



**HAL**  
open science

## Valeurs nutritionnelles des protéines végétales dans l'alimentation

Stéphane Walrand, Didier Remond, Sandra Denery-Papini, Marc Anton,  
Didier Dupont

► **To cite this version:**

Stéphane Walrand, Didier Remond, Sandra Denery-Papini, Marc Anton, Didier Dupont. Valeurs nutritionnelles des protéines végétales dans l'alimentation. Salon de l'agriculture, Centre National des Expositions et Concours Agricoles (CENECA). FRA., Feb 2013, Paris, France. hal-02802394

**HAL Id: hal-02802394**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02802394v1>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Valeurs nutritionnelles des protéines végétales dans l'alimentation

Stéphane Walrand<sup>1</sup>, Didier Rémond<sup>1</sup>, Sandra Denery<sup>2</sup>, Marc Anton<sup>2</sup>, Didier Dupont<sup>3</sup>

[swalrand@clermont.inra.fr](mailto:swalrand@clermont.inra.fr)

<sup>1</sup>UMR1019 - Unité de Nutrition Humaine  
INRA de Clermont-Fd/Theix

<sup>2</sup>Biopolymères, Interactions Assemblages  
INRA de Nantes

<sup>3</sup>UMR1253 STLO Science et Technologie du Lait et de l'Oeuf  
INRA de Rennes





# Les recommandations alimentaires

## Protéines :

20 acides aminés dont **9 acides aminés indispensables**

### Rôles :

- ❖ Structure des tissus : collagène, myofibrilles...
- ❖ Mobilité cellulaire : actine, myosine ...
- ❖ Défenses immunitaires : immunoglobulines ...
- ❖ Communication intercellulaire : hormones et médiateurs
- ❖ Catalysent les réactions chimiques : enzymes
- ❖ Transporteurs, récepteurs



Renouvellement permanent : définit la qualité fonctionnelle des protéines

## Apports nutritionnels conseillés : ANC

ANC (adultes) : 0,8 g de protéines de **bonne qualité**/kg PC/ j



Fonction de l'équilibre en acides aminés indispensables et de la digestibilité

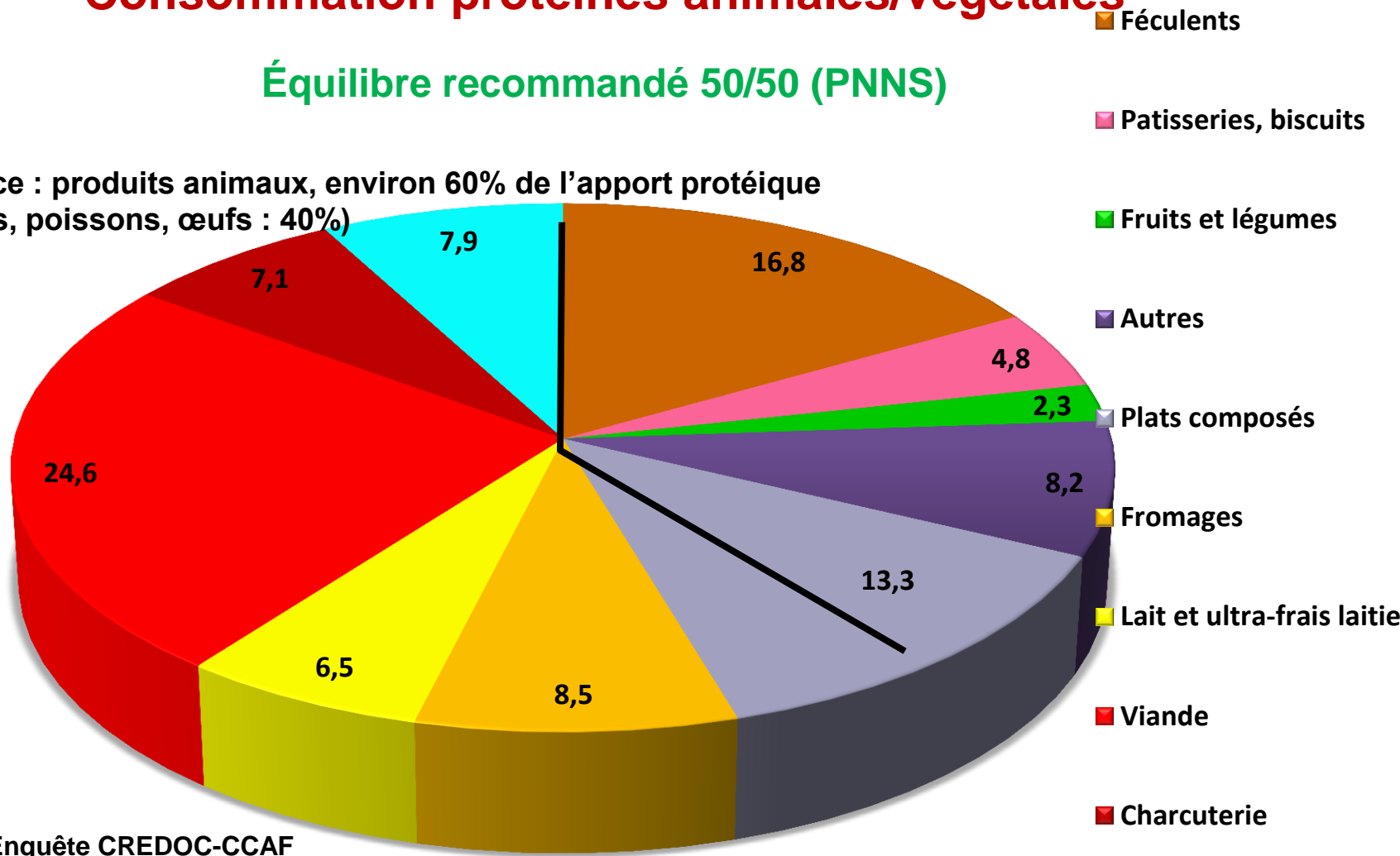
**Consommation moyenne en France : 1,4 g protéines/kg PC/j**



# Consommation protéines animales/végétales

## Équilibre recommandé 50/50 (PNNS)

En France : produits animaux, environ 60% de l'apport protéique  
(viandes, poissons, œufs : 40%)



Enquête CREDOC-CCAF



# Comparaison de la qualité nutritionnelle des protéines animales vs végétales





# Protéines

## Produits animaux

**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

## Produits végétaux

**Légumineuses, Céréales, Légumes verts,  
Tubercules et racines, Fruits**





# Protéines

## Produits animaux

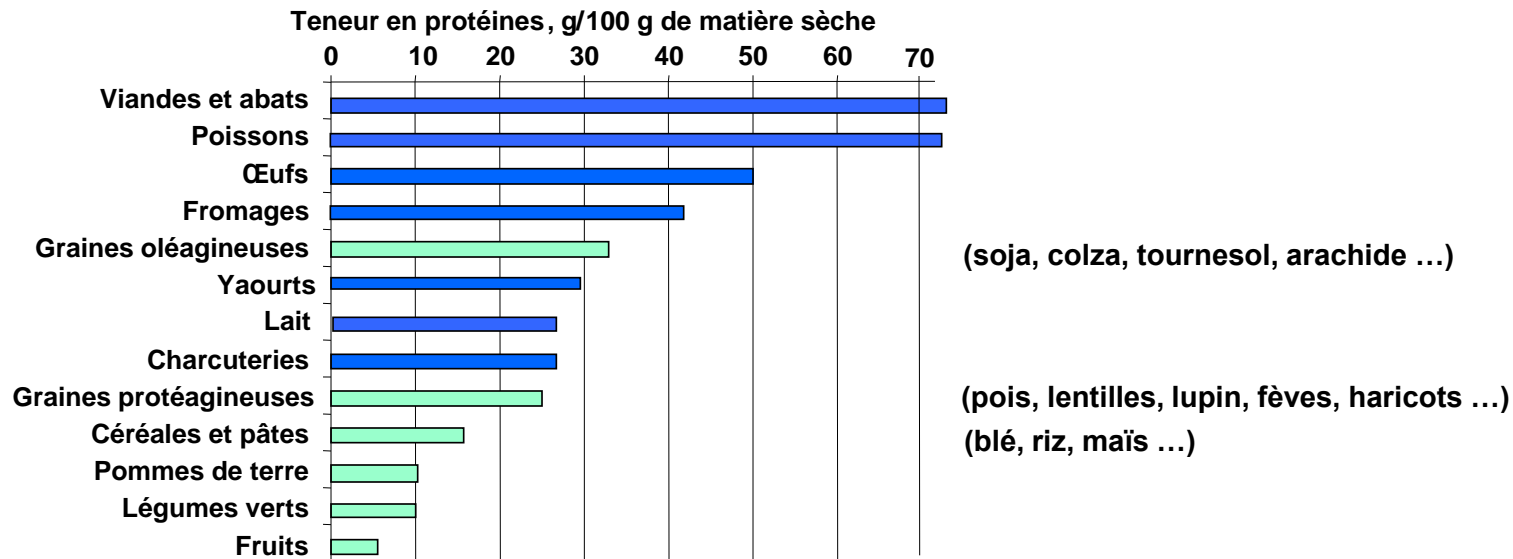
## Produits végétaux

**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

• riches en protéines

**Légumineuses, Céréales, Légumes verts,  
Tubercules et racines, Fruits**

• teneurs en protéines :  
% aliment: légumineuses > céréales > légumes verts





# Protéines

## Produits animaux

**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

- riches en protéines
- **très digestibles**

## Produits végétaux

**Céréales, Légumineuses,  
Légumes verts, Tubercules et racines, Fruits**

- teneurs en protéines < 40%
- **moins digestibles**

- Présence d'un réseau de constituants glucidiques indigestibles
- Structure des protéines

## Digestibilité dans l'intestin grêle

Aliment	Digestibilité iléale	Ref
Farine de blé (toast)	90.3	Bos et al., 2005
Farine de lupin	91.0	Mariotti et al., 2001b
Isolat de soja	91.5	Mariotti et al., 1999
Protéines de pois	89.9	Mariotti et al., 2001a
Protéines de colza	84.0	Bos et al., 2007
Œuf (cru/cuit)	51.3-90.9	Evenepoel et al., 1998
Boeuf	94.3	Sylvester et Cummings, 1995
Caseine	98.0	Deglaire et al., 2009







# Protéines

## Produits animaux

## Produits végétaux

**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

- riches en protéines
- très digestible
- **peu de pertes endogènes**

**Céréales, Légumineuses,  
Légumes verts, Tubercules et racines, Fruits**

- teneurs en protéines < 40%
- préparation culinaire pour améliorer la digestibilité
- **accroissent les pertes endogènes**

### Procédés et préparations culinaires pour améliorer la digestibilité

**Table 3.** Effects of processing on true rat faecal digestibility (%) of selected amino acids in red kidney beans\*†

Amino Acid	Raw Kidney beans	Home-cooked Kidney beans	Canned Kidney beans
Arginine	28 <sup>a</sup>	88 <sup>c</sup>	78 <sup>b</sup>
Histidine	32 <sup>a</sup>	86 <sup>c</sup>	80 <sup>b</sup>
Isoleucine	12 <sup>a</sup>	83 <sup>c</sup>	76 <sup>b</sup>
Leucine	4 <sup>a</sup>	86 <sup>c</sup>	74 <sup>b</sup>
Lysine	27 <sup>a</sup>	85 <sup>c</sup>	75 <sup>b</sup>
Methionine + cystine	-19 <sup>a</sup>	68 <sup>c</sup>	40 <sup>b</sup>
Phenylalanine + tyrosine	8 <sup>a</sup>	85 <sup>c</sup>	79 <sup>b</sup>
Threonine	11 <sup>a</sup>	78 <sup>c</sup>	73 <sup>b</sup>
Tryptophan	13 <sup>a</sup>	84 <sup>c</sup>	63 <sup>b</sup>
Valine	-8 <sup>a</sup>	82 <sup>c</sup>	68 <sup>b</sup>

a,b,c Digestibility values within a row with unlike superscript letters among the three diets were significantly different ( $P < 0.05$ ).

\* Data were abstracted from Wu *et al.*<sup>(22)</sup>. Diets were formulated to contain 10% protein. A protein-free diet was fed to estimate metabolic faecal amino acids; used in the calculations of true digestibility.

† Treatments: raw, uncooked dry beans; home-cooked beans (boiled in water, 100°C for 120 min); canned, commercially canned beans, Progresso; Casein, ANRC casein.





# Protéines

## Produits animaux

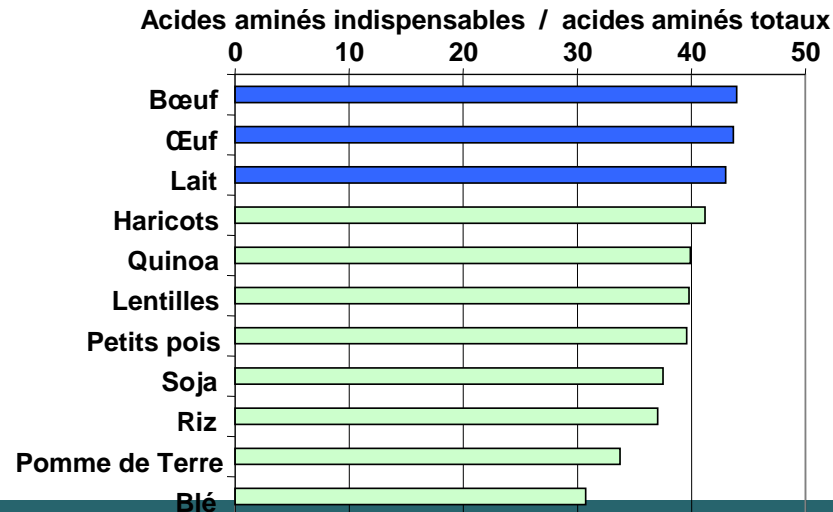
**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

- riches en protéines
- très digestibles
- peu de pertes endogènes
- **riches en AA indispensables**

## Produits végétaux

**Céréales, Légumineuses,  
Légumes verts, Tubercules et racines, Fruits**

- teneurs en protéines < 40%
- préparation culinaire pour améliorer la digestibilité
- accroissent les pertes endogènes
- **teneur limitée en acides aminés indispensables**





# Protéines

## Produits animaux

**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

- riches en protéines
- très digestible
- peu de pertes endogènes
- riches en acides aminés indispensables
- **équilibre des AA indispensables proche des besoins de l'homme**

## Produits végétaux

**Céréales, Légumineuses,  
Légumes verts, Tubercules et racines, Fruits**

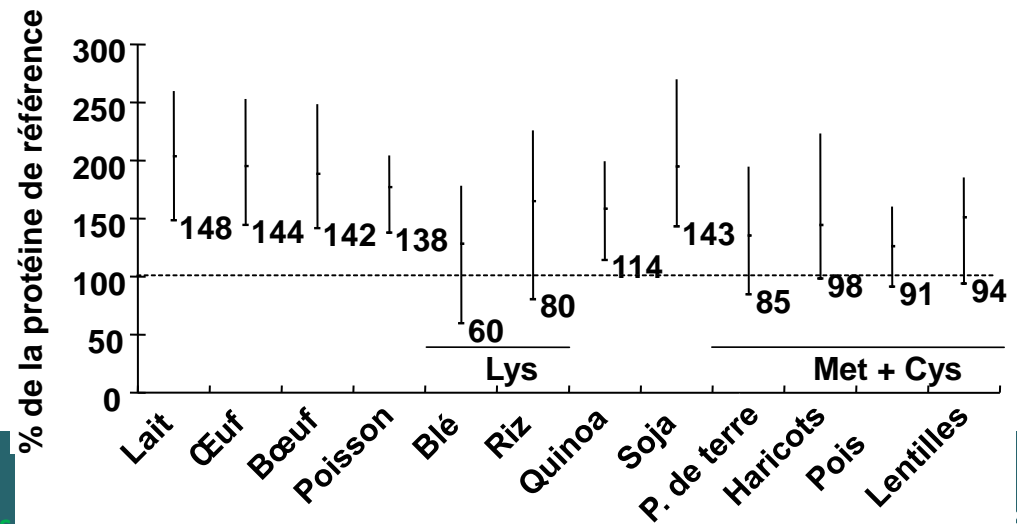
- teneurs en protéines :
- préparation culinaire pour améliorer la digestibilité
- accroissement des pertes endogènes
- riches en acides aminés non indispensables
- **déficiences en certains AA indispensables**

### protéine de référence

(Afssa 2007) en mg/g protéine

Histidine	17
Leucine	59
Isoleucine	27
Valine	27
Lysine	45
AA soufrés	23
AA aromatiques	41
Thréonine	25
Tryptophane	6

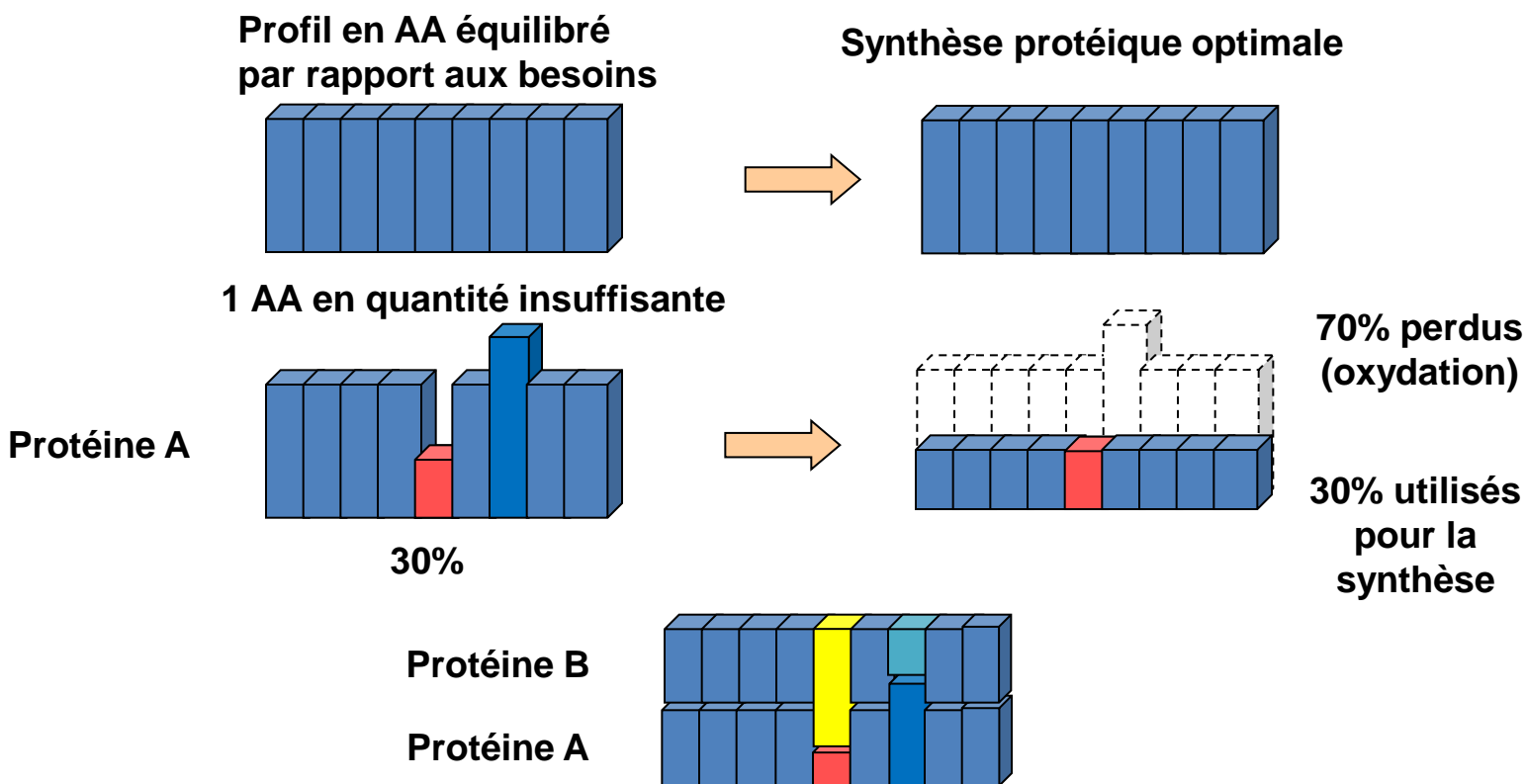
$$\text{Index chimique} = \frac{[\text{AA limitant}] (\text{mg/g protéine testée})}{[\text{même AA}] (\text{mg/g protéine de référence})} \times 100$$





# Quelles sont les répercussions métaboliques ?

## Principe de l'acide aminé limitant



⇒ Complémentarité nécessaire entre les sources protéiques

Ex : céréales + légumineuses



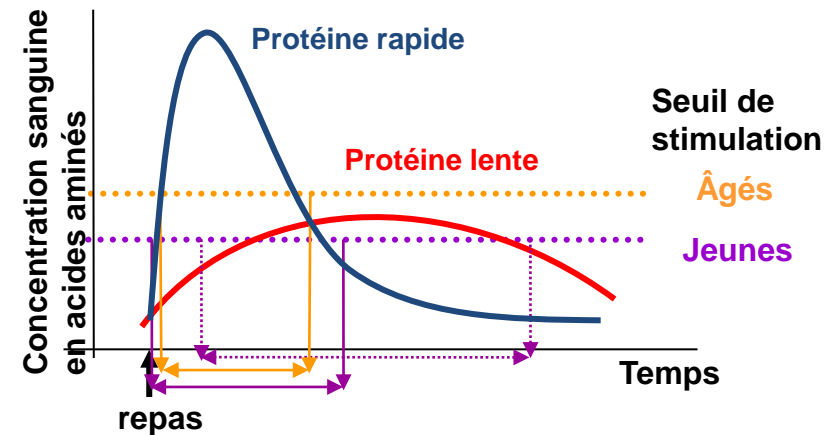
## Vers de nouveaux critères de qualité (1) ?

### Protéines :

#### ❖ Vitesse de digestion

Personnes âgées :

Protéines à digestion rapide plus intéressantes pour lutter contre la fonte musculaire (sarcopénie)



#### ❖ Rôle signal ou fonctionnel de certains AA et peptides

**Leucine** (abondante dans les protéines du lactosérum) → **stimule la synthèse protéique**

#### Peptides bioactifs

Action locale  
sur le système digestif

Action périphérique  
Système immunitaire  
Système nerveux central  
Système cardiovasculaire





## Vers de nouveaux critères de qualité (2) ?

### ❖ Complexité / densité nutritionnelle de la source

- **Viandes, Poissons, Œufs**

**Vit. B12, DHA**

**équilibre en AAI**

- **Lait, Fromages**

**Ca, Fe**

- **Céréales et dérivés, Légumineuses**

**glucides complexes**

- **Fruits, Légumes**

**Vit. (C)**

**fibres**

**micronutriments**



**Caroténoïdes**  
Lycopène



**Flavonoïdes**  
Resveratrol

**Glucosinolates**  
isothiocyanates



lutéine



Isoflavones

**Curcuminoides**





# Quelques exemples de comparaison de la qualité nutritionnelle des protéines animales vs végétales



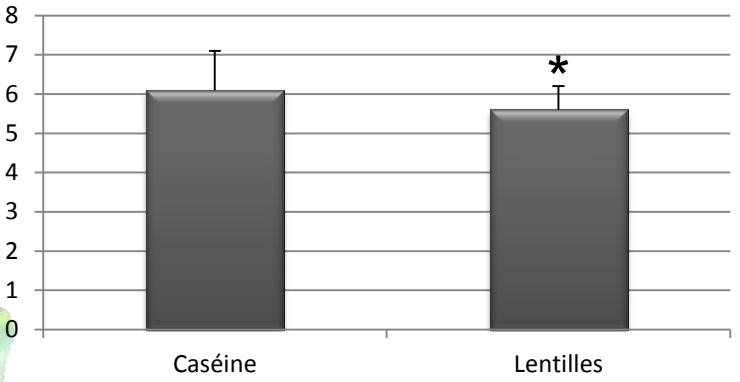


Combe, 2004

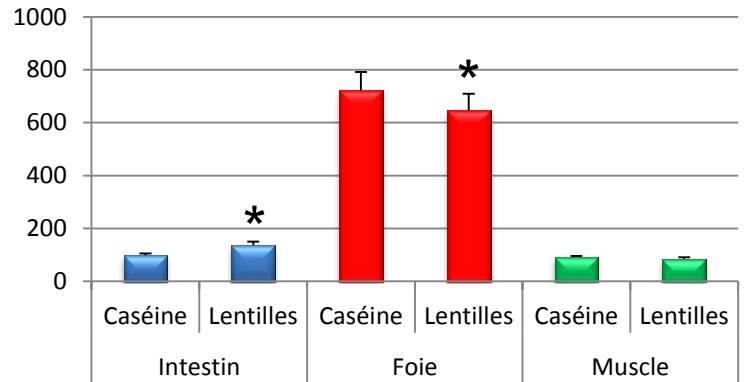
# Efficacité : croissance corporelle et tissulaire chez le rat

Rats de 3-4 semaines, nourris avec 2 sources protéiques (caséine, lentilles) durant 2 semaines

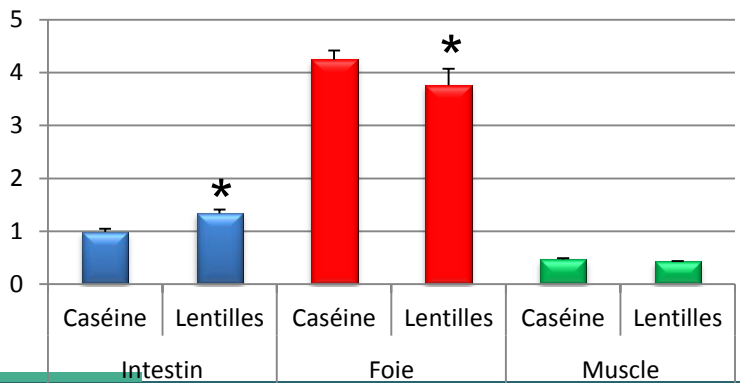
### Taux de croissance (g/j)



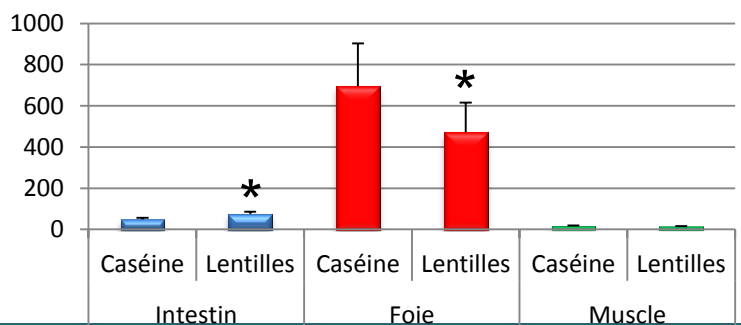
### Contenu protéique (mg/100g)



### Poids du tissu (g/100g)



### Synthèse protéique (mg/j/100g)







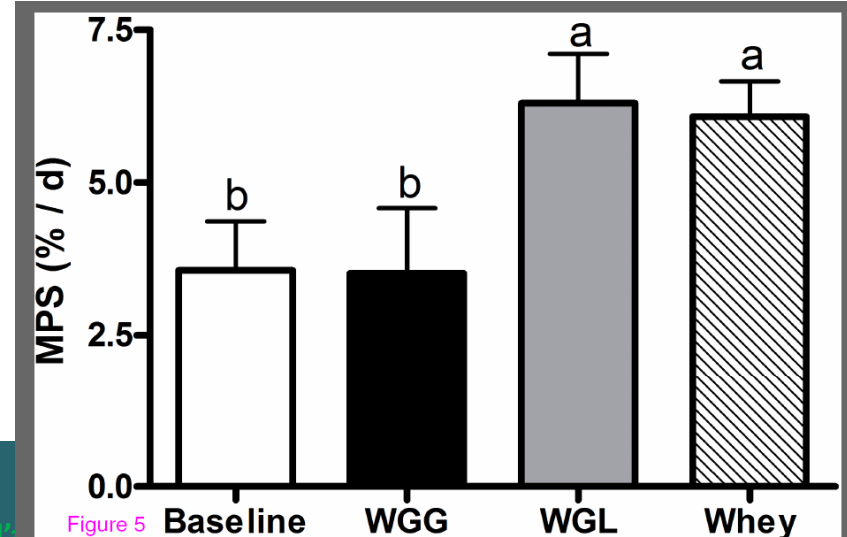
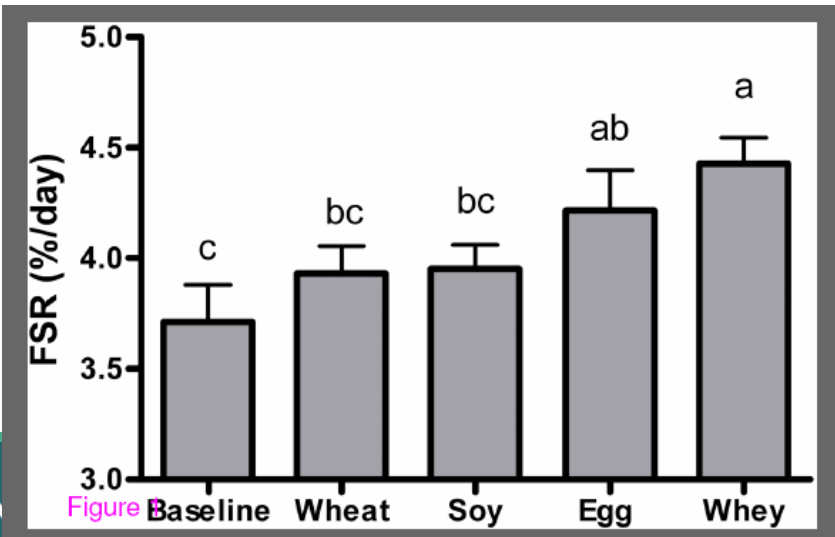
Norton, 2012

## Efficacité : biodispo en AA et synthèse protéique musculaire chez le rat

Rats de 3-4 semaines, nourris avec 4 sources protéiques (blé, soja, œuf et lacto) durant 2 semaines

**Table 4 Experiment1: Selected plasma essential amino acid<sup>1</sup> and glucose<sup>2</sup> concentrations 90 min after feeding meals containing wheat, soy, egg, or whey proteins<sup>3-4</sup>**

	Baseline <sup>5</sup>	Wheat	Soy	Egg	Whey
Leucine	84 ± 4.6 <sup>c</sup>	78 ± 4.3 <sup>c</sup>	84 ± 5.6 <sup>c</sup>	146 ± 8.4 <sup>b</sup>	192 ± 11.4 <sup>a</sup>
Isoleucine	56 ± 3.4 <sup>d</sup>	50 ± 2.9 <sup>d</sup>	74 ± 4.0 <sup>c</sup>	121 ± 6.3 <sup>b</sup>	144 ± 8.2 <sup>a</sup>
Valine	117 ± 8.2 <sup>cd</sup>	95 ± 5.2 <sup>d</sup>	143 ± 8.1 <sup>c</sup>	295 ± 14.2 <sup>b</sup>	248 ± 13.7 <sup>a</sup>
∑ BCAA	257 ± 16.0 <sup>bc</sup>	223 ± 12.1 <sup>c</sup>	301 ± 17.4 <sup>b</sup>	562 ± 28.5 <sup>a</sup>	584 ± 33.0 <sup>a</sup>
Lysine	510 ± 29.8 <sup>ab</sup>	227 ± 23.8 <sup>ab</sup>	419 ± 37.2 <sup>b</sup>	495 ± 35.6 <sup>ab</sup>	549 ± 29.3 <sup>a</sup>
Methionine	51 ± 2.9 <sup>bc</sup>	46 ± 2.8 <sup>bc</sup>	38 ± 4.1 <sup>c</sup>	86 ± 6.8 <sup>a</sup>	52 ± 5.2 <sup>b</sup>
Threonine	252 ± 13.7 <sup>c</sup>	269 ± 30.4 <sup>bc</sup>	349 ± 40.6 <sup>bc</sup>	357 ± 28.3 <sup>ab</sup>	538 ± 51.2 <sup>a</sup>
Glucose	7.8 ± 0.6 <sup>b</sup>	9.9 ± 0.5 <sup>a</sup>	8.5 ± 0.7 <sup>ab</sup>	9.7 ± 0.8 <sup>a</sup>	9.4 ± 0.4 <sup>a</sup>





## Effet de procédés sur l'efficacité protéique (gain de poids/apport protéique) chez le rat

Rats de 3-4 semaines, nourris avec une source de protéines de soja ayant subi différents traitement

**Table 5.** Effects of processing on contents of trypsin inhibitors, protein digestibility and protein quality of three soyabean breeding lines developed in Nigeria\*

Soyabean line	Trypsin inhibitors (mg/g protein)	True faecal protein digestibility (%)	Protein Efficiency Ratio (PER)
TG-923-2, raw	20.3 <sup>c</sup>	58 <sup>a</sup>	- 0.88 <sup>a</sup>
TG-923-2, autoclaved	15.9 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>	1.33 <sup>b</sup>
TG-923-2, boiled	2.2 <sup>a</sup>	93 <sup>c</sup>	2.30 <sup>c</sup>
TG-1019-2, raw	51.1 <sup>c</sup>	48 <sup>a</sup>	- 0.46 <sup>a</sup>
TG-1019-2, autoclaved	22.5 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	0.91 <sup>b</sup>
TG-1019-2, boiled	9.8 <sup>a</sup>	75 <sup>c</sup>	1.38 <sup>c</sup>
TG-1497-1	46.6 <sup>c</sup>	47 <sup>a</sup>	- 0.46 <sup>a</sup>
TG-1497-1	21.5 <sup>b</sup>	61 <sup>b</sup>	0.92 <sup>b</sup>
TG-1497-1	12.7 <sup>a</sup>	75 <sup>c</sup>	1.35 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Means for trypsin inhibitor contents, true protein digestibility or PER within each soyabean line bearing unlike superscript letters were significantly ( $P < 0.05$ ) different.

\* Data were abstracted from Giami<sup>(11)</sup>. The trypsin inhibitor contents, true protein digestibility and PER of the casein control diet were 0.00, 95 and 2.47, respectively.



# Conclusion

## Qualité nutritionnelle des protéines selon les critères classiques :

**Produits laitiers, Viandes et produits carnés  
Poissons et produits de la pêche, Œufs**

- riches en protéines
- facilement assimilables
- peu de pertes digestives
- acides aminés indispensables
- équilibre des AA indispensables

**animales > végétales**

**Céréales, Légumineuses,  
Légumes verts, Tubercules et racines, Fruits**

- teneurs en protéines variables
- préparation culinaire pour améliorer l'assimilation
- sécrétions endogènes
- riches en acides aminés non indispensables
- déficiences en certains AA indispensables

## Mais d'autres (nouveaux) critères peuvent être pris en considération :

### Vitesse de digestion ?

Semble supérieur pour les produits animaux, mais peu de données  
Impact important de la mastication pour les aliments solides

### AA à fonctions biologiques définies - Peptides bioactifs ?

Produits animaux :

Ex : Carnosine (pouvoir tampon, antioxydant, antiglycation) dans les produits carnés

Peptides contre l'hypertension (inhibition de l'ACE) dans les laits fermentés et la viande ...

Produits végétaux ?

### La complexité de l'aliment ?



# Perspectives

**L'utilisation des sources protéiques végétales en alimentation humaine nécessite certains développements.**

**1-travailler sur des mélanges de protéines issues de différentes sources végétales**

Permettra d'obtenir un profil « équilibré » en acides aminés (acides aminés limitants)

**2-travailler sur des procédés permettant d'augmenter l'efficacité nutritionnelle de ces sources protéiques (digestibilité/assimilation/rétention)**



# Merci



## Tous nos partenaires industriels

