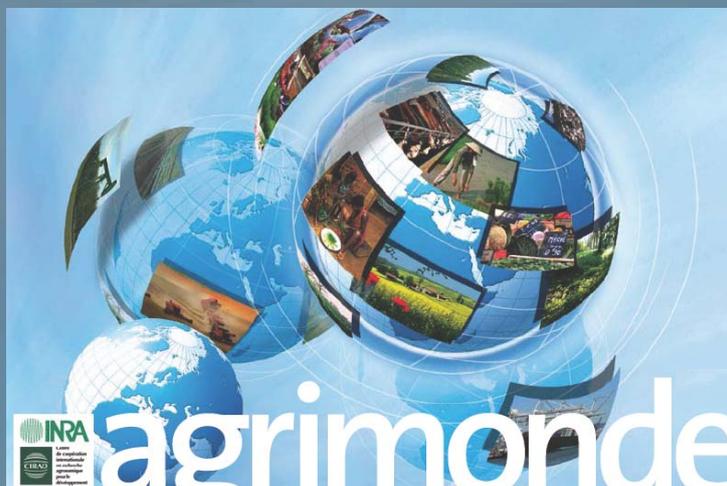


# Agrimonde

Agricultures et alimentations du monde en 2050 :  
scénarios et défis pour un développement durable



Colloque SFER « Nourrir le monde et préserver l'environnement », Paris, 08 juin 2009  
bruno.dorin@cirad.fr (Agribiom) & sandrine.paillard@paris.inra.fr

## La prospective Agrimonde (introduction)

- **Genèse** : projet Inra-Cirad datant de 2001, inscrit dans le « plan de rapprochement », relancé dans le cadre des dynamiques onusiennes MEA et IAASTD, désormais sous tutelle du GIP IFRAI
- **Objectifs** : (1) rallier collectivement les débats internationaux portant sur l'avenir des agricultures et alimentations du monde, (2) construire et affirmer une plateforme française pérenne de prospective dans le domaine, (3) identifier des grands enjeux pour la recherche agronomique française
- **Un collectif** (2006-2008) :
  - un Comité de Pilotage (Inra-Cirad)
  - une Equipe Projet
  - un Groupe de travail composé d'une vingtaine de scientifiques des domaines concernés se réunissant très régulièrement
  - un Groupe d'Experts associant divers ministères ou institutions aux débats/réflexions du Groupe d'appui
- **Des scénarios** : des scénarios revisités (scénarios du MEA) ou imaginés (Scénario « Agrimonde » de Révolution Doublement Verte) suivant diverses variables et composantes (environnement global, régulations internationales, dynamique de production, politiques nationales et régionales, AKST...)
- **Un module quantitatif** pour aider les débats et simuler des bilans emplois/ressources : Agribiom

### La plateforme Agrimonde



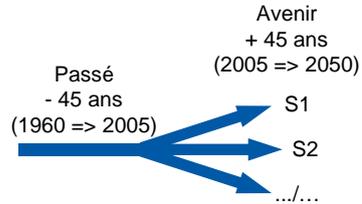
# Objectifs et architecture d'Agribiom

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

## 1 L'ambition

Disposer d'un outil quantitatif pour :

(1) revisiter le passé,  
mieux le comprendre (nouvelles estimations,  
nouveaux modèles...)



(2) débattre l'avenir  
...à partir de scénarios qualitatifs (conjectures propres ou extérieures)

traduits / résumés en  
quelques paramètres quantifiés (usages des terres,  
niveaux de productivité,  
niveaux et types de consommation...)

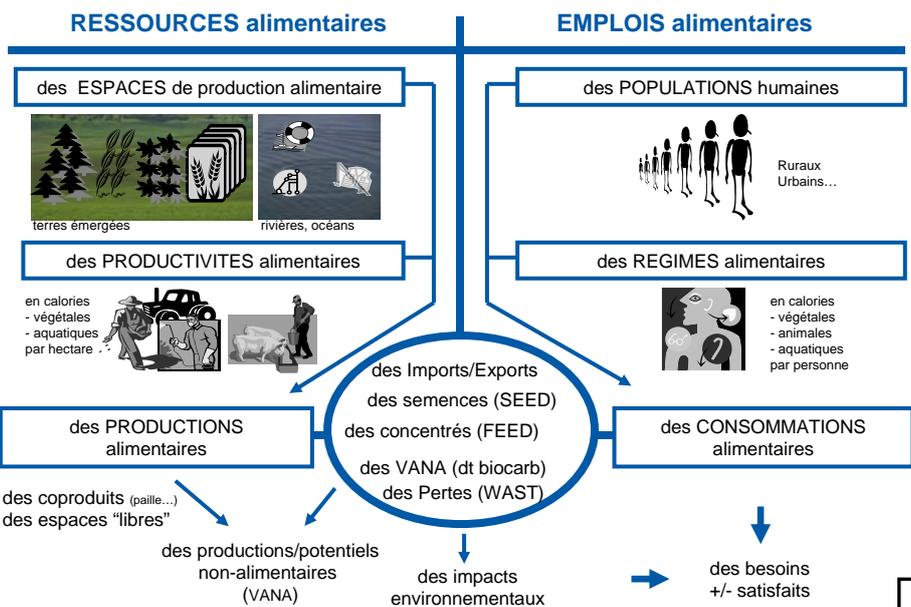
Cohérence  
d'ensemble ?  
(équilibre global  
emplois-ressources)

Implications ? (échanges intercontinentaux,  
consommations d'eau, d'énergie...)

Impact de variantes ?  
(populations, régimes...)

## 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 (149 «pays»)



### 3 Les rubriques comptables

- 5 « compartiments » de biomasses alimentaires (seulement...)



#### 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...

- D'autres productions (non-alim...)

Fibres, Tabac, Caoutchouc,  
 Fourrages, Bois...

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

### 4 L'unité de compte

- La CALORIE ALIMENTAIRE

(ou équivalent pour tourteaux, mélasses...)

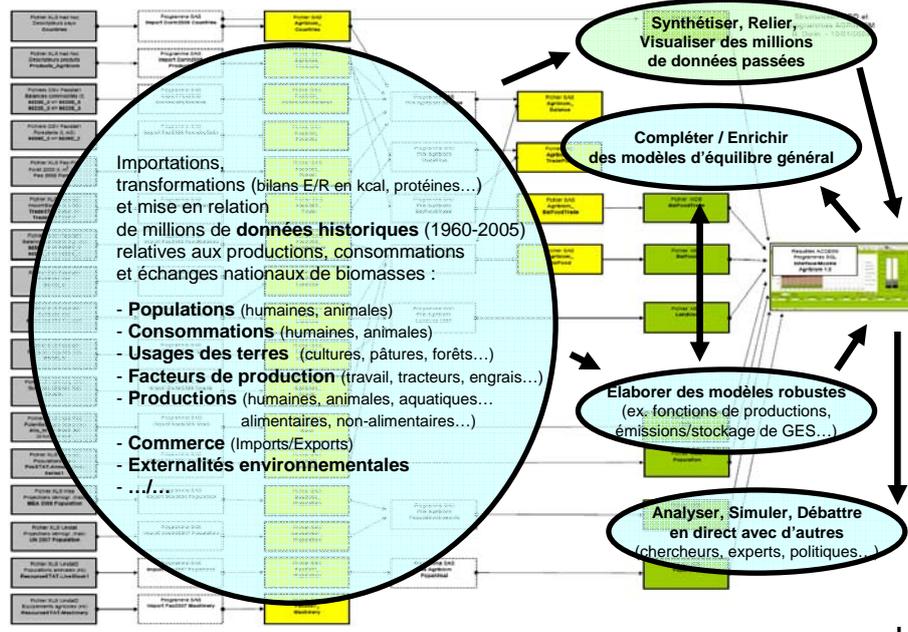
Calories totales = Glucides (4 kcal/g)  
 + Protéines (4 kcal/g)  
 + Lipides (9 kcal/g)

- Tonnes (ou m³) de MS

dans certains cas :  
 - Fibres, caoutchouc...  
 - Résidus de cultures...  
 - Fourrages...  
 - Bois (de chauffage ou industriel)

5

### 5 La convergence vers une interface interactive



6

## 6 Une 1<sup>ère</sup> série de modèles robustes

Des méta-fonctions de productions animales

(B. Dorin + T. Le Cotty)

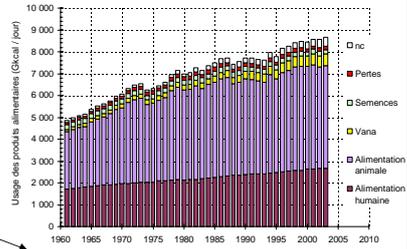
### ■ Une modélisation via 2 fonctions interdépendantes

- 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)
- .../...

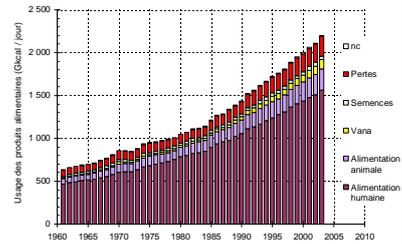
OCDE  
SSA  
(Afrique subsaharienne)



( en 2003, les animaux OECD en consomment 3 fois plus que la population humaine SSA )

### ■ 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...)

7

## 7 Des équilibres physiques reconstitués ou simulés

Param	POP	Ratio	FOOD	FEED	VANA	SEED	WAST	Risks	Total	Surfaces	Rendement	Production	Exp-Inpout	Delta
	(1000)	(kg/cap)	(Gkcal)	(ha)	(kg/ha)	(Gkcal)	(Gkcal)							
1. OCDE 1990	1 988 211	2500	4 898	14 314	226	165	114	36	4 278	105 000	100 000	2 280	1 161	0
2. Afrique Sub-Saharienne	1 062 300	2200	4 155	0	0	0	0	0	4 155	338 000	289 000	124 000	3 788	1 861
3. Et-URSS	239 212	2500	5 95	12 220	184	20	226	27	4 598	210 000	100 000	15 330	4 598	0
4. Asie	4 427 104	2500	11 066	11 325	160	20	224	27	14 871	118 000	129 000	278 000	14 871	0
5. Amérique Latine	773 950	2500	1 924	13 298	263	124	118	102	4 798	210 000	250 000	240 000	4 798	0
6. Moyen Orient et Afrique du Nord	631 964	2500	1 656	0	0	35	24	52	1 755	97 000	30 000	15 330	1 755	0
TOTAL Zone	8 800 147		32 006	13 225	1 265	102	2 018	278	46 173	2 101 000	1 670 000	4 060 000	46 173	0

8

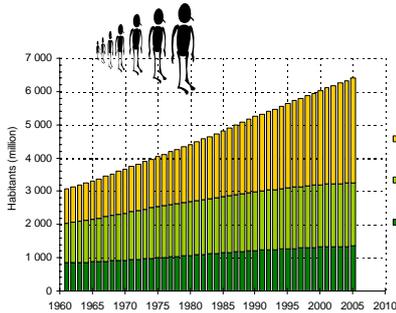
# Brève rétrospective de l'économie alimentaire mondiale

(1961-2003, via Agribiom)

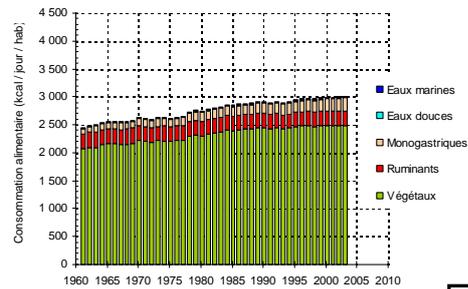
## 1 La trajectoire mondiale

Côté emplois :

■ La population humaine double



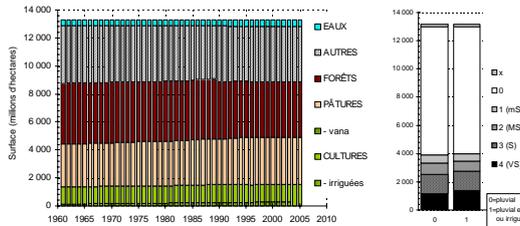
■ La disponibilité alimentaire s'améliore...



Côté ressources :

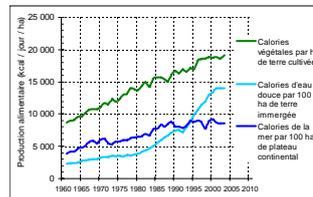
■ La surface agricole ↗

- Cultures : + 13%
- Pâtures : + 11%

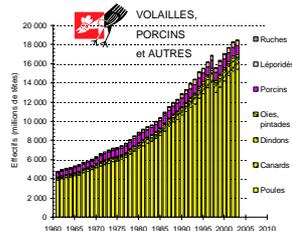
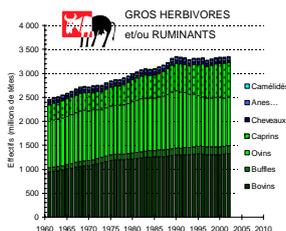


■ Les productivités ↗

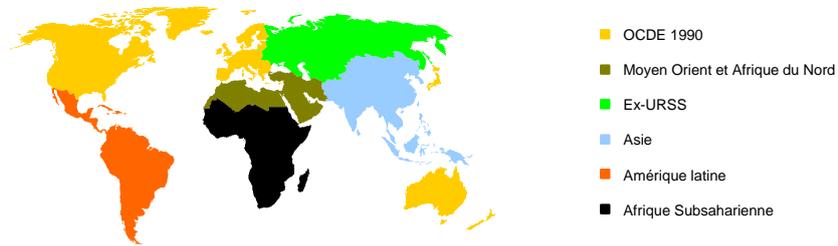
- Calories végétales / ha cultivé : + 123%
- Calories végétales / actif agricole : + 53%



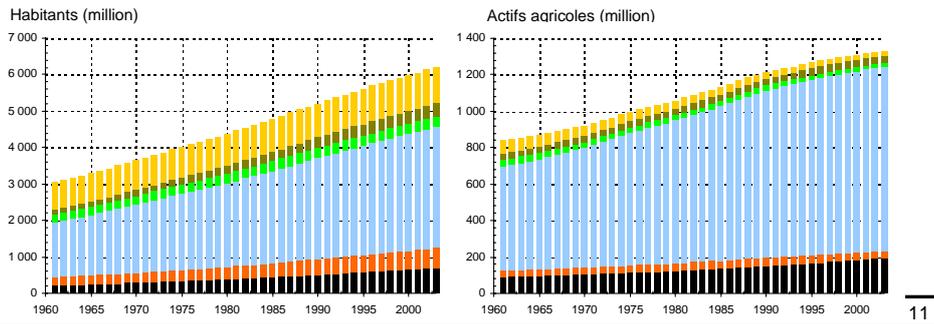
■ Les cheptels ↗



## 2 Des trajectoires régionales disparates



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

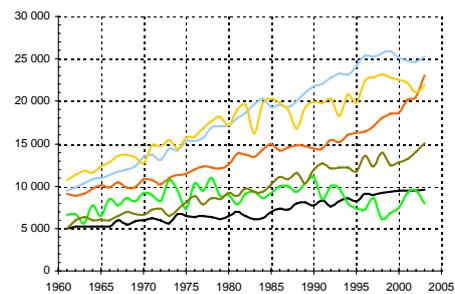


11

### Une productivité record de la terre en ASIE

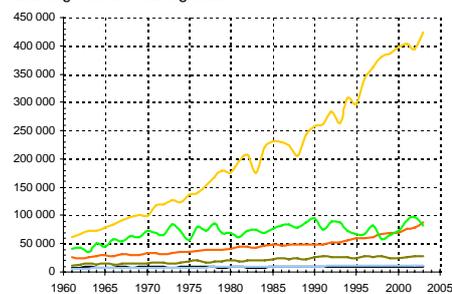
Note : 10 000 kcal  
 ~ 2,4 kg de soja  
 ~ 2,8 kg de riz  
 ~ 2,9 kg de pois  
 ~ 3,0 kg de blé  
 ~ 15,0 kg de pomme de terre  
 ~ 58,8 kg de tomate

Kcal vég. / Jour / Ha cultivé

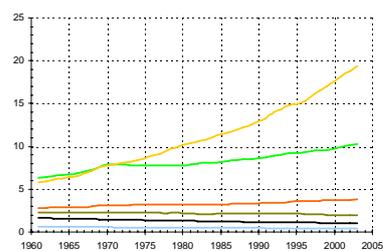


### Un boom de la productivité du travail en OCDE

Kcal vég. / Jour / Actif agricole

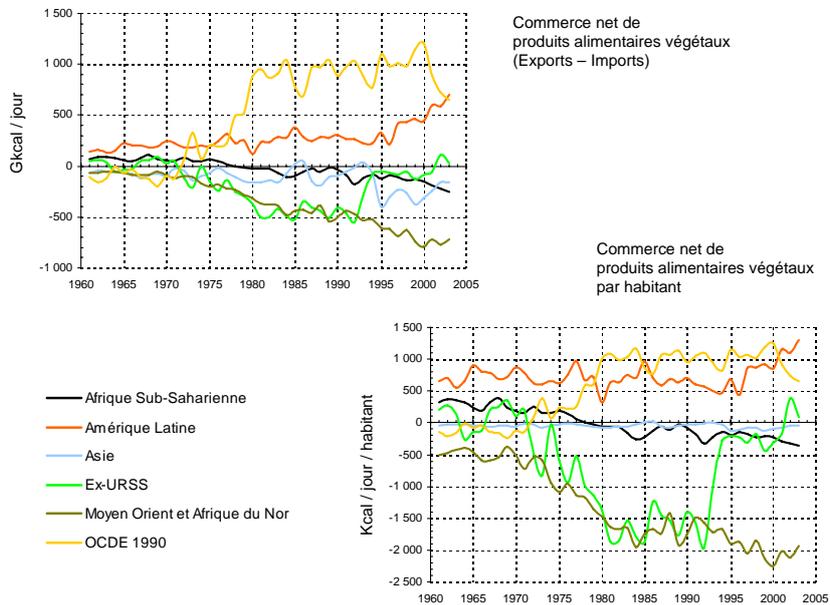


Disponibilité en terre (Ha cultivés / Actif)



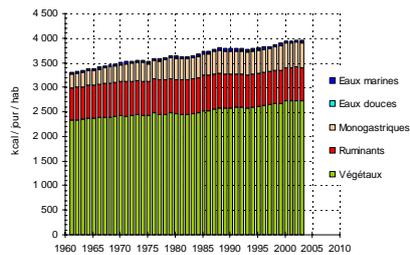
12

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



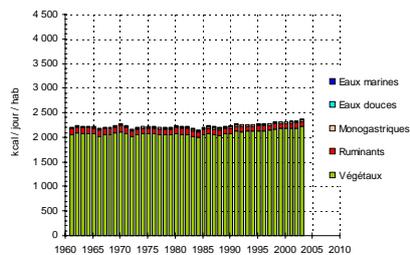
13

■ Des assiettes très différemment garnies...



OCDE

- protéines animales : 71 g/jour sur 125 (60%)
- lipides animales : 89 g/jour sur 165 (55%)



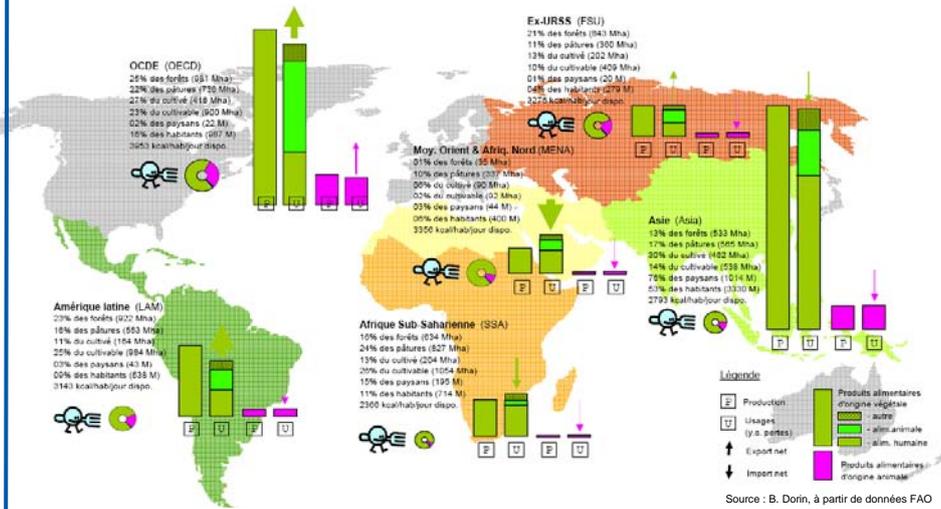
Afrique Sub-saharienne

- protéines animales : 12 g/jour sur 60 (20%)
- lipides animales : 10 g/jour sur 48 (20%)

14

### 3 Vers quel nouvel «équilibre» en 2050 ?

Ressources, Productions, échanges et usages de biomasses alimentaires (2003)



Scénarios, hypothèses, débats collectifs... (2050)

Simulations Agribiom

15

Part III

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Choix et principes de construction des scénarios

- **Agrimonde 1 : un scénario possible d'agricultures et d'alimentations durables**
  - Réduction sous-alimentation et excès apports nutritionnels
  - Intensification écologique ; des agricultures qui répondent à des besoins croissants, piliers du développement, respectueuses de l'environnement
- **Global Orchestration : le plus performant des scénarios MEA pour la réduction de la pauvreté**
  - Progrès technique très rapide et libéralisation des échanges
  - Mais réactivité dans la gestion des écosystèmes

16

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Choix et principes de construction des scénarios

- 2050, zones MEA
- populations régionales identiques dans les 2 scénarios
- 'bouclage' Agribiom
  - ⇒ **Agrimonde GO**
- Apprécier la capacité de chaque région à satisfaire les besoins alimentaires de sa population
- **Agrimonde GO** : scénario 'exploratoire' et tendanciel
- **Agrimonde 1** : scénario 'normatif' : supposer la durabilité pour mieux la comprendre

17

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les hypothèses quantitatives : (1) Emplois régionaux

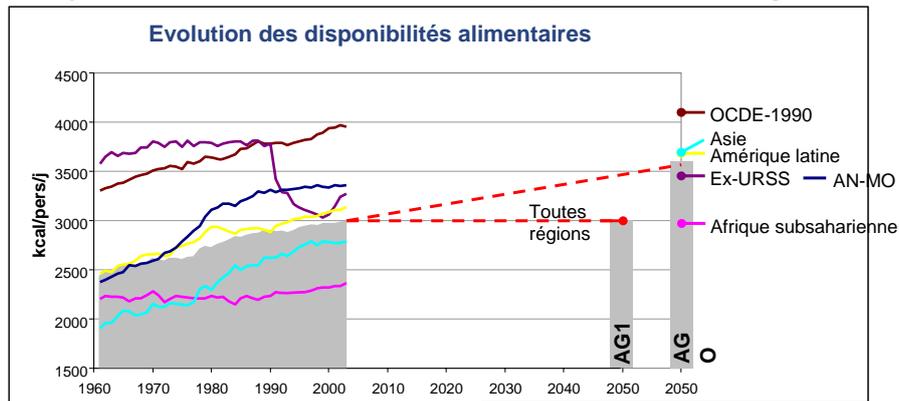
- **Populations en 2050 : projections médianes ONU**
- **Conso. alimentaires en 2050 :**
  - **Agrimonde GO** : hypothèses MEA : la croissance explique les niveaux de consommation
  - **Agrimonde 1** : 3000 kcal/hab./jour dans toutes les régions : 2500 en végétaux ; 500 en produits animaux et aquatiques réparties selon spécificités régionales
    - Ecart disponibilités observées - nécessaires à la sécurité alimentaire
    - Equité - développement durable
    - Alimentation – santé
    - Alimentation - pressions sur les ressources naturelles

18

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les hypothèses quantitatives : (1) Emplois régionaux



19

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les hypothèses quantitatives : (2) Ressources régionales

	Surfaces	Rendements
AGO	hypothèses MEA, variable d'ajustement	hypothèses MEA, rdmts = fct (px, progrès technique)
AG1	facteurs physiques de disponibilités et de qualité des sols confrontés à critères de durabilité <b>1) potentiel cultivable ⇒ 2) nouvelles surfaces cultivées et irriguées, forêts, pâtures ⇒ 3) surfaces VANA</b>	- Évolutions passées - Cohérence avec hypothèses surfaces et impact attendu du changement climatique - Autres projections/prospectives, notamment sur potentiel attendu de l'intensification écologique

20

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les scénarios quantitatifs

Ex : Afrique sub-saharienne

		Agrimonde GO	Agrimonde 1	Bilan calorifique déficitaire plus marqué dans AG 1
Emplois	Pop.	+ 150%		
	Conso.	+25% hausse part animale plus marquée dans AG1		
Ressources	Usage sols	+70M ha en culture (+61%) dont 39 en VANA +17% surfaces irriguées	+100M ha en culture (+76%) dont 40 en VANA +100% surfaces irriguées	
		↑ patûres (+27%) ↓ forêts (- 45%)	↓ patûres, forêts (~ -10%)	
	Rdmts	+ 145%	+25%	

21

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les scénarios quantitatifs

Monde

		Agrimonde GO	Agrimonde 1	Bilan calorifique excédentaire plus marqué dans AGO
Emplois	Pop.	+42%		
	Conso	+20% Part animale : 23%	stable part animale : 17%	
Ressources	Usage sols	+300M ha en culture (+20%) dont 210 en agro-carburants ↑ surfaces irriguées (+10%)	+600M ha en culture (+40%) dont 220 en agro-carburants ↑ surfaces irriguées (+7%)	
		stabilité forêts		
	Rdmts	Patûres stables + 75%	↓ patûres (-15%) +7%	

27

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les scénarios quantitatifs

Bilans ressources-emplois en 2050

- **Au niveau mondial, dans les 2 scénarios, les ressources couvrent les emplois en 2050**

- Mais 3 régions importent des calories alimentaires : Afrique du Nord-Moyen Orient, Afrique Sub-saharienne, Asie
- Les échanges minimum inter-régions augmentent considérablement entre 2000 et 2050

- **Cependant dans Agrimonde 1 :**

- Les déficits et surplus régionaux sont plus grands que dans Agrimonde GO
- Ainsi que les échanges minimums inter-régions

28

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les hypothèses qualitatives d'Agrimonde 1

Cohérence, confrontation, leviers : 6 grands défis

#### 1. Le développement agricole et rural

*Afrique subsaharienne :*

L'intensification écologique  
comme voie de  
développement ?

*Afrique du Nord - Moyen Orient,  
Asie*

Potentiel  
cultivable  
limité

Dvp agricole  
limité

#### 2. L'innovation et sa diffusion

- Diversification des systèmes de production aux frontières de l'espace cultivé traditionnel
- Les gains de rendements sont-ils si modérés étant donné le changement climatique ?

29

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

Les hypothèses qualitatives d'Agrimonde 1  
Cohérence, confrontation, leviers : 6 grands défis

### 3. La gestion des ressources naturelles

- Eau : rationalisation allocation/usages ; meilleure valorisation  
(*Afrique du Nord – Moyen Orient*)
- **Agrimonde 1** et **Agrimonde GO** : 'stratégies' différenciées
  - Extension des surfaces cultivées – rendements *Afrique subsah.*
  - Conversion pâtures – forêts *Amérique latine*

### 4. La durabilité sociale

- Extension territoriale et inégalités sociales  
(*Afrique subsaharienne ; Amérique latine*)
- Politique foncière et nouvelles terres prises sur le pergélisol (*Ex-URSS*)

30

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

Les hypothèses qualitatives d'Agrimonde 1  
Cohérence, confrontation, leviers : 6 grands défis

### 5. Les comportements alimentaires

- Le bilan Ressources – Emplois 
  - La durabilité sur le plan de la santé 
- Contenir l'augmentation de la conso. alimentaire

### 6. Les gouvernances interrégionales

Développement par l'agriculture  
+  
Sécurité alimentaire par échanges interrégionaux massifs  
+  
Préservation de l'environnement



Aides massives au développement + Régulations pour :

- Éviter les distorsions de prix mais exceptions temporaires
- Révéler les coûts environnementaux

31

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les scénarios complets

	<b>Agrimonde GO</b> <i>Nourrir la planète en privilégiant la croissance économique mondiale</i>	<b>Agrimonde 1</b> <i>Nourrir la planète en préservant les écosystèmes</i>
Croissance, Dvp Migrations	Décollage agricole des PED, qui tire la croissance mondiale	
	Accélération exode rural	Stabilisation exode rural
Régulat° Gouvernan-ce	Transferts Nord-Sud massifs	
	Libéralisation poussée	UNOFS : réduction distorsions prix et volatilité, exceptions temporaires, protection environnement Multifonctionnalité
Recherche Formation Dvp agric.	Investissements massifs, publics et privés	
	Poursuite trajectoire technologique	Intensific.écologique : savoirs spécifiques / génériques mode interactif pour les capitaliser et les mutualiser

32

## Explorations prospectives Agrimonde 1 et Agrimonde GO

Fondements et enseignements

### Les scénarios complets

	<b>Agrimonde GO</b> <i>Nourrir la planète en privilégiant la croissance économique mondiale</i>	<b>Agrimonde 1</b> <i>Nourrir la planète en préservant les écosystèmes</i>
Energie	Investissements massifs	
	Hausse rapide de la demande Efficacité énergétique Agro-carburants	Inflexion demande Energies renouvelables, décentralisées/ Pile à combustible/Autonomie exploitation agricole
Environnement	Détérioration Mais biodiversité protégée par limitation surfaces cultivées	Réduction impacts agriculture Amélioration biodiversité domestique Détérioration biodiversité sauvage
Alimentat°	Réduction inégalités d'accès	
	Progression obésité	Convergence vers 3000 kcal/hab./jour Diminution pertes / Diversité Politiques nutritionnelles efficaces
IIA Filières	Internationalisation, spécialisation, concentration	Hybridation Montée en puissance RSE (alimentation durable, réduction malnutrition, lutte contre obésité)