

Productions et usages mondiaux de biomasses alimentaires

Outils et enseignements de la prospective Agrimonde 2050

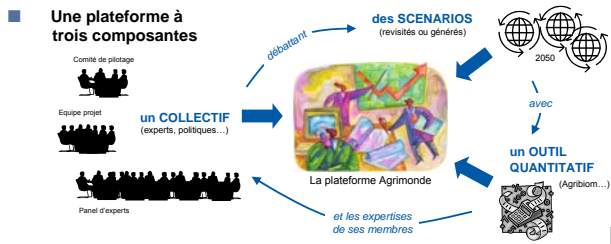


Journée de la chaire prospective au service du développement durable
Ecole des Ponts ParisTech, Marne la vallée, 20 novembre 2009

La prospective Agrimonde (introduction)

- **Un projet conjoint INRA-CIRAD** (2006-2008 = 1^{ère} phase)
 - ↳ Institut National de la Recherche Agronomique (www.inra.fr)
 - ↳ Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (www.cirad.fr)
 - ↳ sous le GIP **IFRAI** (Initiative Française pour la Recherche Agricole Internationale)

- **Objectifs**
 - (1) explorer des futurs possibles d'agricultures et d'alimentations à l'horizon 2050
 - (2) identifier des grands enjeux pour la recherche agronomique française
 - (3) contribuer à des débats internationaux sur l'agriculture, l'alimentation, l'environnement



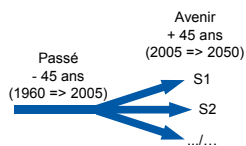
Part I

Objectifs et architecture d'Agribiom

Un module quantitatif pour la modélisation hybride et la rétro-prospectivité collective des productions, échanges et usages globaux de biomasses

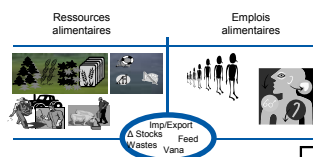
1 L'ambition

- Aider & stimuler des débats sur l'avenir via un outil quantitatif permettant de :
- revisiter ou découvrir des trajectoires passées
 - vérifier la cohérence globale de conjectures/scénarios formulés sur l'avenir
 - révéler des hypothèses et tester des variantes
 - élaborer des modèles robustes
 - dialoguer avec d'autres modèles (biophysiques, EGC...)



2 Le moteur comptable

- Des équilibres physiques R/E de biomasses alimentaires
- reconstitués (1961-2003)
 - et/ou simulés sur plus de 97% des surfaces terrestres



3 Les rubriques comptables

- 5 « compartiments » de biomasses alimentaires (seulement...)
- D'autres productions (non-alim...)
Fibres, Tabac, Caoutchouc, Fourrages, Bois...



VEGETAUX

Céréales : blé, riz, orge, maïs...
Saccharifères : canne, betterave...
Légumineuses : pois, lentilles...
Oléagineux : soja, arachide, coco...
Racines : manioc, pdt, igname...
Fruits & légumes : pomme, oignon...
Stimulants : cacao, café, alcool...



RUMINANTS

Viandes : bovins, caprins, ovins...
Lait, Beurre, Graisses animales...



MONOGASTRIQUES

Viandes : volailles, porc...
Œufs...



EAUX DOUCES (Poissons...)



EAUX MARINES Perciformes, Pélagiques... Huiles...

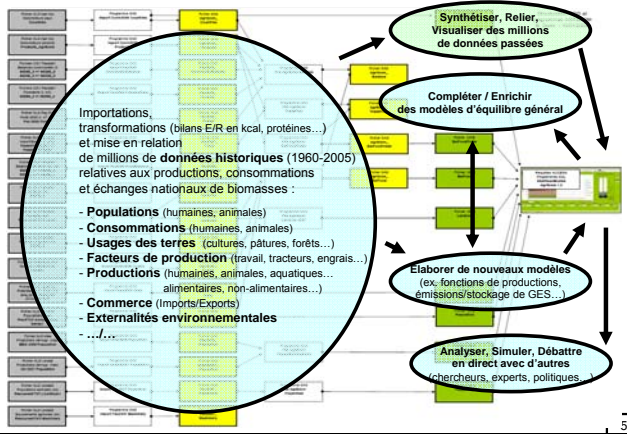
1961-2003 : 120 lignes de produits Faostat1 (Commodity Balances)

4 L'unité de compte

- La CALORIE ALIMENTAIRE (ou équivalent pour tourteaux, mélasses...)
Calories totales = Glucides (4 kcal/g) + Protéines (4 kcal/g) + Lipides (9 kcal/g)
- Tonnes (ou m³) de MS dans certains cas :
- Fibres, caoutchouc...
- Résidus de cultures...
- Fourrages...
- Bois (de chauffage ou industriel)

4

5 La convergence vers une interface interactive



6 Une 1ère série de modèles robustes

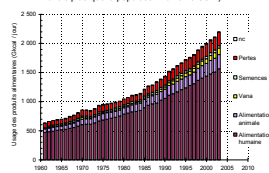
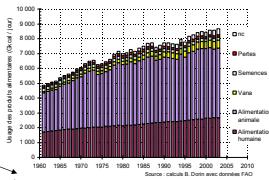
Des fonctions de productions animales (B. Dorin & T. Le Cotty)

- Une modélisation via 2 fonctions interdépendantes
- Prod_Rumi (Gkcal) = f(x1, x2, x3, ..., Prod_Mono)
- Prod_Mono (Gkcal) = f(x1, x2, x3, ..., Prod_Rumi)

- Des facteurs explicatifs (x1, x2, x3...):
- Produits alimentaires végétaux (Gkcal)
- Produits alimentaires animaux (Gkcal)
- Surfaces en pâture (1 000 ha)
- Population active agricole (1 000 cap)
- Tracteurs (unités)
- .../...

- Plusieurs modèles disponibles :
- linéaires / quadratiques
- CalTot / CalPro (unité pour les inputs de Feed, les outputs...)
- avec/sans «Dummies» (région, années...)
- avec/sans «Trend» ("progrès technique")
- «Régionaux» (régions MEA...) ou «Typologiques» (agricoles/industriels, extensifs/intensifs...)
- .../...

- Résultats :
- très bonne reproduction multi-échelle des 40 dernières années de productions animales
- tests et modélisations "en direct" (changements de modèles, de coefficients, de niveaux de facteurs...)



6

7 Des équilibres physiques reconstitués ou simulés



7

Part 2

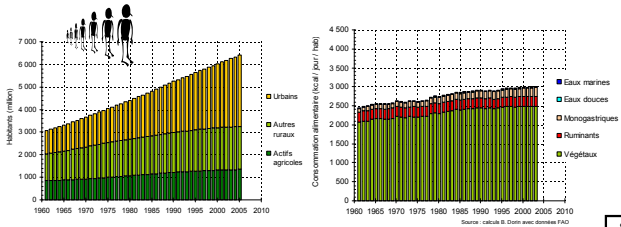
Des tendances passées aux scénarios

Une brève rétrospective de l'économie alimentaire mondiale (1961-2003)

1 La trajectoire mondiale

Côté emplois :

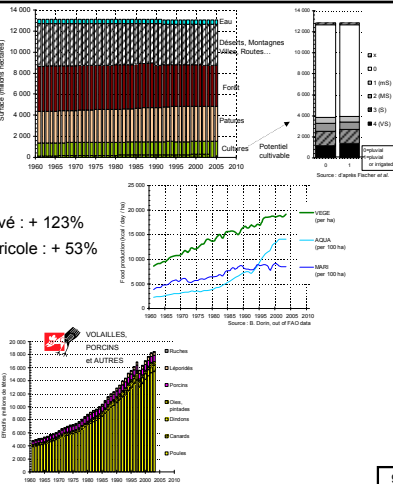
- La population humaine double
- La disponibilité alimentaire s'améliore...



8

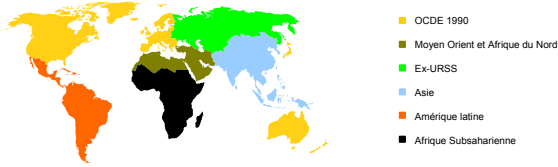
Côté ressources :

- La surface agricole ↗
 - Pâtures : + 11%
 - Cultures : + 13%
- Les productivités ↗
 - Calories végétales / ha cultivé : + 123%
 - Calories végétales / actif agricole : + 53%
- Les cheptels ↗

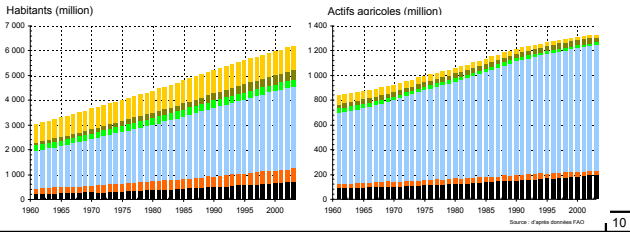


9

2 Des trajectoires régionales disparates



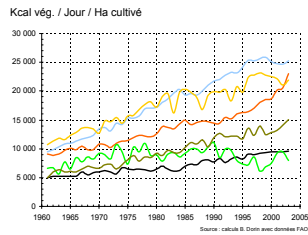
■ Populations humaines : des actifs agricoles massés en Asie et Afrique



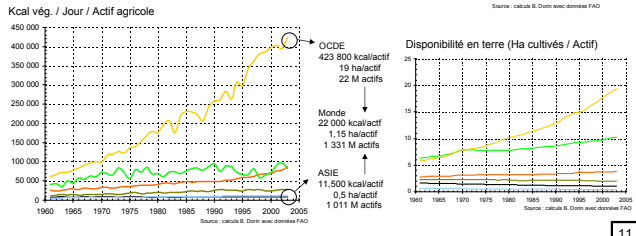
10

■ Une productivité record de la terre en ASIE

- Notes : 10 000 kcal
- 2,4 kg de soja
 - 2,8 kg de riz
 - 2,9 kg de pois
 - 3,0 kg de blé
 - 15,0 kg de pomme de terre
 - 58,8 kg de tomate



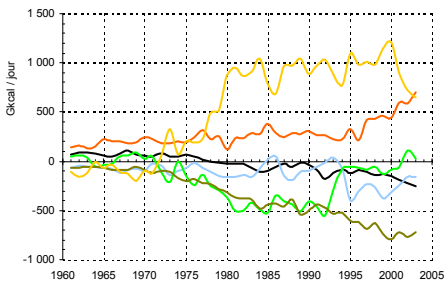
■ Un boom de la productivité du travail en OCDE



Région	Kcal/actif	ha/actif	M actifs
OCDE	423 800	19	22 M
Monde	22 000	1,15	1 331 M
ASIE	11 500	0,5	1 011 M

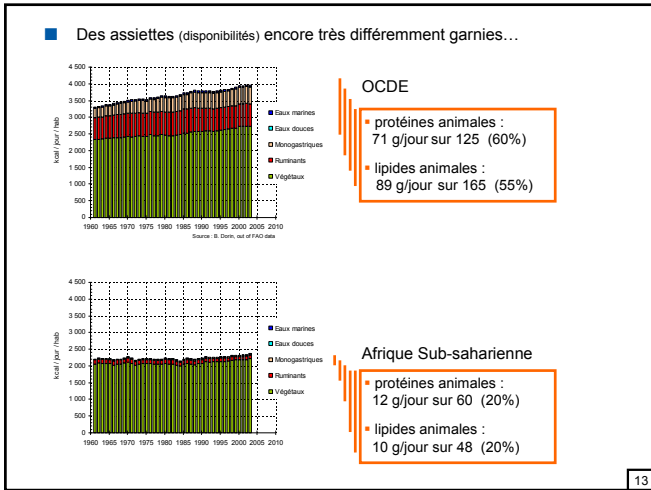
11

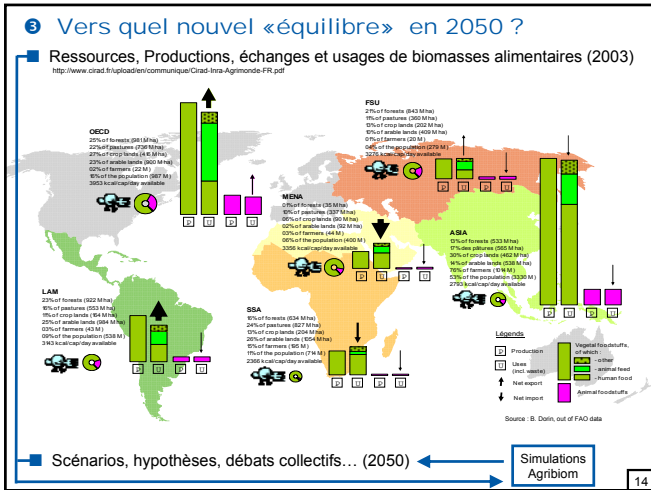
■ Une flambée du commerce pour écouler des excédents et combler des déficits



- Commerce net de produits alimentaires végétaux (Exports - Imports)
- Afrique Sub-Saharienne
 - Amérique Latine
 - Asie
 - Ex-URSS
 - Moyen Orient et Afrique du Nord
 - OCDE 1990

12





Part III

Scenarios et défis pour nourrir le monde en 2050

Deux explorations Agrimonde : les mondes "AGO" et "AG1"

Vers quel nouvel «équilibre» en 2050 avec...

- +/- **population** (7-11 milliards d'habitants en 2050) ?
- +/- **revenus, distribution des revenus, migrations de populations** (opportunités locales de revenus décentes, d'autosubsistance...)?
- +/- **changement dans les régimes alimentaires** (végétal/animal, macro/micro nutriments...)?
- +/- **demande en produits non-alimentaires** (bioénergies, biomatériaux...)?
- +/- **libéralisation économique et confiance dans le commerce international** ("souveraineté" en céréales / autres produits de base / aliments pour animaux / produits alimentaires animaux...)?
- +/- **régulations environnementales** (forêts, gaz à effets de serre, biodiversité...)?
- +/- **chocs graves sur ressorts de productivité** (énergies fossiles, eau, pesticides, phosphates...)?
- +/- **changement climatique**
- .../...

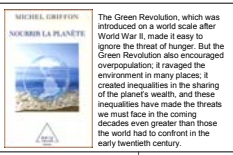
15

Les mondes "AGO" et "AG1"

Deux scénarios "revisités"

Le scénario Révolution doublement verte

Source: Griffin M., 2005. Nourrir la planète. Pour une Révolution doublement verte. Odéa Jacob, Paris.



The Green Revolution, which was introduced on a world scale after World War II, made it easy to ignore the threat of hunger. But the Green Revolution also encouraged overpopulation, it ravaged the environment in many places, it created inequalities in the sharing of the planet's wealth, and these inequalities have made the threats we must face in the coming decades even greater than those the world had to confront in the early twentieth century.



Le scénario AG1 « Agrimonde 1 »

Le scénario AGO « Agrimonde GO »

Les scénarios Millennium Ecosystem Assessment

Source: MEA, 2005. Ecosystems and Human Well-being. Scenarios. The Millennium Ecosystem Assessment, Washington DC.

Global Orchestration
A globally connected society that focuses on global trade and economic liberalization and takes a reactive approach to ecosystem problems but that also takes strong steps to reduce poverty and inequality and to invest in public goods such as infrastructure and education. Economic growth in this scenario is the highest of the four scenarios, while it is assumed to have the lowest population in 2050.

Globalisation

Techno-Garden
A globally connected world relying strongly on environmentally sound technology, using highly managed, often engineered, ecosystems to deliver ecosystem services, and taking a proactive approach to the management of ecosystems in an effort to avoid problems. Economic growth is relatively high and accelerates, while population in 2050 is in the midrange of the scenarios.

Pro-activité

Order from Strength
A regionalized and fragmented world, concerned with security and protection, emphasizing primarily regional markets, paying little attention to public goods, and taking a reactive approach to ecosystem problems. Economic growth rates are the lowest of the scenarios (particularly low in developing countries) and decrease with time, while population growth is the highest.

Réactivité

Adapting Mosaic
Regional watershed-scale ecosystems are the focus of political and economic activity. Local institutions are strengthened and local ecosystem management strategies are common; societies develop a strongly proactive approach to the management of ecosystems. Economic growth rates are somewhat low initially but increase with time, and population in 2050 is nearly as high as in Order from Strength.

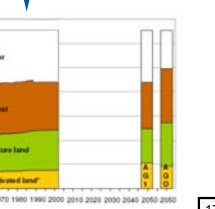
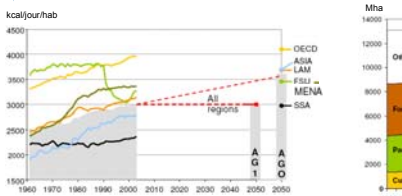
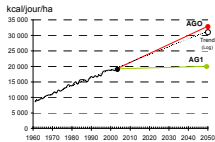
Regionalisation

16

Principales hypothèses quantitatives

	2003	2050 - AG1	2050 - AGO
Uses			
Population	6.2 Gcap	8.8 (+42%)	8.8 (+42%)
Human food	3,000 kcal/day/cap	3,000	3,590 (+19%)
Other uses	-14,440 Gkcal/day	17% Non-Veg	23% Non-Veg
		Feed (Agrifood)	Feed (Agrifood)
		+ seed (3%)	+ seed (3%)
		+ waste (max 4%)	+ waste (max 4%)
		+ other (max 5%)	+ other (max 5%)
Resources			
Food yields	-19,190 kcal/day/ha	-20,030 (+4%)	-32,940 (+75%)
Crop land - for N-Food	-1,530 Mha	-2,105 (+38%)	-1,860 (+21%)
Pastures	-3,330 Mha	-2,845 (-14%)	217 Mha
Forest	-3,905 Mha	no change	-3,585 (+8%)

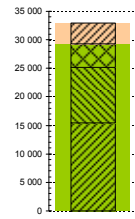
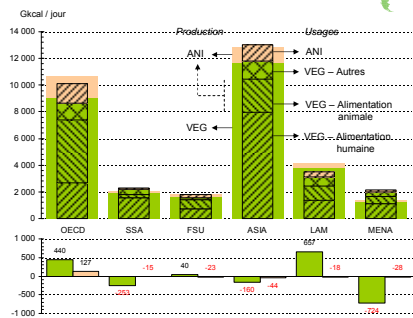
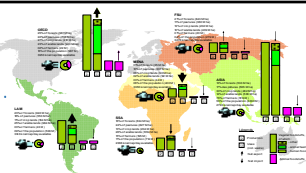
Trade : trade of plant food only (i.e. no trade of animal foodstuffs or by-products)
(hypothesis/variant n°1 written "101")



17

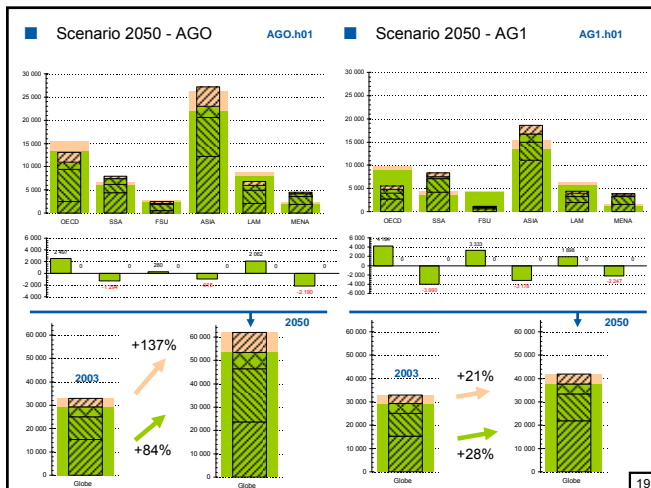
Deux hypothétiques nouveaux équilibres pour 2050...

Base de référence 2003



Source: B. Dorn, out of FAO data

18



4 Parmi les conclusions...

La planète peut nourrir 9 milliards d'habitants en 2050 mais...

- la composition des **assiettes** (quantité, qualité, diversité...) détermine fortement la santé des populations et celle des écosystèmes ; on peut par exemple nourrir correctement 9 milliards d'humains en 2050 sans multiplier par deux la production agricole, mais par 1,3 seulement en assurant à chacun une disponibilité se rapprochant de 3000 kcal/jour, dont 2500 d'origine végétale
- c'est par un recours à des **importations** accrues de produits alimentaires que certaines régions de la planète pourront
 - assurer l'approvisionnement correct de leurs populations
 - éviter leur migration massive,
 sous réserve (a) de revenus pour accéder à ces importations (...)
 (b) de confiance beaucoup plus importante qu'aujourd'hui dans le système d'organisation et de sécurisation des échanges
- maintenir ou augmenter durablement les **rendements** invite à s'interroger sur :
 - les ressorts de la productivité (artificialisation/spécialisation des terres *versus* « intensification écologique »)
 - l'organisation de l'utilisation de l'espace (ségrégation *versus* intégration des espaces dits « naturels » et « artificialisés »).

A suivre...

- Besoin d'impliquer divers acteurs et disciplines dans les questions et débats sur l'agriculture, la sécurité alimentaire, la sécurité sanitaire, la qualité de l'alimentation, etc.
- Besoin de construire et débattre d'autres scénarios d'agricultures et d'alimentations, ...à diverses échelles géographiques
- Besoin de mieux évaluer/modéliser
 - les consommations d'eau et d'énergies fossiles
 - l'émission/stockage de GHG (C, CO₂, CH₄, N₂O...)
 - les emplois et revenus régionaux / les migrations
 - .../...

Merci

