

Agrimonde-Terra

**Usage des terres et sécurité alimentaire en
2050**



ETUDE PROSPECTIVE



Ecole chercheur MAELE mai 2022

**Couplage prospective et modélisation
Patrice Dumas (Cirad)
Et toute l'équipe Agrimonde-Terra**

I. Les objectifs et la méthode de la prospective Agrimonde-Terra

Introduction

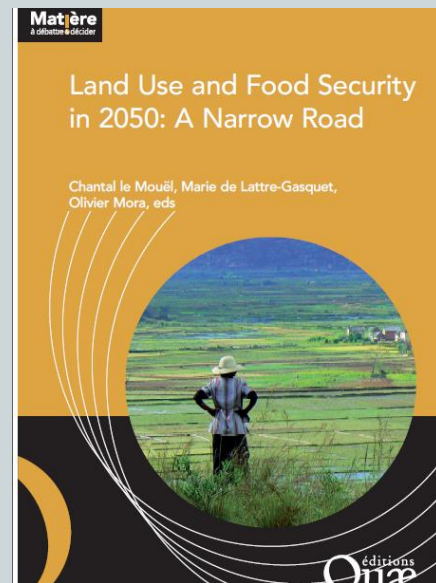
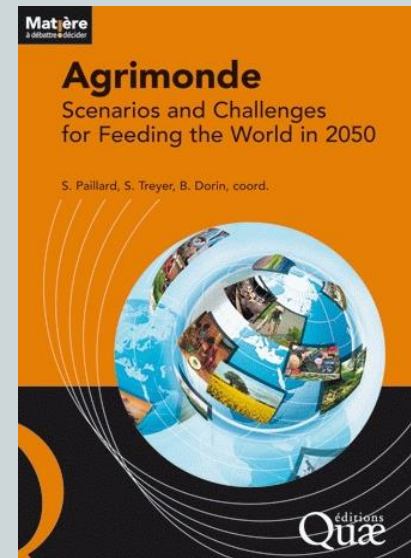
- Un débat international sur les futurs de l'agriculture et de la sécurité alimentaire structuré par les grandes institutions internationales et les modèles globaux d'équilibres général (FAO -GAPS; IIASA -Globiom; IFPRI -IMPACT/MAGNET; PBL -IMAGE)

D'Agrimonde à Agrimonde-Terra (INRA & CIRAD)

- **Agrimonde: Une prospective sur la sécurité alimentaire globale en 2050 (2007-2010)**
- **Agrimonde-Terra: Une prospective sur l'usage des terres et sécurité alimentaire globale en 2050 (2013-2016)**

Cinq scénarios contrastés élaborés par une combinaison de:

- Une méthode des scénarios basés sur l'analyse morphologique
- Des simulations des scénarios réalisées avec GlobAgri-AgT (14 grandes régions)



Objectifs d'Agrimonde-Terra

Eclairer le **débat et la décision publique** concernant les futurs des usages des terres et de la sécurité alimentaire, et apportant différents outils :

Une analyse des déterminants des usages des terres et de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, ainsi que des jeux d'hypothèses contrastées concernant leurs évolutions futures en 2050

5 scénarios d'usage des terres et de sécurité alimentaire:
récits, tableau morphologique et analyses quantitatives

Une plateforme quantitative, GlobAgri, permettant de produire des bases de données cohérentes et des modèles de bilans ressources
– utilisations de biomasse
→ GlobAgri-AgT

Les déterminants des scénarios d'usage des terres et de la sécurité alimentaire d'Agrimonde-Terra

5 scénarios construits à partir d'hypothèses tendanciennes ou de rupture à l'horizon 2050 concernant :

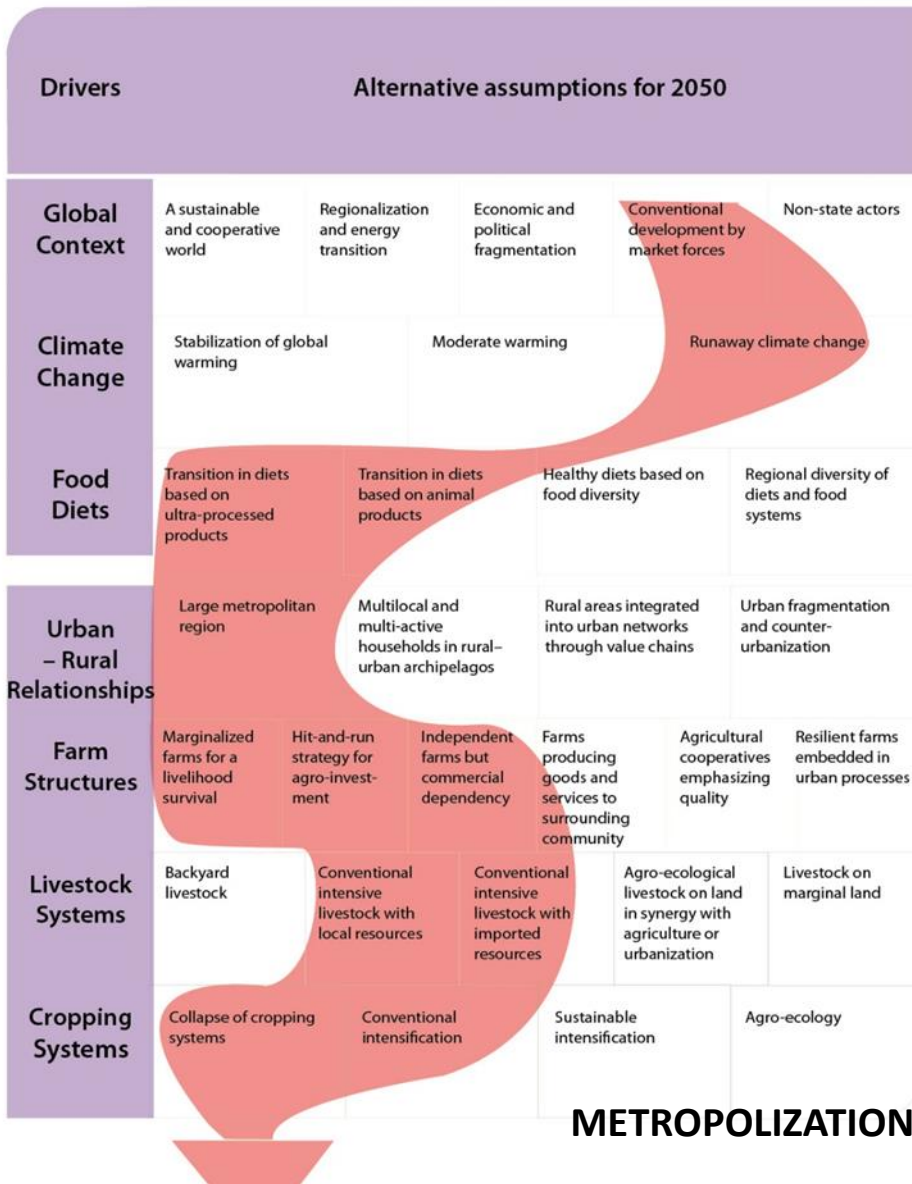
- **Contexte** démographique, économique et géopolitique
- **Changement climatique** et usages non-alimentaires des terres
- **Régimes alimentaires:** niveau calorique & composition des régimes



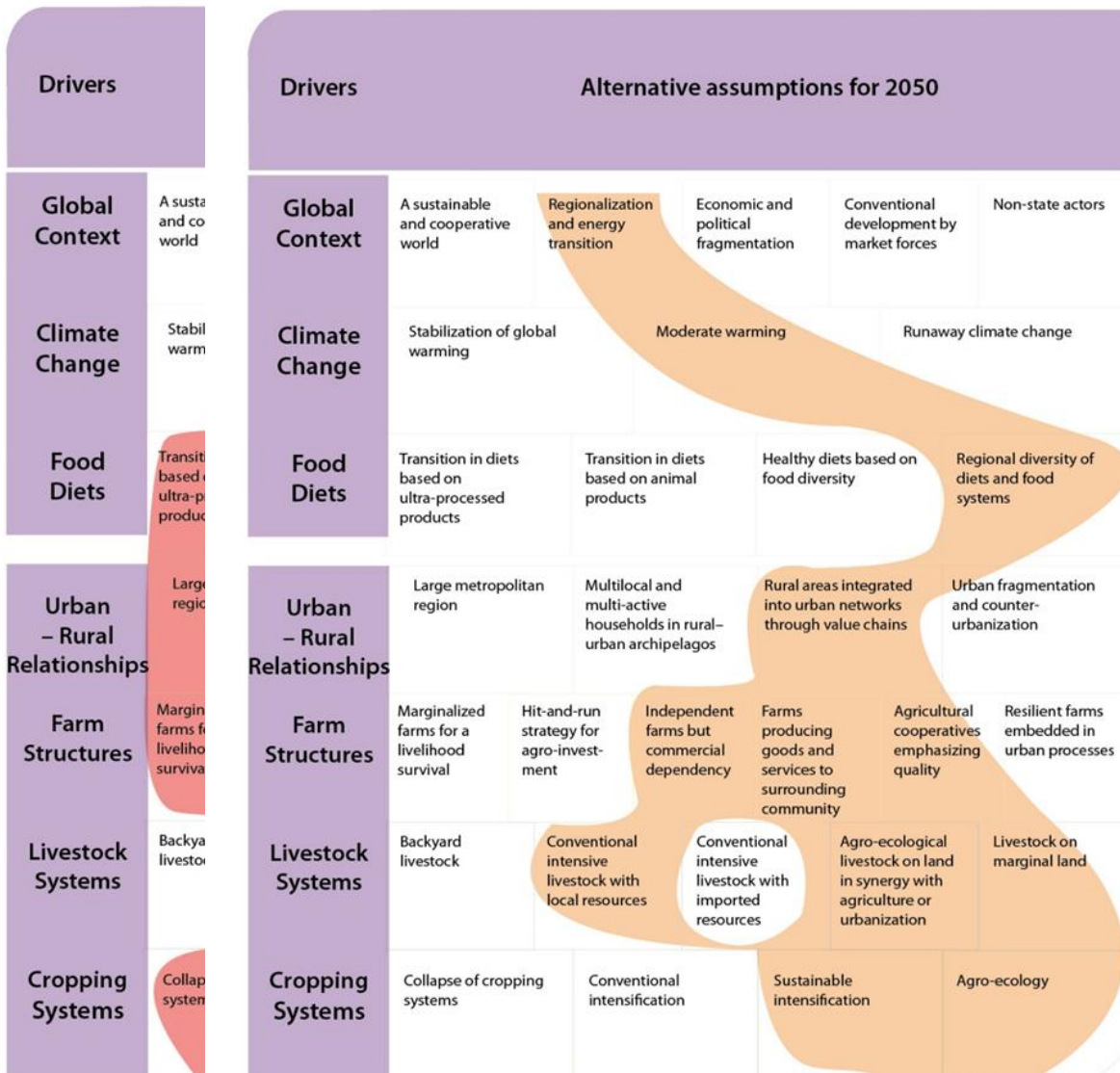
- **Urbanisation et relations urbain-rural**
- **Structures de production agricole**
- **Systemes de culture:** pratiques agricoles et rendements végétaux
- **Systemes d'élevage:** alimentation animale et efficacité animale

II. Les scénarios d'usage des terres et de sécurité alimentaire à 2050

Cinq scénarios plausibles et cohérents en 2050 basés sur une analyse morphologique

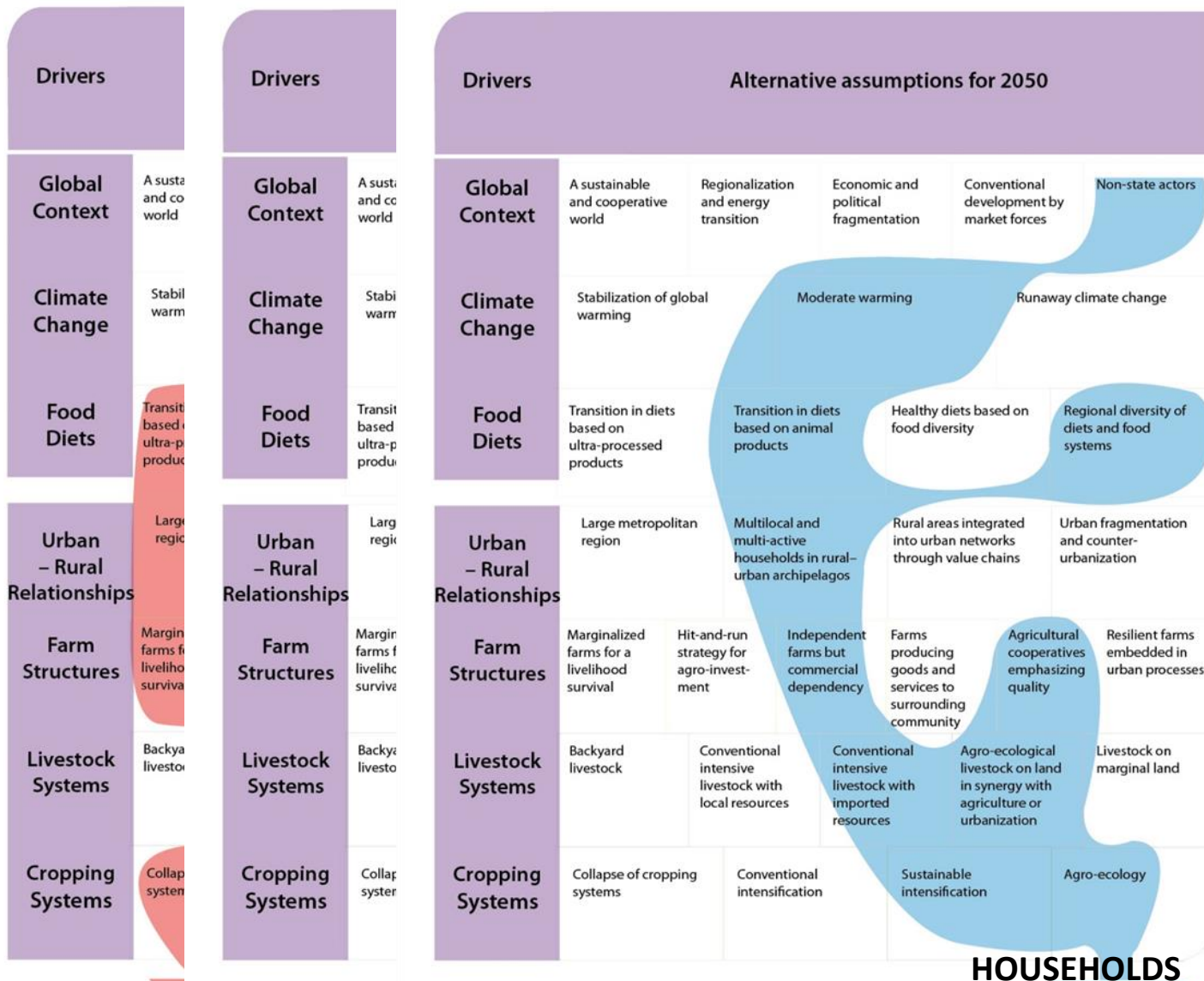


Cinq scénarios plausibles et cohérents en 2050 basés sur une analyse morphologique

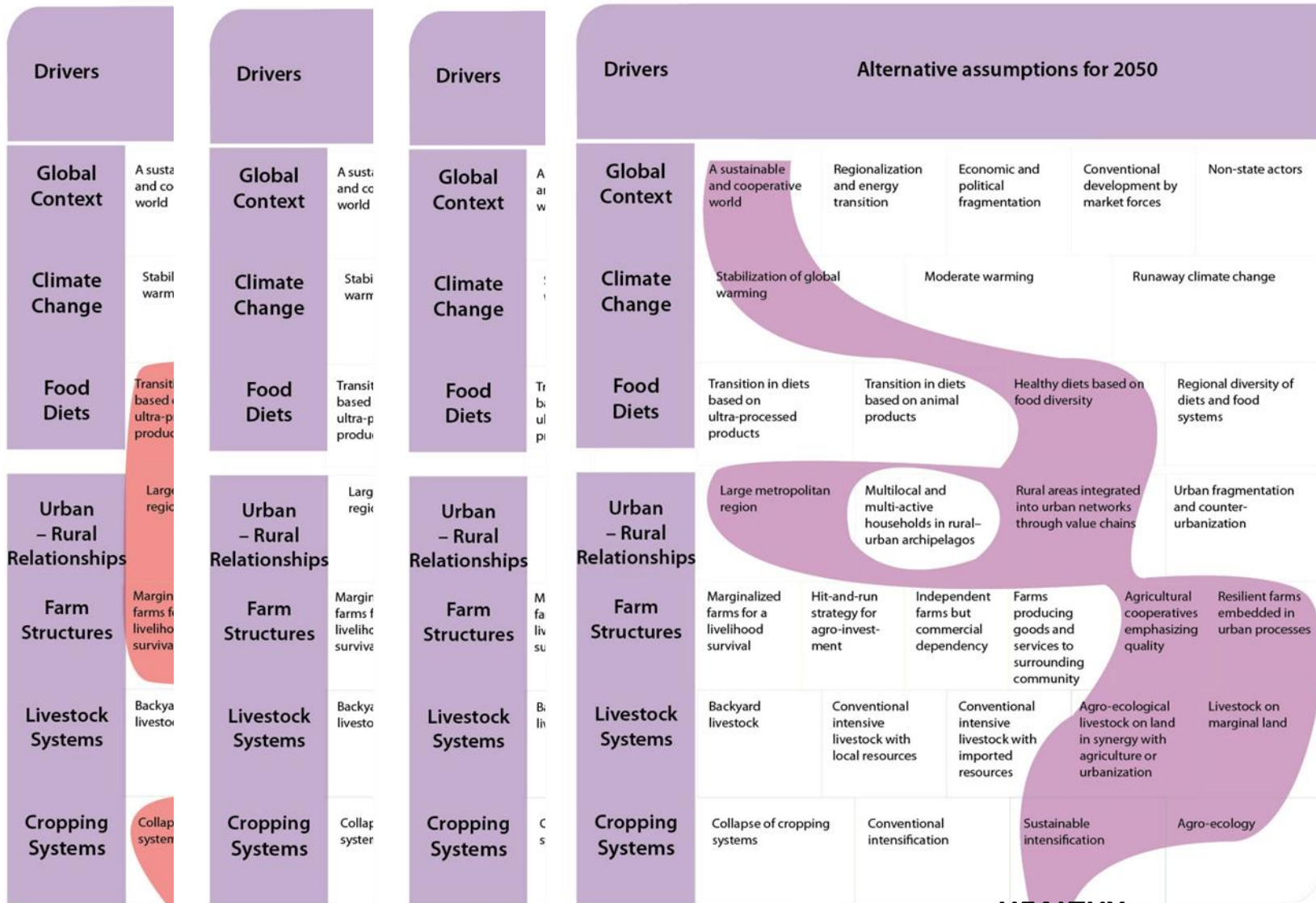


REGIONALIZATION

Cinq scénarios plausibles et cohérents en 2050 basés sur une analyse morphologique



Cinq scénarios plausibles et cohérents en 2050 basés sur une analyse morphologique



HEALTHY

Cinq scénarios plausibles et cohérents en 2050 basés sur une analyse morphologique

Drivers		Drivers	Drivers	Drivers	Alternative assumptions for 2050					
Global Context	A sustainable and cooperative world	Global Context	A sustainable and cooperative world	Global Context	A sustainable and cooperative world	Global Context	Global Context	Global Context	Global Context	Global Context
Climate Change	Stabilization of global warming	Climate Change	Stabilization of global warming	Climate Change	Climate Change	Climate Change	Climate Change	Climate Change	Climate Change	Climate Change
Food Diets	Transition based on ultra-processed products	Food Diets	Transition based on ultra-processed products	Food Diets	Food Diets	Food Diets	Food Diets	Food Diets	Food Diets	Food Diets
Urban - Rural Relationships	Large metropolitan region	Urban - Rural Relationships	Large metropolitan region	Urban - Rural Relationships	Urban - Rural Relationships	Urban - Rural Relationships	Urban - Rural Relationships	Urban - Rural Relationships	Urban - Rural Relationships	Urban - Rural Relationships
Farm Structures	Marginalized farms for a livelihood survival	Farm Structures	Marginalized farms for a livelihood survival	Farm Structures	Farm Structures	Farm Structures	Farm Structures	Farm Structures	Farm Structures	Farm Structures
Livestock Systems	Backyard livestock	Livestock Systems	Backyard livestock	Livestock Systems	Livestock Systems	Livestock Systems	Livestock Systems	Livestock Systems	Livestock Systems	Livestock Systems
Cropping Systems	Collapse of cropping systems	Cropping Systems	Collapse of cropping systems	Cropping Systems	Cropping Systems	Cropping Systems	Cropping Systems	Cropping Systems	Cropping Systems	Cropping Systems

COMMUNITIES

Cinq scénarios d'usage des terres et de sécurité alimentaire

Métropolisation Métropolisation & monde inégalitaire et téléconnecté	Régionalisation Systèmes alimentaires régionaux	Ménages Ménages multi-actifs et mobiles	Régimes sains Qualité alimentaire et nutrition saine	Communautés Communautés rurales dans un monde fragmenté
<ul style="list-style-type: none"> • Globalisation basée sur mégavilles, décrochage zones rurales, inégalités • Transition des régimes alim., chaînes de valeur globales, produits ultratransformés • CC important • Pratiques agricoles conventionnelles • Maladies liées à l'alimentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Blocs régionaux supranationaux (villes moyennes connectées avec rural) • CC modéré • Souveraineté alimentaire régionale régimes régionalisés • Alignement régional agriculture / chaînes d'appro. / régimes alim. • Re-localisation des cultures et assoc. élevage/cultures 	<ul style="list-style-type: none"> • Globalisation des réseaux & acteurs non-gouv • CC modéré • Mobilité rural-urbain forte • Désintermédiation chaînes de valeur • Ménages agricoles pluriactifs, multi-localisés • Diversité des structures agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte coopération internationale CC et santé • CC faible • Intégration rural-urbain • Politiques nutritionnelles ⇒ alimentation saine et diversifiée : légumineuses, F et L • Systèmes diversifiés de culture et assoc. agr.-élevage / agroécologie • Stockage du carbone dans sols 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentation mondiale et crises (éco., financière, E, env.) • Communautés locales gérant les communs, agroécologie • Ailleurs : agriculture de subsistance • Pratiques agricoles sous forte tension, risq. effondrement syst. de culture • Insécurité aliment.

Relation anticipation modélisation

- Un développement parallèle du modèle de bilan et des scénarios
- Quantification utilisée pour illustrer les scénarios sur la disponibilité des terres et un peu sur la cohérence
- Le choix d'un modèle de bilan fait très tôt par le comité de pilotage (représente le projet et les instituts)
- Quantification des hypothèses faites par le groupe projet, en lien avec des experts INRA/CIRAD
- Quantification validée par le comité des scénarios
- Une mise en avant des résultats quantifiés, les composantes non quantifiées étant peu présentées

III. Quantification des scénarios

- Un modèle de bilans de biomasse (GlobAgri-AgT)
- Un travail par déterminant
- Traduction des hypothèses alternatives d'évolution de chaque déterminant en hypothèses quantitatives
 - variables d'entrée du modèle concernées
 - définition de règles générales de quantification
 - calcul des variations des variables d'entrée pour les 14 régions
- Simulation des hypothèses alternatives d'évolution déterminant par déterminant
- Dernière étape: simulation des scénarios entiers

GlobAgri-AgT

- Un modèle de bilans, sans prix, impliquant certaines rigidités
- 32 agrégats de produits

Agregates from the FAO's CB			Aggregates from other sources
Animal	Vegetal		
Aquatic animals	Fibers etc.	Other oilcrops	Grass (grass from direct grazing and as silage of permanent pastures)
Bovine meat	Fruits and vegetables	Cake other oilcrops	
Dairy	Pulses	Oil other oilcrops	Grass-like forages (mixed grass and ryegrass from temporary pastures)
Eggs	Roots and tubers	Oilpalm fruit	
Pork meat	Maize	Palm product oil	Other forages (alfalfa and fodder crops: beats, vegetables, sorghum, maize, etc.)
Poultry meat	Other cereals	Palm kernel cake	
Small ruminant meat	Rice	Rape and mustardseeds	Occasional feeds (food leftovers, cut-and-carry forages and legumes, roadside grasses)
	Wheat	Rape and mustard cake	
	Sugar plants and products	Rape and mustard oil	Stover (crop residues)
	Other products	Soyabeans	
		Soyabean cake	
		Soyabean oil	
		Sunflower seeds	
		Sunflowerseed cake	
		Sunflowerseed oil	

- 14 régions

Brazil/Argentina	Canada/USA	China	North Africa
Rest of America	EU-27	India	West Africa
	Oceania	Rest of Asia	East, Central and South (ECS) Africa
Rest of the world	Former Soviet Union	Near and Middle East	

GlobAgri-AgT

- Une équation ressources-utilisations par produit par région

$$Prod_{ijt} + Imp_{ijt} - Exp_{ijt} = Food_{ijt} + Feed_{ijt} + Oth_{ijt} + Waste_{ijt} + VStock_{ijt}$$

$$Prod_{vjt} = A_{vjt} * Y_{vjt}$$

- Liens entre produits et entre équations de bilan

$$Feed_{ijt} = \sum_a \beta_{iajt} * Prod_{ajt}$$

- Importations: parts fixes des utilisations domestiques totales
- Exportations: parts fixes des marchés mondiaux
- Une équation d'équilibre des échanges mondiaux par produit
- Une contrainte de terre par région :
 - **surface cultivée \leq surface cultivable max (GAEZ 1-4)**
 - **contrainte saturée: réduction coeff exports; augmentation coeff imports**
- Surfaces en pâture s'ajustent librement
- La déforestation est calculée ex-post

Quantification des déterminants

Déterminant	Variables projetées
Changement climatique	<ul style="list-style-type: none">• Surfaces disponibles (Zabel et al., 2014)• Rendements des cultures (Mueller et al, 2014)• Production de biomasse énergie par des cultures dédiées
Régimes alimentaires	<ul style="list-style-type: none">• Energie disponible dans l'alimentation• Part des différents types de produits
Systèmes d'élevage	<ul style="list-style-type: none">• Evolution des efficacités• Evolution des parts des systems
Systèmes de cultures	<ul style="list-style-type: none">• Evolution des rendements• Evolution de l'intensité culturelle

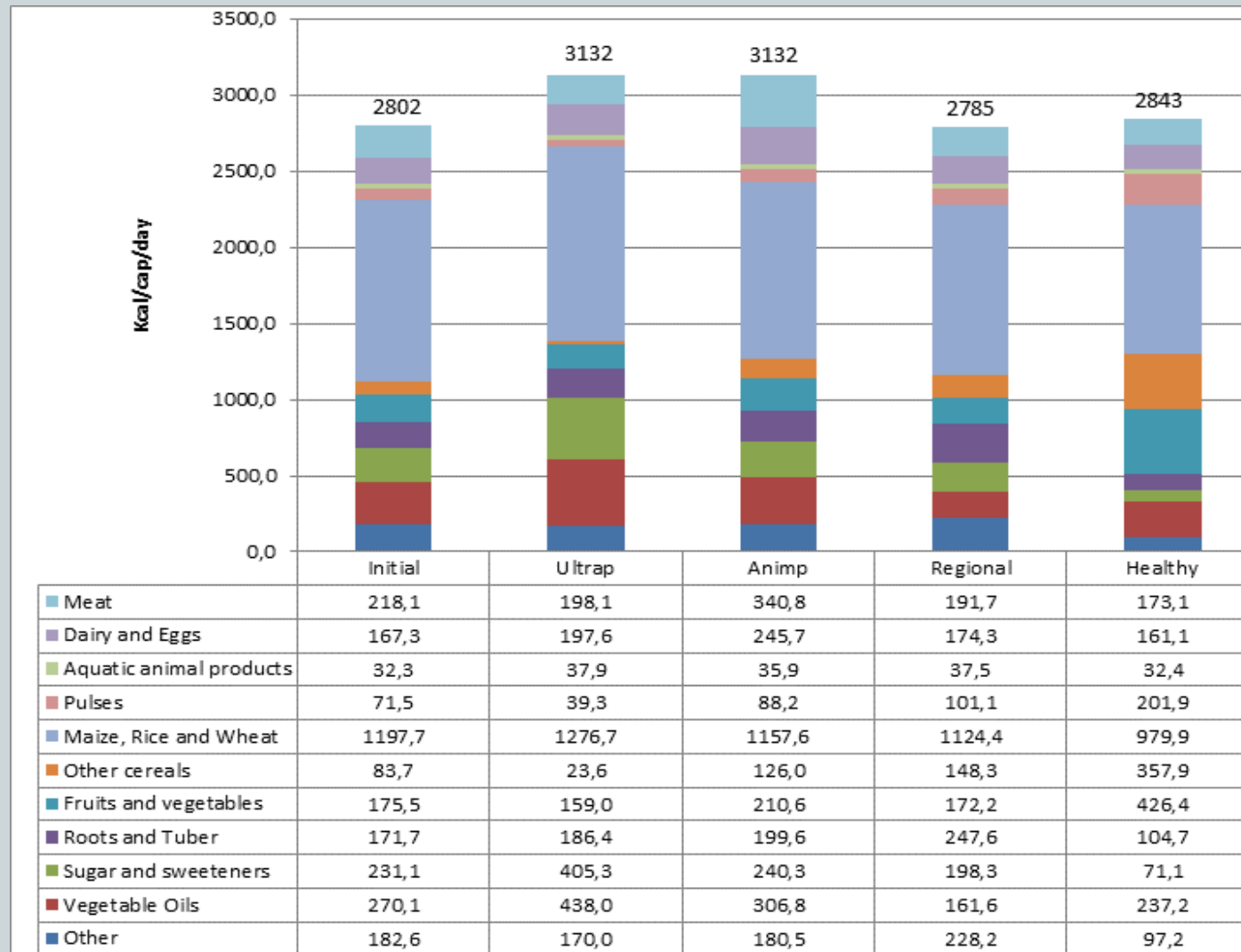
- Les déterminants non quantifiés : Contexte général, relations urbain/rural, structures des fermes

Exemple: Les régimes alimentaires

- **4 hypothèses d'évolution à 2050**
 - “Transition to diets based on ultra-processed products and transnational value chains” (Ultrap)
 - “Transition to diets based on animal products” (Animp)
 - “Regional diversity of food systems and diets” (Regional)
 - favourable economic context
 - unfavourable economic context (-10% kcal/cap/day)
 - “Food diversity for healthy dietary practices” (Healthy)

Exemple: Les régimes alimentaires

Figure 5. Average world food diet in 2010 and in 2050 following the various food diets pathways



Source: Authors' calculation from GlobAgri-AgT data

Les principes de la modélisation quantitative des régimes alimentaires

	Transition basée sur les produits ultra-transfo.	Transition basée sur les produits animaux	Régionalisation	Régimes sains
<i>Diet energy in 2050 (Daily calories per capita)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Regions over 3300 kcal/cap/day in 2010: unchanged up to 2050. - Regions between 3000 and 3300 kcal/cap/day in 2010: increase to 3300 in 2050. - Regions under 3000 kcal/cap/day in 2010: increase to 3000 kcal/cap/day in 2050. 		<ul style="list-style-type: none"> - unchanged relative to 2010 in all regions, except India and ECS Africa: increase up to 2500 kcal/cap/day - In scenario Communities, reduced by - 10% in all region excepted India and ECS Africa 	<ul style="list-style-type: none"> - Regions over 3000 kcal/cap/day in 2010: decrease to 3000 - Regions under 2750 kcal/cap/day in 2010: increase to 2750 - Regions between 2750 and 3000 kcal/cap/day in 2010: unchanged
<i>Dietary pattern in 2050</i>	<ul style="list-style-type: none"> - changed according to 1998-2008 trends in Brazil. No changes in USA/Canada. - two minimum thresholds: 13.5% of vegetal oils; 10% of animal products - within the meat group: strong substitution from ruminant to poultry meat 	<ul style="list-style-type: none"> - in developed regions, unchanged relative to 2010 - in emerging regions, change according to the 1998-2008 average in developed regions - in developing regions, change according to the 1998-2008 average emerging regions - within the meat group: partial substitution from ruminant to poultry meat 	<ul style="list-style-type: none"> - in each region, changed according to the pattern observed in the region in 1970-72 excepted: <ul style="list-style-type: none"> - 10% threshold minimum of animal products 	<ul style="list-style-type: none"> - 20% of animal products and pulses - 50% of cereals, coarse grains accounting for one-fourth or one-third, - 15% of fruits and vegetables - maximum thresholds: 10% of vegetal oils, 2.5% for sugar and sweeteners - within the meat group: partial substitution from

Les hypothèses pour l'élevage

Conventional intensive livestock	Agro-ecological livestock on land in synergy with agriculture or urbanization	Livestock on marginal land	Backyard livestock
<p>Increased use of concentrates and by-products. Scarce land → competition with crops</p>	<p>Autonomy in feed and inputs. Local land used for feed and pastures. Hardy animals</p>	<p>Raising ruminants on extensive or pastoral systems. Use of land with medium to low agronomic potential.</p>	<p>Synergy between production and environment. Low dependency on inputs, feed. Essential for household's food security.</p>



© Cirad



Alary© Cirad



Eric Penot
Penot© Cirad



Janelle© Cirad

- Herrero et al 2013 pour la référence et Bouwman et al 2005 pour les évolutions des efficacités

Hypothèse quantitatives pour l'élevage

variable	secteur	système	conventi onel	Agroéco logie	marginal	backyard
efficiances	ruminant	Mixte	+	+	+	=
		Pastoral	+	+	=	=
	monogastrique	"Urban"	+	=	+	=
Parts des systèmes	ruminant	Mixte	+	+	-	=
		Pastoral	-	=	+	=
		"Urban" "Other"	-	-	-	=
	monogastrique	"Urban"	+	-	+	=
		"Other"	-	+	-	=

Des scénarios aux conséquences contrastées sur l'usage des terres à l'échelle mondiale à l'horizon 2050

		Surface agricole totale	Surfaces cultivées	Surfaces en pâtures
Métropolisation	<i>Ultrap</i>	-54 (+1%)	+243 (16%)	-297 (-9%)
	<i>Animp</i>	+1318 (+27%)	+620 (+40%)	+698 (+21%)
Régionalisation	<i>Techno A</i>	+249 (+5%)	+70 (+4,5%)	+179 (+5,5%)
	<i>Techno B</i>	+691 (+14%)	+174 (+11%)	+517 (+15,5%)
Régimes sains	<i>Techno C</i>	+29 (+0,6 %)	-56 (-4%)	+85 (+2,5%)
	<i>Techno D</i>	+269 (+5,5%)	+50 (+3%)	+219 (+6,9%)
Communautés	<i>AE</i>	+142 (+3%)	+277 (+18%)	-135 (-4%)
	<i>Collapse</i>	+2013 (+41%)	+555 (+36%)	+1458 (+43,5%)

Evolution 2010-2050 des surfaces agricoles mondiales selon les scénarios et leurs variantes (en millions ha)

Deux scénarios ne permettraient pas d'assurer la sécurité alimentaire mondiale en 2050

➤ **Scénario « Métropolisation » :**

- Sur-poids, obésité et maladies liées à l'alimentation
- Peu d'accès à la terre pour les agriculteurs marginalisés
- Dégradation des ressources et sensibilité au changt climatique
- Instabilité accrue sur les marchés mondiaux agricoles
- Inégalités économiques et spatiales accrues

➤ **Scénario « Communautés » :**

- Fortes tensions sur les terres et dégradation des ressources
- Peu d'accès à la terre pour les agriculteurs marginalisés
- Option possible de reconstruction de systèmes alimentaires locaux basés sur des systèmes de culture et d'élevage agroécologiques mais ...
 - Des régimes moins riches (kcal/hab/j : -10%)
 - Accès à l'alimentation difficile dans les zones urbaines

Trois pourraient assurer la sécurité alimentaire mondiale en 2050, sous certaines conditions

➤ **Scénario « Régimes sains » :**

- Régimes plus sains, qui contribueraient à \searrow sur-nutrition et maladies liées, ainsi que sous-nutrition ;
- Expansion des terres agricoles mondiales limitée, protection/restauration des ressources naturelles ;
- **Mais, tensions potentielles entre les objectifs de sécurité alimentaire et de lutte contre le changement climatique**

➤ **Scénario « Régionalisation » :**

- Contribuerait à \searrow sur-nutrition et maladies liées
- Développement d'une industrie agroalimentaire dans les petites et moyennes villes, contribution positive au développement, aux emplois et aux revenus dans les zones rurales
- **Mais expansion des terres significative et non-durable dans qqs régions**

➤ **Scénario « Ménages » :**

- Contribue à la réduction de la sur-nutrition et des maladies liées, à la diversification des revenus