

Pourquoi peut-on affirmer que nous sommes dans une nouvelle révolution agricole ?

La sixième révolution agricole (1)

1. Toutes les révolutions agricoles ont permis de franchir une butée en termes de capacités productives durables.
2. Elles ont permis de produire plus, soit par hectare (rendement), soit par agriculteur (productivité).
3. Elles ont toutes eu comme caractéristiques d'accroître l'intensité de l'activité, par augmentation du travail et/ou du capital.
4. Elles sont associées à une transformation/révolution technique, sociale, économique.
5. Chacune accroît l'artificialisation de l'environnement.
6. Elles sont synchrones d'une croissance démographique.

La sixième révolution agricole (2)

7. Aucune n'a été immédiatement universelle (il existe encore des peuples de chasseurs-cueilleurs, pour plus longtemps...).
8. Cela signifie que les cinq stades sont encore présents, de manière plus ou moins importante selon les régions.

Nous sommes dans cette situation.

Un nouveau paradigme ? Produire durablement...

*Produire
(1946-2000)*

Agriculture intensive
Agriculture raisonnée

*Protéger l'environnement
(1960-2010)*

Agriculture biologique
Agriculture de conservation

*Production, protection de l'environnement, santé/nutrition
(2010-2050)*



Agriculture
à haute performance globale

Penser la production en fonction
des besoins, des moyens et des
contraintes

Des quintaux par ha aux Kcal/an/personne

- 8 tonnes de céréales/ha (80qtx/ha)
 - Soit environ 6,8 tonnes de matière sèche (MS)
 - Soit environ $6800 * 3500 = 23\,800\,000$ Kcal (énergie)
 - Soit $23\,800\,000 / (365 * 2300) = \mathbf{28,3\ pers/ha...}$
 - Soit, avec 1 millions d'ha : 28 millions pers
- 5 tonnes /ha ?
 - 4,4 t de MS; $4400 * 3500 = 15\,400\,000$ Kcal
 - **18,3 pers/ ha**

A condition ... qu'ils soient végétariens

Des quintaux par ha aux Kcal/an/personne

**Toute production agricole peut être ramenée en équivalent céréale.
=> Évaluer l'autonomie agricole d'une région
Approximatif, mais fonctionnel et efficace**

Exemples :

*3,5 tonnes de colza; 2,9 tonnes mat sèche; environ 18 000 000 Kcal;
ou 6 tonnes d'équivalent céréales.*

*10 tonnes de pommes de terre ; 1,5 tonnes de matières sèche; 1,75
tonnes d'équivalent céréales.*

Il suffit de :

- 1) Connaître le taux de matière sèche
- 2) Connaître la valeur calorique de la matière sèche
 - 1) Taux de matière grasse (valeur calorique)
 - 2) Taux d'amidon (valeur calorique)
 - 3) Taux de protéines (niveau minimum et valeur calorique)
 - 4) Taux de fibres

Calculs théoriques planétaires

- Soit les 1 600 millions d'hectares de surfaces cultivées
- Soit une production moyenne de 5 tonnes/ha en équivalent céréales.
- D'où : 8 000 millions de tonnes.
- D'où : 28 milliards de végétariens (2200 Kcal/j)
- Si on prend un rendement moyen de 4 tonnes/ha, on arrive à 22,4 milliards .

Où est l'erreur ?

Taux de conversion végétal / animal

Type de produit	Taux de conversion grains = > animal	Equivalent Ha pour une même quantité d'énergie « dans l'assiette »
Céréales en direct	100 %	1
Céréales = > Volailles	40 %	2,5
Céréales = > Porcins	29 %	3,5
Céréales = > Bovins	14 %	7

Nous avons besoin de plus de terre agricole si nous mangeons des produits animaux, et davantage en consommant des bovins que des volailles...

Un exemple de régime (sur une base normale de consommation calorique)

Produit consommé	Proportion du produit	Ha equivalence pour chaque produit , et pour le régime global . référence : 1 = régime végétarien
Céréales ou équivalent	50 %	0,5
Volaille	20 %	0,5
Porc	20 %	0,7
Bovins (si nourris de la production agricole)	10 %	0,7
Total	100%	2,4

Pour un tel régime, il faut 2,4 fois plus d'ha que pour un régime végétarien.
(De 31-32 milliards de végétariens à 12 milliards d'omnivores)

L'adaptation alimentaire pourrait résoudre la croissance des besoins

MAIS :

- Reasonner de manière globale n'est pas suffisant. Il faut aussi étudier par région du monde, par pays, et tenir compte des situations socio-politiques.
- La production actuelle ne peut se maintenir sans intrants.
- Les pertes sont considérables (entre 30% et 40%)
- L'impact de la consommation carnée et laitière est très important. **Mais, souvent à base de prairies.**
- Par ailleurs, les pays riches pourront-ils produire durablement pour les plus pauvres ?

Deux défis différents

- Le problème des limites (sols, eaux, énergie, phosphate, climat)
- Les problèmes de l'inégalité des systèmes agraires; elle est en connexion avec des inégalités socio-techniques, d'éducation, de stabilité politique, etc.

Le problème des limites de production

- Surface cultivée : maximum 1800 millions d'Ha
- Irrigation : début de manque d'eau (avec les techniques d'irrigation dominantes aujourd'hui)
- Energie : toute la motorisation de l'agriculture dépend du pétrole
- Les engrais azotés dépendent d'énergie externe
- Les phosphates dépendent de stocks limités

**→ L'agriculture devra acquérir l'autonomie énergétique (et azotée).
Les phosphates devront être recyclés.
L'irrigation doit être optimisée**

= Grand changement de l'organisation territoriale

Quelques effets visibles du changement climatique en France

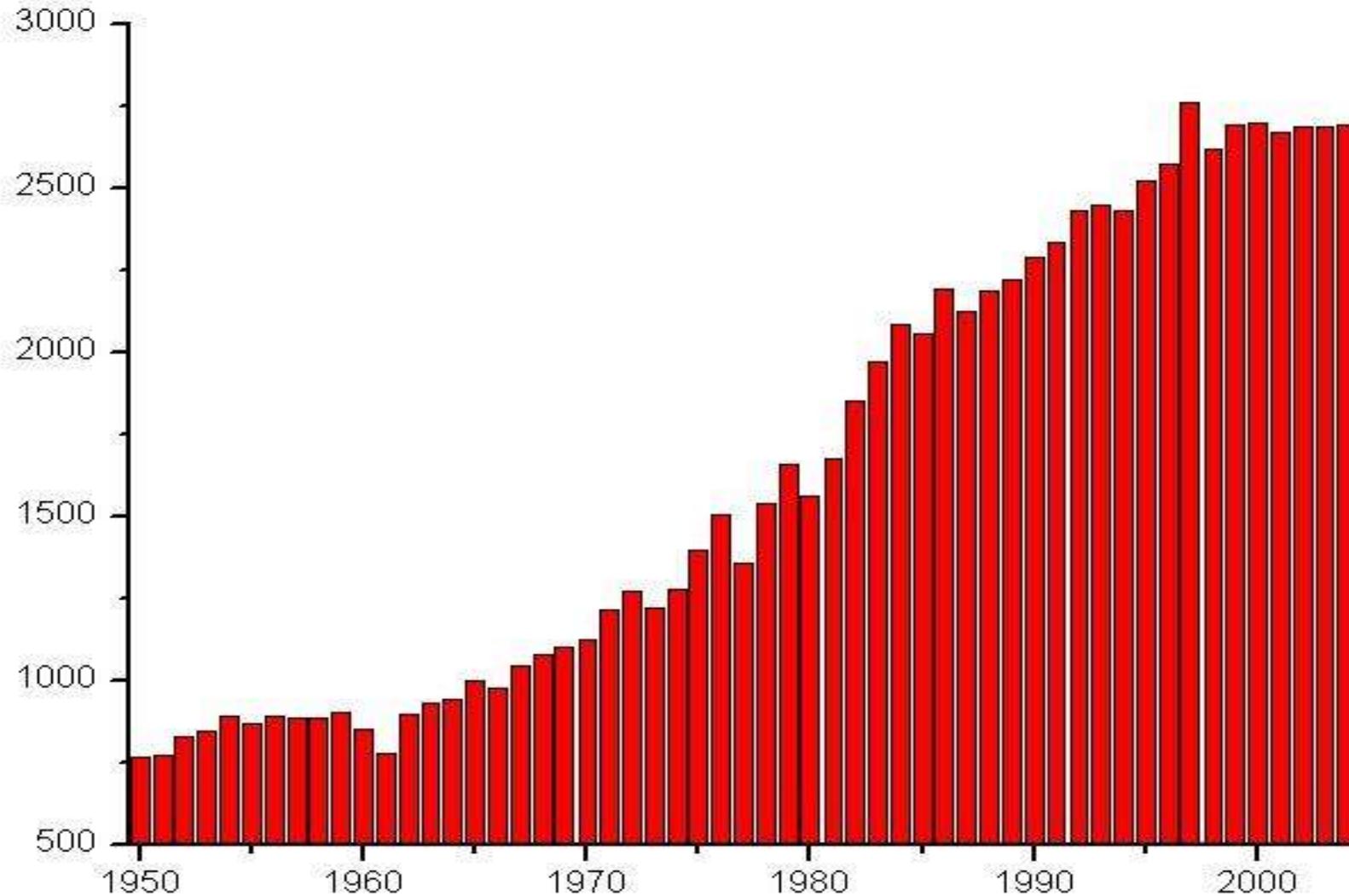
- Stabilisation des rendements en blé
- Variétés tardives de maïs possibles, avec irrigation : croissance du rendement.
- Floraison des arbres fruitiers précoce: précocité de 1 à 3 semaines en France
- Précocité des dates de semis/plantation; 20 jours gagnés en maïs.
- Vendanges plus précoces; 3 semaines en 30 ans.
- Augmentation de 2° de la teneur en alcool des vins sur 30 ans.

= > besoins de nouvelles variétés; modification des choix.

Le problème de l'inégalité des systèmes agraires

- Elle ne peut être réduite rapidement; de plus les systèmes les plus avancés continuent de progresser.
- Leur mise en concurrence a des effets destructeurs; une solidarité à mettre en place.
 - Exemple : surface moyenne française : env 70 ha
surface moyenne indienne < 1 ha

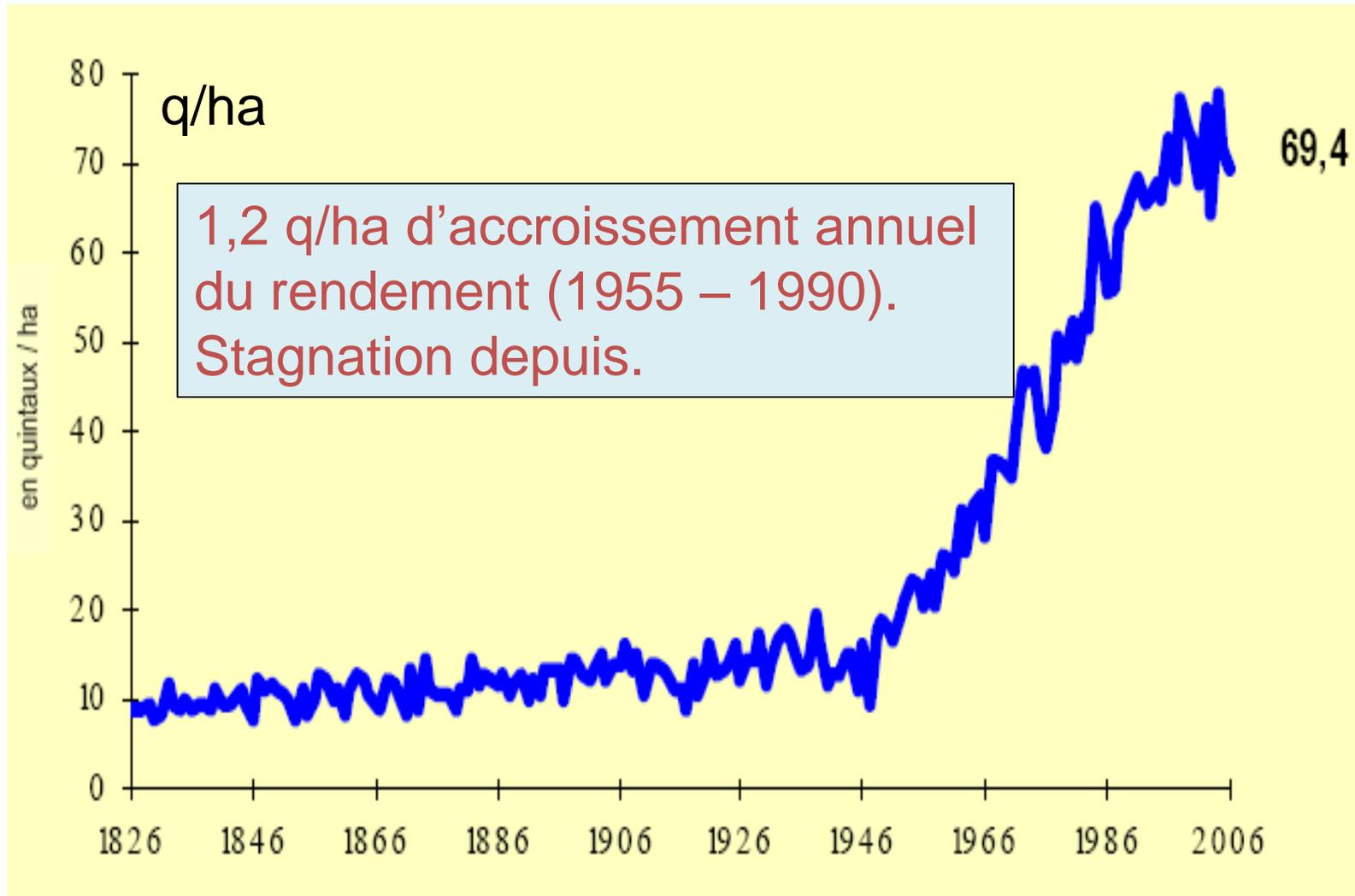
Rendements en blé dans les PVD



Source: FAO

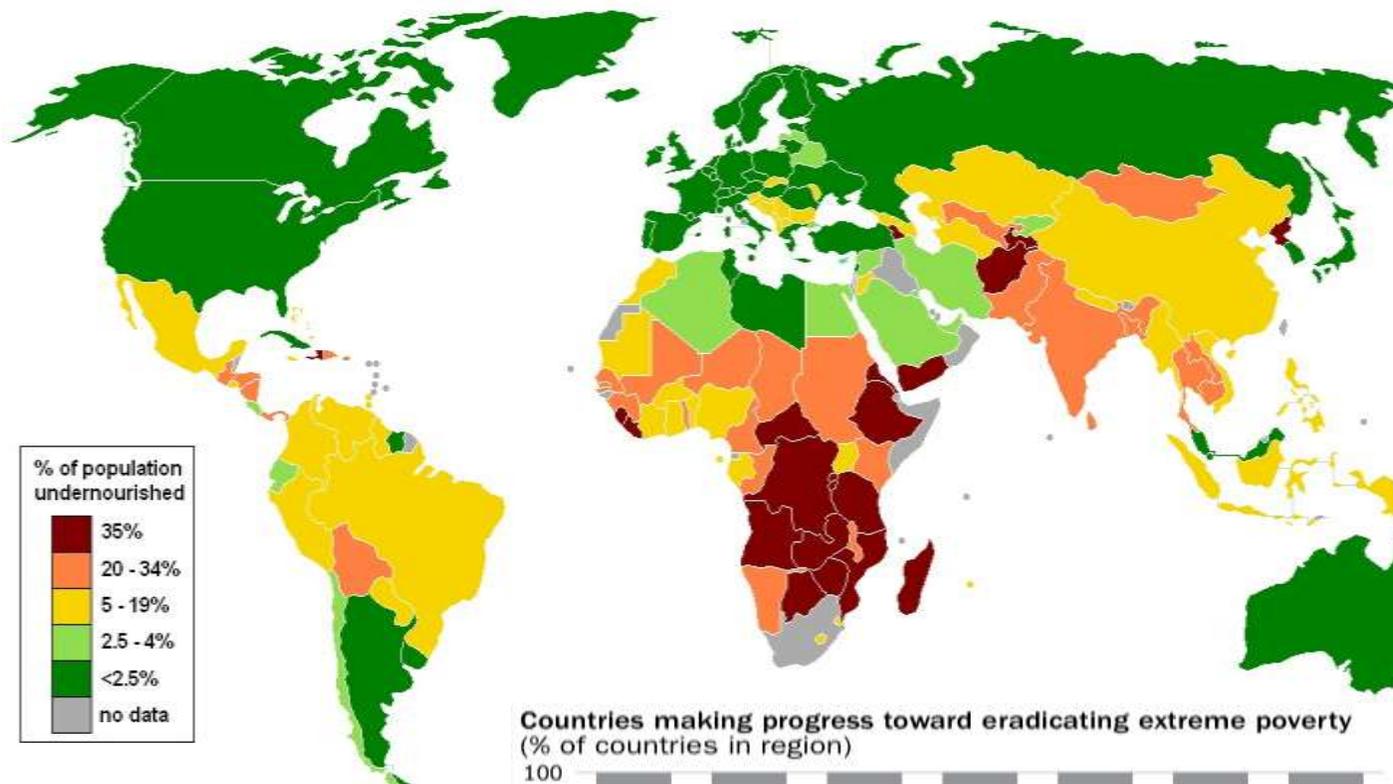
Cet arrêt de la croissance est socio-technique

Evolution des rendements en blé en France

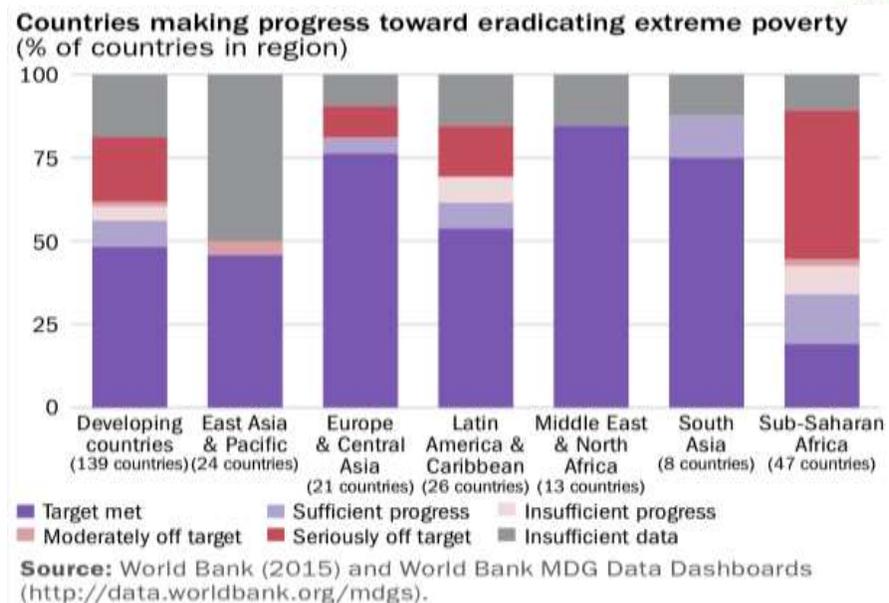


En 2015, les rendements moyens ont largement dépassé 70 Qtx/ha, mais sans remettre en cause la stagnation globale.

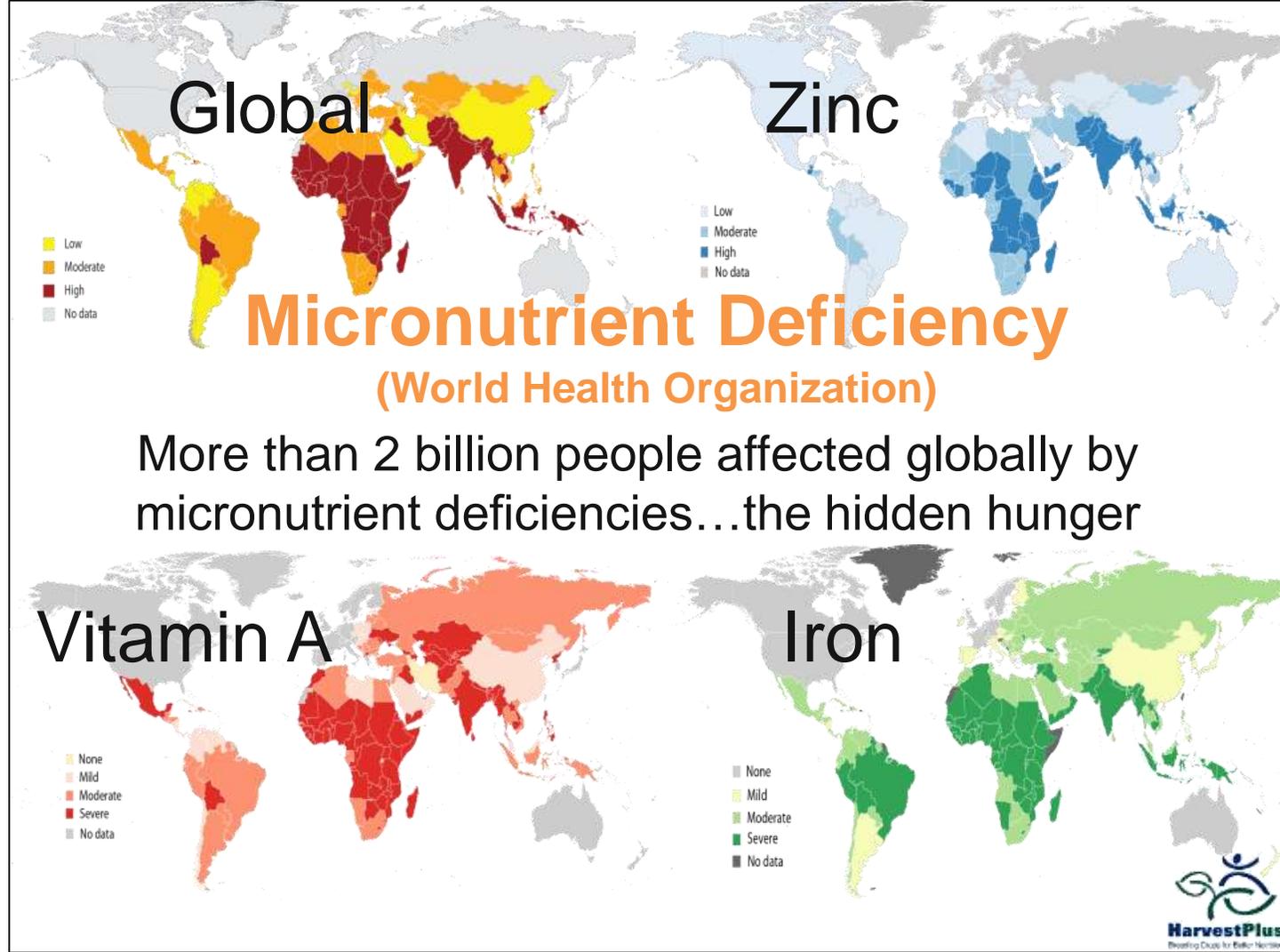
Part de la population mondiale qui est sous-alimentée



On ne peut pas comprendre l'évolution de « la faim dans le monde » sans prendre en compte l'histoire et les problèmes politiques inter et intra nationaux.



Différencier le nombre et la proportion... L'évolution de 2004 à 2015 est complexe et contrastée selon les pays.



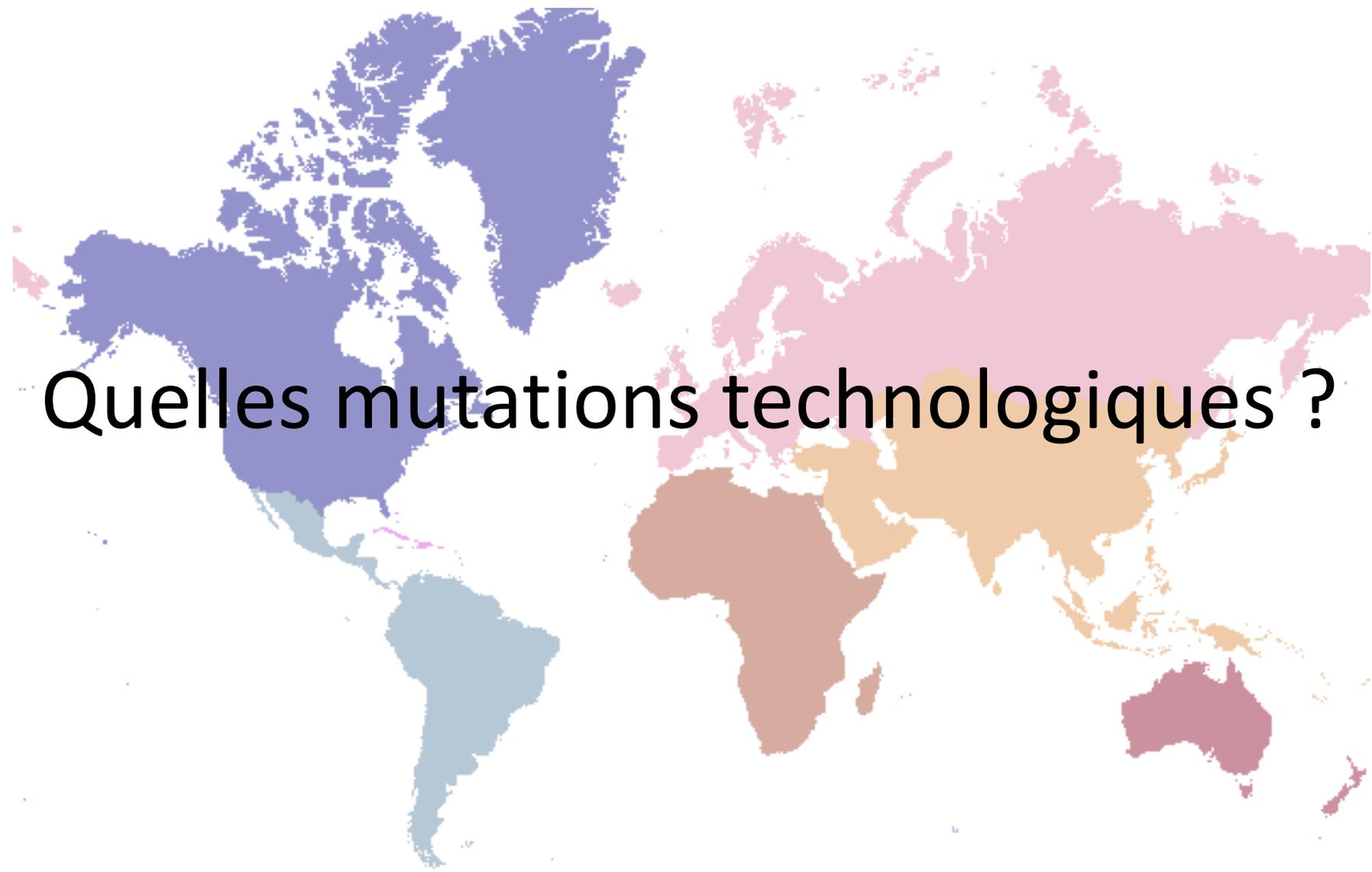
Nourriture vs. pétrole – Problème d'échelle

- Potential Ethanol Production from Global Supply of all Cereal Grains:
 - Corn: 792 MMT/yr == > 125 gal/MT
 - Rice: 659 MMT/yr == > 137 gal/MT
 - Wheat: 606 MMT/yr == > 132 gal MT
 - Barley: 133 MMT/yr == > 98 gal/MT
 - All Others: ~150 MMT/yr == > ~120 gal/MT
 - Total: ~**14 million BOE/d** (barils /jour).

Current crude oil production: ~**90 million barils/jour**

(*E. Fossiles* > 10 Gtep; *NPP* < 12 Gtep)

Paul Bryan



Quelles mutations technologiques ?

Les grandes composantes de l'agriculture de demain (1)

- Nouvelles pratiques agronomiques, agroécologiques
 - Protection/amélioration des sols
 - Allongement des rotations - agroforesterie
 - Complémentation des cultures; sols toujours couverts ...
- Agriculture de précision
 - Optimisation des intrants (GPS, drones, ...)
 - Mécanisation versus chimie
 - Robotisation (commencée en agriculture biologique)

Les grandes composantes de l'agriculture de demain

(2)

- Créations variétales, biotechnologie
 - Nouvelles espèces domestiquées et/ou créées ?
 - Résistance aux maladies : virus, bactéries, champignons.
 - Résistance aux ravageurs (surtout insectes)
 - Adaptation à la sécheresse, au froid, à la salinité.
 - Optimisation métabolique (vitamines, acides gras, ...)
- Productions animales
 - Mise en place de la génomique
 - Rendement métabolique
 - Robotisation
 - Intégration territoriale

Les grandes composantes de l'agriculture de demain

(3)

- Chimie verte
 - Spécialisations variétales
 - Utilisation de toute la plante
 - Raffineries végétales localisées
- Technologies de l'information (digital farming)
 - Optimisation; suivi; aide à la décision.
 - Suivi par capteurs => intégration agro-informatique
- Autonomie énergétique
 - Minimisation des intrants
 - Production énergétique à la ferme
 - Mutualisation de certaines activités énergétiques
 - Recyclage du phosphore

Les grandes composantes de l'agriculture de demain

(4)

- Adaptation au changement alimentaire
 - Baisse **relative** de la consommation de produits animaux
 - Besoin **à la fois** de produits de proximité et de produits reconstruits.
 - **Dialectique entre** « naturalité » et optimum nutritionnel
 - **Baisse globale** des besoins caloriques : stabilisation vers 2000 Kcal /j/pers, ou en dessous ? (vieillesse des populations).
 - **Citadinisation** des populations mondiales.
 - **Exigences** de sécurité alimentaire

L'agriculture et sa relation à la société

- Transformation de l'image de l'agriculture
 - La majorité des citoyens ont une **image mythique** de l'agriculture
 - Mais **lors de l'achat**, la majorité pense à son porte-monnaie
 - **C'est au monde agricole de transformer cet imaginaire**
 - Prendre la viticulture française comme exemple : elle a traversée un grande crise; elle en est ressortie renforcée.
 - Travailler le message d'une agriculture **plurielle**, **responsable** (qui s'assure plutôt que quémante), à la fois **technologique** et en **alliance avec la nature**.

Les grandes composantes de l'agriculture de demain : conclusions

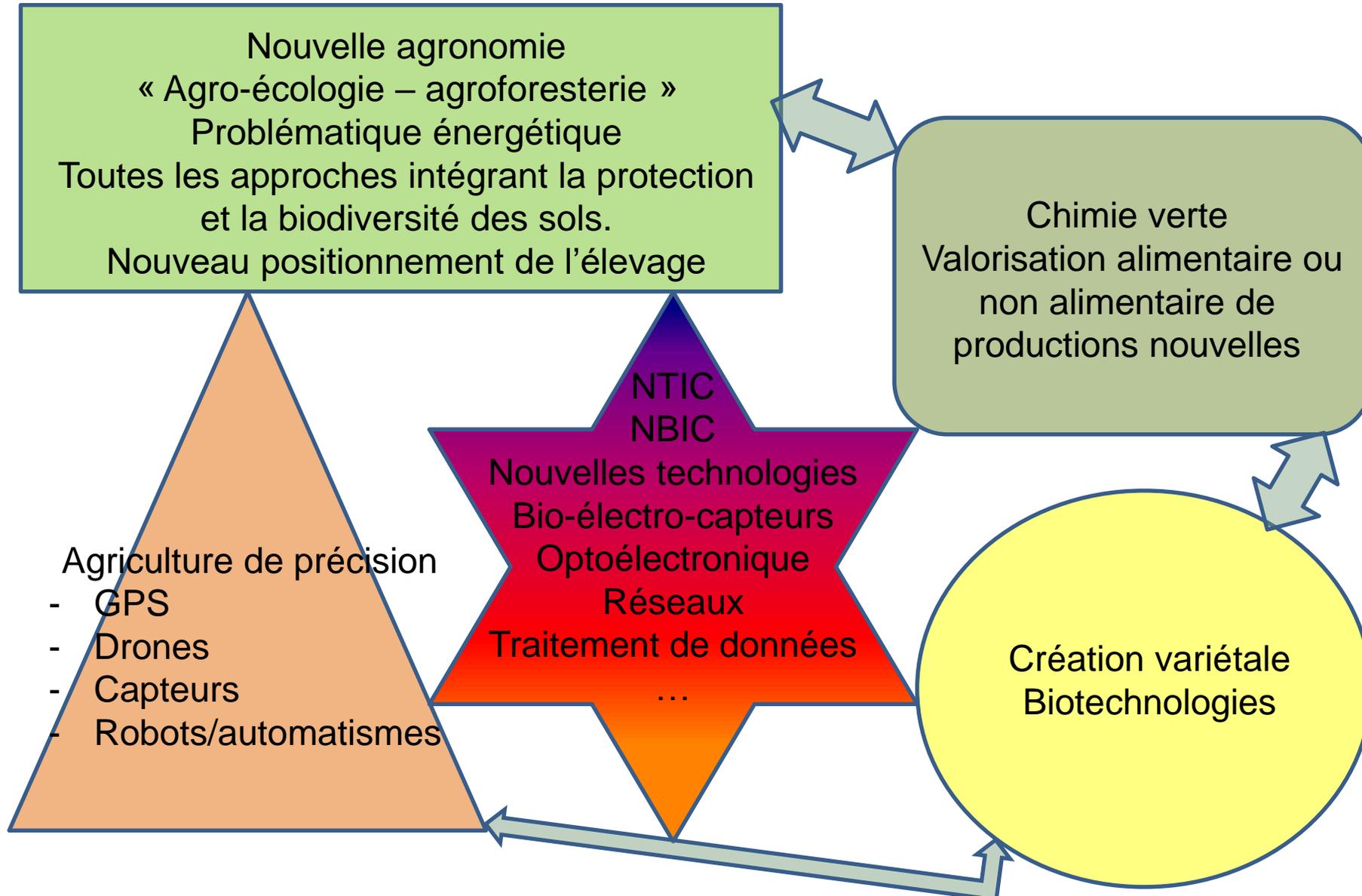
- Des agricultures multiples
 - Méthodes de culture
 - Productions
 - Adaptations aux conditions pédoclimatiques
 - Adaptation à la géographie humaine
 - Cultures de proximité
 - Cultures citadines
 - Cultures en conditions confinées
- Des innovations technologiques incessantes
 - Agronomie – élevage
 - « NBIC » - biotech-mécatronic-numérique
 - Génétique

Innovations à de nombreux niveaux



Terrain – Objet d’analyse

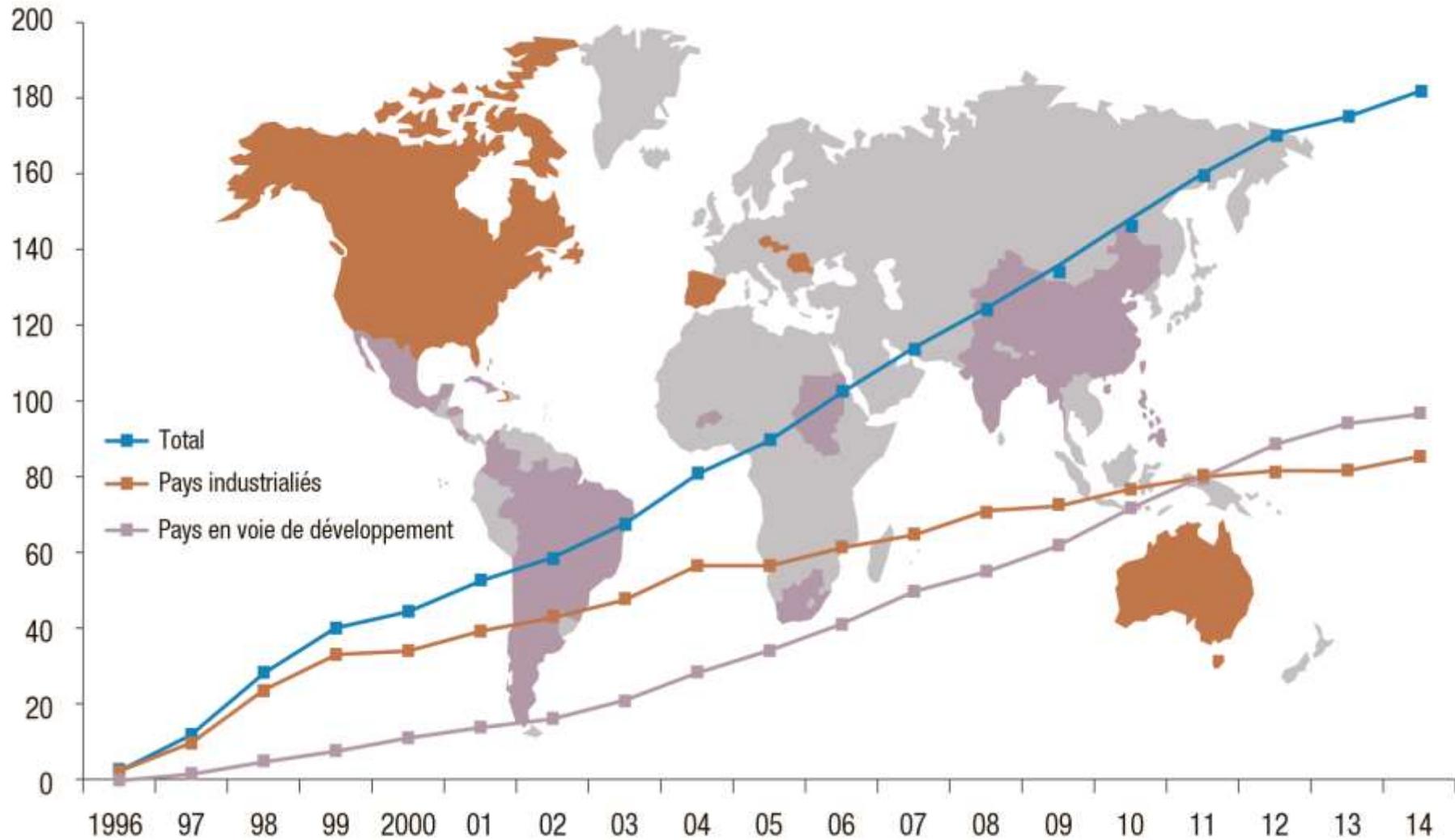
Les cinq composantes techniques de l’agriculture de demain



Les différentes alternatives

- L'agriculture « bio »
- L'agriculture de conservation des sols (et dérivés)
- La permaculture
- L'agroforesterie
- L'agro-écologie (ou écologiquement intensive)
- L'agriculture en circuit court (périurbaine)
- L'agriculture en circuit direct
- L'agriculture urbaine
- L'agriculture en milieu fermé

Les cultures d'OGM dans le monde (en million d'hectares)

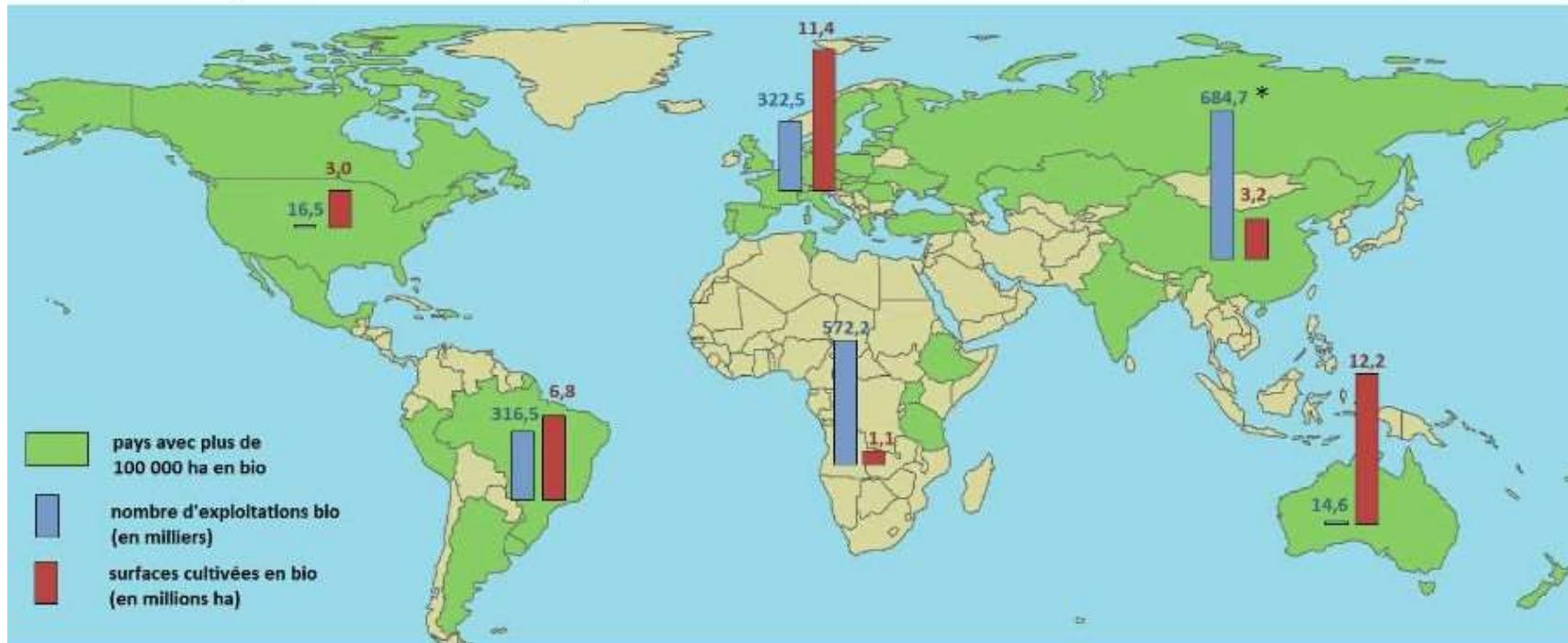


181,5 Millions d'ha; plus de 18 millions d'agriculteurs
Plus de 100 projets de développement

SOURCE : ISAAA

Surfaces en agriculture bio

Répartition des surfaces et exploitations bio (certifiées et en conversion) dans le monde fin 2012

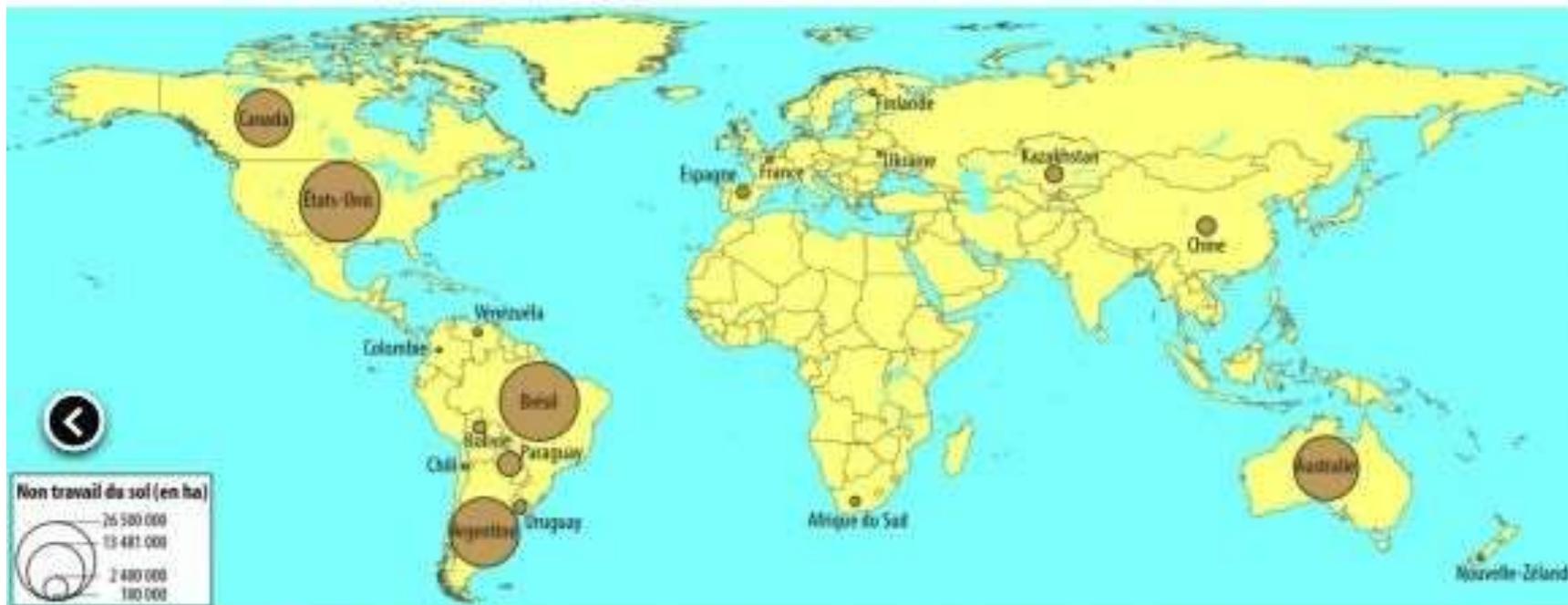


* largement sous estimé

Source : Agence BIO d'après FIBL/IFOAM et différentes sources européennes - 2014

Total surfaces en 2014 : 38 millions d'Ha; 2,5 millions d'agriculteurs

Surfaces en agriculture de conservation

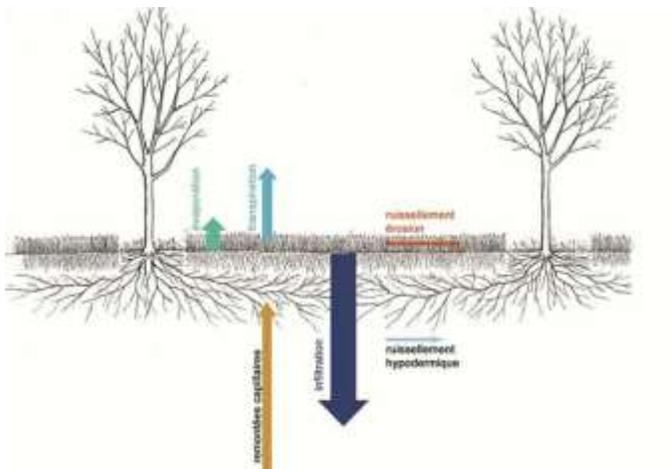
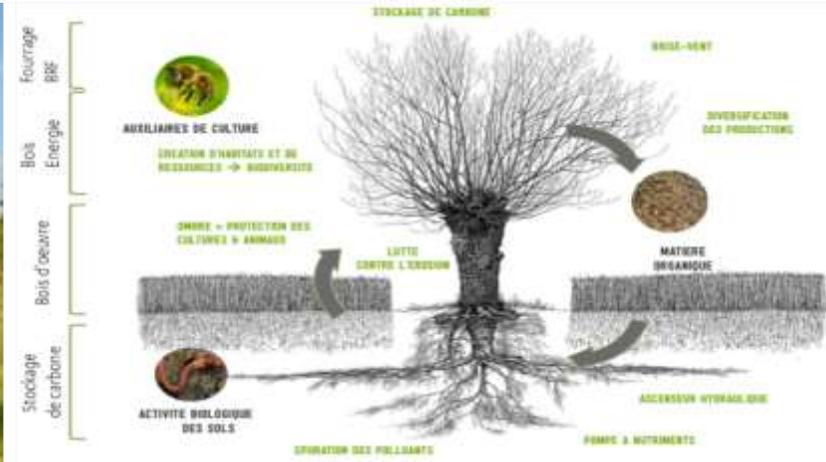


Original (jpeg, 188k) ↓

Carte 1 : Surfaces en semis direct dans les principaux pays le pratiquant (source des données : Derpsch *et al.*, 2010)

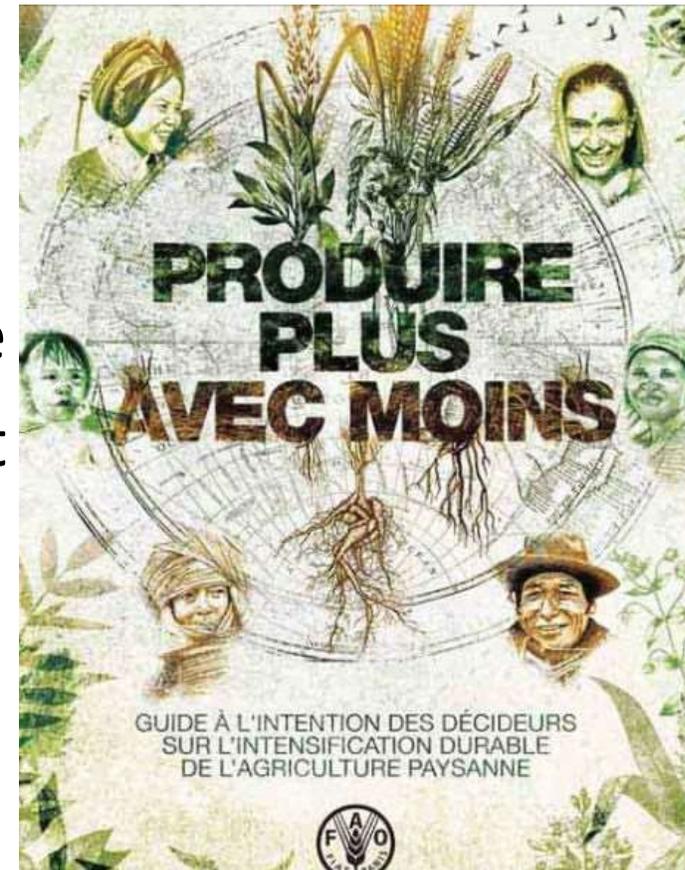
En 2014 : entre 120 et 180 millions d'ha (2,8 millions en 1973) – au moins 15 millions d'agriculteurs - Expansion sur des terres fragiles – Extension des surfaces agricoles possibles

L'agroforesterie



L'agro-écologie (ou agriculture écologiquement intensive)

- Soutien de la FAO
 - **Produire plus avec moins** :
une agriculture respectueuse
des écosystèmes pour atteindre
les objectifs de développement
durable
 - = > Collection nouvelle
d'ouvrages pédagogiques



Conclusions

- Des départs divergents, des convergences futures
- Problématique « pragmatisme versus idéologie »
- L'agriculture peut être :
 - Une religion
 - Une philosophie
 - Un art de vivre
 - Une production
 - Une réponse à une demande
 - Une stratégie marketing
 - Un lieu d'expérimentation et d'innovation

Quelques livres consultables

- Jared Diamond. De l'inégalité parmi les sociétés.
- Marcel Mazoyer, Laurence Roudart. Histoire des agricultures du monde.
- Christian Ferault. Une histoire des agricultures.
- Bruno Parmentier. Nourrir l'Humanité.
- Marc Dufumier. Agricultures et paysanneries des tiers mondes.
- Matthieu Calame. La tourmente alimentaire. - Pour une politique agricole mondiale.
- Michel J.F. Dubois. Vivre dans un monde sans croissance
- Jean Guillaume. Ils ont domestiqué plantes et animaux.

Quelques sites de référence

- www.agrobiosciences.org
- www.fao.org
- www.geoscopie.com
- www.cirad.fr
- www.wto.org (*le site officiel de l'OMC*)
- www.solagral.org (*site d'une ONG engagée dans l'agriculture solidaire*) voir aussi :
www.globenet.org/aitec/presentation/annuaire/solagral.html
- <http://www.ladocumentationfrancaise.fr>