

# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

*Stéphane GUILBERT,*

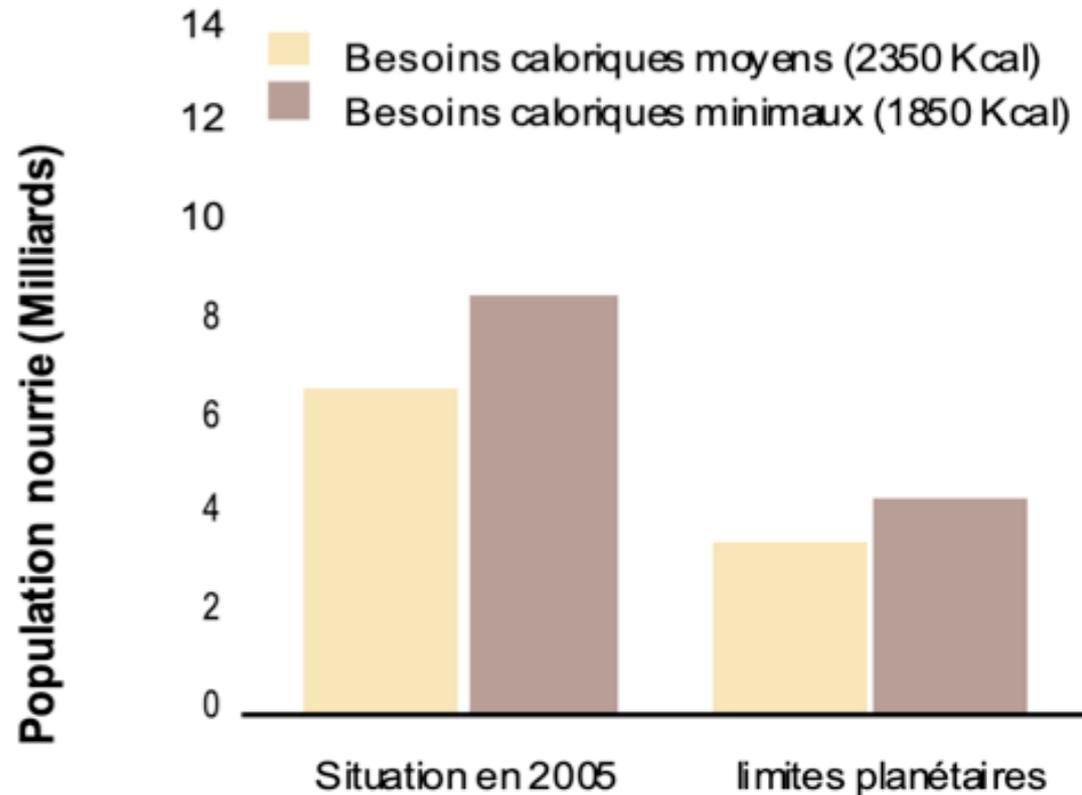
*Professeur, Montpellier SupAgro, UMR IATE*

*-Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes-, UM, INRA, CIRAD et Montpellier SupAgro*



*Peut-on nourrir la population mondiale en respectant  
les “limites planétaires” ?*

# Peut-on nourrir la population mondiale en respectant les “limites planétaires” ?



**Fig 1a : Alimentation de la population mondiale (référence 2005 et scénario dans lequel toutes les limites planétaires sont respectées sans aucun changement technologique et socioculturel)**

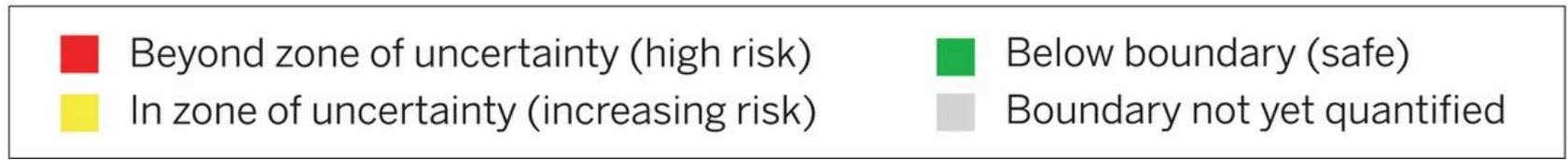
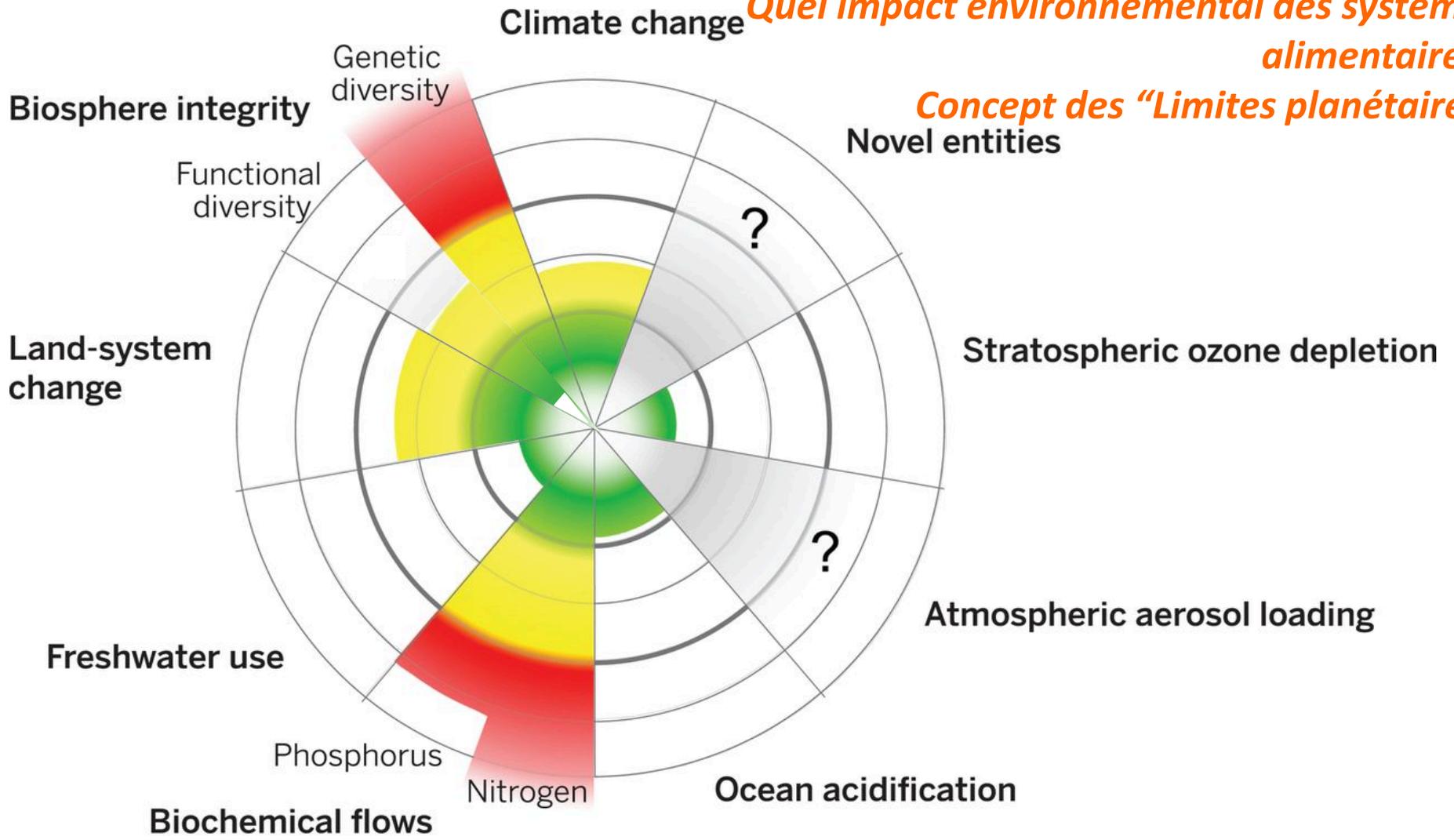
*Gerten et al. - 2020 - feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries, Nature sustainability*

# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

*Stéphane GUILBERT*

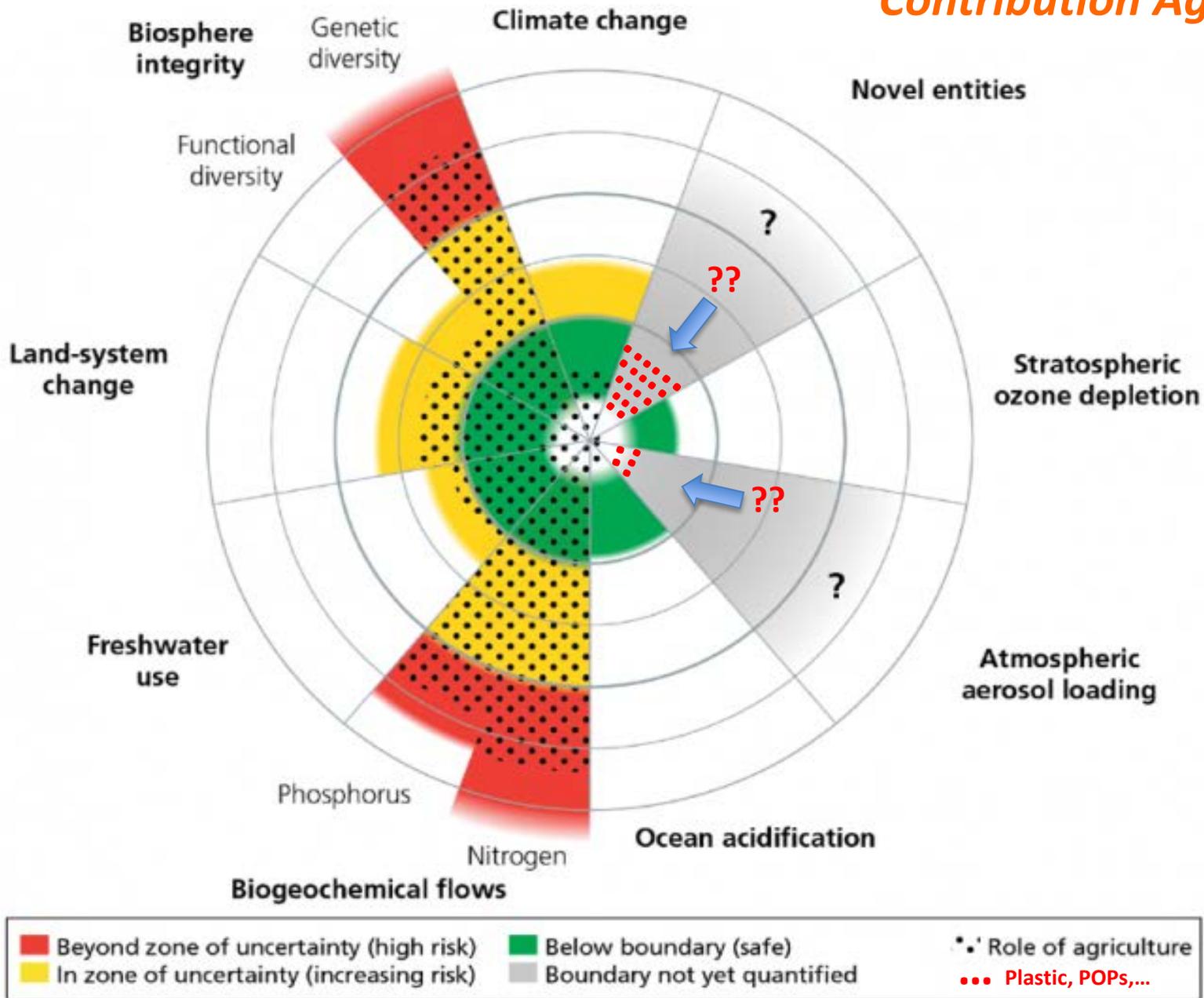
- **Introduction : Impact environnemental des systèmes agro-alimentaires**
- Vers des systèmes alimentaires / bio- industriels plus efficaces?
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Régime alimentaire
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Technologie
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Réduction des pertes et gaspillages et socio-économie
- **Conclusion**

# Quel impact environnemental des systèmes alimentaires : Concept des "Limites planétaires"



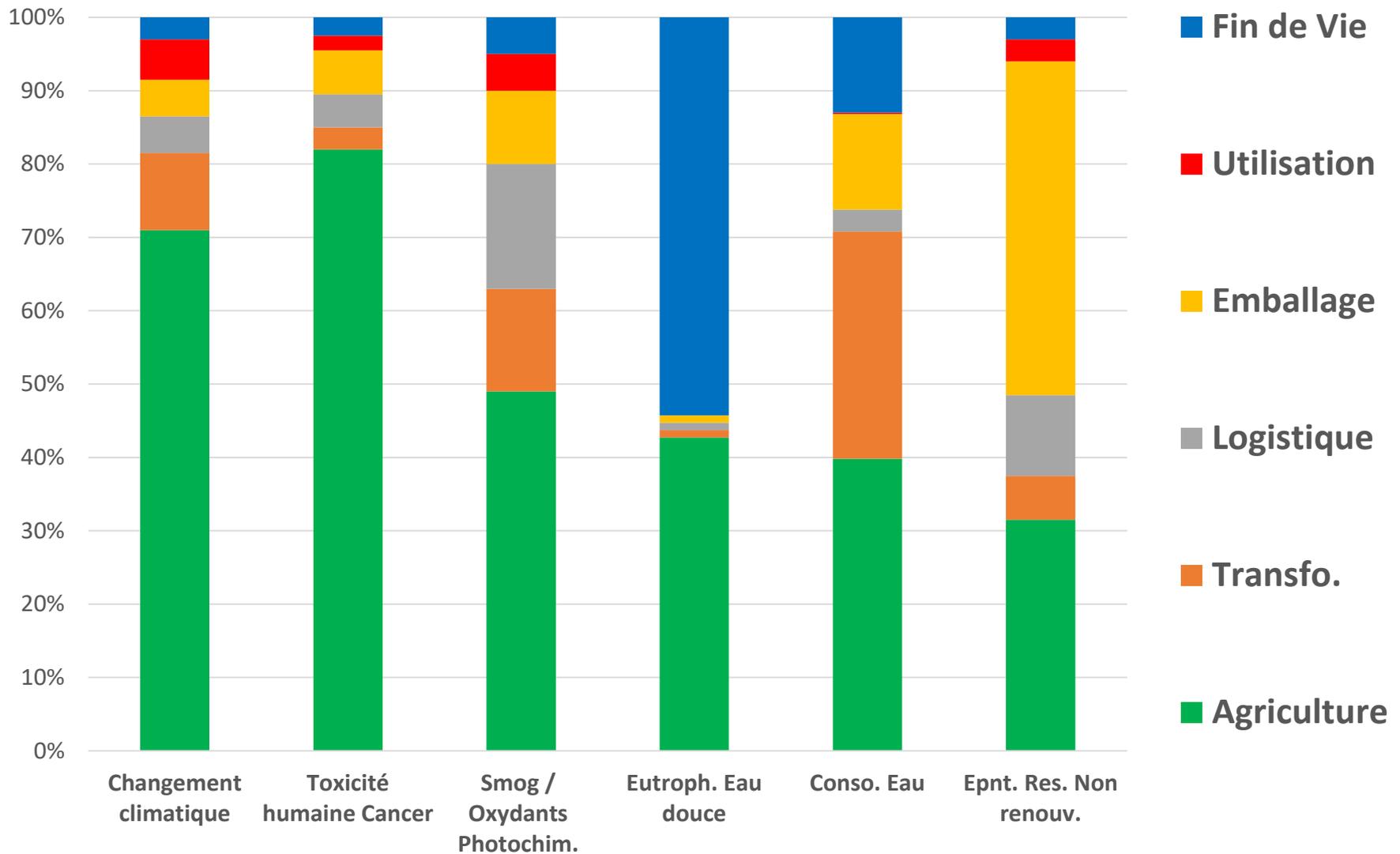
Source Rockström et al., 2009 Ecology and Society et Steffen et al. 2015 Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, Science 347

# Contribution Agriculture :



Source Campbel et al., 2017 Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries, *Ecology and Society*

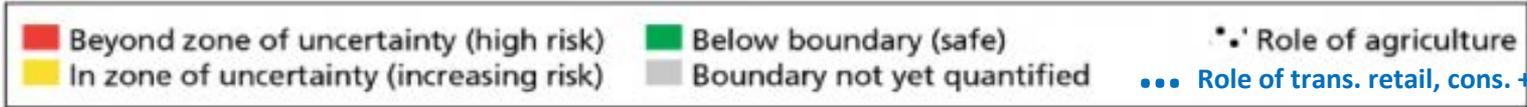
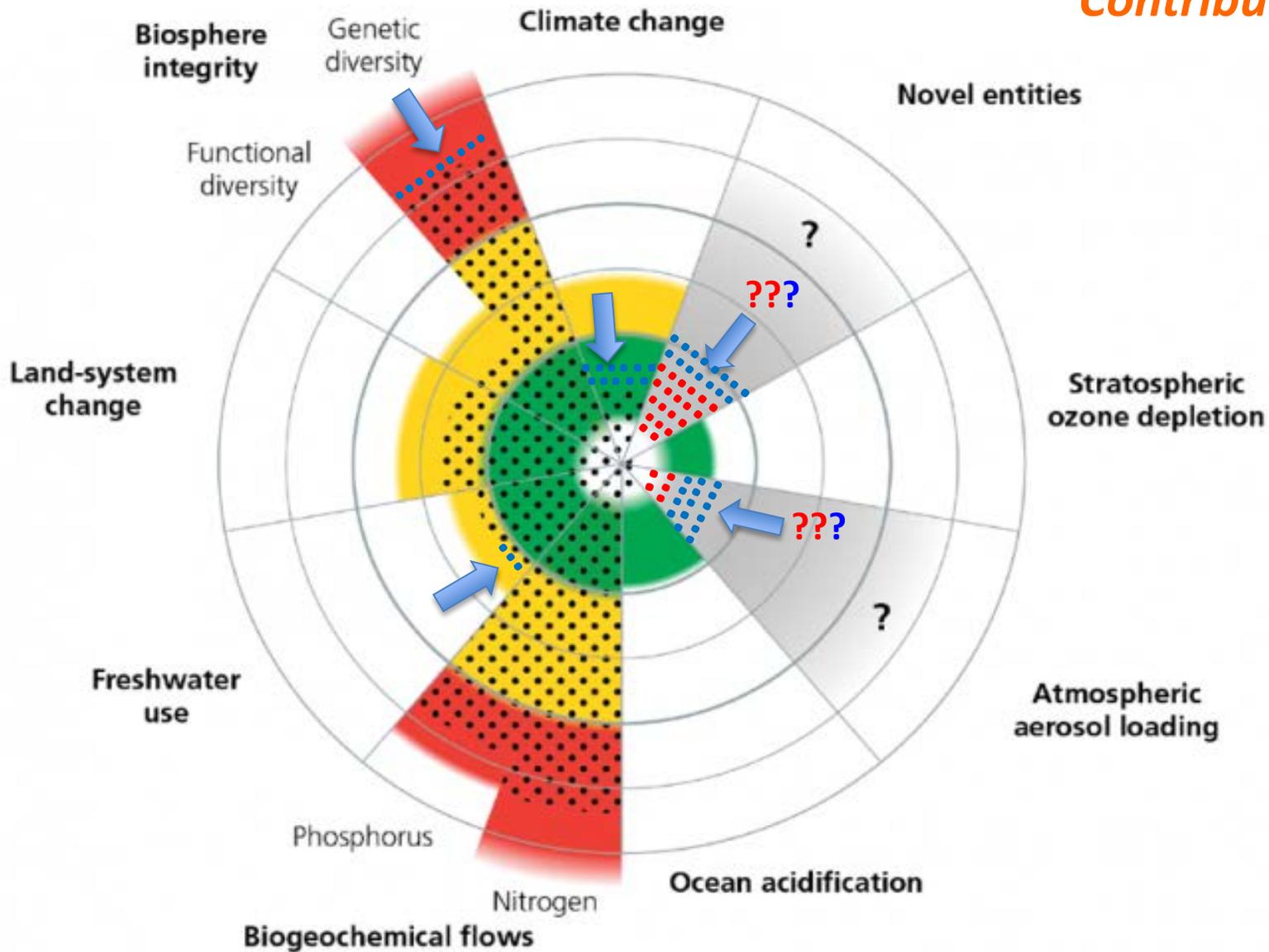
# Contribution des étapes du système alimentaire



Contribution relative des 6 étapes de l'ACV à l'impact de l'ensemble d'un panier de produits représentatif de la consommation alimentaire en Europe pour différentes catégories d'impact

Source Notarnicola et al. 2017, Environmental impacts of food consumption in Europe *Journal of Cleaner Production* 140 753-765

# Contribution aval :



Role of trans. retail, cons. + Plastic, POPs,...

*Le système alimentaire, la sécurité alimentaire et la sécurité sanitaire des aliments reposent de + en + sur l'usage du plastique et la chaîne du froid*



***L'agriculture et l'emballage « consomment » près de 40% des plastiques (et représentent près de 80% des plastiques dans l'environnement)...***

***L'ACV, ne sait pas prendre en compte les impacts « plastique » sur l'environnement***

**Environ 10 à 50 g de plastique par kg d'aliment mais le plastique n'est pratiquement pas recyclable, s'accumule (+ de plastiques dans les océans en 2050 que de poissons), adsorbe les polluants et se dégrade lentement en particules fines ...**

What Lies Under - Ferdi Rizkiyanto - 2011



Photo: <http://ferdi-rizkiyanto.blogspot.com/2011/06/what-lies-under.html>

# L'alimentation est de plus en plus dépendante de la chaîne du froid...

Chaîne du froid = 2 % des émissions mondiales (UE = 2-4%) totales de GES si on tient compte des fuites réfrigérants à effet de serre (hydrocarbures perfluorés). Croissance > 9-13 %/an. Sécurité alimentaires et la sécurité sanitaire dépendent de plus en plus de la chaîne du froid + Impacts indirects tels que consommation en contre saison ou augm. des food miles



## Développer la chaîne du froid dans le secteur agroalimentaire en Afrique subsaharienne

Cette note d'orientation a été publiée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Institut International du Froid (IIF).

### Introduction

La présente note d'orientation a été développée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Institut international du froid (IIF) sur la base des actes de l'Atelier régional sur l'utilisation de la chaîne du froid dans le développement de l'agriculture et de l'agro-industrie en Afrique subsaharienne qu'ils ont organisé à Yaoundé (Cameroun) en juin 2012. Les intervenants d'horizons très divers ont contribué à identifier des défis et des opportunités par les différentes filières agroalimentaires.

### Messages clés

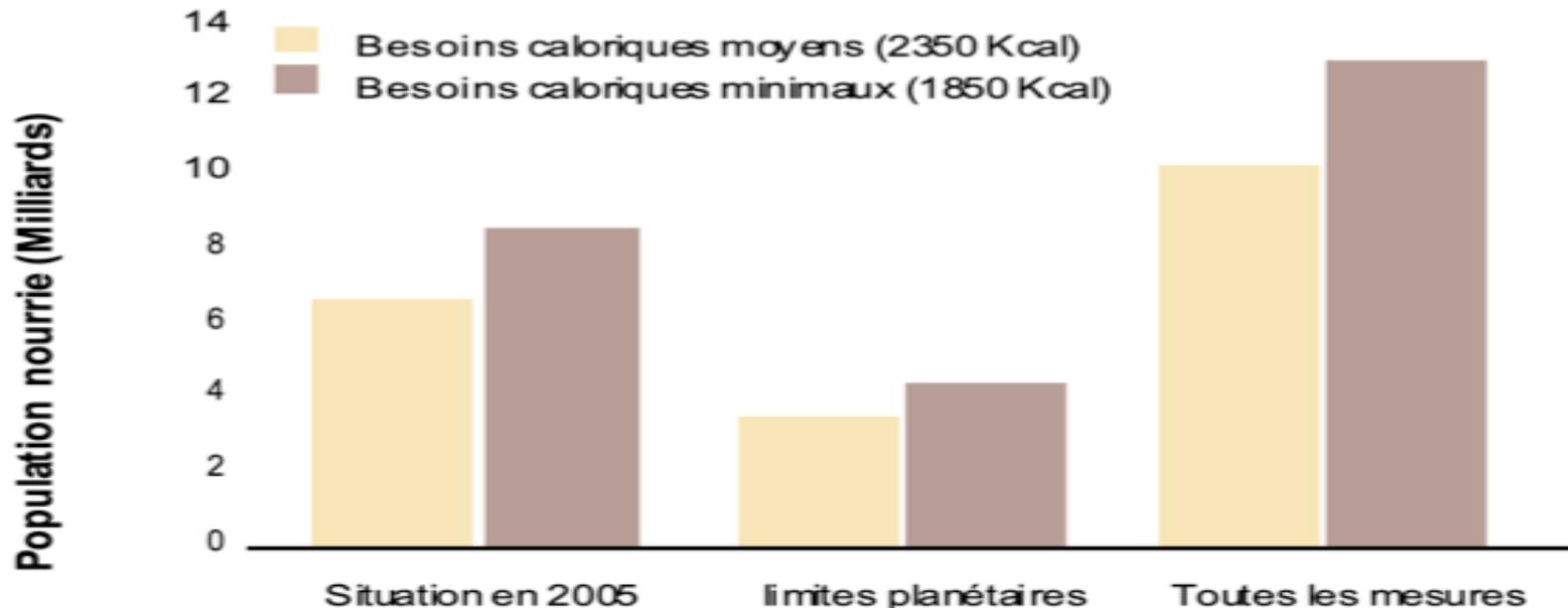
- Le développement de la chaîne du froid favorise la réduction des pertes alimentaires, la conformité des produits aux exigences de qualité et de sécurité du marché ainsi que l'amélioration de la production et de la sécurité alimentaire.
- Le développement de la chaîne du froid doit être orienté par un plan directeur mais qui soit intégré dans des stratégies de développement multisectorielles et multi-acteurs privilégiant la concertation interprofessionnelle et le partenariat public/privé et privé/privé.
- Une vision régionale et/ou sous régionale du développement de la chaîne du froid en Afrique subsaharienne, qui s'inscrit dans une logique de complémentarité et d'économie d'échelle, est également recommandée.
- Les gouvernements et le secteur privé doivent œuvrer à l'émergence d'organisations professionnelles autour de la chaîne du froid, pouvant servir de relais d'information et de formation et favoriser la mise en œuvre d'actions différenciées par les différentes filières agroalimentaires.

# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

*Stéphane GUILBERT*

- Introduction : Impact environnemental des systèmes agro-alimentaires
- **Vers des systèmes alimentaires / bio- industriels plus efficaces?**
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Régime alimentaire
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Technologie
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Réduction des pertes et gaspillages et socio-économie
- Conclusion

# Quelles sont les mesures d'atténuation possibles ?

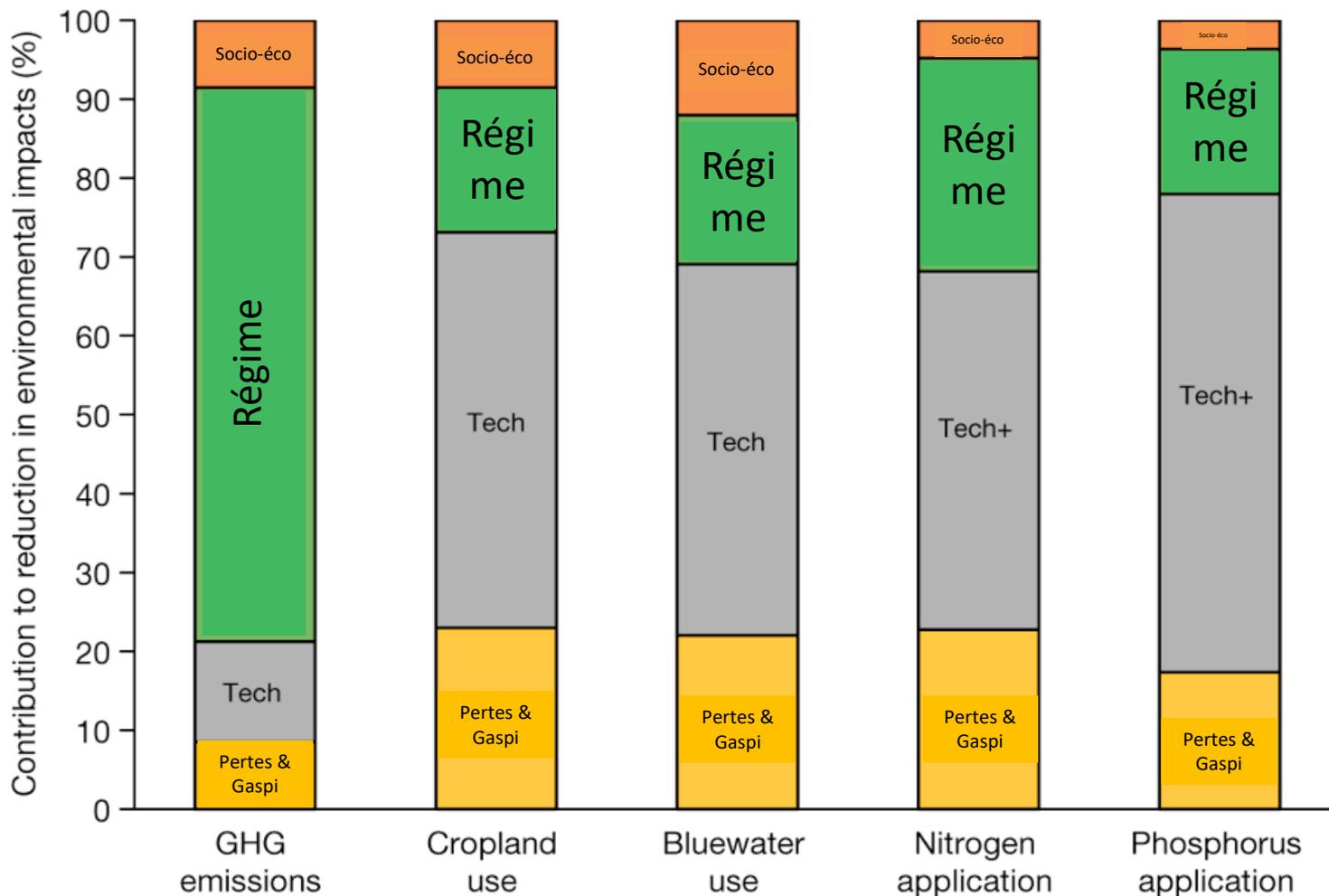


**Fig 1b : Alimentation de la population mondiale (référence 2005, scénario dans lequel toutes les limites planétaires sont respectées sans aucun changement technologique et socioculturel et scénario mettant en oeuvre toutes les mesures d'atténuation )**

*Gerten et al. - 2020 - feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries, Nature sustainability*

Pertes et gaspillages
  Technologie
  Régime
  Socio-économie

Quelles sont  
 les mesures  
 d'atténuation  
 possibles ?



Combinaison et contributions relatives de mesures d'atténuation qui réduisent simultanément les impacts environnementaux sous les valeurs moyennes des limites planétaires.

*Source : Springmann et al., 2018 Options for keeping the food system within environmental limits ; Nature*

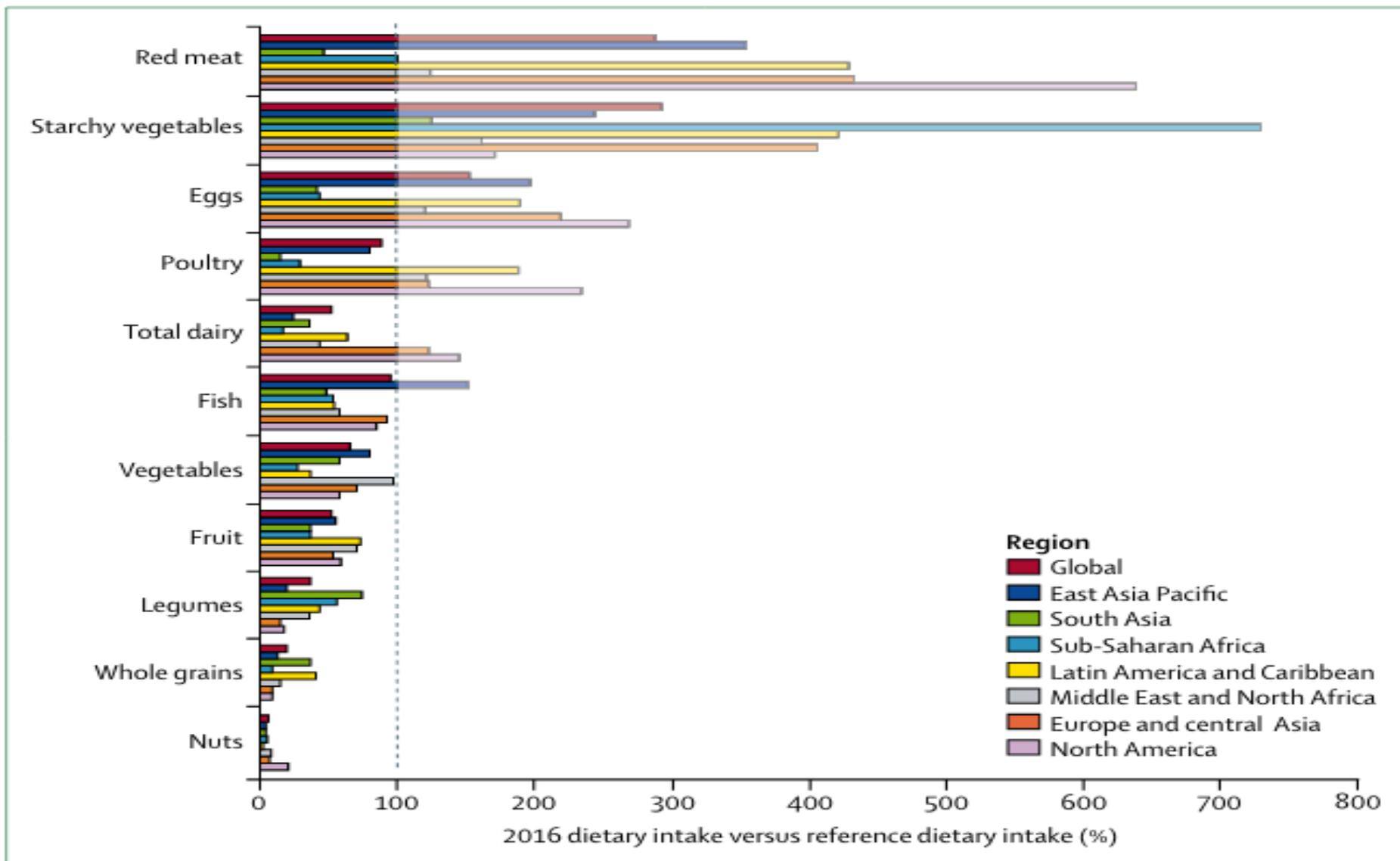
# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

*Stéphane GUILBERT*

- Introduction : Impact environnemental des systèmes agro-alimentaires
- Vers des systèmes alimentaires / bio- industriels plus efficaces?
  - ✓ **Les mesures d'atténuation des impacts : Régime alimentaire**
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Technologie
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Réduction des pertes et gaspillages et socio-économie
- Conclusion

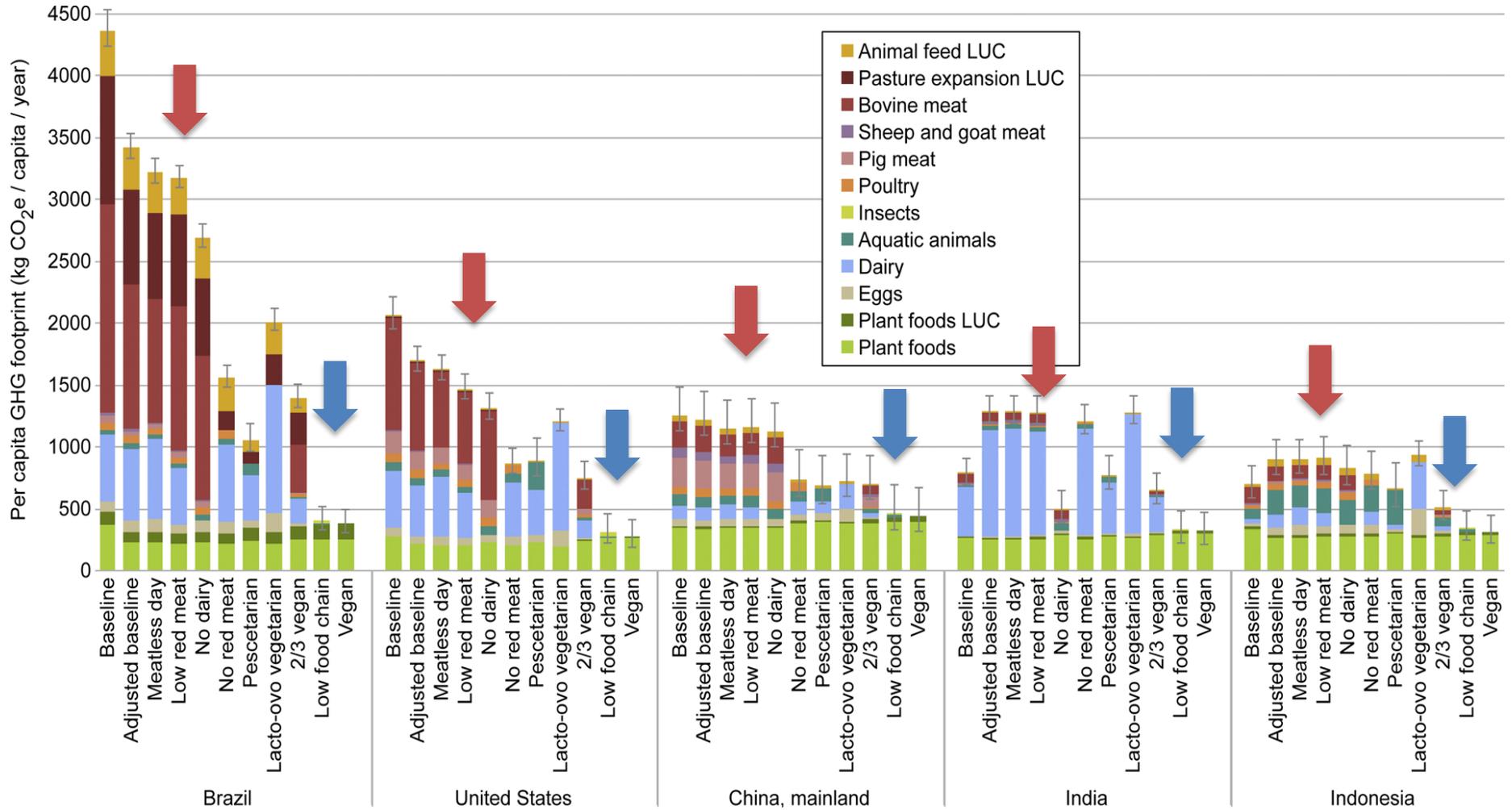
# Régime

## Evolution des régimes alimentaires ?



Écart entre les régimes alimentaires en 2016 et les apports alimentaires de référence en aliments. La ligne pointillée représente les apports dans le régime de référence « soutenable »

# Régime



**Prod. GES liées à l'alimentation par habitant par pays, par régime alimentaire et par groupe alimentaire (4 pays = + grandes empreintes de référence et Indonésie = exemple de pays avec consommation d'animaux aquatiques élevée).**

Source Kim et al. 2019 Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. Global Environmental Change

# Régime

Des sources alternatives ou des cultures non conventionnelles (productivité élevée, économes en ressources, avec des effets positifs sur la santé humaine, l'environnement et la biodiversité) ?



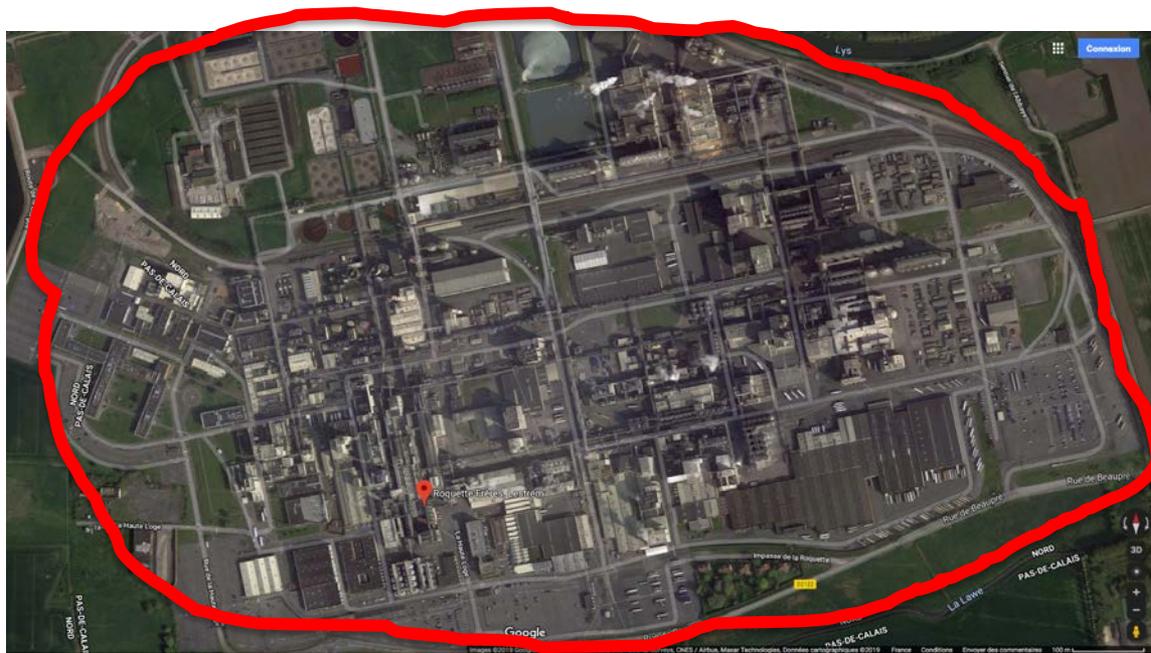
- ◆ Légumineuses,
  - ◆ Micro-organismes,
  - ◆ Algues, micro-algues,
  - ◆ Plantes aquatiques (lentille et jacinthe d'eau),
  - ◆ Feuilles, légumes feuilles, «super-plantes»,
  - ◆ Issues, tourteaux,
  - ◆ bio-déchets,
  - ◆ Plancton, Insectes, mollusques
  - ◆ Biologie synthétique, in-vitro, biotechnologies industrielles...
- ◆ Un potentiel intéressant mais des verrous multiples : Questions non résolues de disponibilité, de « défense des cultures », d'approvisionnement, d'acceptabilité, de variabilité, de réglementation et de sécurité sanitaire.

# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

*Stéphane GUILBERT*

- Introduction : Impact environnemental des systèmes agro-alimentaires
- Vers des systèmes alimentaires / bio- industriels plus efficaces?
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Régime alimentaire
  - ✓ **Les mesures d'atténuation des impacts : Technologie**
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Réduction des pertes et gaspillages et socio-économie
- Conclusion

# Tech



*Approches conventionnelles  
(« business as usual »  
+/- revisités pour répondre  
aux nouveaux enjeux*

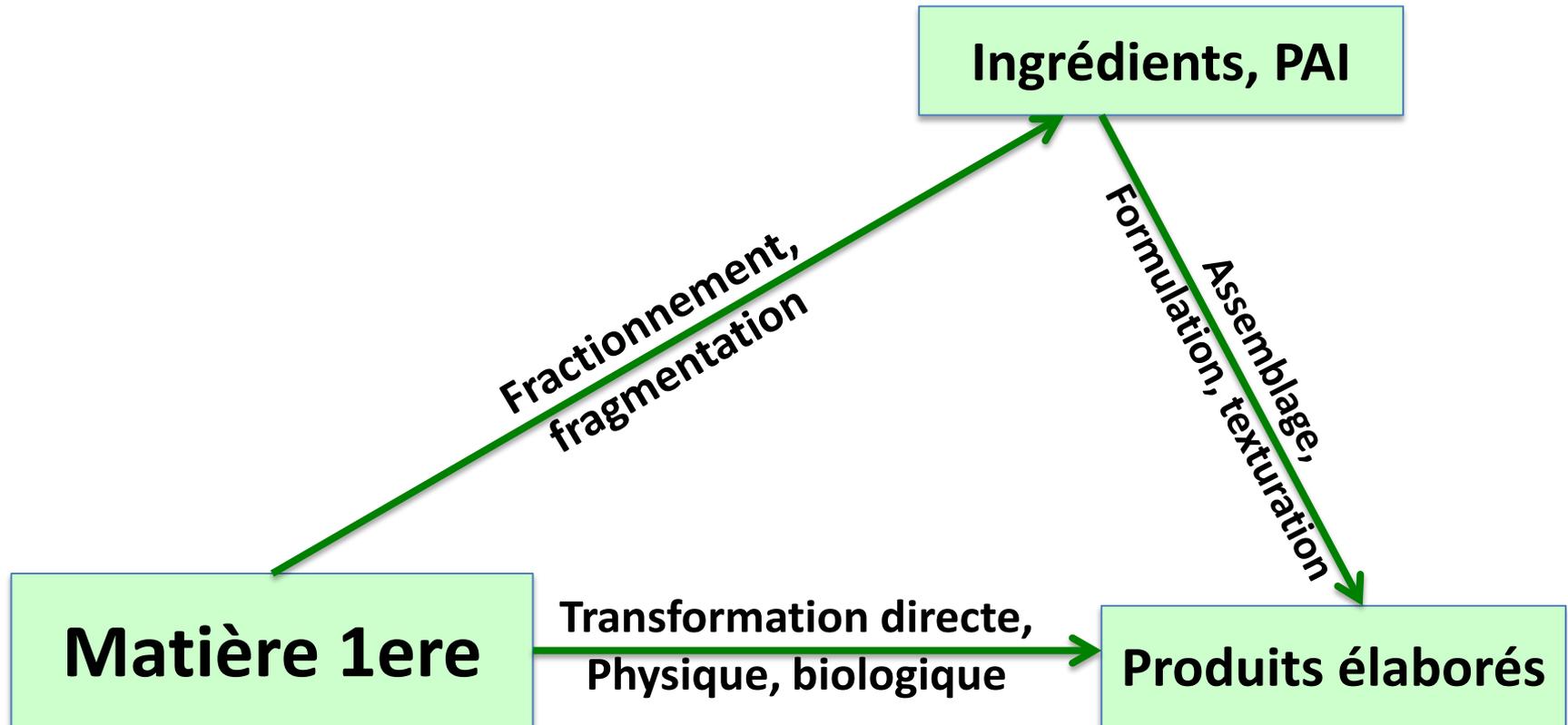
Globalisation,  
spécialisation,  
concentration,  
économies  
d'échelles...

Mais aussi agilité,  
adaptabilité /  
évolutions Mat  
1<sup>eres</sup> et marché et  
aux impacts env<sup>nt</sup>

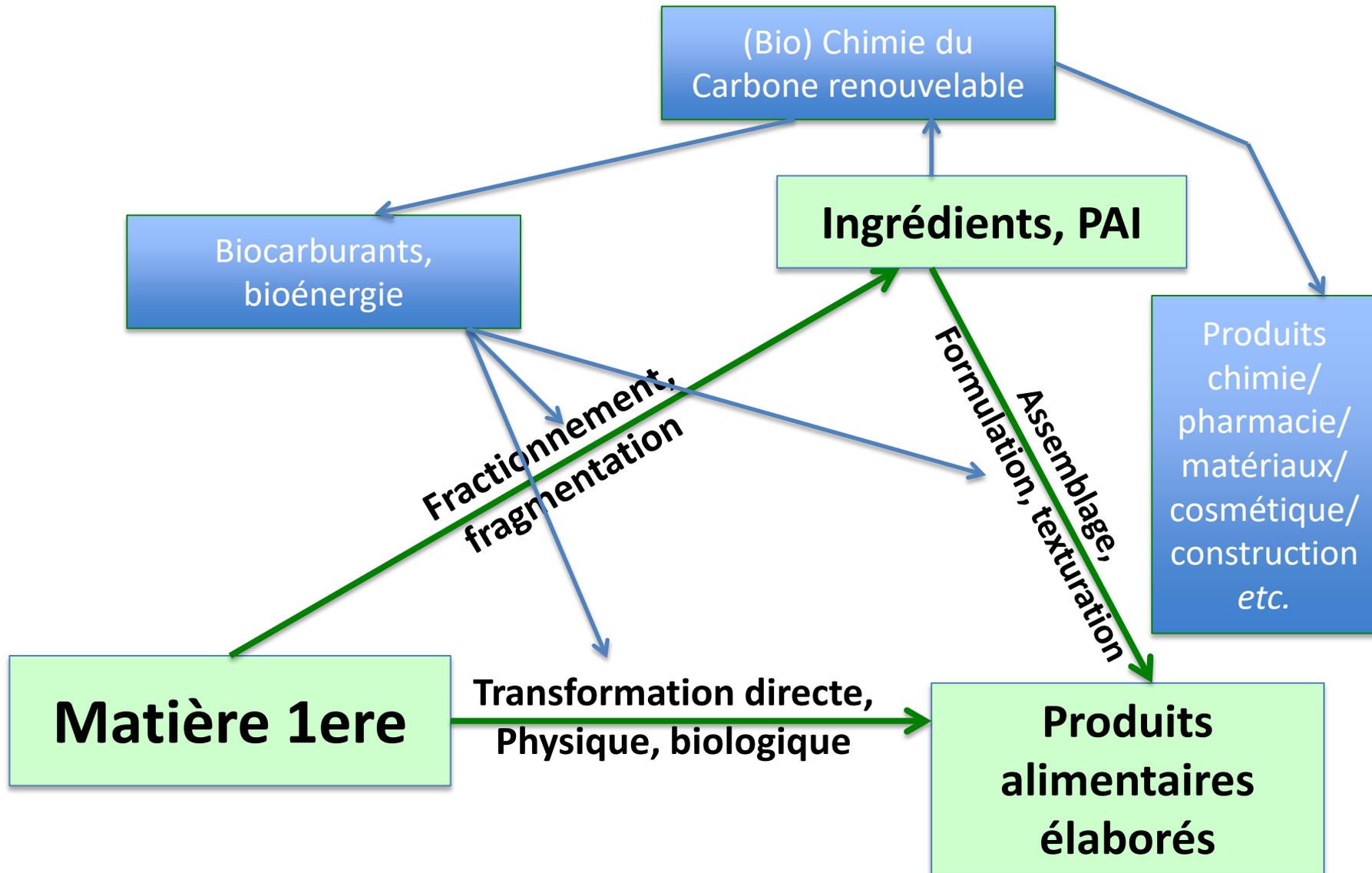


- **Biomasse = ressource globale usages alim. ou non alim (bio-sourcé)**
- **Economies de :**
  - ✓ « matière » (« calorie » ou « commodité » )
  - ✓ « fonctions »
  - ✓ « spécialités »
  - ✓ fluides et énergie
- **Elimination/traitement des déchets, eaux usées et polluants**

# Le « système agro-industriel » et la bio-raffinerie optimisent l'offre des filières et la demande de l'aval

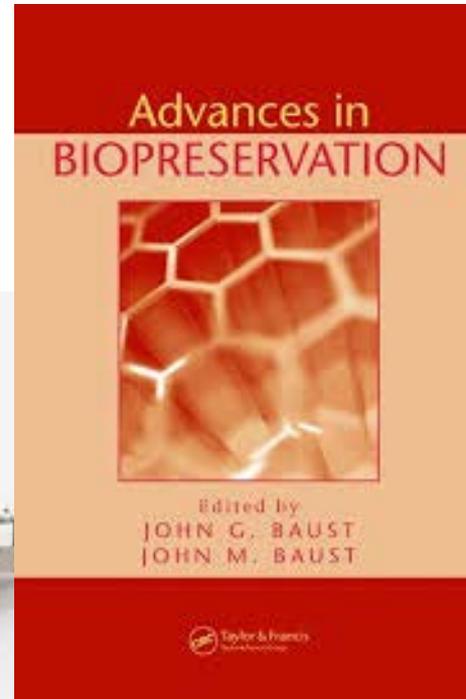


Le concept de bio-raffinerie élargit le système aux produits non alimentaires pour plus d'efficacité



# Les nouvelles technologies (Deep, High et Low Tech) permettent des économies (+ VA, - auxiliaires, - énergie, - eau, - pertes + flexibilité,...)

Tech



# Les nouvelles technologies permettent des économies (+ VA, - auxiliaires, - énergie, - eau, - pertes + flexibilité,...)

Tech



Tech

Les nouvelles technologies apportent des garanties de composition et de qualité / échanges et nouvelles pratiques



Yuka



foodvisor

## Les nouvelles technologies apportent des garanties de composition et de qualité / échanges et nouvelles pratiques



Etiquettable®

les bonnes informations pour s'alimenter autrement



L'Eco-score est une approche globale qui prend en compte plusieurs composantes de l'alimentation durable. Il est calculé à partir de :

- **données quantitatives issues des bases de données d'Analyses de cycle de vie des produits (ACV)** réalisées par des experts
- **de critères qualitatifs supplémentaires** qui rendent compte de bénéfices (ou d'impacts négatifs) environnementaux non pris en compte dans l'ACV.

Ces critères sont basés sur des études et sur des données exploitables comme la provenance ou les labels de qualité, ce qui donne lieu à la fin à un **score sur 100 points synthétisé par une lettre allant de A à E.**

### EMBALLAGES

Matériaux, recyclabilité, fin de vie, séparabilité



### PROVENANCE & TRANSPARENCE

Origine des ingrédients



### MODES DE PRODUCTION

Labels environnementaux, pêche, etc.



### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Impacts de la production, du transport et des emballages des ingrédients, sur la biodiversité notamment



Analyse du cycle de vie du produit

### INGRÉDIENTS SPÉCIFIQUES

Impacts importants sur la biodiversité et les écosystèmes



## Pain, baguette ou boule, bio (à la farine T55 jusqu'à T110)

Code Cical : 7025

Pains et viennoiseries (Produits céréaliers)

### Score environnemental "PEF"

# 0.13

Sans unité, plus le score est bas plus son impact sur l'environnement est faible. Ce score unique est une moyenne pondérée des 14 indicateurs (voir tableau ci-dessous), calculé selon la méthodologie européenne « PEF » (Product Environmental Footprint).

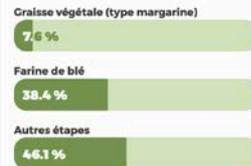
DQR : 1.95<sup>(?)</sup>

Détail changement climatique : 0.67 kg CO2 eq/kg de produit

### Impact par étapes du cycle de vie



### Impact par ingrédients



## Eau minérale Biovive, embouteillée, non gazeuse, faiblement minéralisée (Dax, 40)

Code Cical : 76081

Eaux (Boissons)

### Score environnemental "PEF"

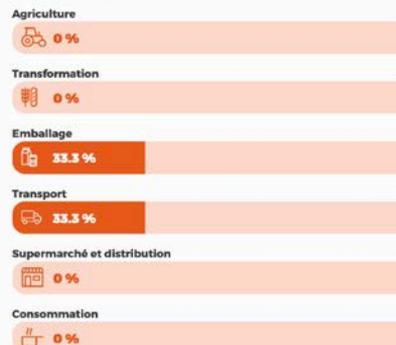
# 0.03

Sans unité, plus le score est bas plus son impact sur l'environnement est faible. Ce score unique est une moyenne pondérée des 14 indicateurs (voir tableau ci-dessous), calculé selon la méthodologie européenne « PEF » (Product Environmental Footprint).

DQR : 2.97<sup>(?)</sup>

Détail changement climatique : 0.28 kg CO2 eq/kg de produit

### Impact par étapes du cycle de vie



## Sandwich pain de mie complet, jambon, fromage

Code Cical : 25576

Sandwichs (Entrées et plats composés)

### Score environnemental "PEF"

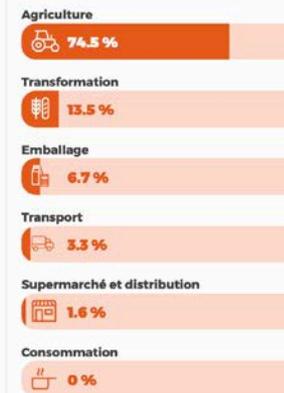
# 0.59

Sans unité, plus le score est bas plus son impact sur l'environnement est faible. Ce score unique est une moyenne pondérée des 14 indicateurs (voir tableau ci-dessous), calculé selon la méthodologie européenne « PEF » (Product Environmental Footprint).

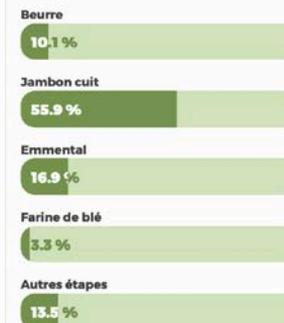
DQR : 1.87<sup>(?)</sup>

Détail changement climatique : 4.84 kg CO2 eq/kg de produit

### Impact par étapes du cycle de vie



### Impact par ingrédients



## Pizza jambon fromage

Code Cical : 25435

Pizzas, tartes et crêpes salées (Entrées et plats composés)

### Score environnemental "PEF"

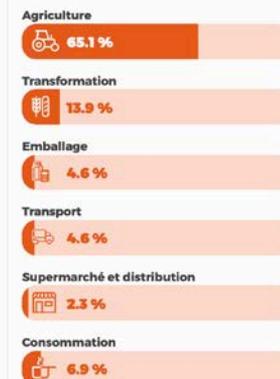
# 0.43

Sans unité, plus le score est bas plus son impact sur l'environnement est faible. Ce score unique est une moyenne pondérée des 14 indicateurs (voir tableau ci-dessous), calculé selon la méthodologie européenne « PEF » (Product Environmental Footprint).

DQR : 1.92<sup>(?)</sup>

Détail changement climatique : 2.85 kg CO2 eq/kg de produit

### Impact par étapes du cycle de vie



### Impact par ingrédients



## Agneau, gigot, cru

Code Ciqual : **21502**

Viandes crues (Viandes, œufs, poissons)

Score environnemental "PEF"

# 4.79

Sans unité, plus le score est bas plus son impact sur l'environnement est faible. Ce score unique est une moyenne pondérée des 14 indicateurs (voir tableau ci-dessous), calculé selon la méthodologie européenne - PEF - (Product Environmental Footprint).

DQR : **2.63**<sup>(?)</sup>

Détail changement climatique :  
**49.58** kg CO2 eq/kg de produit

## Poulet, viande et peau, cru

Code Ciqual : **36016**

Viandes crues (Viandes, œufs, poissons)

Score environnemental "PEF"

# 0.66

Sans unité, plus le score est bas plus son impact sur l'environnement est faible. Ce score unique est une moyenne pondérée des 14 indicateurs (voir tableau ci-dessous), calculé selon la méthodologie européenne - PEF - (Product Environmental Footprint).

DQR : **2.66**<sup>(?)</sup>

Détail changement climatique :  
**4.47** kg CO2 eq/kg de produit

La différence de score environnemental entre viande rouge (ici l'agneau) et viande de volaille est considérable.

Tech

# garanties de composition et de qualité / échanges et nouvelles pratiques (deep-tech IA, internet des objets,...)



Tech

*Approches  
non conventionnelles  
(« redirectionnisme »)*

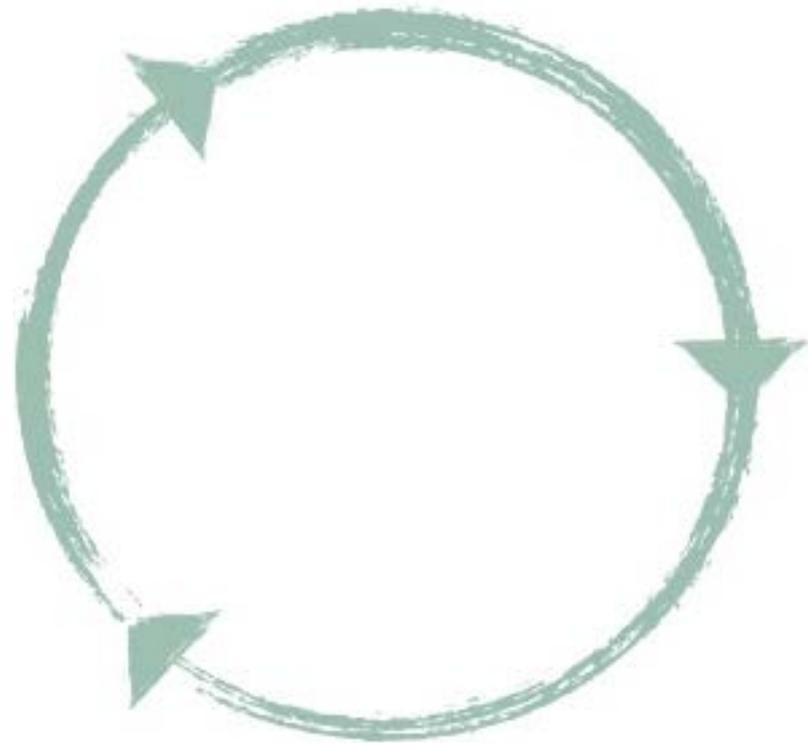
*Mettre en avant la  
« bio-inspiration »?*

Les déchets  
n'existent pas  
dans la  
nature...



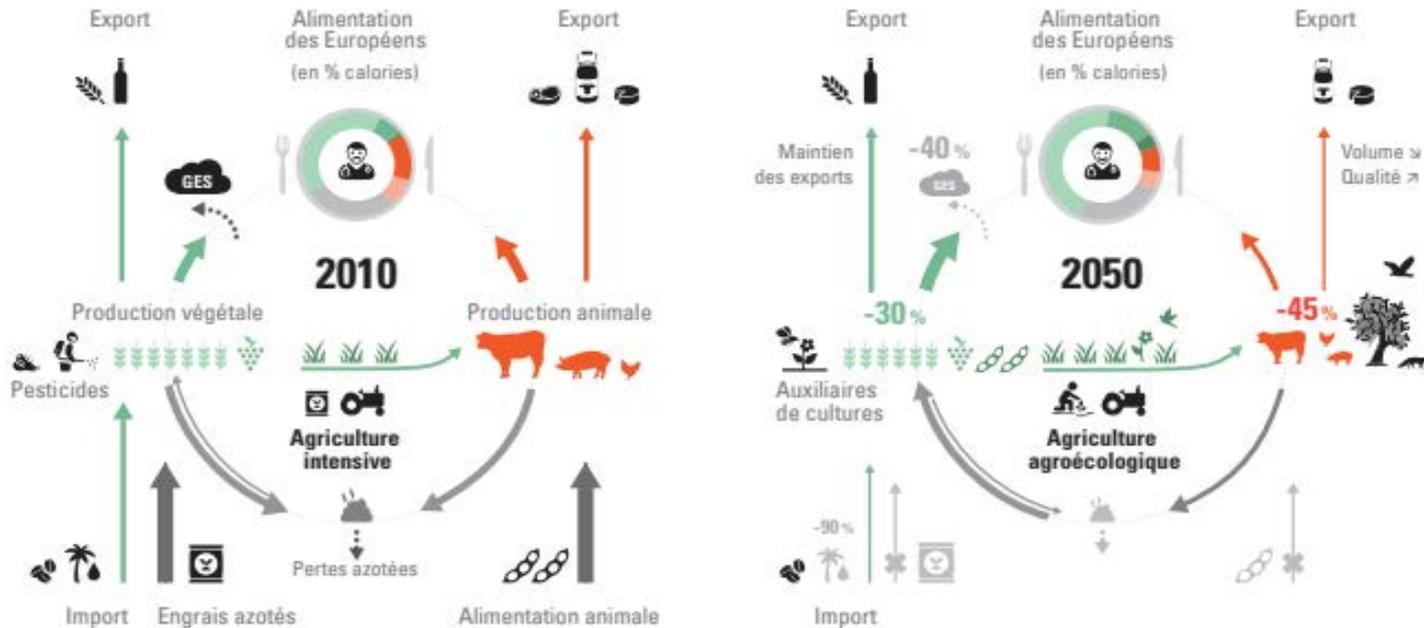


**La nature réutilise  
chaque nutriment,  
les divers cycles  
biogéochimiques en  
interaction  
confèrent à la  
biosphère une  
capacité de  
régulation et de  
résilience  
exceptionnelle...**



**Pourquoi ne pas  
s'inspirer de ce  
système...**

**Cette bio ou éco-  
inspiration est à l'origine  
de très nombreux  
concepts repris par  
l'ensemble des courants  
de recherches  
d'alternatives au  
système  
« linéaire dominant »**



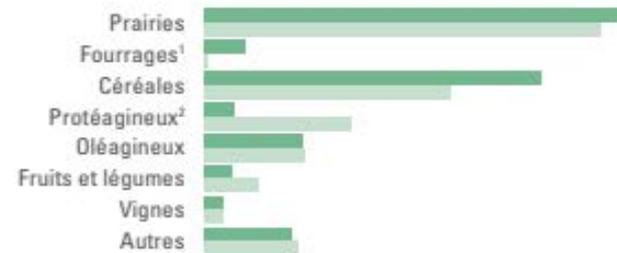
## Productions

- Céréales et féculents
- Fruits et légumes
- Protéagineux (pois, lentilles...)
- Viandes, œufs et poissons
- Produits laitiers
- Autres



Prairies

## Usage des sols ● 2010 ● 2050



1 : non protéinés ; 2 : grains et fourrage

## TYFA : Un scénario pour une Europe agroécologique en 2050

*Des systèmes en boucle fermée production, transformation  
traitement des co-produits et des bio-déchets ?*

Collecte co-  
produits de  
l'agriculture et  
de l'alimentation  
/bio-déchets



Transport



Bio-raffinerie  
/ Digestion  
anaérobie



« Techno  
. cycle »

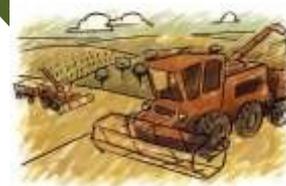


Compost  
domestique

« Cycle  
proche-  
nature »



Production  
alimentaire



Amendement  
des cultures



« Digestat /  
compost »

Energie,  
bio-  
produits



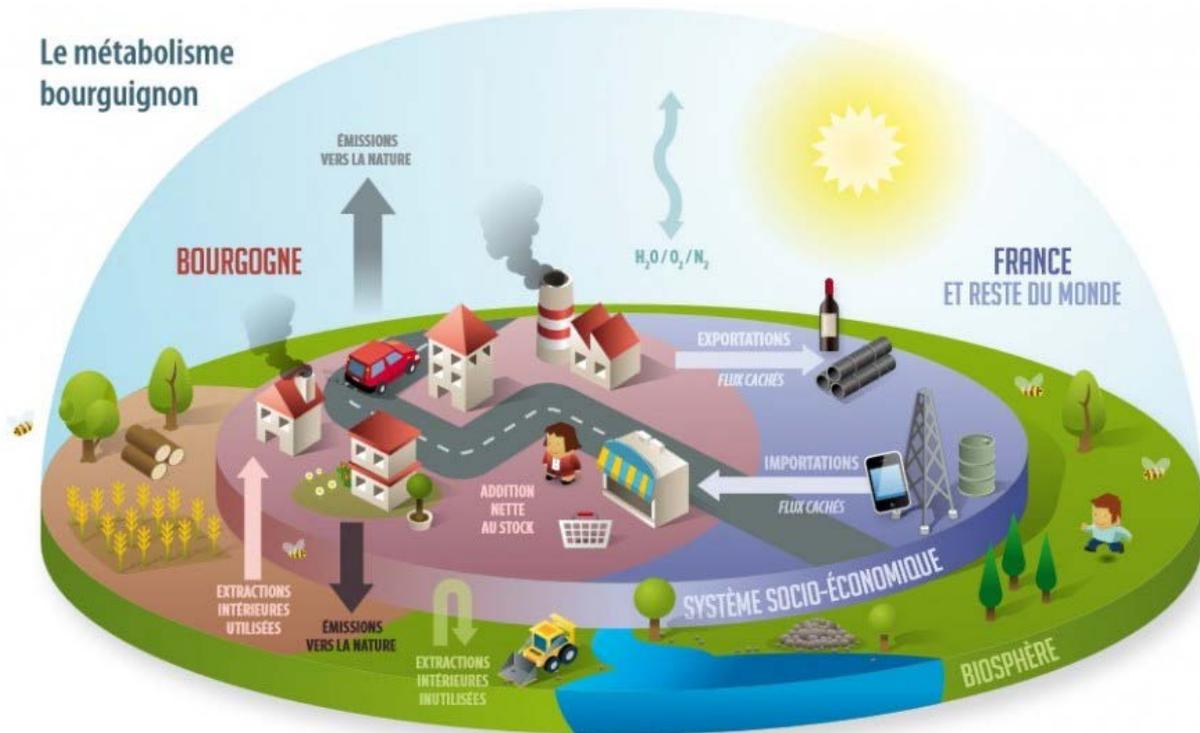
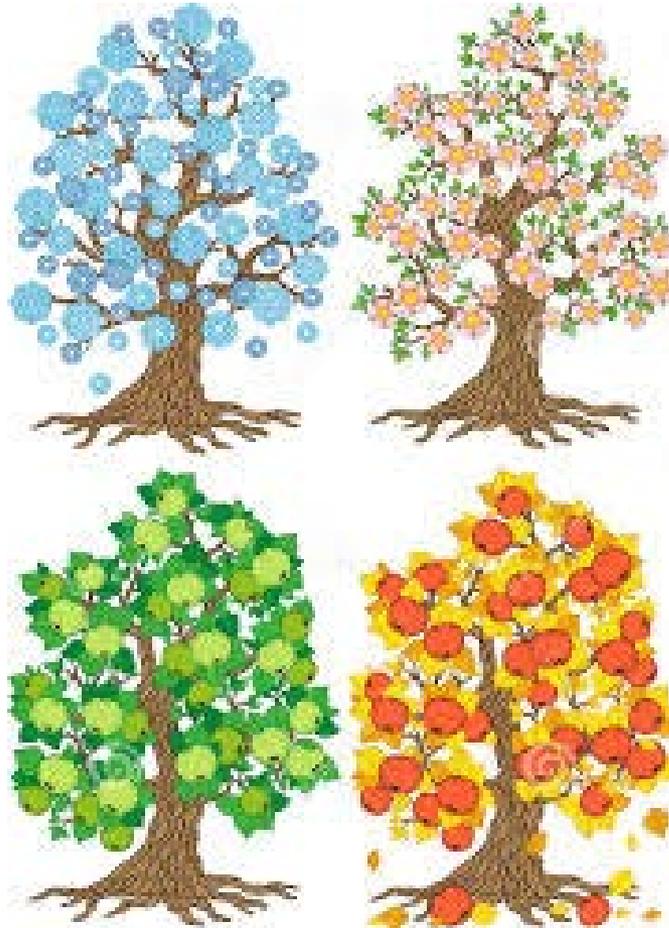
Réduction du temps de  
régénération

Balance positive :

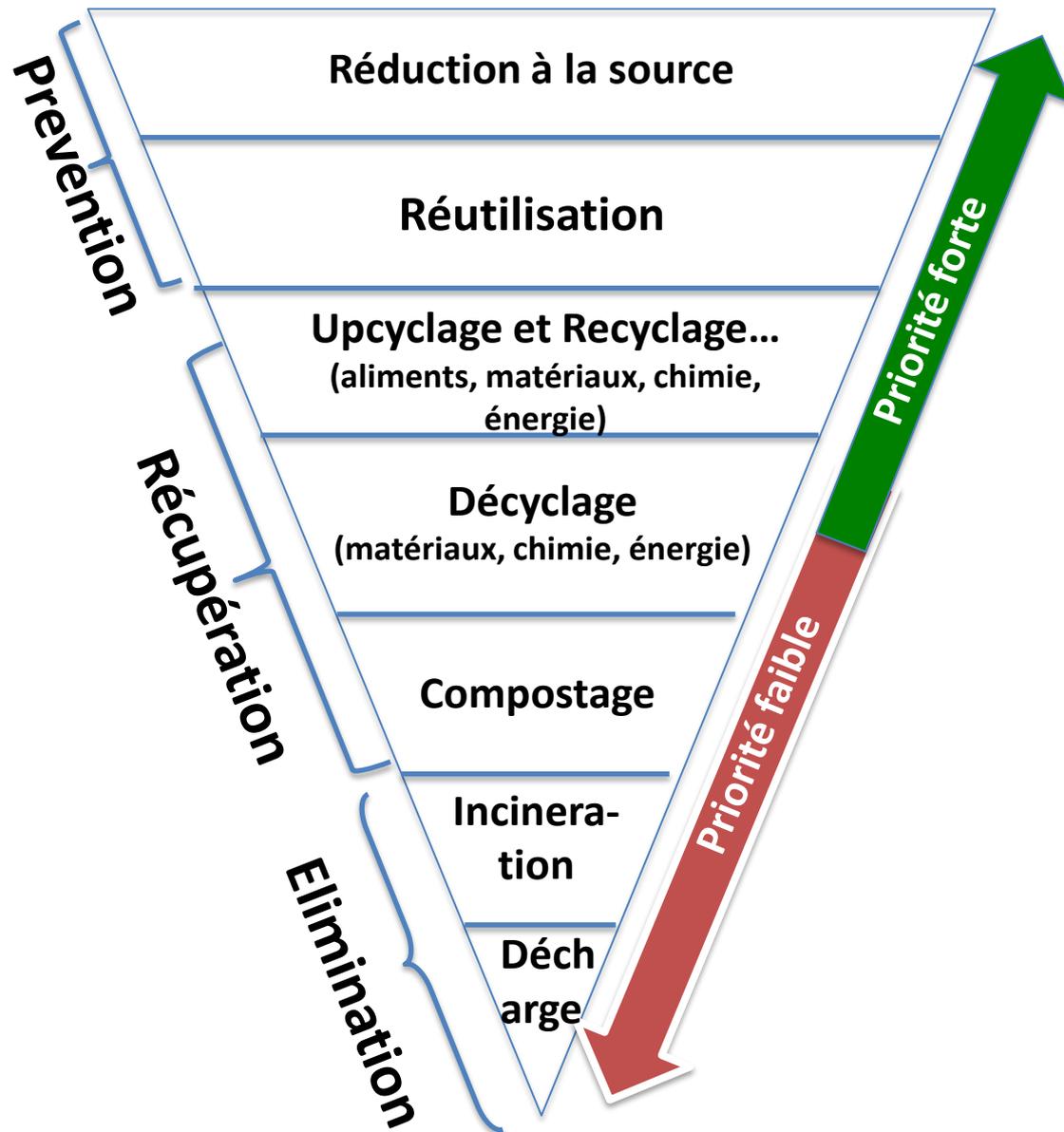
Bénéfices environnementaux et  
économiques > coûts

Tech

# Des systèmes en boucle fermée production, transformation traitement des co-produits et des bio-déchets ?

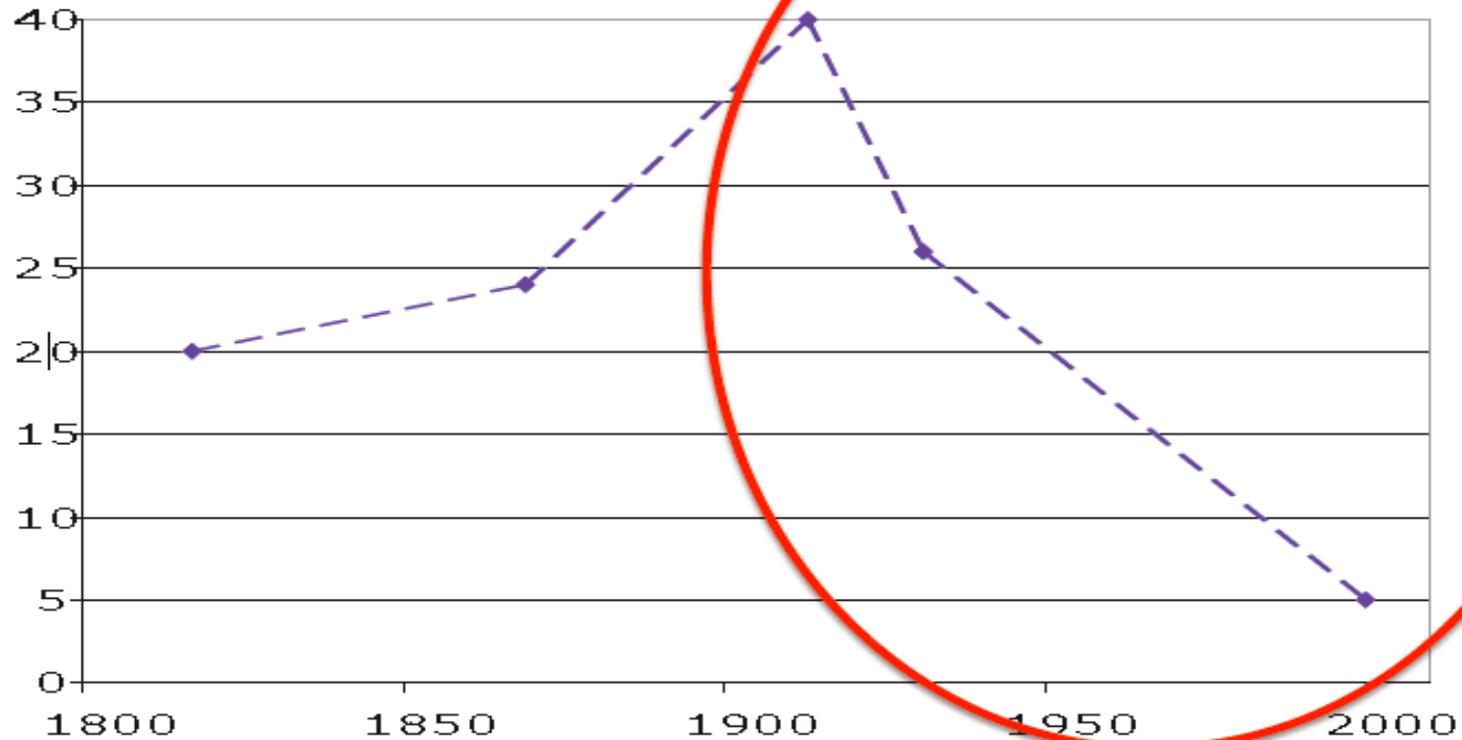


Adapté au territoire (métabolisme territorial et aux saisons)



*Adapté de la Directive  
2008/98/EC (Waste  
Framework Directive)*

**Tech** Le système alimentaire concentre mais ne restitue plus de nutriments à l'agriculture...



**Taux de recyclage agricole de l'azote d'origine alimentaire, Paris, 1817-2000 (%).**

**NB. Estimation grossière pour 2000. (Barles, 2007 & 2009).**



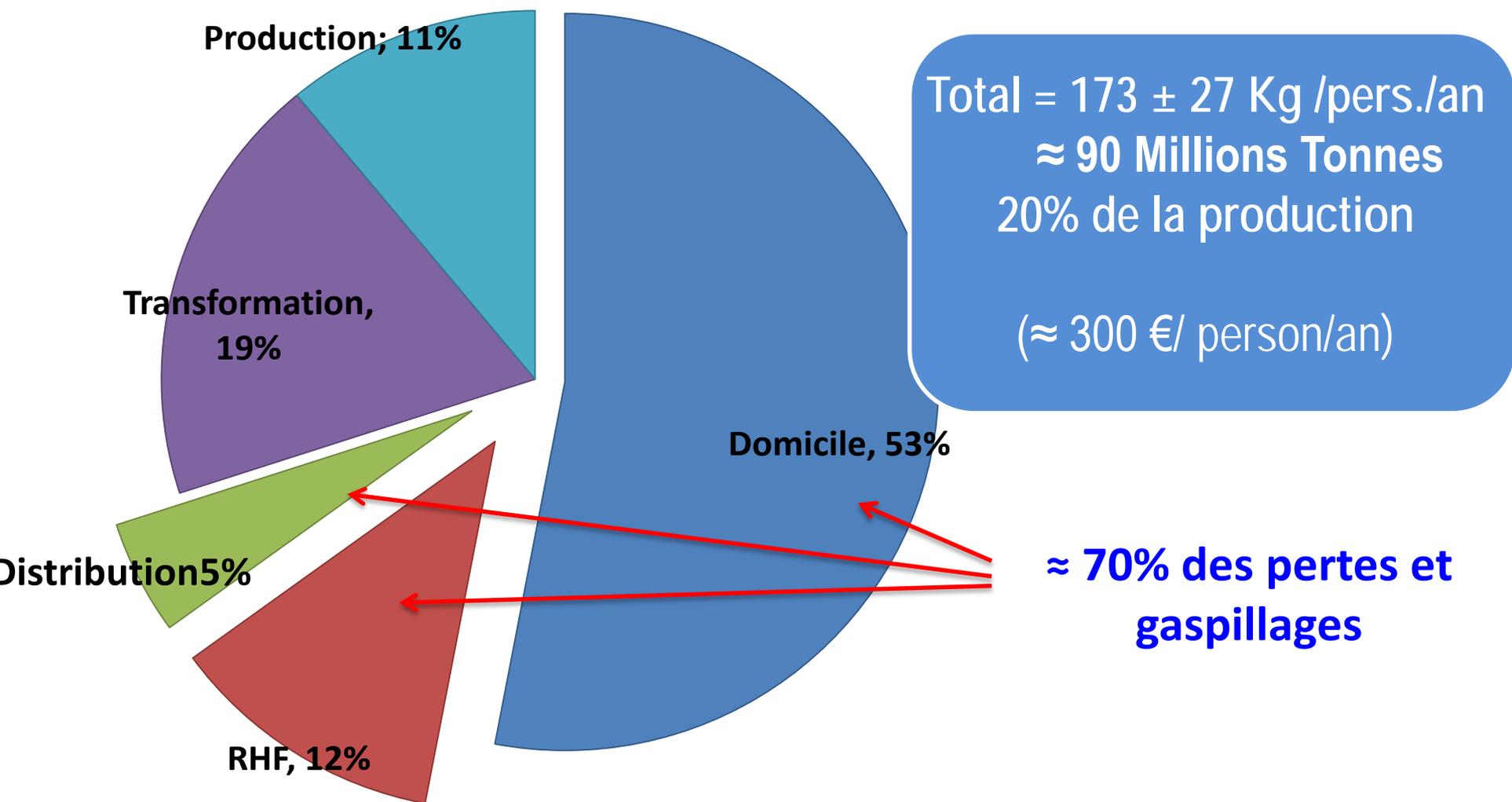


# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

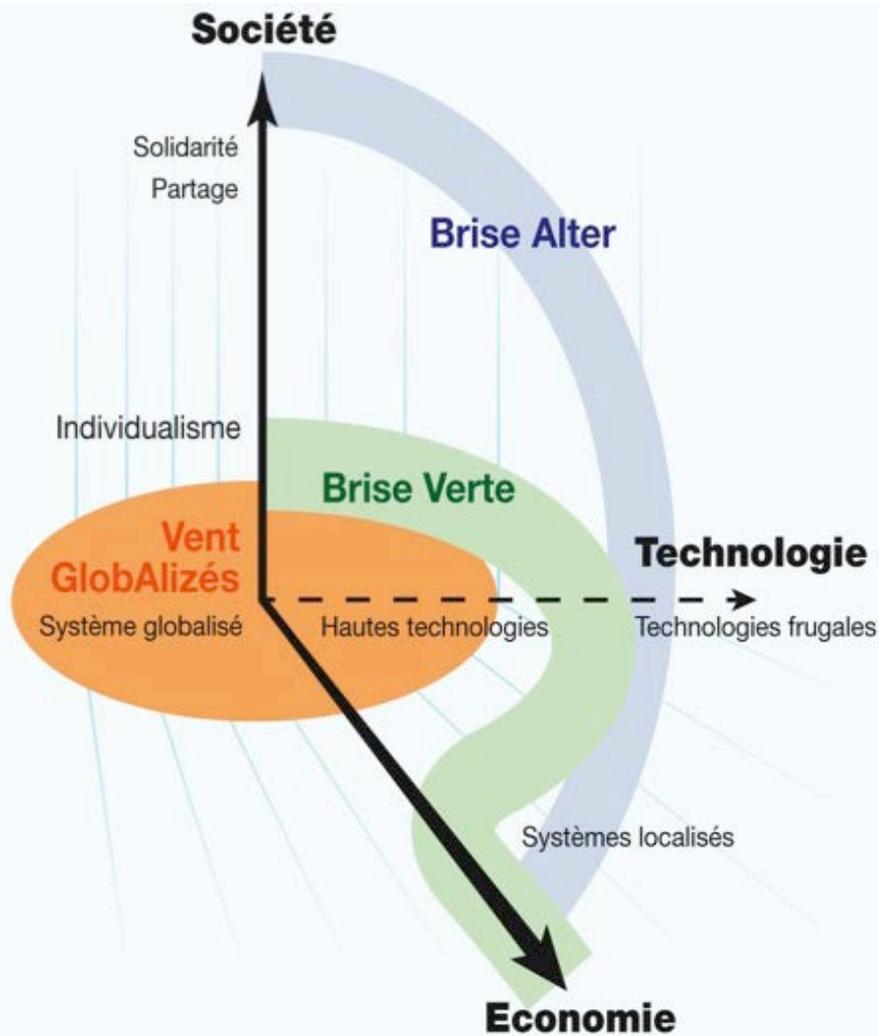
*Stéphane GUILBERT*

- Introduction : Impact environnemental des systèmes agro-alimentaires
- Vers des systèmes alimentaires / bio- industriels plus efficaces?
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Régime alimentaire
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Technologie
  - ✓ **Les mesures d'atténuation des impacts : Réduction des pertes et gaspillages et socio-économie**
- Conclusion

*Estimation UE-28 en 2012 y compris parties non comestibles des aliments*



## Quels liens entre l'évolution des systèmes alimentaires, la transformation et les pertes et gaspillages ?



Scénarios de systèmes alimentaires en fonction des modèles sociétaux, technologiques et économique

- *Globalisés* : Système agro-industriel Globalisé
- *Brise verte* : Croissance verte
- *Brise Alter* : Initiatives citoyennes, solidaires

# Quelles transitions vers une industrie alimentaire plus durable ?

*Stéphane GUILBERT*

- Introduction : Impact environnemental des systèmes agro-alimentaires
- Vers des systèmes alimentaires / bio- industriels plus efficaces?
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Régime alimentaire
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Technologie
  - ✓ Les mesures d'atténuation des impacts : Réduction des pertes et gaspillages et socio-économie
- Conclusion

# Conclusion « Soc. » (1)

**La seule façon de ne pas penser un monde en pénurie (ou qui vit au dessus de ses moyens) et donc d'éviter d'entrer dans une logique de rationnement des ressources alimentaires et énergétiques consiste à miser :**

- 1. Sur les approches eco-inspirées soutenues par la connaissance**
- 2. Sur un changement drastique des régimes alimentaires**
- 3. Sur l'émergence de nouvelles solidarités**
- 4. Sur l'optimisation des flux de matière au niveau des territoires avec l'appui des TIC**

# Conclusion « Soc. » (2)

**Fin de l'insouciance alimentaire et retour des inquiétudes sur l'accès à l'alimentation et la qualité sanitaire des aliments**

**Mise en avant de la responsabilité et des pratiques individuelles**

**Systèmes alimentaires encore plus diversifiés avec coexistence du système actuel et de systèmes émergents**

**Développement de systèmes informels**

**Risques de renforcement de la précarité et des inégalités alimentaires**

**Analyse qualité, santé, sécurité de plus en plus reportée sur le consommateur**

**Arbitrages sur conflits d'usages et conflits entre valeurs :**

- ✓ opposition entre le principe de précaution et de sureté vs réduction du gaspillage et valorisation des biodéchets alimentaires
- ✓ prise en compte des externalités négatives impactant l'environnement vs priorité donnée à la croissance de l'activité et de l'emploi
- ✓ partage équitable entre les acteurs des coûts induits par ces externalités ainsi que des gains propres à la rationalisation des systèmes alimentaires)

## Conclusion : « Régime »

- ✓ Difficultés à promouvoir le changement vers un régime alimentaire plus « durable »
- ✓ Quelles incitations ?

- ✓ Beaucoup de freins, « agronomiques, technologiques, réglementaires et économiques au développement des sources alternatives d'aliments (protéines)

# Conclusion : « Tech » (1)

- ✓ Les modèles de transformation bio-inspirés ou bio-mimétiques peinent à se mettre en place
- ✓ malgré les incitations en place pourtant parmi les priorités politiques (Europe, Chine,...), le modèle linéaire du système alimentaire continue de prévaloir.
- ✓ L'une des raisons en est la complexité des concepts d'économie circulaire,
- ✓ L'autre porte sur la nécessité de décloisonner les approches publiques, thématiques ou sectorielles pour favoriser ces transitions

- ✓ **Combiner une approche visant à réduire les impacts de la transformation des aliments**
- ✓ **Avec une adaptation aux conséquences du changement climatique sur la diversité et qualité des productions agricoles**

Nécessité de prise en compte des externalités pour faire émerger les "piliers" des approches biomimétiques : 1) les avantages environnementaux, 2) les économies découlant de la réduction des besoins en ressources naturelles et 3) le découplage du bien être du PIB

## Conclusion : « Tech » (2)

- ✓ Risque important de diffusion ou de concentration des contaminants lors du bouclage des cycles
- ✓ Beaucoup de molécules ou particules persistantes en circulation ne sont pas « éliminées » par les processus circulaires ou symbiotiques.

- ✓ Mauvaise image des produits alimentaires « issus » du recyclage de déchets
- ✓ Interdictions dans certains cahiers des charges

Proscrire le « green washing » et anticiper les impacts environnementaux réels, y compris à **long terme** sur l'environnement et la sécurité (e.g. emb. plastiques).

## Conclusion : « P&G »

- ✓ Les pertes et gaspillages évitables sont très inférieures aux données FAO (e.g. 20% en UE)
- ✓ Du fait de leur concentration au niveau des ménages (53% dans l'UE) elles ne constituent pas un « gisement » comme attendu sauf au niveau des biodéchets urbains

- ✓ valorisation des bio-déchets mise en avant au détriment des actions de prévention
- Interdictions dans certains cahiers des charges
- ✓ sauf si préventions font appel aux nouvelles technologies (objets connectés par exemple)

- **Les processus de valorisation génèrent des activités économiques au contraire de la prévention qui a un effet négatif apparent sur la création de richesse (en diminuant le PIB)**
- **les acteurs économiques et politiques se saisissent plus facilement des premières et ont des difficultés à se projeter dans des systèmes « frugaux ».**



**Merci pour votre attention,**

@aimasmaI