

Concilier nutrition, environnement,  
économie et culture alimentaire, c'est  
possible: **C'est l'alimentation durable !**

**Nicole Darmon**

Département Alimentation Humaine de l'INRA

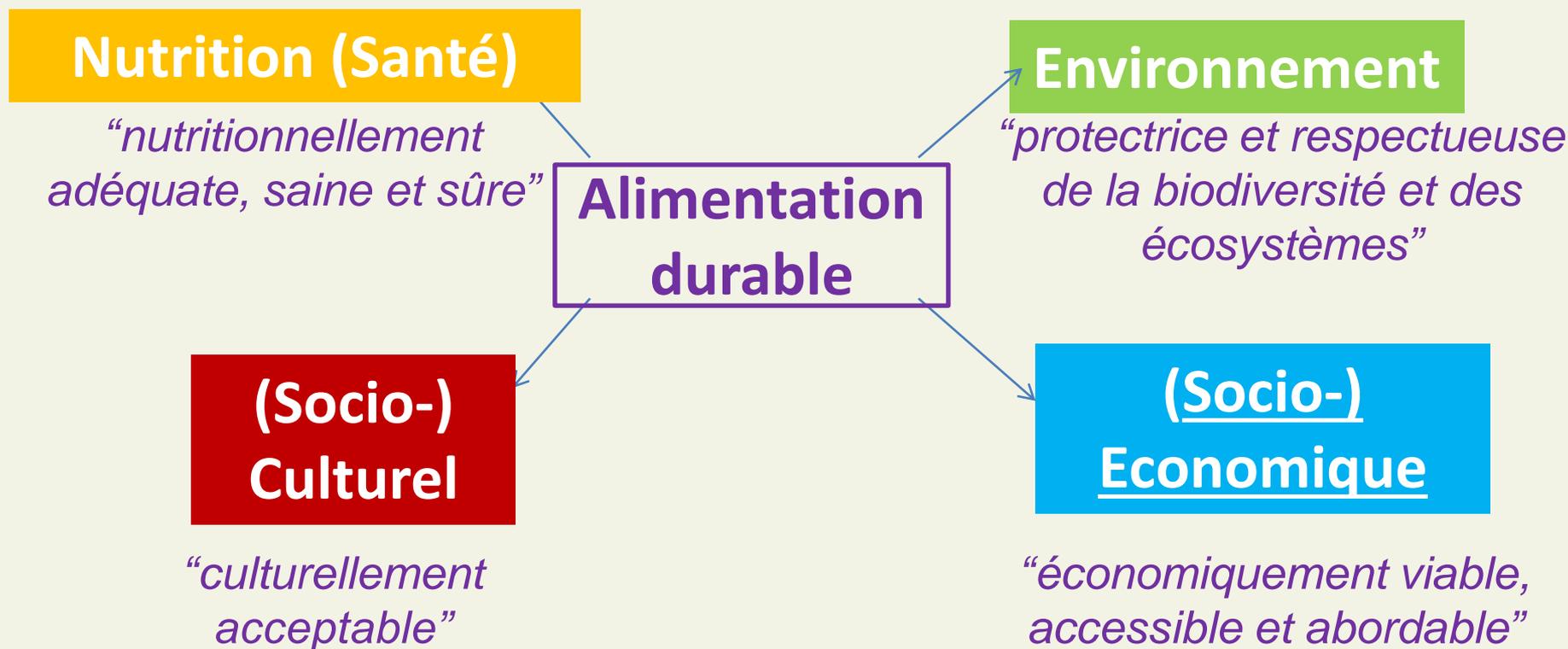
UMR MOISA, Montpellier

([nicole.darmon@inra.fr](mailto:nicole.darmon@inra.fr))



# Définition de l'alimentation durable

(FAO, 2010)



➔ Alimentation durable: respect des 4 dimensions

# Les “métriques” de l’alimentation durable

➔ Besoin d’indicateurs fiables pour chaque dimension

- Composition nutritionnelle des aliments
- Recommandations nutritionnelles
- Densité énergétique,
- Scores de qualité nutritionnelle

- Emissions de gaz à effet de serre (EGES)
- Acidification, Eutrophisation

**Nutrition santé**

**Environnement**

**Alimentation durable**

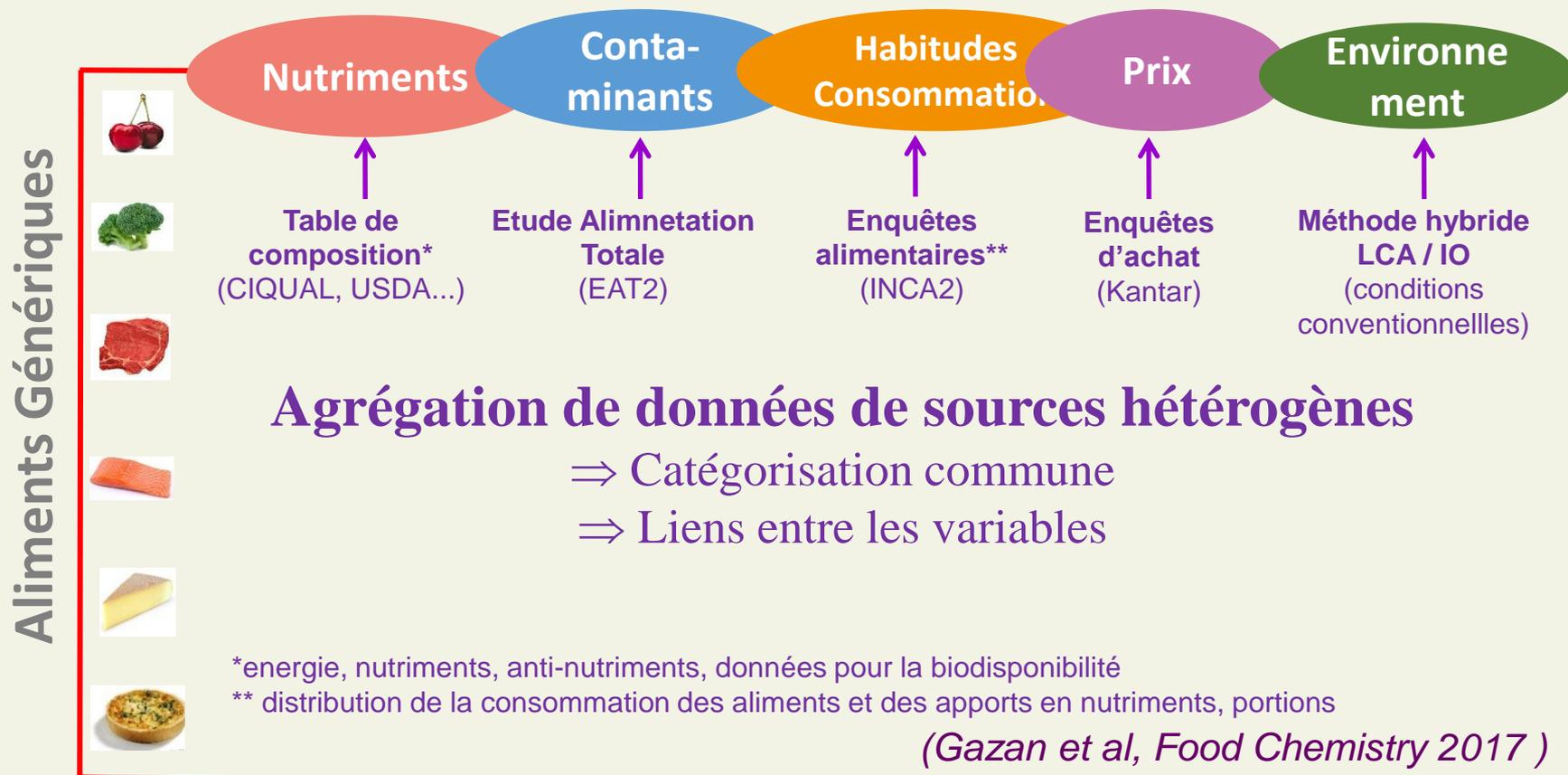
**Culture**

**Economie**

- Consommations alimentaires observées
- Aliments couramment consommés

- Prix des aliments
- Budget alimentaire

➔ **Besoin de données fiables et connectées**



➔ **Compilation en une seule base de données "génériques" pour l'étude de l'alimentation durable en France**

# ➔ Profilage nutritionnel des aliments

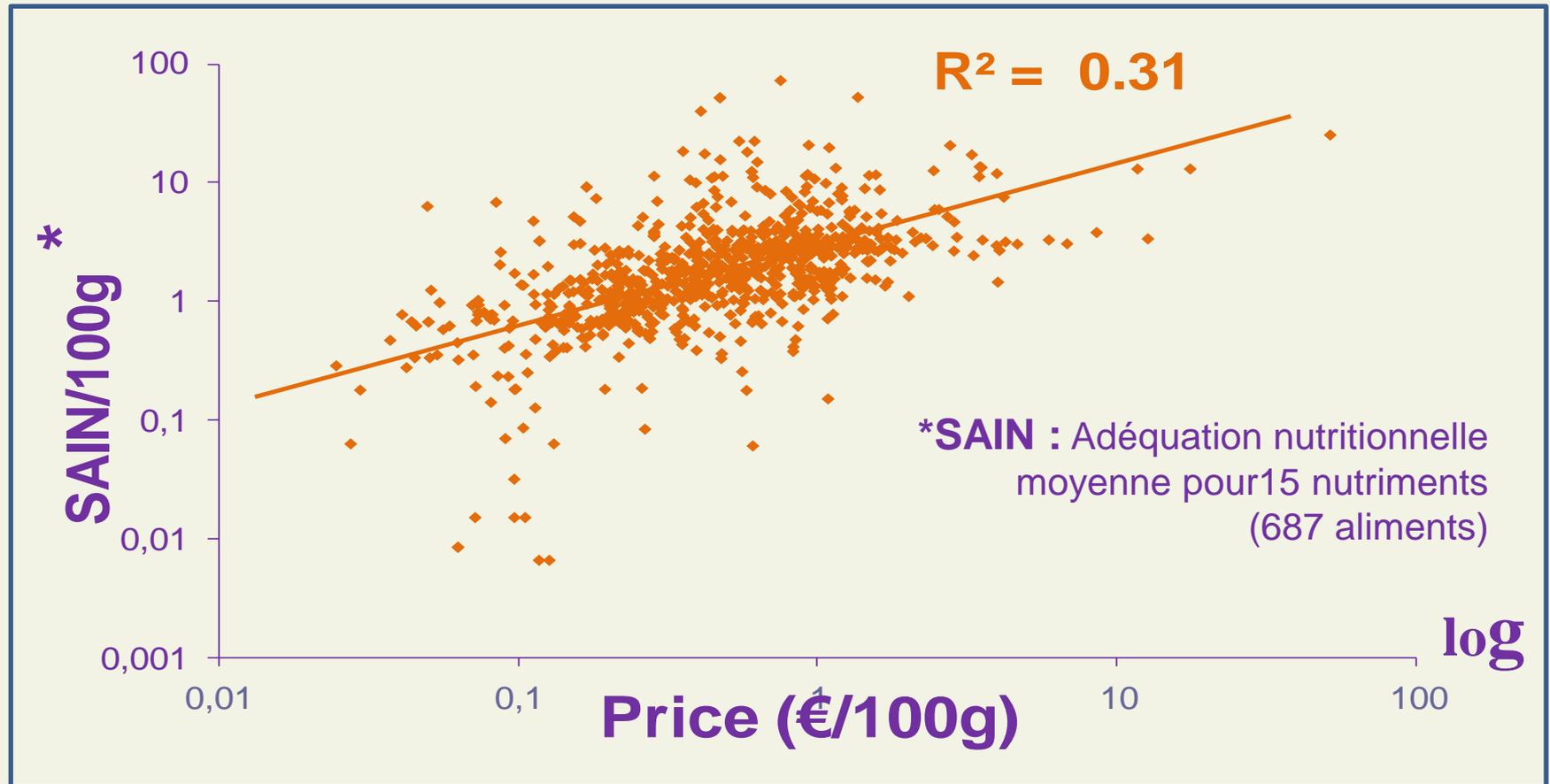
- Impact carbone
- Profil nutritionnel (SAIN, LIM)
- Prix moyen



(n=402 aliments)

Peut-on identifier des aliments plus 'durables' que d'autres ?

## Qualité nutritionnelle et prix des aliments

*(Darmon & Drewnowski, Nutr Rev 2015)*

- Plus les aliments sont denses en nutriments plus ils sont chers
- La structure des prix ne favorise pas l'équilibre nutritionnel

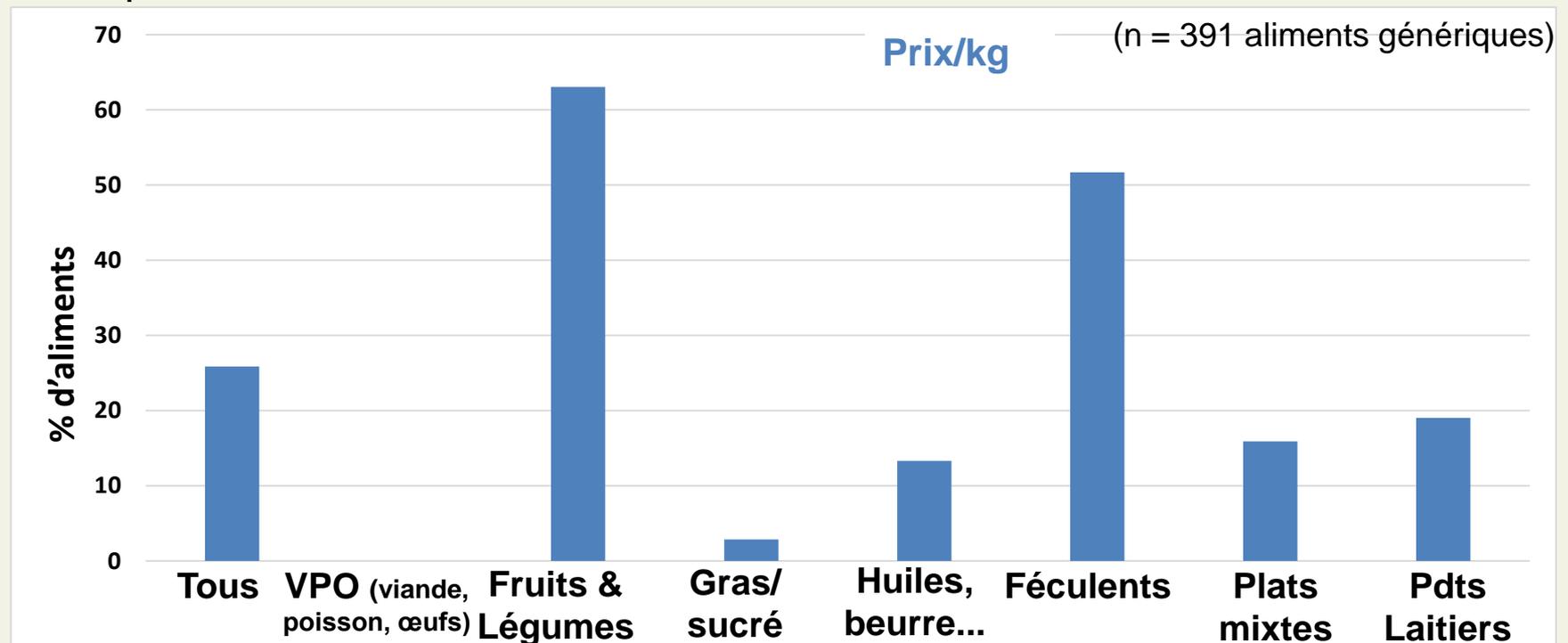
(Masset et al, JAND 2014)

## 'Score de durabilité':

+1 point si impact carbone &lt; médiane

**+1 point si prix/kg < médiane**

+1 point si SAIN/LIM &gt; médiane

**=> 3 points = 'aliments plus durables'**

**Prix en €/kg → 26% aliments 'plus durables'**

**=> Pas de viande, œuf, poisson mais: F&L, Féculents, Pds Laitiers, MG**

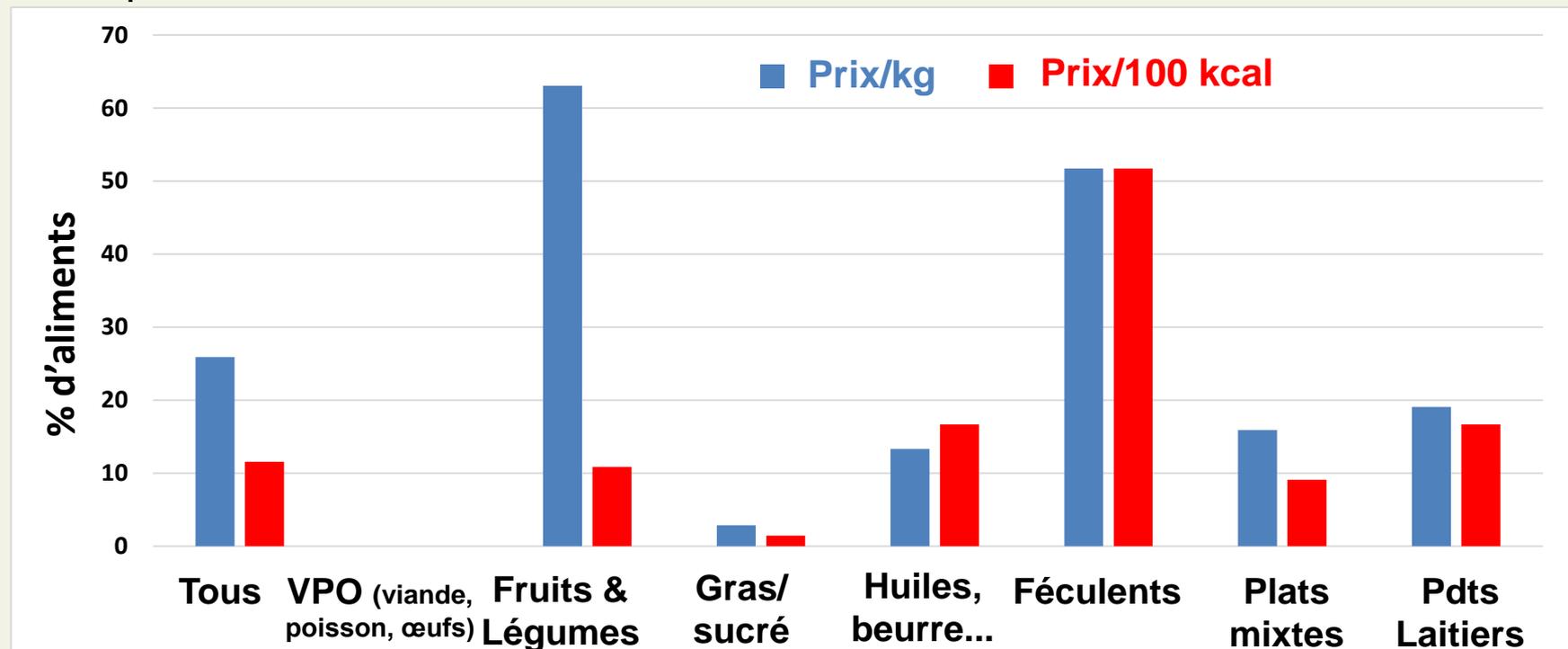
*(Masset et al, JAND 2014)*

## 'Score de durabilité':

+1 point si impact carbone &lt; médiane

**+1 point si prix/kg < médiane****=> 3 points = 'aliments plus durables'**

+1 point si SAIN/LIM &gt; médiane



Prix en €/100 kcal → seulement 12% d'aliments 'plus durables'

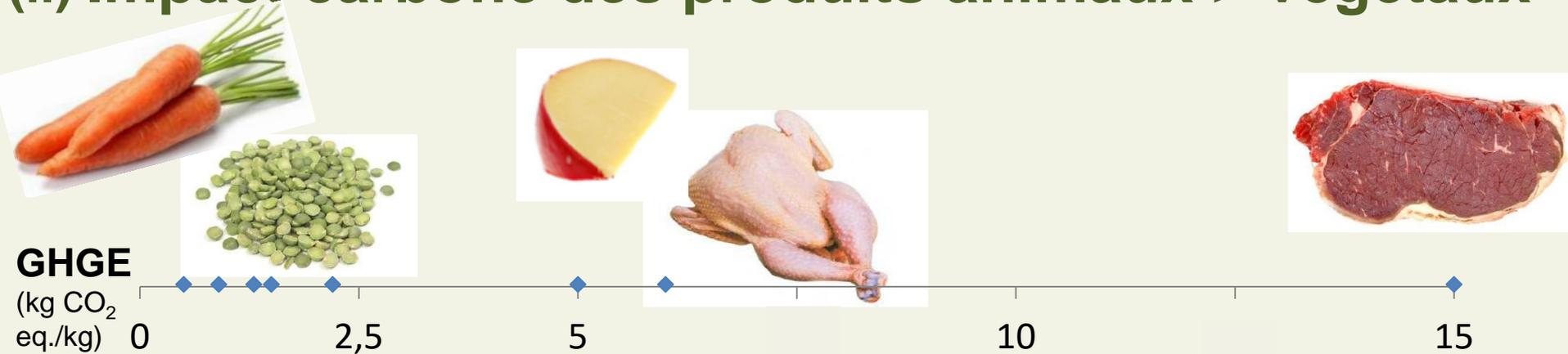
=> Féculents, Pds laitiers, MG, quelques F&L => probablement pas si 'durable'

→ ECHEC D'UN RAISONNEMENT AU NIVEAU DE L'ALIMENT

# Que dit-on à propos du lien nutrition-environnement?

(i) Forte contribution du secteur alimentaire aux émissions de Gaz à Effet de Serre - GES (15-31%)

(ii) Impact carbone des produits animaux > végétaux

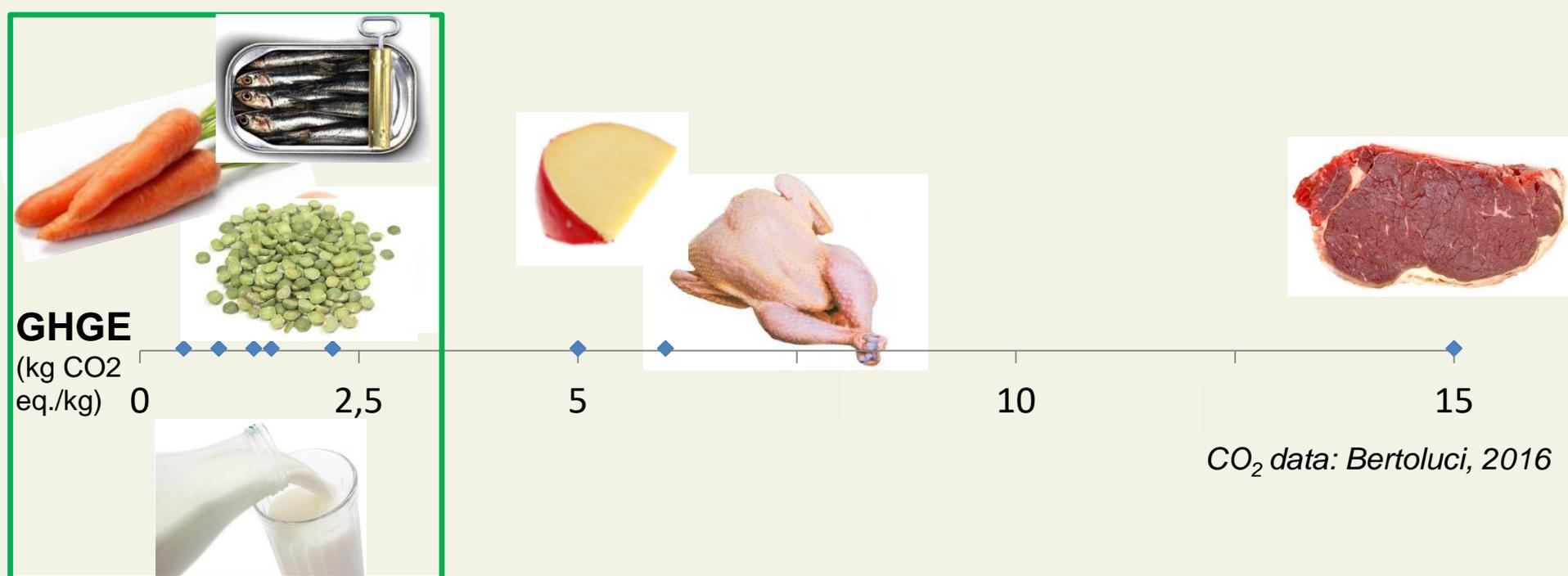


(iii) Alimentation végétale bonne pour la santé

➔ Convergence entre objectifs environnementaux et de santé généralement admise

# Erreur de raisonnement ?

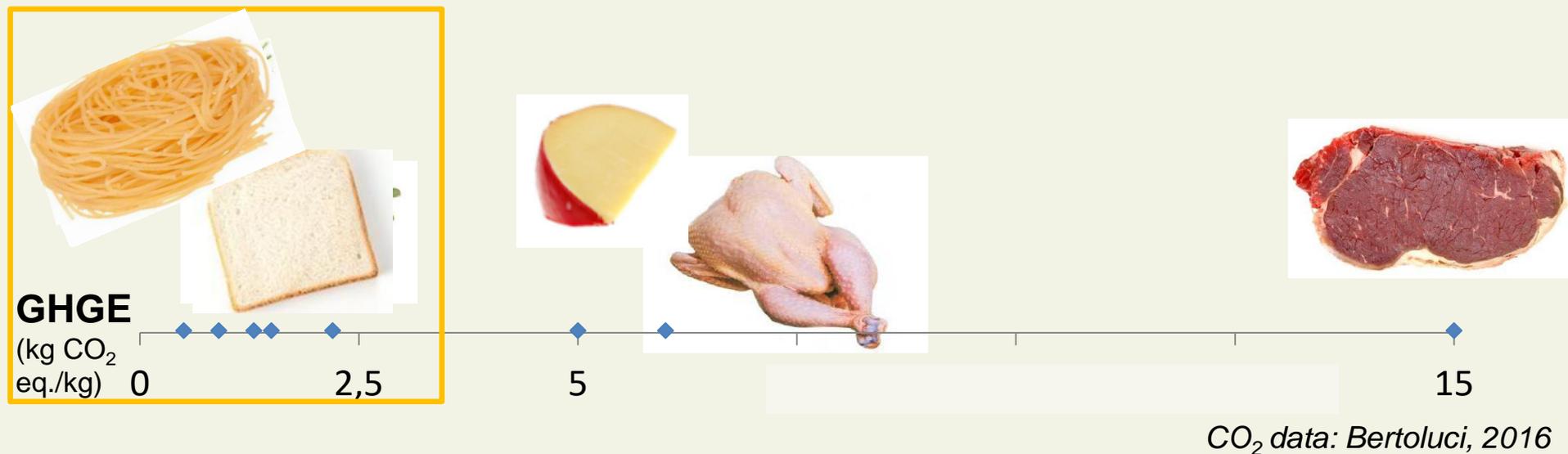
(ii) Fort impact carbone des produits animaux ?



➔ Les produits animaux n'ont pas tous un fort impact environnemental

# Erreur de raisonnement ?

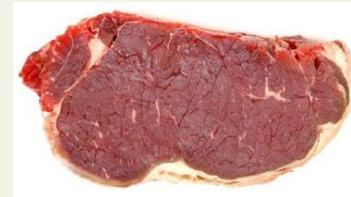
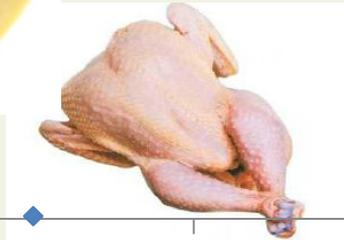
## (iii) Alimentation végétale bonne pour la santé ?



→ Les produits ‘végétaux’ les plus consommés (et les moins chers) ont un faible impact environnemental mais ne sont pas les plus recommandés pour la santé

# Erreur de raisonnement ?

(iii) Alimentation végétale  
bonne pour la santé ?

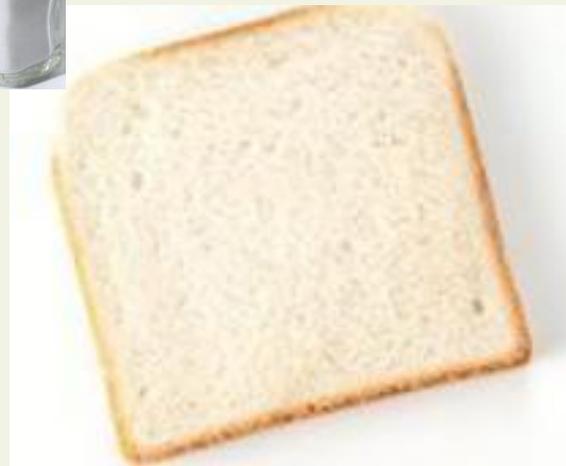


5

15

CO<sub>2</sub> data: Bertoluci, 2016

→ Les ingrédients 'végétaux' les moins impactants sont les moins chers, et forment la base des aliments les moins recommandés pour la santé



Tous ces produits sont d'origine végétale !

- **Limites d'un raisonnement simpliste assimilant végétal et sain**
- **Limites d'une approche au niveau aliment**
- **L'alimentation est la bonne "unité fonctionnelle" à considérer**

# → Epidémiologie nutritionnelle

Etude nationale sur les  
consommations alimentaires  
(1918 adultes)



**EGES et caractéristiques  
nutritionnelles des diètes  
individuelles**

EGES des aliments  
(n=402, méthode hybride  
LCA/Input Output)

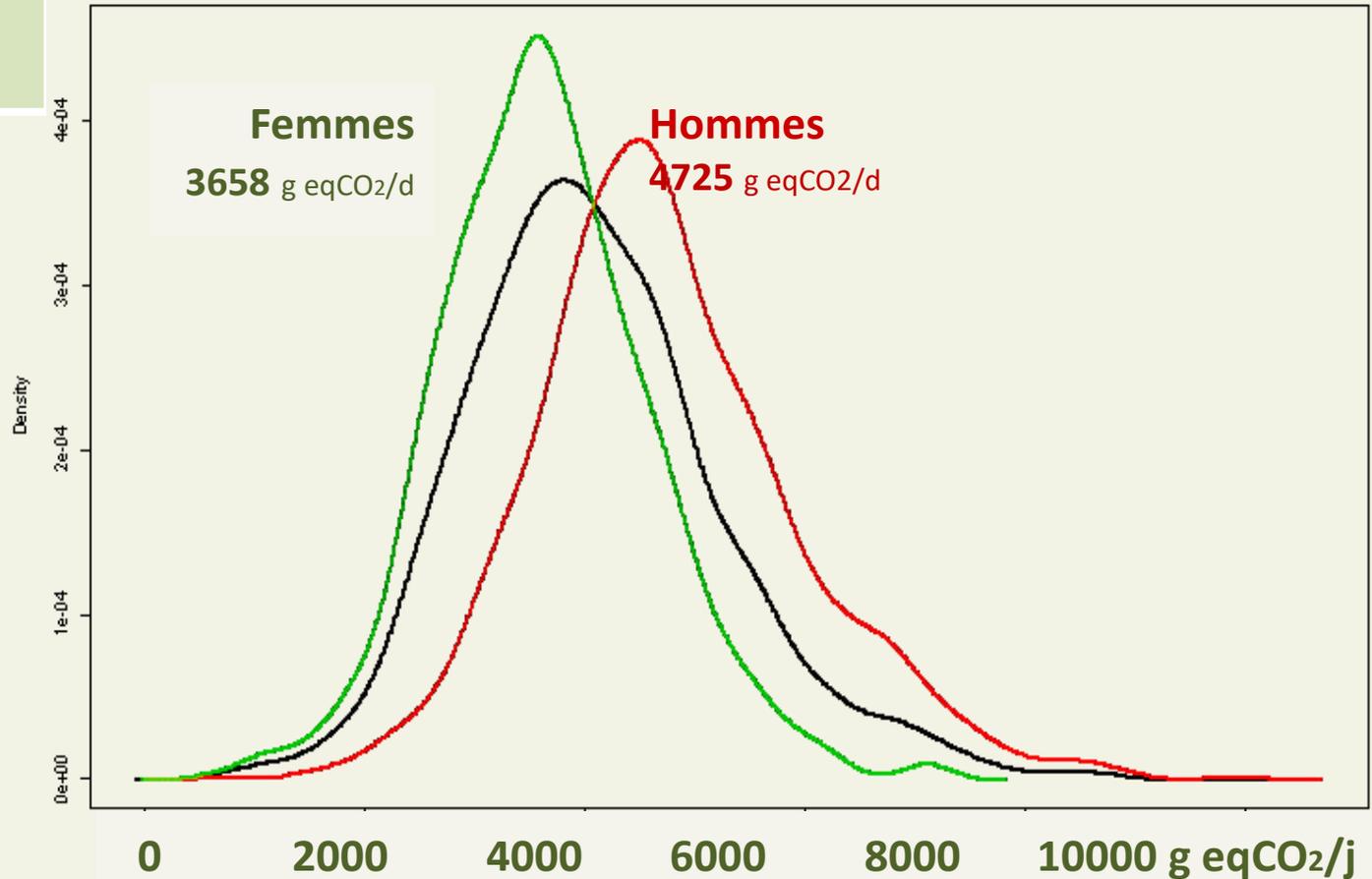
## EGES des diètes individuelles en France

(Vieux et al, Ecol, Econ 2012)

Moyenne

4090 g eq.CO<sub>2</sub>

→ Distribution



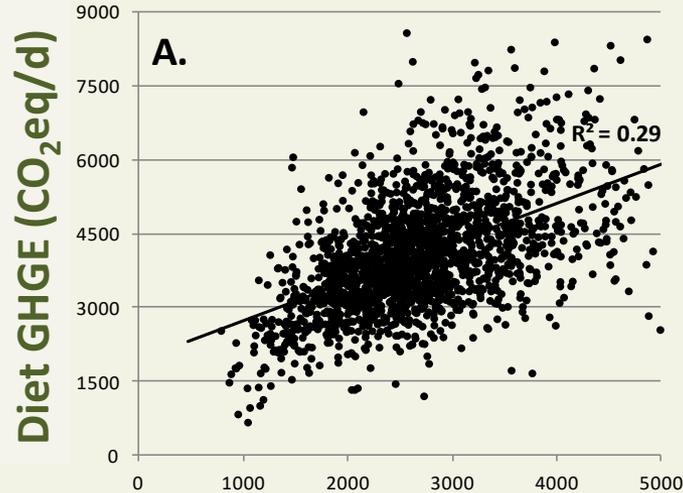
Données INCA2

=> Forte variabilité interindividuelle

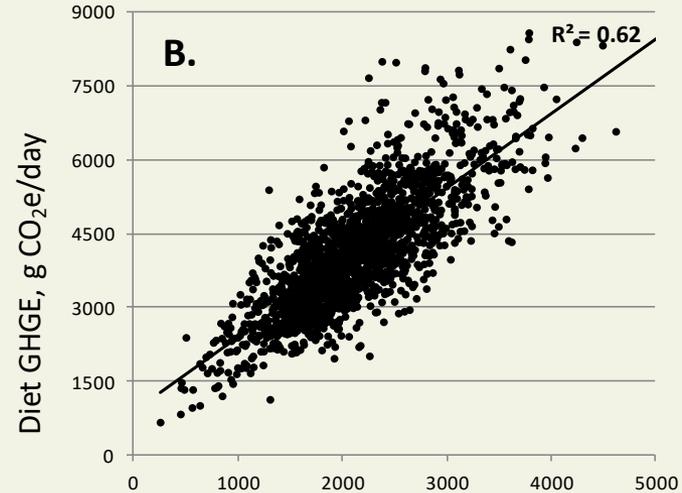
=> Impact EGES des femmes inférieur à celui des hommes ( $p < 0.001$ )

## Impact carbone de l'alimentation des adultes en France

*(Vieux et al, Ecol, Econ 2012)*



**A. Quantités (g/d)**



**B. Apports énergétiques (kcal/d)**

→ **Corrélation positive forte entre quantités et EGES**

→ **Gaspiller moins et manger moins pour impacter moins**

## Corrélation entre qualité nutritionnelle et EGES

**MAR , Mean Adequacy Ratio** = % moyen d'adéquation  
aux apports nutritionnels conseillés en 20 nutriments essentiels, par jour

(Vieux et al, AJCN 2013)

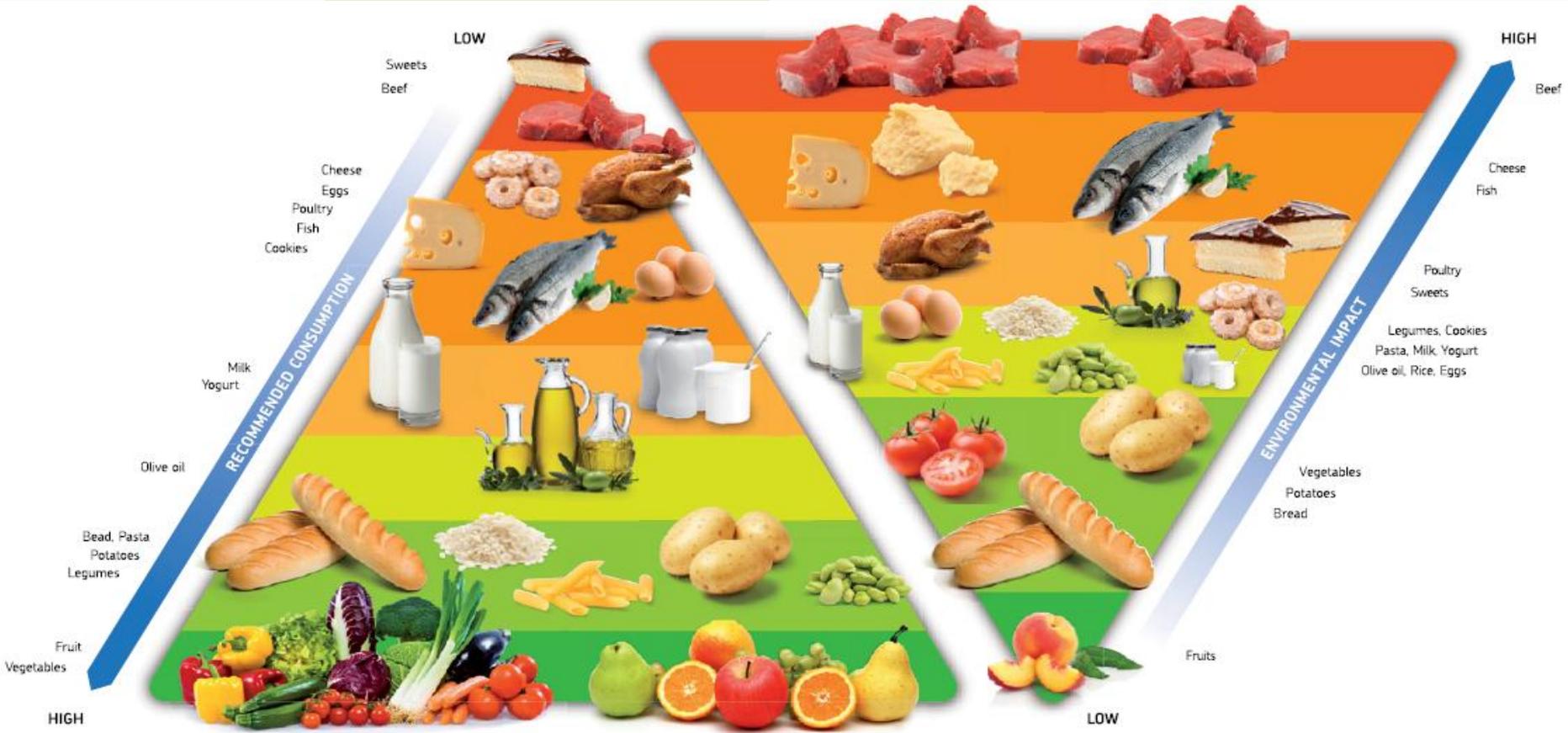
**MER , Mean Excess Ratio** = % d'excès moyen  
d'apports en Na, Acides Gras Saturés et sucres libres, par jour

**DE, Densité énergétique (solide)**, en kcal/100g consommés

	MAR	MER	ED
Emissions de GES	0.27	-0.14	-0.33 <sup>2</sup>

Ajusté (age, sexe et calories)

→ Aujourd'hui en France, une alimentation de meilleure qualité nutritionnelle est associée à plus d'EGES



FOOD PYRAMID

- Un problème avec le concept de “double pyramide” de Barilla?
- Oui: aliments les plus pauvres en nutriments pas les plus impactants
- Oui: tout dépend de l'unité fonctionnelle utilisée (kg or kcal?)

## Junk food/Western diet

## vs Saine/Méditerranéenne

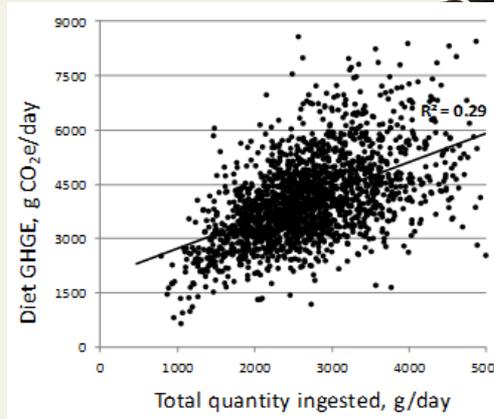


Densité  
énergétique

→ 300 kcal/100g

Quantité pour  
2000 kcal

→ 0.66 kg

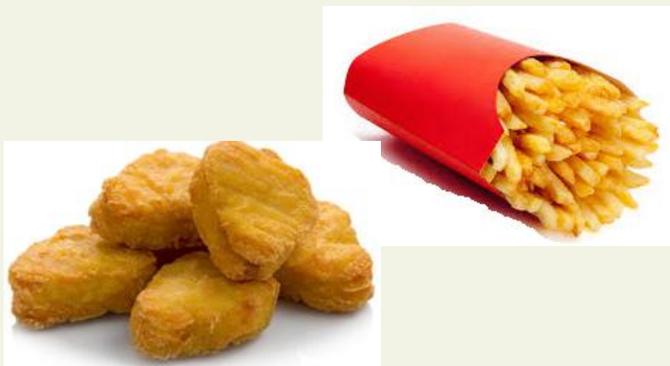


→ 125 kcal/100g  
(WRCF/IARC recommendation)

→ 1.60 kg

## → Laquelle est la plus durable?

## Laquelle est la plus durable?



Densité  
énergétique

→ 300 kcal/100g

→ 125 kcal/100g  
(WRCF/IARC recommendation)

Quantité pour  
2000 kcal



→ 0.66 kg



→ 1.60 kg

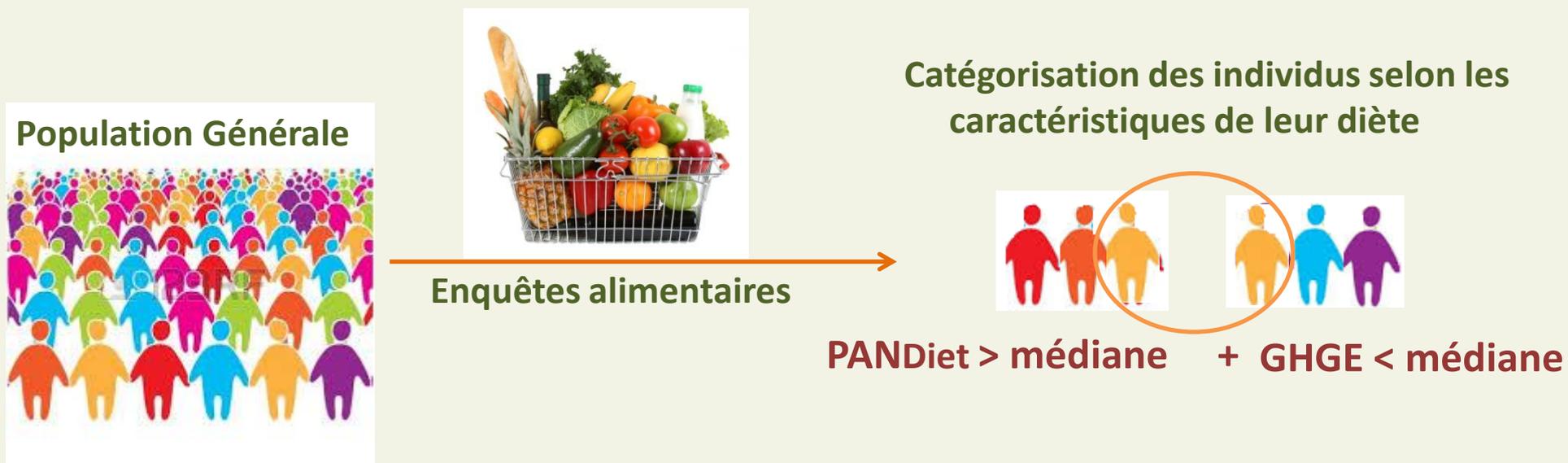
Moins sain et moins impactant

Plus sain et plus impactant

→ Limites d'un raisonnement basé sur des diètes caricaturales  
→ Importance de la dimension culturelle

## Identification de 'déviant positifs'

(Masset et al, AJCN 2014)



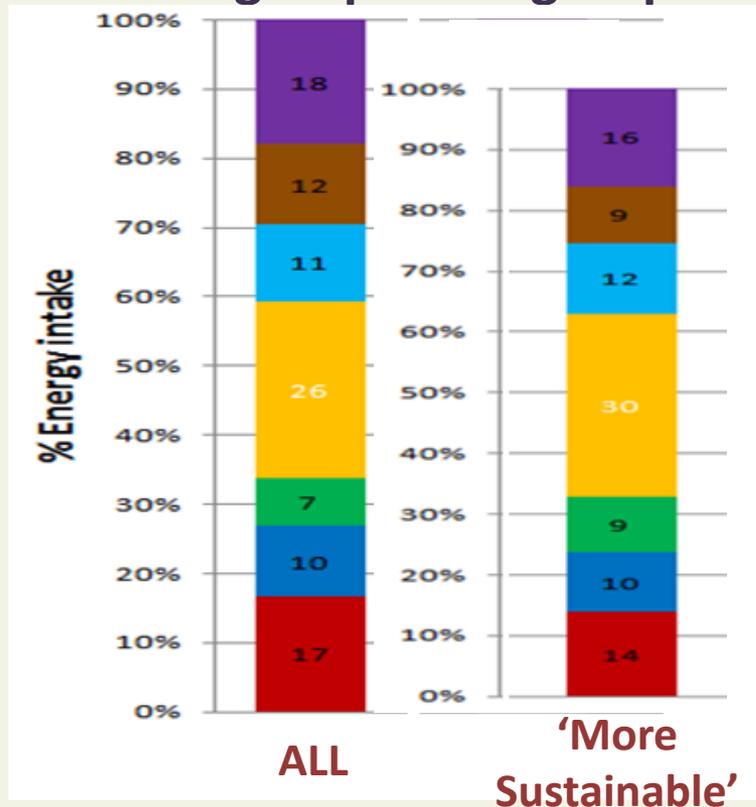
→ Les déviant positifs: GES diminués de 20% (vs moyenne)

→ Ils mangent moins (-200 à - 300 kcal, pour Hommes et Femmes respect.)

→ Ils mangent différemment (densité énergétique plus faible, équilibre entre grands groupes alimentaires modifié)

## Contribution énergétique des groupes d'aliments

(Masset et al, AJCN 2014)



- Snacks, sweets, desserts ↓
- Mixed dishes ↓
- Fats, condiments =
- Starchy foods ↑
- Fruit, vegetables, nuts ↑
- Dairy products =
- Meat, fish, eggs ↓

% poids végétaux: 53% => 58%

Coût estimé : 6,7€/d => 6,2 €/d

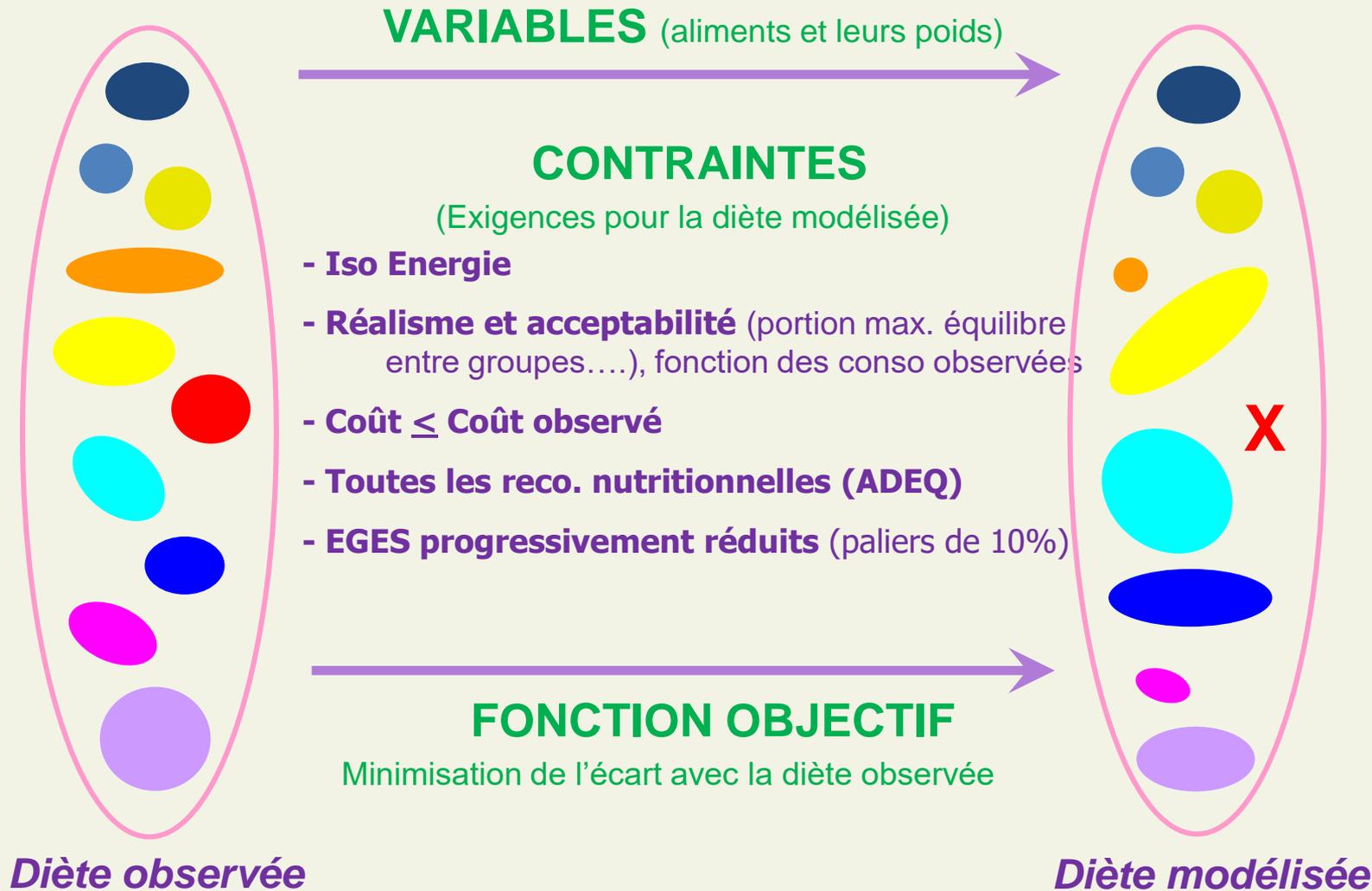
➔ Alimentation plus durable : pas de changement radical, sinon augmenter un peu la part des produits végétaux vs animaux

*Est-ce possible de réduire les GES alimentaires de plus de 20% tout en atteignant l'adéquation nutritionnelle ?*

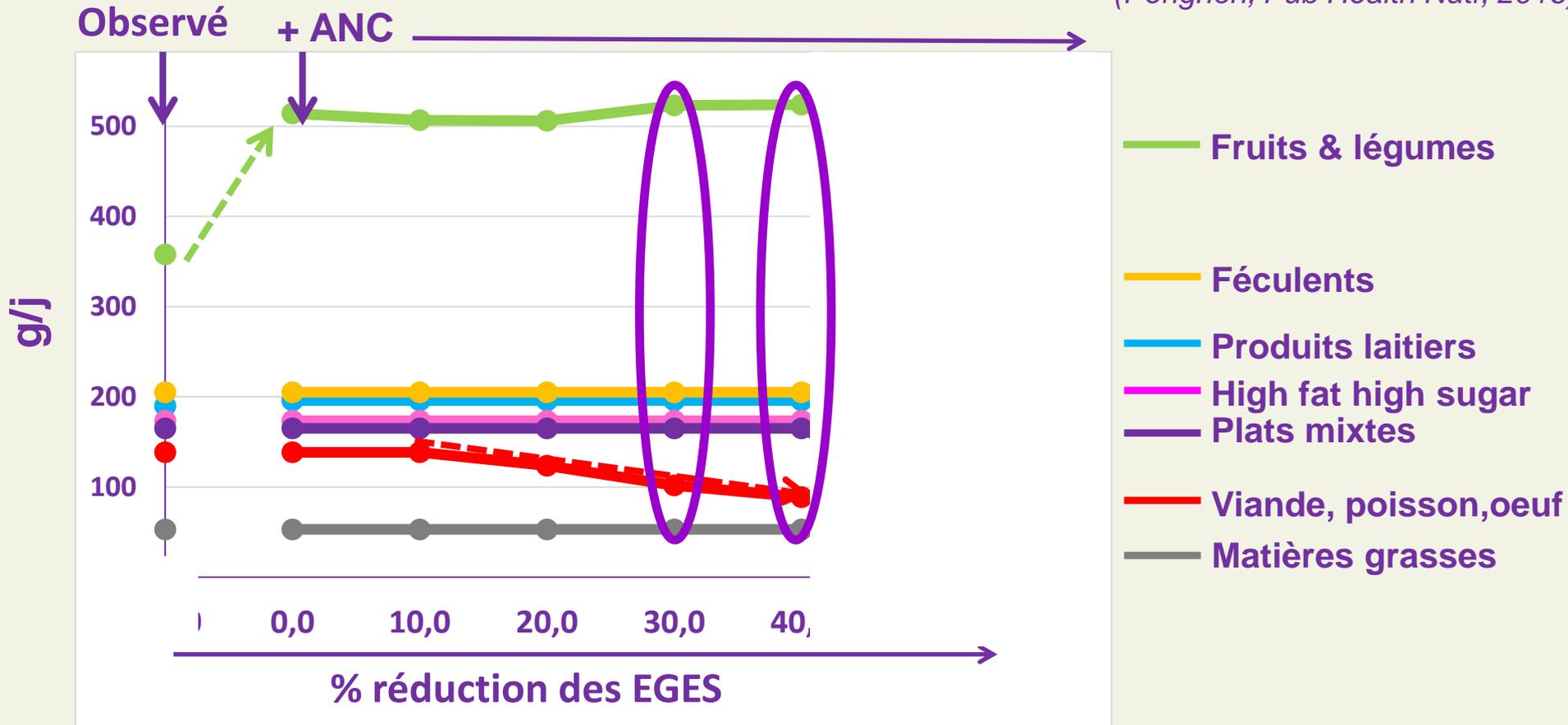
*REPONSE AVEC:*

**➔ Modélisation de rations par programmation linéaire**

Perignon et al, Pub Health Nutr 2016

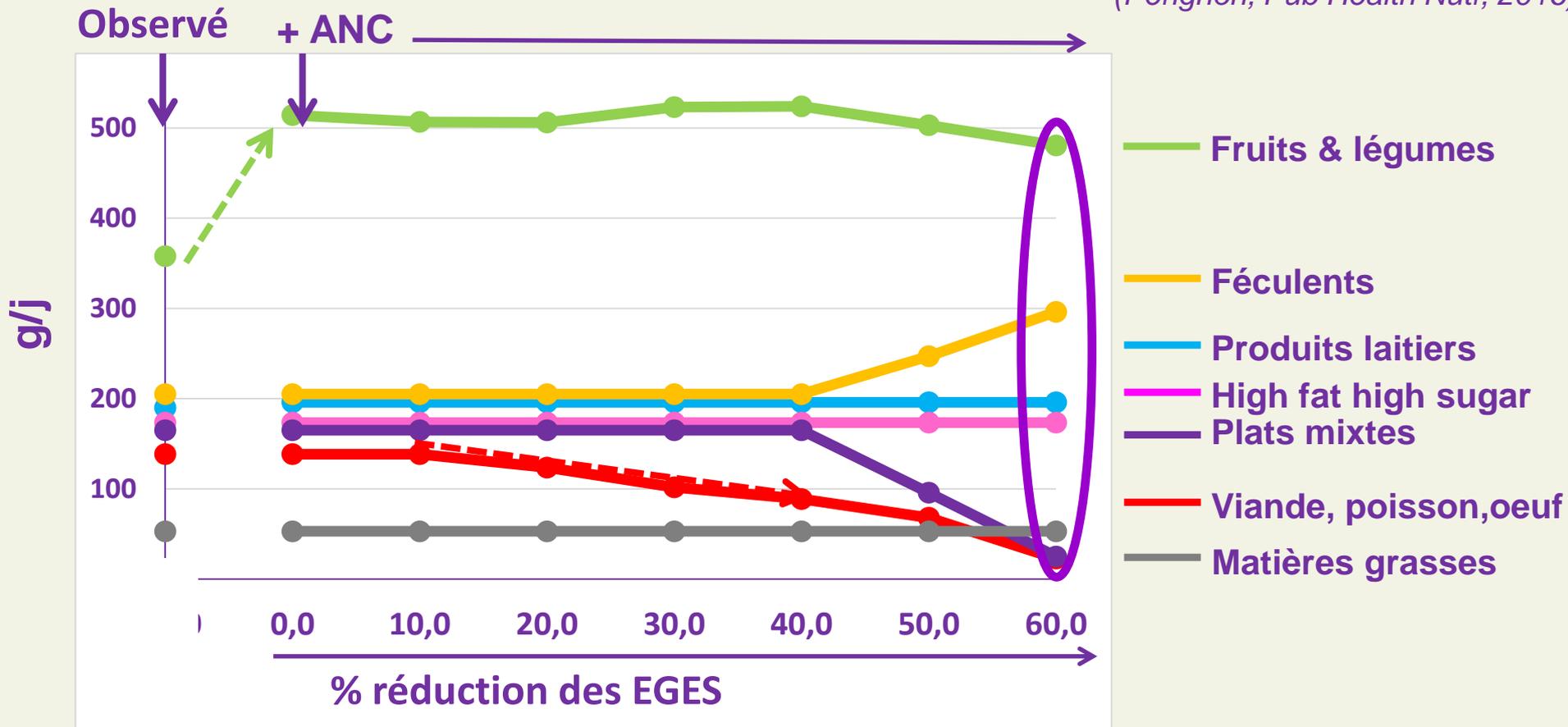


(Perignon, Pub Health Nutr, 2016)



→ Jusqu'à 30-40% de réduction des EGES, l'adéquation nutritionnelle peut être atteinte sans modification notable de la diète, sauf nette augmentation des fruits et légumes et réduction de la viande

(Perignon, Pub Health Nutr, 2016)



→ Réduction des EGES possible jusqu'à -60% mais avec des écarts plus importants vs les consommations observées :

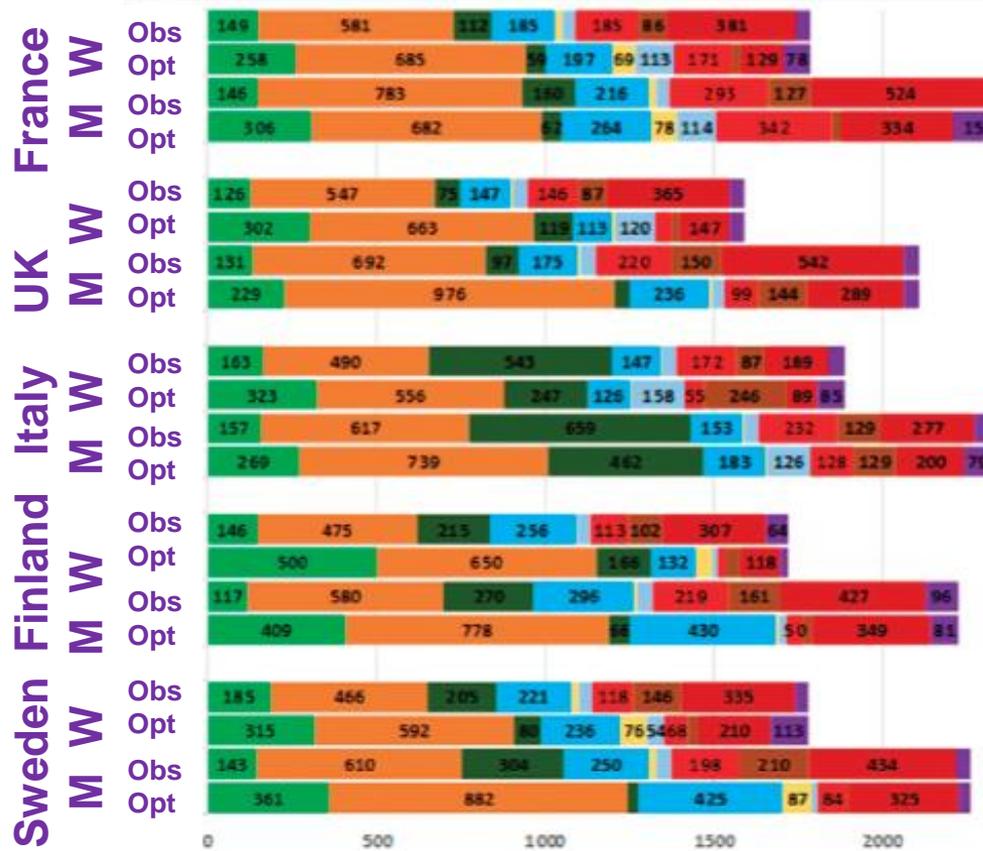
→ Probablement pas acceptable

# Et les autres pays Européens ?

→ Résultats du projet SUSDIET

(Vieux Eur J Clin Nutr, 2018)

Energie (kcal) apportée par les différents groupes d'aliments : diètes OBSERVEES et diètes MODELISEES (nutritionnellement adéquates et GHGE -30%)



→ **Tendances générales :**

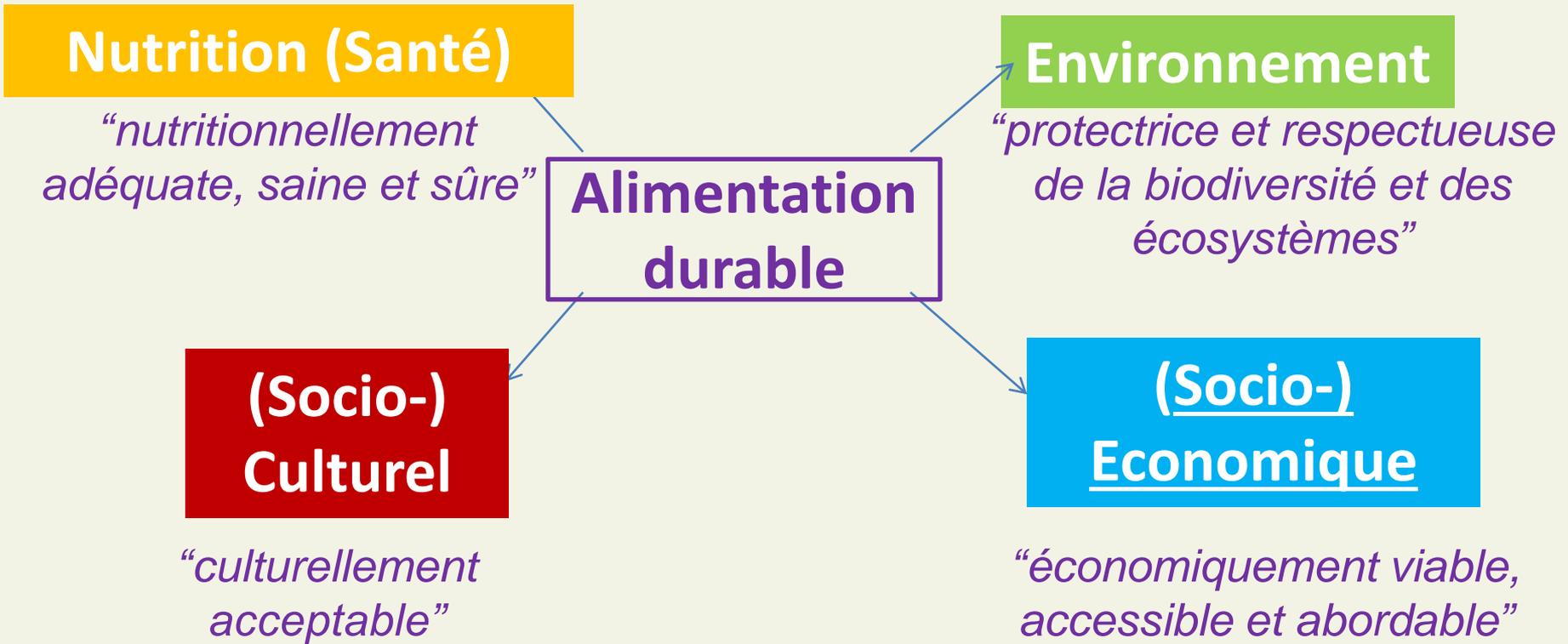
- Plus de F&V, plus de Féculents
- Moins de produits gras sucrés,
- Moins de boissons alcoolisées
- Diminution du ratio Animal/Végétal
- Moins de viande bovine et charcuterie

→ **Spécificités culturelles:**

- Poisson: plus en France & Italie, moins en Finlande
- Pds Laitiers : plus en France et Suède, autres pays : plus pour H, moins pour F

➔ **Différentes solutions durables pour différentes populations**  
(et pour les individus aussi: Maillot et al., *Buenos Aires*, oct. 2017)

# Conclusion



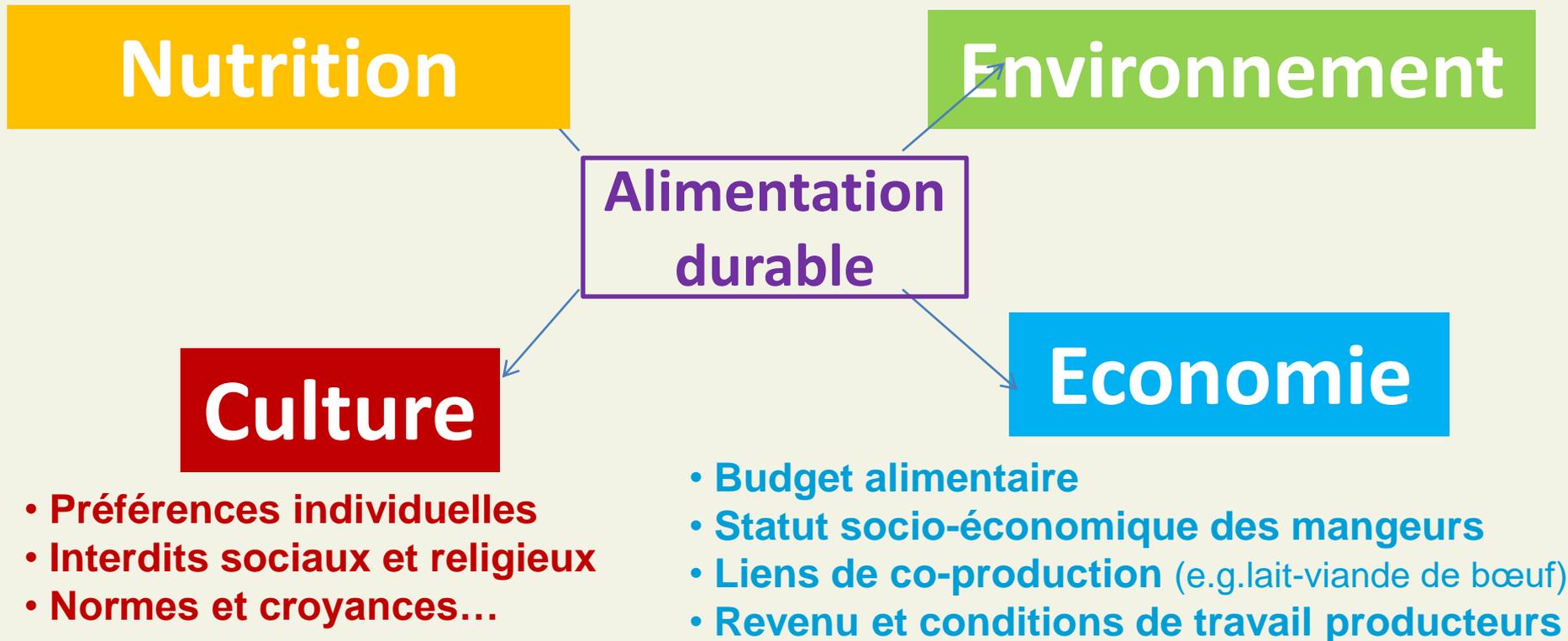
➡ Une alimentation nutritionnellement adéquate et financièrement abordable, avec réduction de 30% des EGES est possible via une modification des choix alimentaires

➡ Pour aller au-delà de 30%, agir sur les choix ne suffit pas, il faut aussi modifier l'offre alimentaire

# LIMITES et PERSPECTIVES

- Sécurité sanitaire
- Biodisponibilité des nutriments
- Rôle des suppléments
- Innovations nutritionnelles

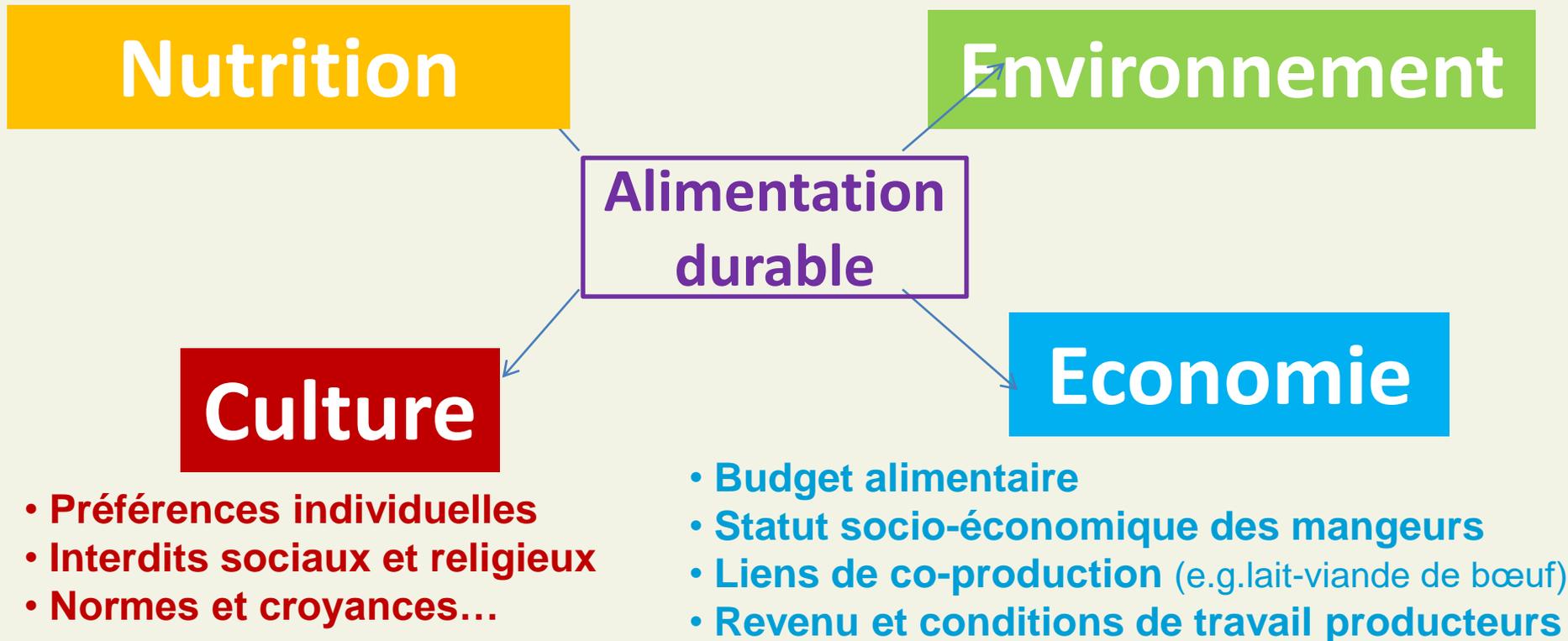
- Acidification, Eutrophisation
- Usage des terres, usage de l'eau
- Biodiversité
- Organique vs conventionnel
- Local vs global...



# LIMITES et PERSPECTIVES

- Sécurité sanitaire
- Biodisponibilité nutriments
- Rôle des suppléments
- Innovations nutritionnelles

- Acidification, Eutrophisation
- Usage des terres, usage de l'eau
- Biodiversité
- Organique vs conventionnel
- Local vs global...



# → Sécurité sanitaire : quelle compatibilité avec l'adéquation nutritionnelle ?

The Journal of Nutrition. First published ahead of print September 14, 2016 as doi: 10.3945/jn.116.234294.

The Journal of Nutrition  
Methodology and Mathematical Modeling



## Reaching Nutritional Adequacy Does Not Necessarily Increase Exposure to Food Contaminants: Evidence from a Whole-Diet Modeling Approach<sup>1-3</sup>

Tangui Barré,<sup>4</sup> Florent Vieux,<sup>5</sup> Marlène Perignon,<sup>4</sup> Jean-Pierre Cravedi,<sup>6</sup> Marie-Josèphe Amiot,<sup>4</sup> Valérie Micard,<sup>7</sup> and Nicole Darmon<sup>4\*</sup>

**Conclusions:** Based on a broad range of nutrients and contaminants, this first assessment of compatibility between nutritional adequacy and toxicological exposure showed that reaching nutritional adequacy might increase exposure to food contaminants, but within tolerable levels. However, there are some food combinations that can meet nutritional recommendations without exceeding observed exposures. *J Nutr* doi: 10.3945/jn.116.234294.

# → Biodisponibilité des nutriments : comment la prendre en compte ?

- Absorption du FER ➔ algorithme<sup>2</sup>

$$\ln(\text{non-heme iron absorption}) = 6.294 + 0.119 \cdot \ln(\text{vitamin C}) + 0.006 \cdot \ln(\text{Meat/Fish/Poultry} + 0.1) - 0.055 \cdot \ln(\text{tea} + 0.1) - 0.247 \cdot \ln(\text{phytate}) - 0.137 \cdot \ln(\text{Calcium}) - 0.083 \cdot \ln(\text{non-heme iron}) - 0.709 \cdot \ln(\text{serum ferritin})$$

- Absorption du ZINC ➔ algorithme<sup>3</sup>

$$TAZ = 0.5 \cdot \left( A_{MAX} + TDZ + K_R \cdot \left( 1 + \frac{TDP}{K_P} \right) - \sqrt{\left( A_{MAX} + TDZ + K_R \cdot \left( 1 + \frac{TDP}{K_P} \right) \right)^2 - 4 \cdot A_{MAX} \cdot TDZ} \right)$$

TDZ: Total Dietary Zinc ,  
TDP: Total Dietary Phytate,  
 $A_{max}=0.13$ ,  $K_f=0.10$

- Qualité des PROTEINES ➔ score<sup>1</sup>

Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) =  
% digestibility x amino acid score

## Références:

- <sup>1</sup>FAO/WHO/UNU Expert Consultation (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition: joint FAO/WHO/UNU expert consultation
- <sup>2</sup>Armah et al. (2013). A complete diet-based algorithm for predicting nonheme iron absorption in adults. *The Journal of nutrition*, 143(7), 1136–40
- <sup>3</sup>Miller et al. (2007). A mathematical model of zinc absorption in humans as a function of dietary zinc and phytate. *J Nutr*, 137(1), 135–41



The bioavailability of iron, zinc, protein and vitamin A is highly variable in French individual diets: Impact on nutrient inadequacy assessment and relation with the animal-to-plant ratio of diets

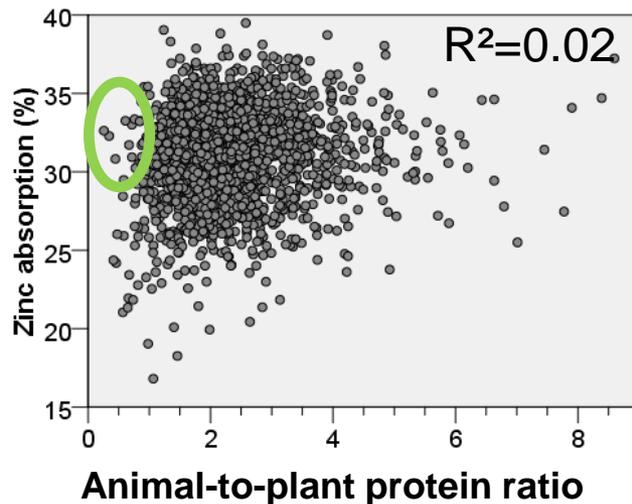
Marlène Perignon<sup>a,1</sup>, Tangui Barré<sup>a,1</sup>, Rozenn Gazan<sup>a,b</sup>, Marie-Josèphe Amiot<sup>a,c</sup>, Nicole Darmon<sup>a</sup>

# Biodisponibilité des nutriments

(Perignon, *Food Chemistry*, 2018)

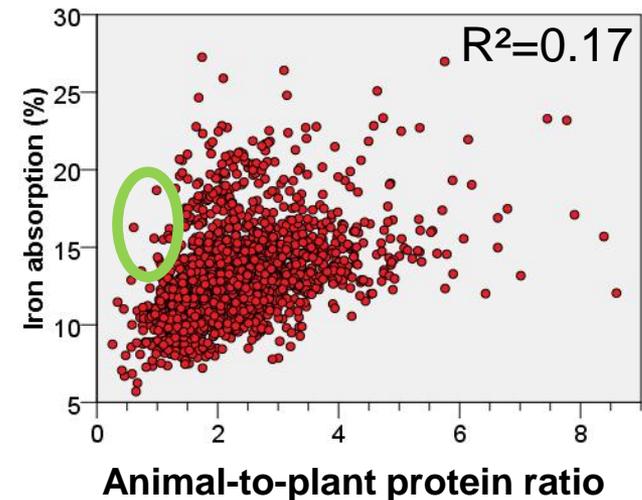
## Absorption du ZINC

(n=1899)



## Absorption du FER

(n=1899)



- ➔ **Variation de biodisponibilité peu expliquée par le ratio animal/végétal**
- ➔ **Large variabilité de la biodisponibilité pour un même rapport animal/végétal**
- ➔ **Des biodisponibilités élevées peuvent être observées, même avec A/P<1**

**THANK YOU**

