environnement + amélioration de l'utilisation de l'eau
	10) Baseline +	baisse des investissements dans le secteur de l'eau
	11) Baseline +	pas d'amélioration dans l'utilisation des précipitations
	12) Baseline +	augmentation des surfaces et rendements cultures pluviales
	13) Baseline +	augmentation de l'utilisation des précipitations

Fish to 2020 supply and demand in changing global market **IFPRI** DEMOGRAPHIE OFFRE DEMANDE COMMERCE PRIX REVENU PECHERIES AQUACULTURE	Perspectives à long terme des ressources en poisson dans le monde et leur impact sur la pauvreté et la nutrition 2020 Monde (12 régions pêche + 36 régions) 10 produits pêche + 22 hors pêche **Scénario de référence (baseline)** Population : projections moyennes des Nations Unies Pas de changement politique majeur, la situation actuelle est reproduite Scénario conservateur de la pêche de capture taux de croissance en baisse avec le temps **Scénarios alternatifs** Baseline + augmentation de 50% du rendement de l'aquaculture Baseline + baisse production de la Chine Baseline + amélioration de l'efficacité de la farine et de l'huile de poisson Baseline + diminution de 50% des taux de croissance de la production aquacole Baseline + baisse de 1% du taux de croissance de la production pour tous les produits
New Risks and Opportunities for Food Security: Scenario Analyses for 2015 And 2050 **IFPRI** DEMOGRAPHIE OFFRE DEMANDE COMMERCE PRIX REVENU MALNUTRITION	Perspectives à long terme de sur la sécurité alimentaire dans le monde 2050 Monde 32 produits, 43 pays **3 scénarios :** Progressive policy actions — taux de croissance des rendements céréaliers et des surfaces cultivées, élevés croissance élevée des troupeaux niveau moyen de protection commerciale + Diminution des subventions à l'agriculture augmentation des surfaces irriguées amélioration des conditions sanitaires et sociales dans les PED Policy failure scenario — diminution de la croissance des rendements céréaliers et de l'élevage augmentation de la protection et des subventions expansion des surfaces cultivées mais pas des surfaces irriguées amélioration plus lente des conditions sanitaires et sociales dans les PED Technology and natural ressource management Failure scenario — baisse plus rapide de la croissance des rendements et des surfaces pas d'augmentation de la protection et des subventions pas d'augmentation des surfaces irriguées investissement faible en agriculture amélioration plus lente des conditions sanitaires et sociales dans les PED

Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2005-2014 **OCDE et FAO** PRODUCTION CONSOMMATION ECHANGES PRIX	Perspectives à moyen terme sur l'agriculture dans les pays de l'OCDE 2014 Monde 22 pays ou régions **scénario représentatif :** croissance générale soutenue à LT inflation faible taux de change identique à 2004 croissance démographique ralentie maintien des politiques agricoles en place
USDA Agricultural baseline projections to 2014 **USDA/ERS** PRODUCTION CONSOMMATION REVENU PRIX	Perspectives à moyen terme sur l'agriculture aux Etats-Unis 2014 Etats-Unis + reste du monde **Scénario :** Croissance économique de 3% par an jusqu'en 2014 : 1) croissance du PIB des Etats-Unis ralentie puis taux de 3% à long terme 2) croissance économique forte des PED de plus de 5% par an La croissance de la population ralentir à un taux de 1,1% par an Les Etats-Unis augmentent la valeur de leurs exportations Augmentation des rendements

The GEO-3 Scenarios 2002-2032	Perspectives à long terme sur les questions environnementales majeures 2032	
PNUE	**Région du monde:**	Amérique du Nord Amérique Latine et Caraïbes Europe Asie de l'Ouest Afrique Asie et Pacifique
DEMOGRAPHIE REVENU ENVIRONNEMENT CLIMAT	**4 scénarios :**	
	Scénario "marché d'abord":	richesse des nations et force du marché dominent l'action sociale et politique mondialisation et libéralisation sont envisagée avec confiance demande toujours plus grande
	Scénario "politiques d'abord":	Les gouvernements tentent d'atteindre les objectifs sociaux et environnementaux fixés Préserver l'environnement et éliminer la pauvreté Incitation fiscale telles que la taxe sur le carbone et divers dégrèvements
	Scénario "sécurité d'abord":	Disparité importante, fortes inégalités et conflits persistants Les services de protection sociale et les services publics réglementaires sont inadaptés Les forces du marché continue de fonctionner
	Scénario "durabilité d'abord":	Problèmes d'environnement et de développement en réponse au problème de durabilité Adoption de politiques de développement durable Comportement responsable des grandes entreprises collaboration plus riche entre les gouvernements, citoyens et autres acteurs pour les questions d'intérêts communs
World population prospects: the 2004 revision	Projections sur la croissance démographique 2050	
Nations Unies UN	Monde (228 pays ou régions)	
DEMOGRAPHIE Population Fertilité Mortalité et impact du HIV Migration	scénarios:	
	Medium	taux de fertilité diminue de 2,6% enfants par femme à 2 enfants par femme en 2050 les pays avec un taux inférieur à 1,85 enfants par femme augmente leur taux de 0,07 enfant par femme tous les 5 ans population de 9076 millions de personnes
	Low	taux de fertilité en 2050 de 1,56 enfants par femme population de 7680 millions de personnes
	High	taux de fertilité en 2050 de 2,53 enfants par femme population de 10646 millions de personnes
	Constant	taux de fertilité en 2050 de 3,50 enfants par femme population de 11658 millions de personnes

Dreaming with BRICs: The path to 2050 **Wilson & Purushothaman** REVENU ECHANGES DEMOGRAPHIE DEMANDE	Perspectives sur la croissance des pays émergents Brésil Russie Inde et Chine 2050 Brésil Russie Inde et Chine **Scénario :**	en 2025 les BRICs atteindront la moitié de l'économie du G6 en 2040 les BRICs rattraperont le G6 taux de croissance d'une moyenne de 5% par an jusqu'en 2050	
The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear the major burden **Schmidhuber & Shetty** DEMOGRAPHIE REVENU NUTRITION CONSOMMATION	Perspectives de long terme sur la sécurité alimentaire dans le monde 2030 Monde **Scénario représentatif:**	Croissance ralentie de la population Accélération de l'urbanisation Globalisation du système de distribution des produits alimentaires Croissance rapide du revenu, avec de nombreuses disparités régionales Vieillissement de la population	
Diet shifts towards meat and the effects on cereal use: Can we feed the animals? **Keyzer & Merbis** DEMOGRAPHIE DEMANDE CONSOMMATION REVENU	Perspectives de long terme sur la demande de viande et les conséquences sur la demande céréalière dans le monde 2030 Monde (8 régions) **Scénarios :** Croissance du PIB/tête Elevée	Residues Ratio kept Fixed Residuals on Trend Residuals and Grass on Trend	ResRatFx optimiste ResRatFx pessimiste ResTrd optimiste ResTrd pessimiste ResGrasTrd optimiste ResGrasTrd pessimiste
	Croissance du PIB/tête Basse	réduction du taux de croissance du PIB/tête de 1/3 par rapport au scénario élevé	

ANNEXE 7 : TABLEAU DE SYNTHESE DES VARIABLES

Variables	Origine des données	Indicateur utilisé	Produits
World Food Model FAO			
Offre	FAOSTAT	Production, surfaces cultivées, rendements	Céréales, viandes, racines et tubercules, légumineuses, plante textile, oléagineux, fruits et légumes autres produits tropicaux, produits de la pêche, produits des forêts
Revenu	Banque Mondiale	PIB/tête	
Population	Nations Unies	Population totale et taux de croissance	
Utilisations totales	FAOSTAT	Consommation humaine, animale	
Commerce	FAOSTAT	Solde net	
Prix	FAOSTAT		
Stocks	FAOSTAT		
Nutrition	FAOSTAT	Disponibilités alimentaires kcal/personne/jour	
Pauvreté	Banque Mondiale	% de la population vivant avec max 1$/jour	
Conditions agronomiques	FAOSTAT	Surfaces irriguées, pluviales, intensité culturale	
Ressources en eau renouvelables	FAOSTAT + sources diverses	Précipitations, réserves d'eau, coefficient d'évapotranspiration	
Utilisation d'inputs	FAOSTAT	Consommation d'engrais, pesticides, herbicides	
Forêts	FAOSTAT	Surfaces, taux de déforestation, replantation	
Pêcheries	FAOSTAT	Stocks et taux d'exploitation	
Protection	OMC, OCDE	Droits de douane, subventions (producer subsidy equivalent, consumer subsidy equivalent)	

Variables	Origine des données	Indicateur utilisé	Produits
IMPACT + IMPACT WATER IFPRI			
Surfaces	FAOSTAT + CAI(1999)	Terres irriguées et pluviales	Viande de bœuf, de porc, de mouton, de chèvre, et de volaille, œufs, lait, blé, maïs, riz, autres grains, pommes de terre, patates douces et ignames de chine, manioc et autres racines et tubercules, soja, huiles
Rendements	FAOSTAT + CAI(1999)	Terres irriguées et pluviales	
Production	FAOSTAT		
Prix	FAOSTAT		
Facteurs de production	FAOSTAT + IFPRI		
Demande d'eau	IFPRI	Demande d'eau non irriguée pour utilisation industrielle, domestique et la production	
Revenu	Banque Mondiale + Nations Unies	PIB/tête	
Commerce		Solde commercial	
Population	Nations Unies + IIASA	Population totale et taux de croissance	
Malnutrition	Organisation Mondiale de la santé et Nations Unies	% d'enfants mal nourris	
Hydrologie	IFPRI + WRI + CRU + Alcamo (2000)	Précipitation, évapotranspiration potentielle, écoulement, pollution de l'eau, stock d'eau souterraine	
Agronomie	FAOSTAT + USDA + CIMMYT	Rendements, coefficient d'évapotranspiration, croissance	
Infrastructure	WRI + ICOLD (1998) + World Water Vision	Stockage, capacité de pompage d'eau souterraine, Distribution, utilisation et recyclage de l'eau	
Pêcherie	FishStat Plus (FAO 2002) + IFPRI	Poisson d'alimentation, stocks	

CIMMYT= International Wheat and Maize Improvement Center
CRU= Climate Research Unit
ICOLD= International Commission on Large Dams
WRI= World resources Institute

Variables	Origine des données	Indicateur utilisé	Produits
AGLINK de l'OCDE			
Offre	OCDE + FAOSTAT	Production, surfaces, rendements	Blé, céréales secondaires, riz, oléagineux, huiles et farines d'oléagineux, produits laitiers, lait, viandes de bœuf, de porc et de volaille
Demande	OCDE	Consommation	
Population	Banque Mondiale , Nations Unies	Population totale et taux de croissance	
Revenu	Banque Mondiale	PIB réel	
Prix	OCDE	Taux de Change, IPE	
Protection	OCDE	Taxe à l'exportation, droit de douane, contingent tarifaire, prix de soutien, subvention, limites aux subventions à l'exportation	
Stocks	OCDE + Banque Mondiale		
Balance commerciale	OCDE + Banque Mondiale	Echanges nets, exportation, importation	
Prix	OCDE + Banque Mondiale	Prix de base, prix d'achat, prime	
Politiques	OCDE	Politiques agricoles, Commerciales (PSE, CSE)	