

# Les protéines végétales pour les personnes âgées: un avantage ou un risque pour la santé ?

**Marine Gueugneau, INRAE**

Equipe Alimentation, Santé Musculaire et Sarcopénie

UMR1019 – Unité de Nutrition Humaine

INRA Clermont-Ferrand/Theix

[marine.gueugneau@inrae.fr](mailto:marine.gueugneau@inrae.fr)



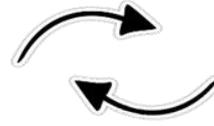
# La végétalisation de l'assiette

La **transition alimentaire actuelle**, c'est évoluer vers une alimentation permettant de :

Nourrir **9 milliards d'individus**  
en 2050...

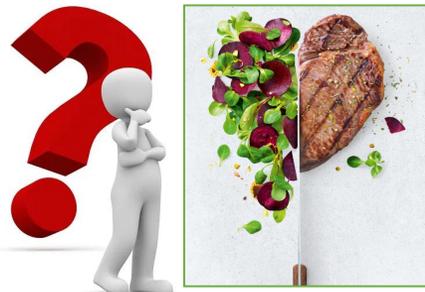


...tout en **préservant la planète**



La solution, c'est la **végétalisation de l'assiette...!**

= Changement dans le régime alimentaire des individus qui substituent de manière croissante des **produits d'origine animale** par des **produits végétaux**



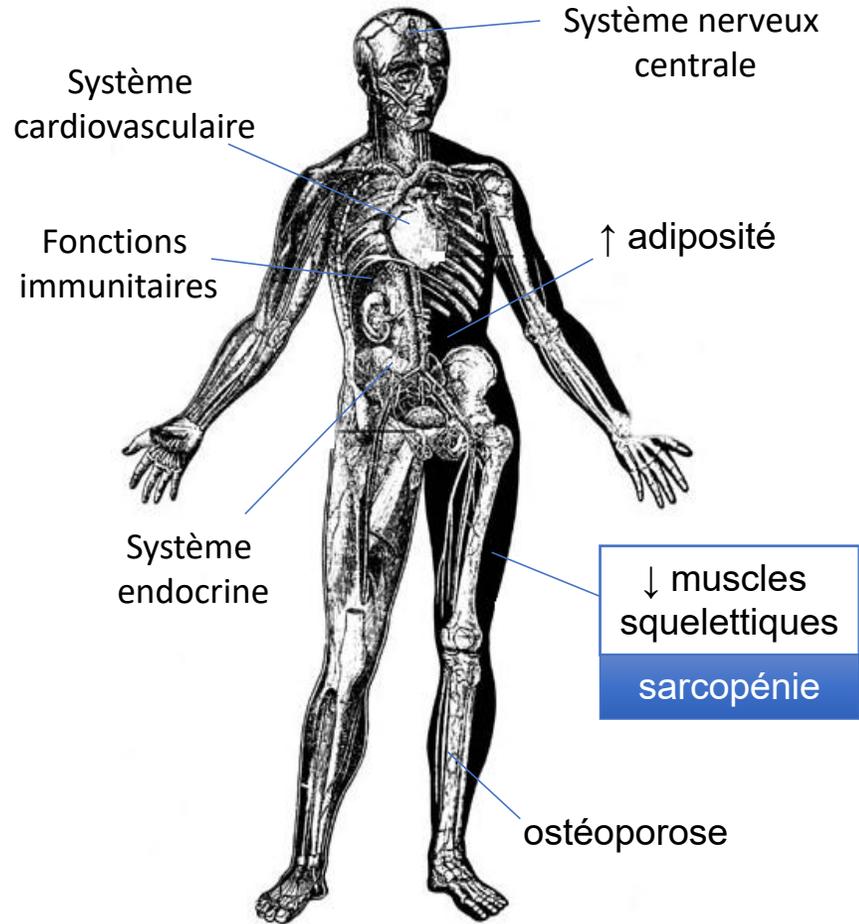
Végétalisation de l'assiette est-elle possible pour tous?

*Quid des **personnes âgées**...?*

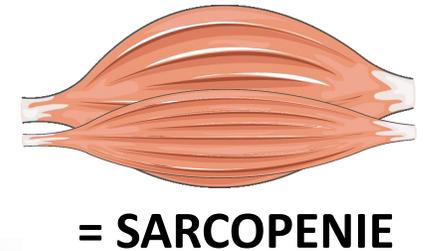


# Vieillesse, alimentation et sarcopénie

- Vieillesse et sarcopénie :



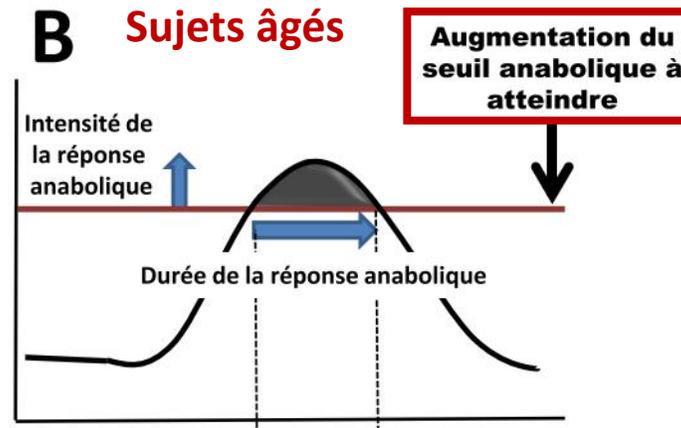
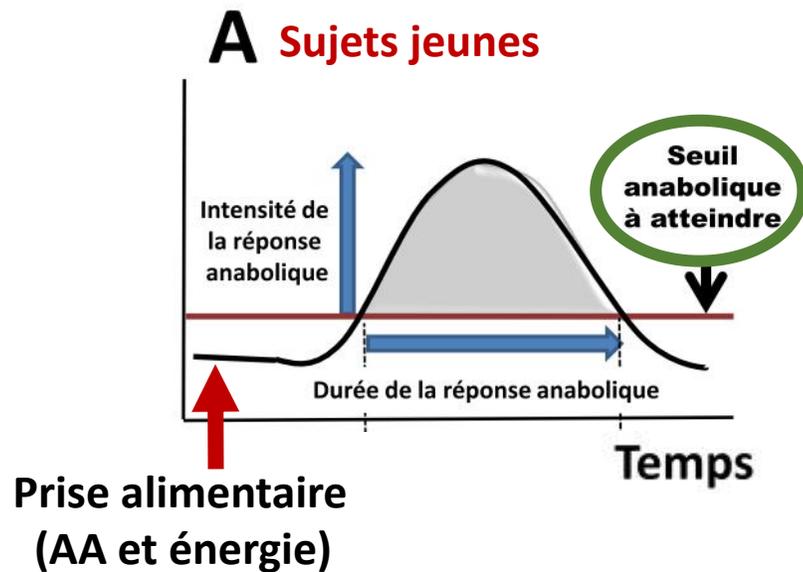
## Rôle majeur de l'alimentation dans l'apparition de la sarcopénie



Conséquences = ↑ risque de fracture → ↑ morbidité/mortabilité  
↓ qualité de vie

# Résistance anabolique et alimentation

- La **prise alimentaire** est associée: (Walrand et Boirie, 2005)
  - Chez **l'Homme adulte** = Augmentation de la synthèse des protéines corporelles et diminution de leur dégradation
  - Chez **le sujet âgé** = Résistance à la stimulation de la synthèse protéique musculaire



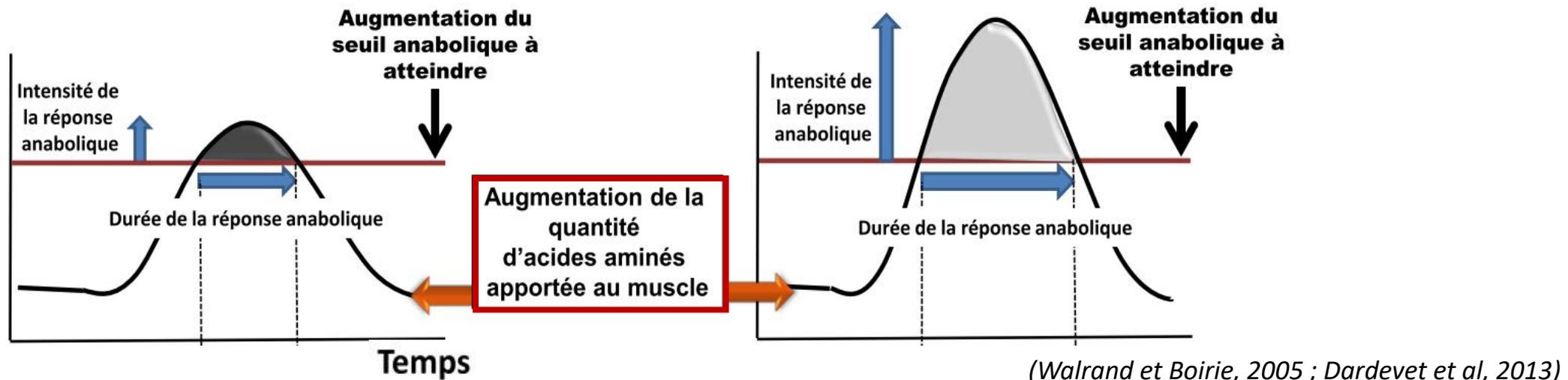
(Dardevet et al, 2013)

Diminution de la capacité du muscle âgé à répondre à des stimuli anabolisants tels que des acides aminés (AA) ou de l'insuline (Volpi et al, 2000; Guillet et al, 2004; Dardevet et al, 2002)

# Résistance anabolique et alimentation

Néanmoins chez le sujet âgé ...

- Synthèse protéique stimulable puisqu'elle est déclenchée par une **hyperaminoacidémie**



↑ Apports protéiques recommandés pour les personnes âgées:

- Adulte = 0,8g/kg/j
- Séniors = 1 à 1,2g/kg/j

Maintenir un **apport protéique suffisant** et de **bonne qualité nutritionnelle**

# Qualité nutritionnelle des protéines



**Qualité nutritionnelle des protéines** = critère majeur permettant de **prévenir la perte musculaire liée à l'âge**

Les critères permettant de définir les qualités nutritionnelles des protéines :

- La **teneur en acides aminés indispensables (AAi)**
- La **composition en AAi**
- La **digestibilité**

## Différences entre les sources protéiques



vs.



➔ **Moindre qualité nutritionnelle** des protéines végétales vs protéines animales

# Protéines végétales et teneur en AAi

- ✓ Les sources animales (produits laitiers, viandes et produits carnés, poissons et produits de la pêche, œufs) sont **plus riches** en protéines

**(g/100g matière sèche) :**  
Viandes/poissons > 70  
Œufs ≈ 50  
Fromages 40-50  
Lait/yaourts 28-30

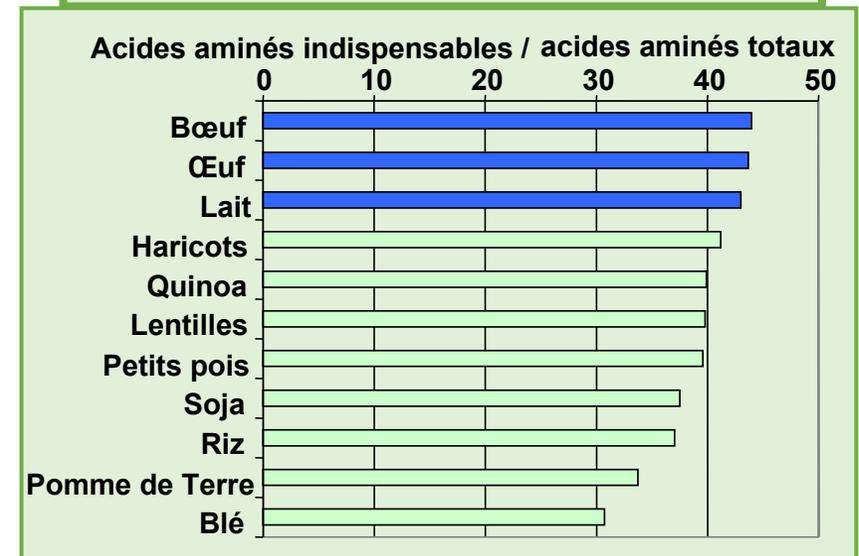
- ✓ La teneur des produits végétaux en protéines est variable avec :  
**légumineuses > céréales > légumes verts**

**(g/100g matière sèche) :**  
Graines oléagineuses 30-35  
Graines protéagineuses 20-30  
Céréales ≈ 15  
Légumes verts ≈ 10

Les sources de protéines végétales ont des teneurs plus limitées en **acides aminés indispensables**

**>40%** dans les produits animaux

**30-40%** dans les produits végétaux



➔ Possibilité **d'augmenter la quantité** de protéines végétales à consommer

# Protéines végétales et composition en AAi

**Le profil** (et son équilibre par rapport aux besoins) en acides aminés indispensables est un critère de qualité protéique

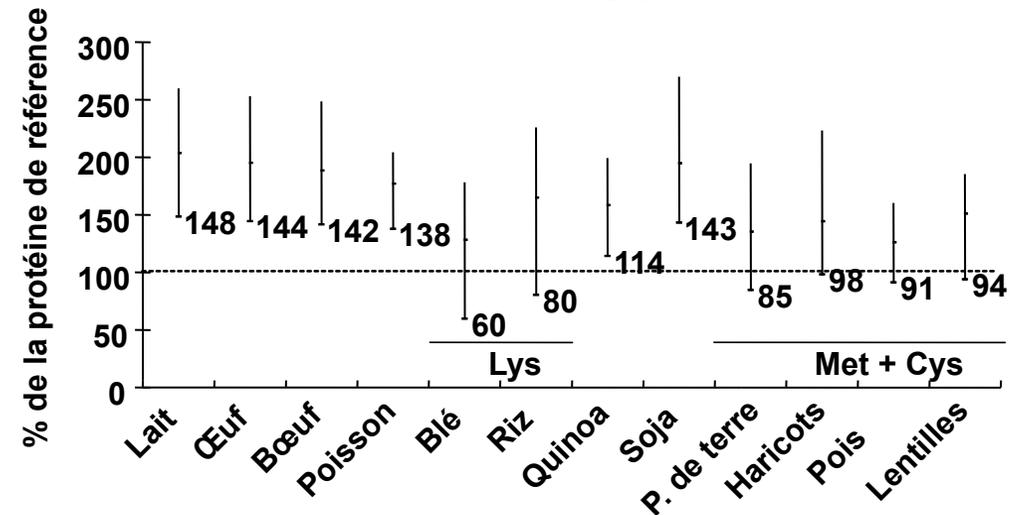
Certaines sources de protéines végétales **sont déficientes en certains acides aminés indispensables** au regard des besoins humains (définis par la protéine de référence).

## Protéine de référence

(Afssa 2007) en mg/g protéines

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

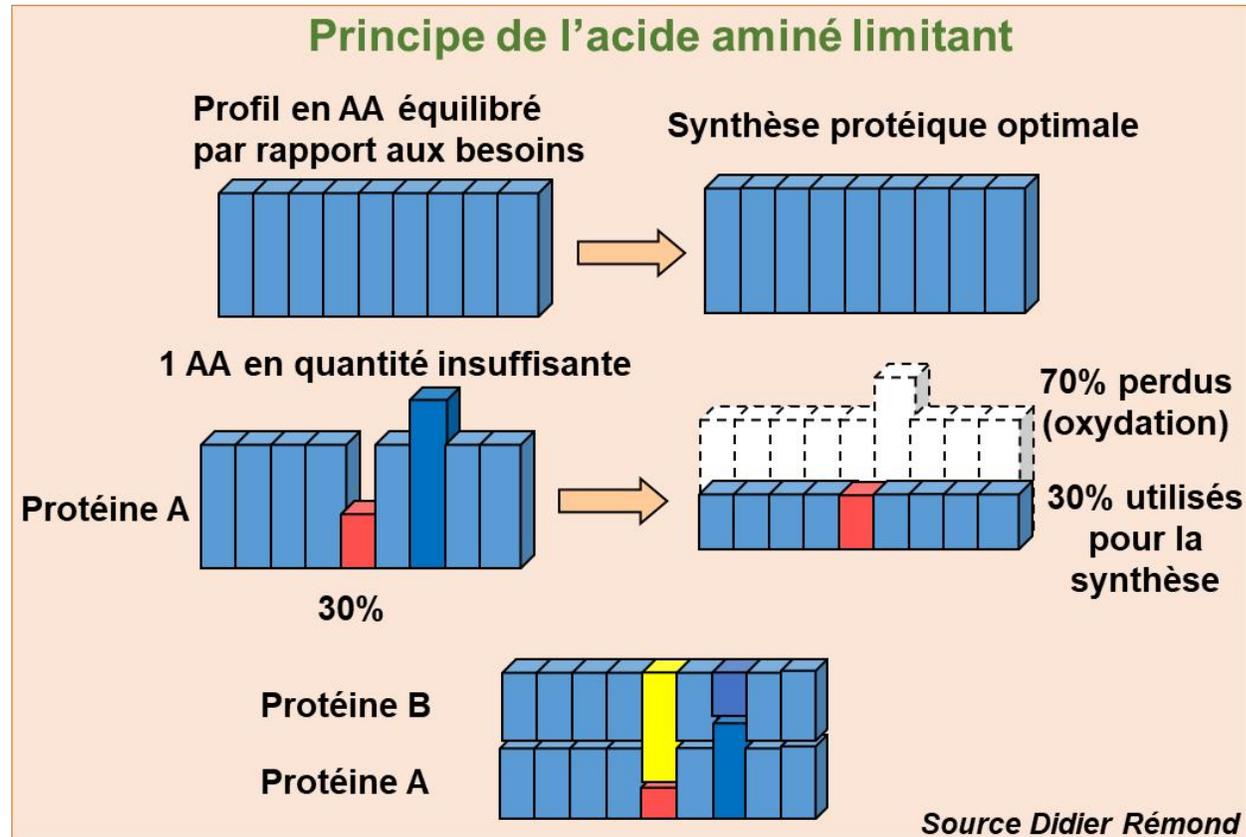
$$\text{Index chimique} = \frac{[\text{AA limitant}] (\text{mg/g protéine testée})}{[\text{même AA}] (\text{mg/g protéine de référence})} \times 100$$



La teneur de chaque acide aminé indispensable dans le produit est exprimée en pourcentage de cet acide aminé par rapport à la protéine de référence. La valeur du plus faible pourcentage constitue l'indice chimique du produit.

# Protéines végétales et composition en AAi

- Profil en AA: quelles sont les répercussions métaboliques?



**Critère de qualité** de l'apport en protéines végétales puisque les sources sont déséquilibrées en AA

→ **Complémentarité** nécessaire entre les sources protéiques végétales : **céréales + légumineuses**

# Protéines végétales et vieillissement

## Complémentarité céréales/légumineuses – étude chez le rat âgé



### Projet VEGAGE

Consommation de  
pâtes blé/légumineuses

Vs.

protéines laitières  
(6 semaines)

### Anabolic Properties of Mixed Wheat-Legume Pasta Products in Old Rats: Impact on Whole-Body Protein Retention and Skeletal Muscle Protein Synthesis

Insaf Berrazaga <sup>1,2,†</sup>, Jérôme Salles <sup>1,†</sup>, Karima Laleg <sup>1,2</sup>, Christelle Guillet <sup>1</sup>, Véronique Patrac <sup>1</sup>, Christophe Giraudet <sup>1</sup>, Olivier Le Bacquer <sup>1</sup>, Marine Gueugneau <sup>1</sup>, Philippe Denis <sup>1</sup>, Corinne Pouyet <sup>1</sup>, Angélique Pion <sup>1</sup>, Phelipe Sanchez <sup>1</sup>, Yves Boirie <sup>1,3</sup> , Valérie Micard <sup>2,\*</sup>  and Stéphane Walrand <sup>1,3,\*</sup>

Diets	Casein	SMP	F-Pasta	L-Pasta	P-Pasta
<b>Initial BW</b>	576 ± 21	566 ± 24	573 ± 20	578 ± 25	571 ± 26
<b>Final BW</b>	562 ± 21	600 ± 39	590 ± 24	594 ± 26	577 ± 29
<i>Plantaris</i> (mg)	341 ± 28 <sup>b</sup>	428 ± 23 <sup>a</sup>	329 ± 35 <sup>b</sup>	390 ± 17 <sup>ab</sup>	366 ± 19 <sup>ab</sup>
<i>Soleus</i> (mg)	207 ± 9	249 ± 10	218 ± 19	233 ± 14	220 ± 11
<i>Tibialis</i> (mg)	595 ± 51 <sup>c</sup>	773 ± 35 <sup>a</sup>	601 ± 67 <sup>bc</sup>	745 ± 49 <sup>ab</sup>	703 ± 48 <sup>abc</sup>
<i>Gastrocnemius</i> (g)	1.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.2 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.1 <sup>ab</sup>	1.8 ± 0.1 <sup>ab</sup>
<i>Quadriceps</i> (g)	2.9 ± 0.2 <sup>c</sup>	3.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.3 <sup>bc</sup>	3.6 ± 0.1 <sup>ab</sup>	3.2 ± 0.2 <sup>abc</sup>
<b>Total Muscle Mass</b>	<b>TMM (g)</b> 11.4 ± 0.6 <sup>b</sup>	<b>14.3 ± 0.7 <sup>a</sup></b>	<b>11.7 ± 1.2 <sup>b</sup></b>	<b>13.5 ± 0.5 <sup>ab</sup></b>	<b>12.7 ± 0.8 <sup>ab</sup></b>
<b>Heart (g)</b>	1.60 ± 0.05	1.78 ± 0.04	1.67 ± 0.05	1.75 ± 0.07	1.66 ± 0.05
<b>Liver (g)</b>	11.9 ± 0.5	12.7 ± 0.7	13.1 ± 0.7	12.4 ± 0.8	13.2 ± 0.4
<b>AT (g)</b>	17.2 ± 2.2	21.9 ± 4.4	20.5 ± 2.7	18.9 ± 2.4	18.2 ± 2.4
<b>Intestine (g)</b>	5.5 ± 0.4	5.6 ± 0.4	5.3 ± 0.3	5.4 ± 0.3	5.5 ± 0.4



# Protéines végétales et digestibilité

## Sources de protéines végétales :

- Présence d'un réseau de constituants glucidiques indigestibles (fibres)
- Structure des protéines très compacte et difficile à découper par les enzymes gastriques
- Présence de facteurs antinutritionnels



**Moindre** digestibilité  
et  
**Augmentation** des pertes endogènes



# Protéines végétales et digestibilité

- Amélioration de la digestibilité par les procédés:

- ✓ Préparations culinaires: mode de cuisson (ébullition, micro-onde...), conserve, trempage...

**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>

<sup>a,b,c</sup> 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.

- ✓ Procédés technologiques: isolats, hydrolyse, extrusion, barèmes thermique, **bioprocédés**

➔ **FERMENTATION** et **GERMINATION** = bioprocédés prometteurs



# Protéines végétales et vieillissement

Les régimes « végétalisés » (végétariens et vegans) peuvent-ils maintenir la masse et la fonction musculaire chez la personne âgée?

## Résultats très controversés chez l'homme âgé:

Manque d'études cliniques interventionnelles chez la personne âgée  
Variabilité des résultats selon le type et la durée du régime étudié

## **Perspective: Vegan Diets for Older Adults? A Perspective On the Potential Impact On Muscle Mass and Strength**

Jacintha Domic,<sup>1</sup> Pol Grootswagers,<sup>1</sup> Luc JC van Loon,<sup>2,3</sup> and Lisette CPGM de Groot<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Human Nutrition and Health, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands; <sup>2</sup>Department of Human Biology, School of Nutrition and Translational Research in Metabolism (NUTRIM), Maastricht University Medical Centre+, Maastricht, The Netherlands; and <sup>3</sup>Institute of Sports and Exercise Studies, HAN University of Applied Sciences, Nijmegen, The Netherlands

Uniquement **5 études cliniques interventionnelles** portant sur l'effet d'un régime vegan et/ou végétarien sur la santé musculaire de la personne âgée



Study	n	Age	Design	Duration	Intervention	Control	Outcome	Favors <sup>2</sup>		
								V	O	N
Vegan										
Monteyne et al. (84)	19	66 ± 1	RCT	3 d	Mycoprotein-based vegan diet	Omnivorous diet	MPS			X
Kim et al. (85)	12	65 ± 2	Crossover RCT	9 h	Protein content: 1.8 ± 0.00 g/(kg-d) Egg-based breakfast Protein content: 26.0 g	Protein content: 1.8 ± 0.00 g/(kg-d) Cereal-based breakfast Protein content: 25.5 g	WB protein synthesis			X
							WB protein breakdown		X	
							WB net protein balance		X	
							MPS			X
Vegetarian										
Campbell et al. (88)	19	58 ± 2	Parallel-group	13 wk	Self-selected lacto-ovo-vegetarian diet Protein content: 0.78 ± 0.1 g/(kg-d) Resistance exercise	Habitual omnivorous diets Protein content: 1.0 ± 0.08 g/(kg-d) Resistance exercise	Fat-free mass		X	
							Whole-body muscle mass		X	
							Type II muscle fiber area			X
							Muscle strength (1RM)			X
Haub et al. (87)	21	65 ± 5	RCT	12 wk	Partially self-selected lacto-ovo-vegetarian diet Protein content: 1.15 ± 0.1 g/(kg-d) Resistance exercise	Partially self-selected beef-containing diet Protein content: 1.03 ± 0.3 g/(kg-d) Resistance exercise	Muscle metabolites	X		
							Fat-free mass			X
							CSA Vastus lateralis muscle			X
							Muscle strength (1RM)			X
							Muscle metabolites			X
Pannemans et al. (86)	12	69 ± 4	Crossover	2 wk per diet	Diet A: 5.3 en% AP, 5.0 en% VP Diet B: 14.5 en% AP, 5.1 en% VP Diet C: 5.0 en% AP, 15.1 en% VP		Nitrogen balance		X	
							WB protein flux		X	
							WB protein oxidation		X	
							WB protein synthesis		X	
							WB protein breakdown		X	
							WB net protein synthesis	X		



# Protéines végétales et vieillissement

Les régimes « végétalisés » (végétariens et vegans) peuvent-ils maintenir la masse et la fonction musculaire chez la personne âgée?

## Résultats plus contrastés chez l'homme âgé:

Manque d'études cliniques interventionnelles chez la personne âgées  
Variabilité des résultats selon le type et la durée du régimes étudiés

Difficulté de conclure quant à la capacité des protéines végétales à maintenir la masse et la fonction musculaire chez la personne âgée !

➔ Nouvelles études cliniques interventionnelles nécessaires

# Matrice végétale et vieillissement

Nombreux effets santé associés l'alimentation végétale chez la personne âgée



**↓ inflammation**

*(Nilsson et al, 2021; Shahinfar et al, 2021)*



**Viellissement en bonne santé  
« successful aging »**

*(Ortola et al, 2020; Foscolou et al, 2021)*



**↑ santé cardiovasculaire  
et cardiométabolique**

*(Gan et al, 2021; Zhu et al, 2021;  
Koeder et al, 2022)*



**↑ fonction rénale**

*(Bernier-Jean et al, 2021)*



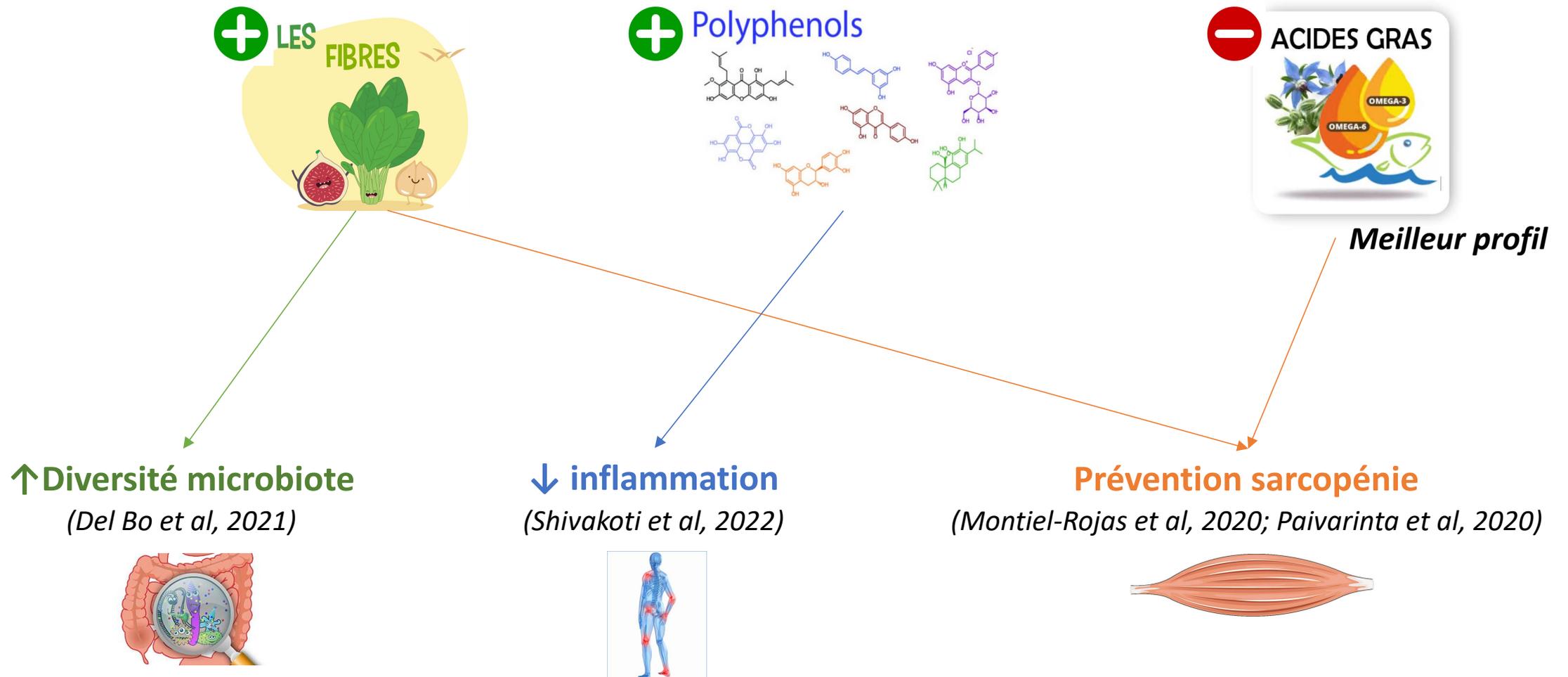
**↓ mortalité**

**toutes causes confondues**

*(Naghshi et al, 2020; English et al, 2021;  
Keaver et al, 2021)*

# Matrice végétale et vieillissement

Effets santé observés chez les séniors = liés à la matrice végétale ?



# Matrice végétale et vieillissement

## Atouts à la consommation des légumineuses pour les séniors



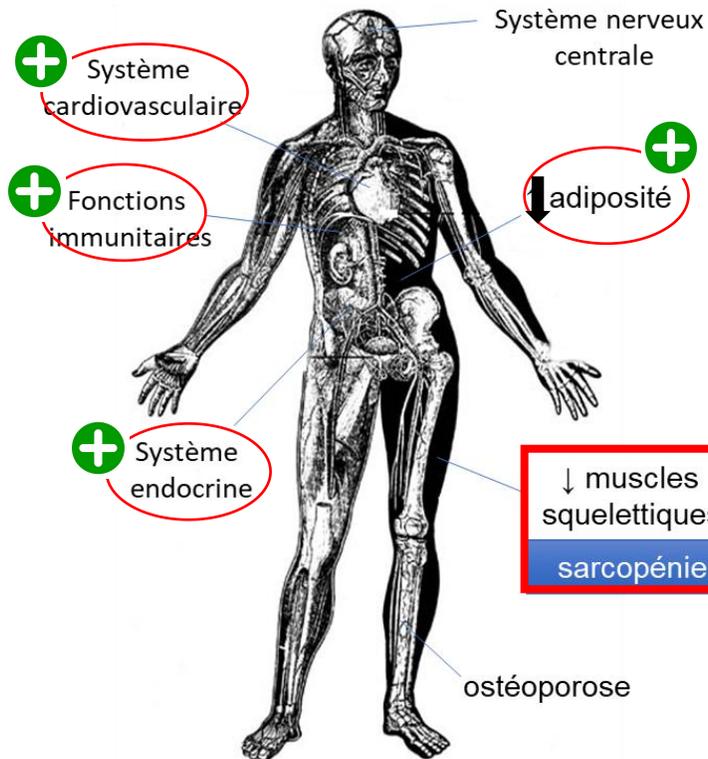
- Présence de nombreux **nutriments d'intérêt** :
  - Riches en **protéines** (environ 20-35g/100g matière sèche)
  - Présence de **glucides complexes**
  - Riches en **fibres** (15 à 25%)
  - Contenu en **composés bioactifs intéressants** (polyphénols tels que flavonoïdes, acides phénoliques, procyanidines et anthocyanines)
  - Présence de nombreux **micronutriments d'intérêt** (vit B, magnésium, potassium, sélénium...)
  
- Des **effets bénéfiques** pour la santé:
  - faible index glycémique, prévention du **diabète**
  - **hypocholestérolémiantes**, favorisent la **satiété** et régulent la prise de poids
  - prévention des **maladies cardiovasculaires**

# CONCLUSIONS

Peut-on végétaliser l'assiette des séniors? Quelles conséquences sur leur santé?



le remplacement d'aliments riches en protéines animales par des sources végétales pourrait être associé à des **bienfaits pour la santé et à un vieillissement réussi**



Jusqu'à quel point peut-on végétaliser l'assiette?

Impact des protéines végétales sur la **santé musculaire des séniors à définir**

→ *Utilisation de stratégies nutritionnelles (ex: complémentarité des sources) et/ou de bioprocédés (ex: germination ou fermentation) pour améliorer les propriétés anaboliques des protéines*

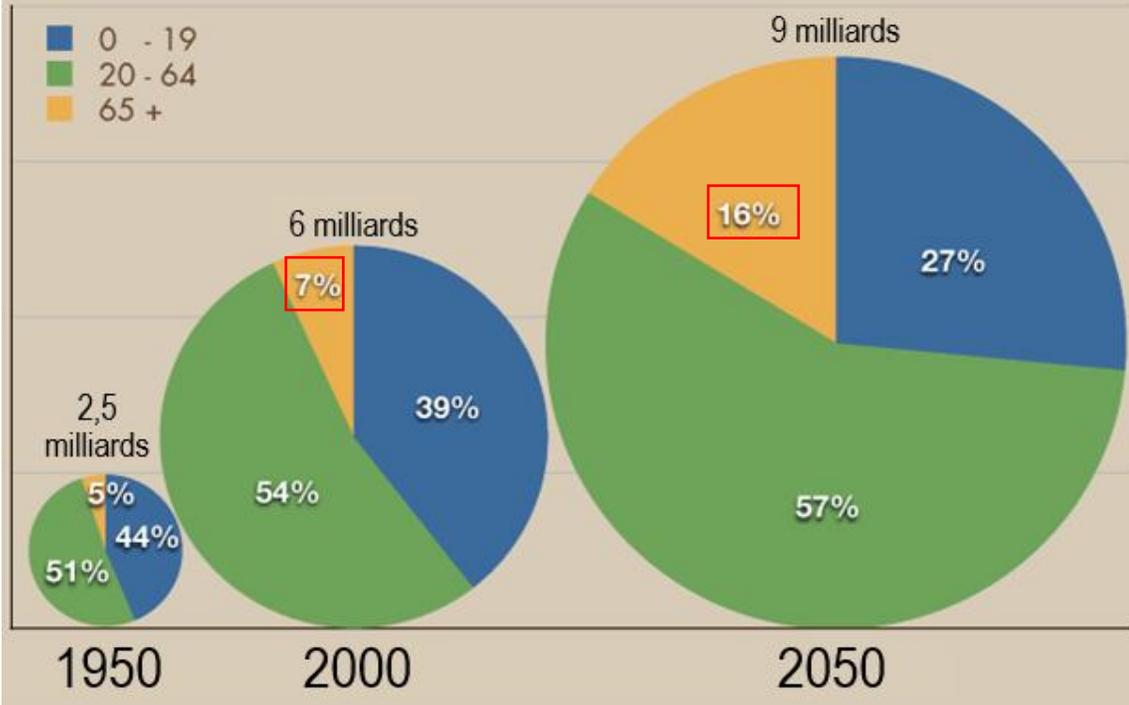


# MERCI DE VOTRE ATTENTION

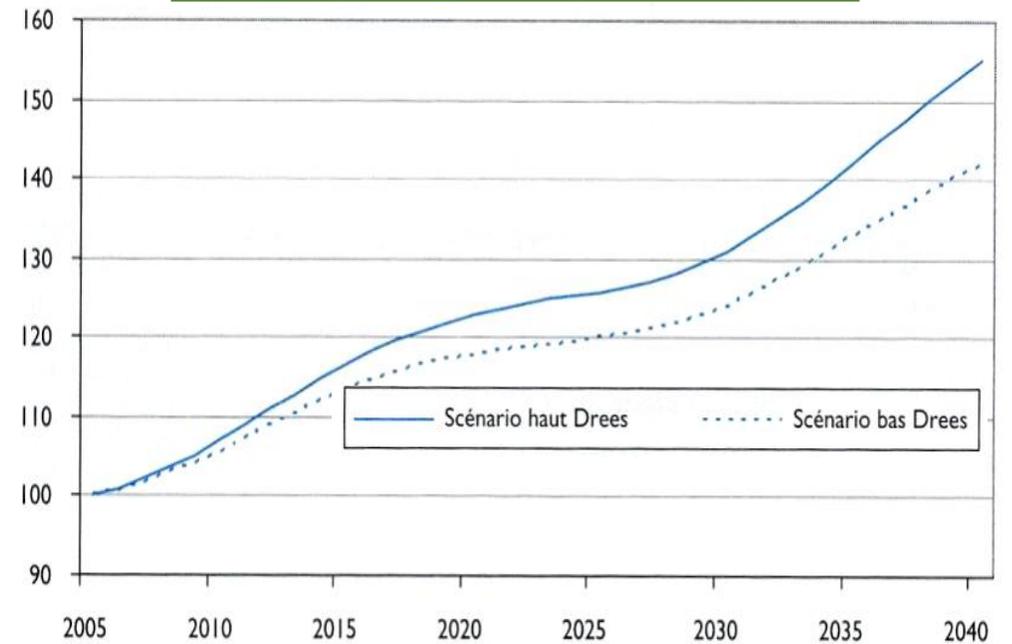


# Vieillesse de la population

## Population par groupe d'âge



## Evolution du nombre de personnes âgées dépendantes à l'horizon 2040



# Protéines végétales et digestibilité

- **Amélioration de la digestibilité par les procédés:**

- ✓ Préparations culinaires: mode de cuisson (ébullition, micro-onde...), conserve, trempage...

**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>

<sup>a,b,c</sup> 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.

- ✓ Procédés technologiques: isolats, hydrolyse, extrusion, barèmes thermique, bioprocédés

# Protéines végétales et vieillissement

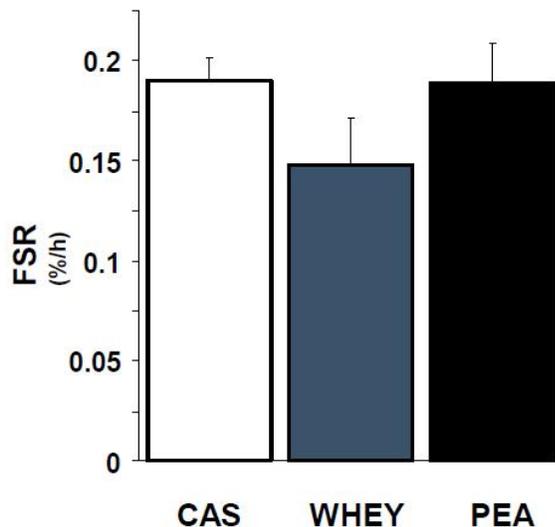
## Isolats protéiques de légumineuses – étude chez le rat âgé

### Etudes chez le rat âgé:

Isolats protéines de pois

Vs.

protéines lactières  
(16 semaines)



### Pea Proteins Have Anabolic Effects Comparable to Milk Proteins on Whole Body Protein Retention and Muscle Protein Metabolism in Old Rats

Jérôme Salles<sup>1</sup>, Christelle Guillet<sup>1</sup>, Olivier Le Bacquer<sup>1</sup>, Carmen Malnero-Fernandez<sup>2</sup>, Christophe Giraudet<sup>1</sup>, Véronique Patrac<sup>1</sup>, Alexandre Berry<sup>1</sup>, Philippe Denis<sup>1</sup>, Corinne Pouyet<sup>1</sup>, Marine Gueugneau<sup>1</sup> , Yves Boirie<sup>1,3</sup> , Heidi Jacobs<sup>2</sup> and Stéphane Walrand<sup>1,3,\*</sup>

	CAS	WHEY	PEA
Plantaris (mg)	309 ± 34	300 ± 23	263 ± 0.17
Soleus (mg)	175 ± 20	173 ± 24	165 ± 13
Gastrocnemius (g)	1.52 ± 0.29	1.19 ± 0.13	1.13 ± 0.06
Quadriceps (g)	1.94 ± 0.26	1.78 ± 0.27	1.72 ± 0.24

**Pas de différences significatives** entre les sources protéines animales et la protéine végétale