



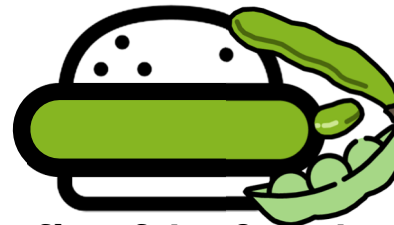
La qualité des protéines alimentaires:

Qui gagne?

Le burger végétarien ou celui de boeuf



Soja



fève faba & petit pois



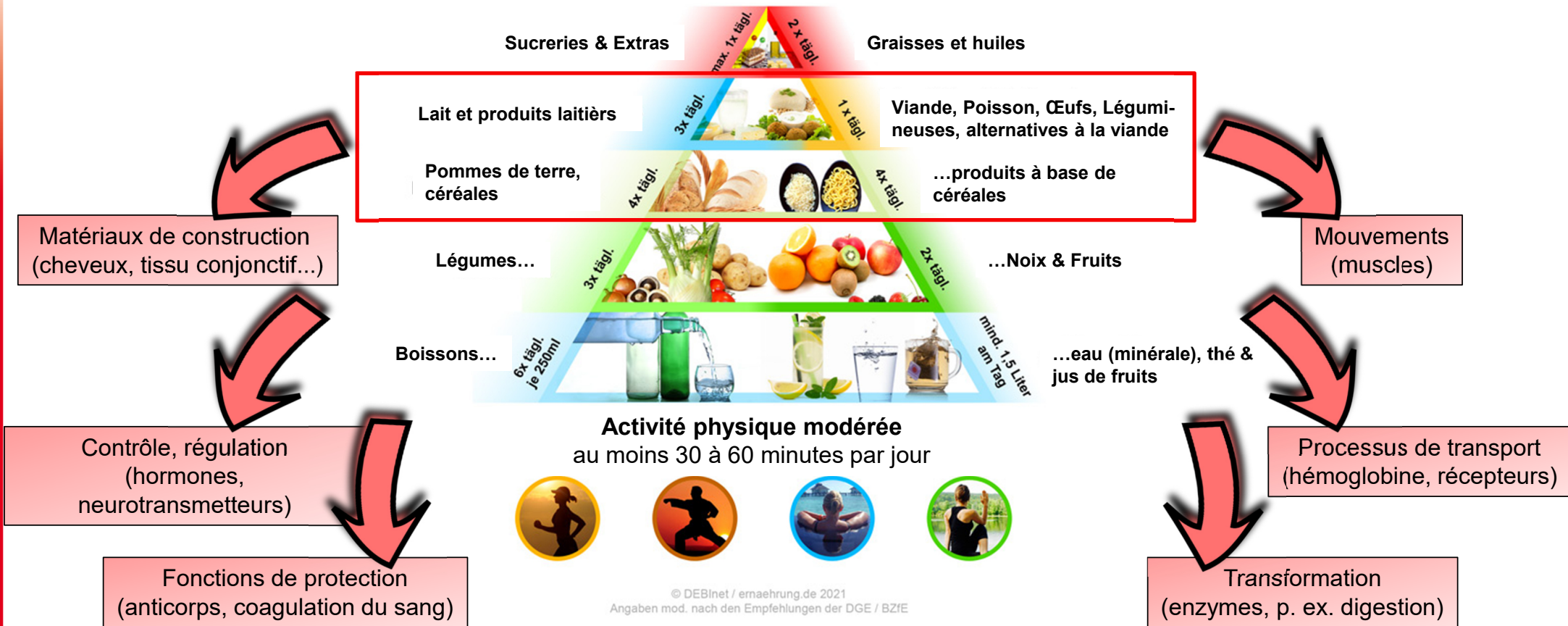
Viande de boeuf

Lotti Egger, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Lychou Abbühl, Laila Hammer, Reto Portmann

Cheese & Science

Liebefeld, 2. Juni 2023

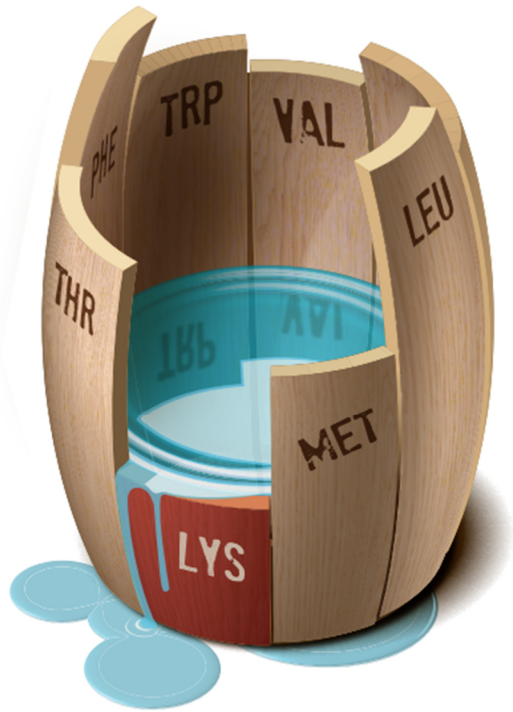
Protéines: Les matériaux de construction du corps



La qualité des protéines alimentaires: Qui gagne? Le burger végétarien ou celui de bœuf
Lotti Egger, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Lychou Abbühl, Laila Hammer, Reto Portmann

Cheese & Science, Liebefeld, 2. Juni, 2023

Comment évaluer la qualité des protéines



→ acide aminé limitant dans le produit, détermine à quel niveau une protéine alimentaire peut être utilisée pour la synthèse des protéines du corps humain.

LYS = Lysin / **MET** = Methionin

ILE = Isoleucin / **LEU** = Leucin / **PHE** = Phenylalanin

THR = Threonin / **TRP** = Tryptophan / **VAL** = Valin

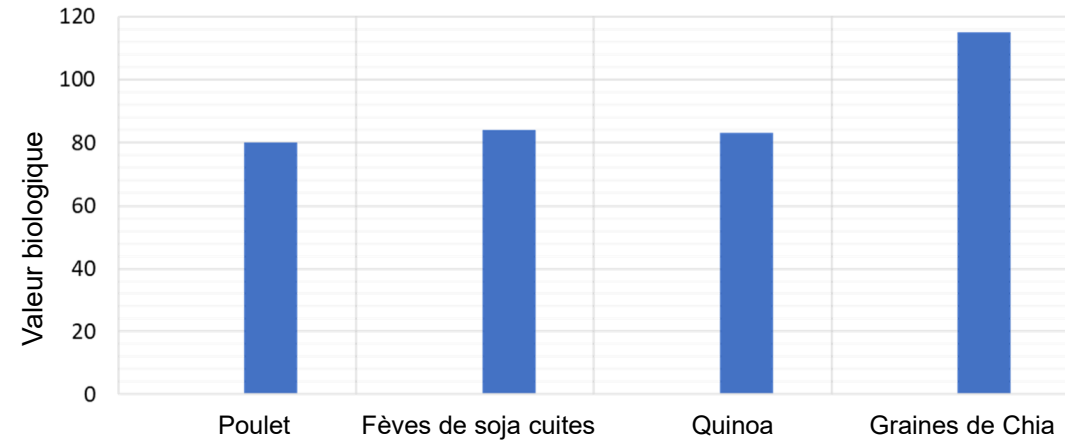
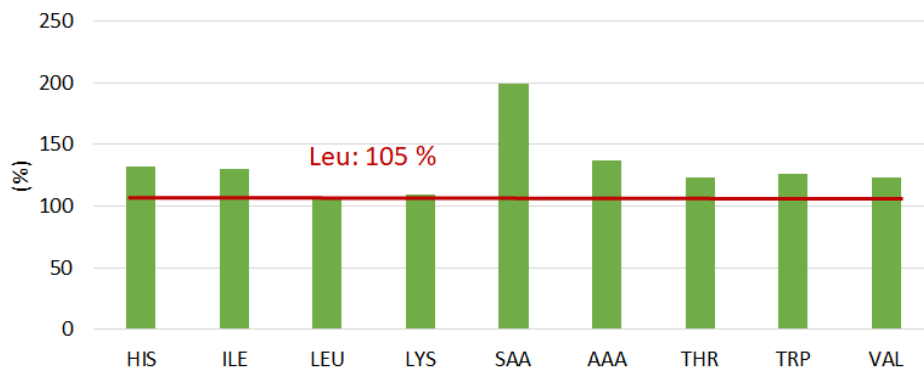
www.sge-ssn.ch/protein-2022.

La qualité des protéines alimentaires: Qui gagne? Le burger végétarien ou celui de bœuf
Lotti Egger, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Lychou Abbühl, Laila Hammer, Reto Portmann

Cheese & Science, Liebefeld, 2. Juni, 2023

Qualité des protéines basée sur le profil des acides aminés : l'exemple du chia

Acide aminé limitant de la graine de chia par rapport à la protéine de référence



→ Protéine de graines de chia > 100 %
basée sur le profil d'acides aminés

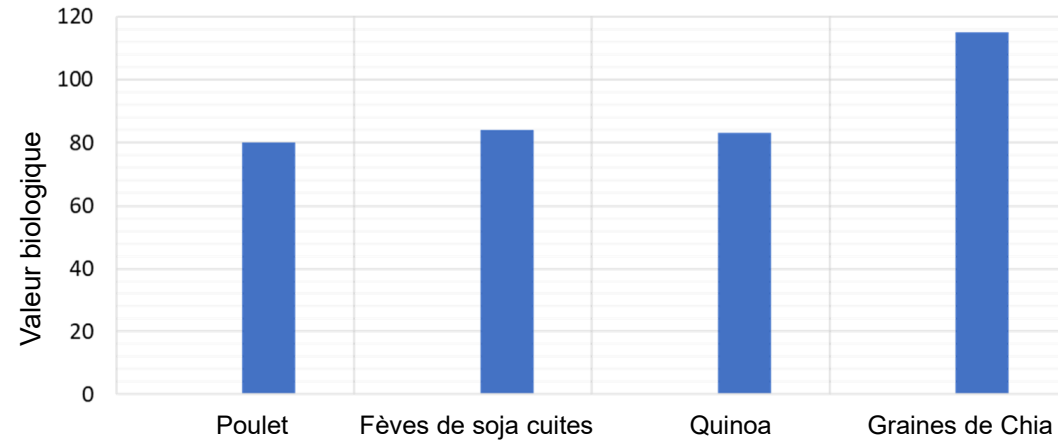
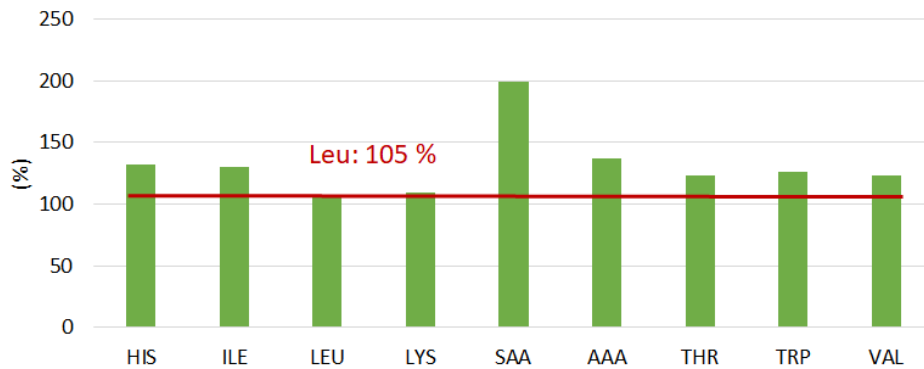
→ Le chia est-il donc une
superprotéine ?





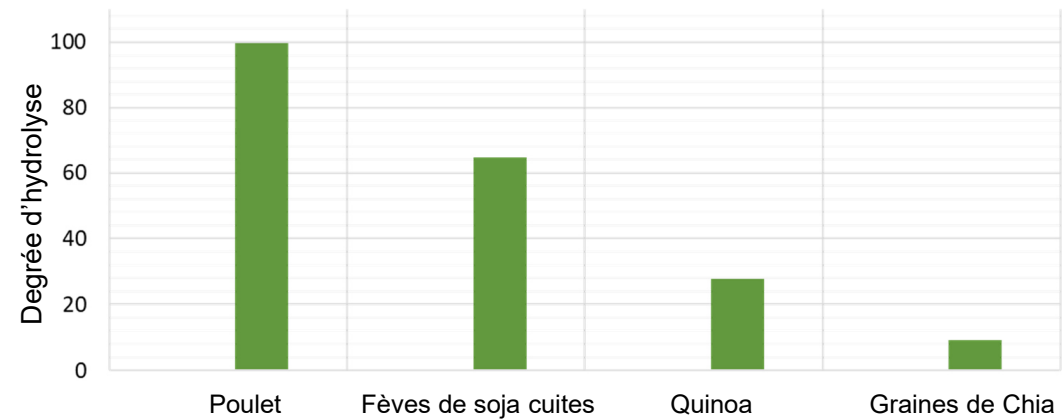
Qualité des protéines basée sur le profil des acides aminés : l'exemple du chia

Acide aminé limitant de la graine de chia par rapport à la protéine de référence



→ Protéine de graines de chia > 100 % basée sur le profil d'acides aminés

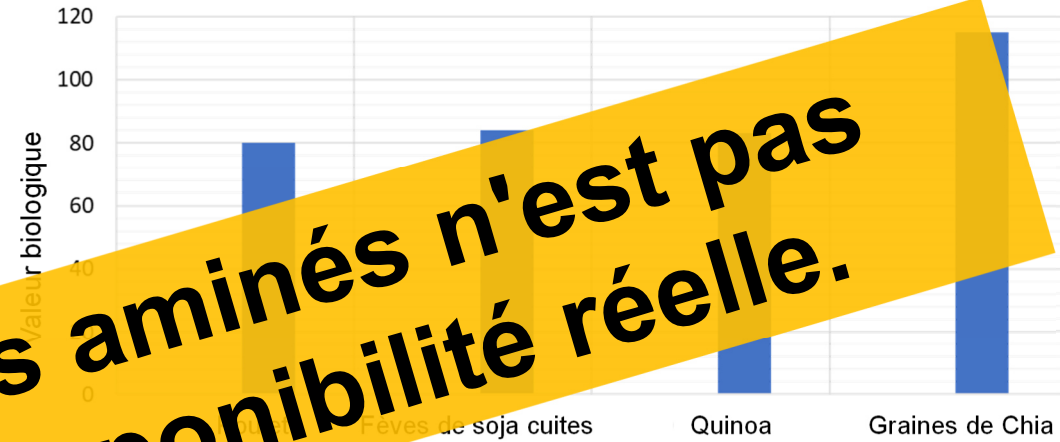
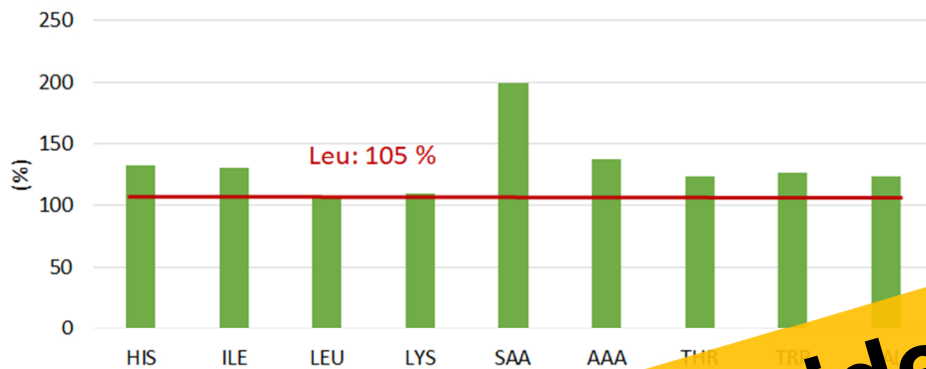
→ Le chia est-il donc une superprotéine ?





Qualité des protéines basée sur le profil des acides aminés : l'exemple du chia

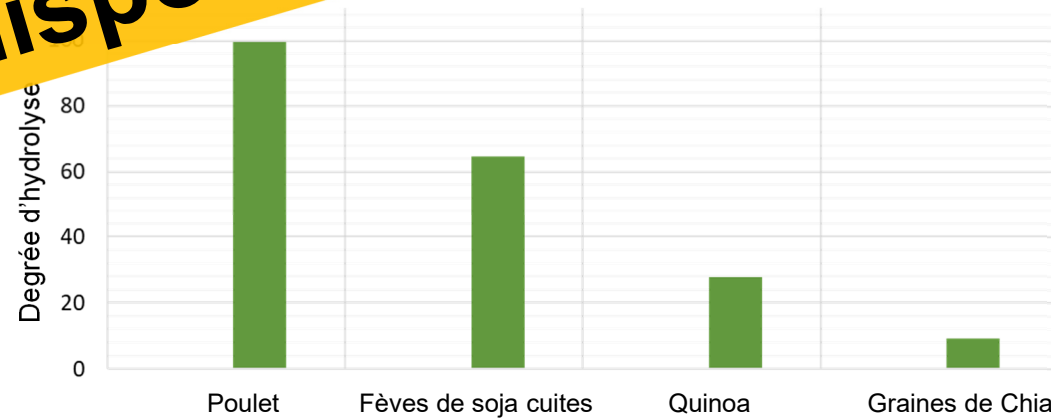
Acide aminé limitant de la graine de chia par rapport à la protéine de référence



→ Pr

La teneur en acides aminés n'est pas corrélée à la biodisponibilité réelle.

→ Le chia est-il donc une superprotéine ?





Comment la qualité des protéines est-elle évaluée? State of the Art

Coefficient d'efficacité protéique (Protein Efficiency Ratio (PER))

Avantages

Désavantages



Rats sevrés

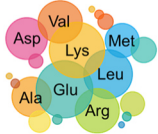
$$PER = \frac{\text{Prise de poids (g) prot. de test}}{\text{Prise de poids (g) Casein}}$$

- Calcul simple

- Nécessite des tests sur les animaux
- Les rats ne sont pas des êtres humains (besoins en protéines différents, anatomie et physiologie différentes)

Indice d'acides aminés (Protein Digestible Indispensable Amino Acid Score (PDCAAS))

AA Alimentaire



mg IAA/ g prot. alimentaire

mg IAA/ g prot de référence

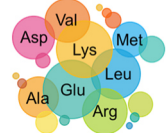
$$\text{Lys} \div \text{Lys}_{ref} \times \text{Digestibilité fécale réelle}$$

- Mesure de la digestibilité des protéines

- La digestibilité de l'azote fécal total peut surévaluer la digestibilité
- Hypothèse que tous les acides aminés ont la même digestibilité que les protéines brutes.
- Les valeurs sont réduites à 100 %.

Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS)

AA Alimentaire



mg IAA/ g prot. alimentaire

mg IAA/ g prot de référence

$$\text{Lys} \div \text{Lys}_{ref} \times \text{Digestibilité Iléale}_{Lys}$$

- La digestibilité iléale est prise en compte
- Digestibilité des acides aminés individuels

- Invasif
- Prend du temps
- Données limitées actuellement

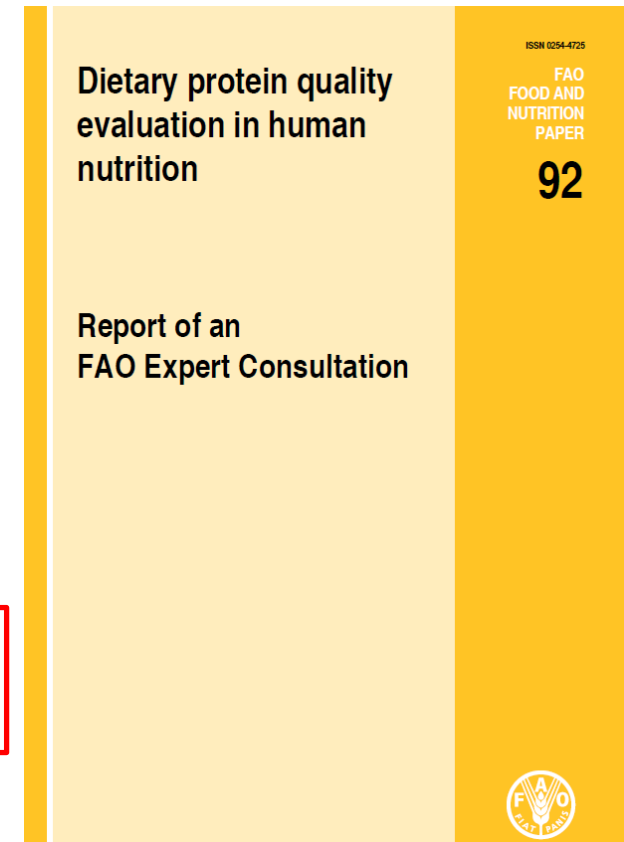
La qualité des protéines alimentaires: Qui gagne? Le burger végétarien ou celui de bœuf
Lotti Egger, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Lychou Abbühl, Laila Hammer, Reto Portmann

Cheese & Science, Liebefeld, 2. Juni, 2023

Évaluation de la qualité des protéines alimentaires par la FAO

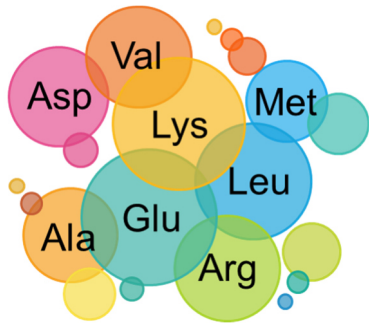
Dans son rapport d'experts, la FAO recommande l'utilisation du DIAAS comme méthode d'évaluation de la qualité des protéines.

- 1) Détermination de la valeur DIAAS dans une plus grande sélection d'aliments
- 2) Développement de méthodes non invasives et précises chez l'homme pour déterminer la digestibilité iléale.
- 3) Validation de modèles animaux → Porc
- 4) Développement et validation de modèles *in vitro* pour simuler la digestibilité iléale



🇨🇭 Digestible indispensable amino acid score (DIAAS)

AA alimentaire



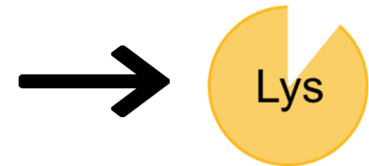
mg IAA/ g protéine alimentaire



×

in vitro Digestibilité_{Lys}

mg IAA digéré/g protéine alimentaire
(DIAA_{mesuré})



mg IAA/ g prot. de ref. (DIAA_{Référence})



$$in\ vitro\ DIAAR = \frac{DIAA_{mesuré}}{DIAA_{Référence}} \times 100$$

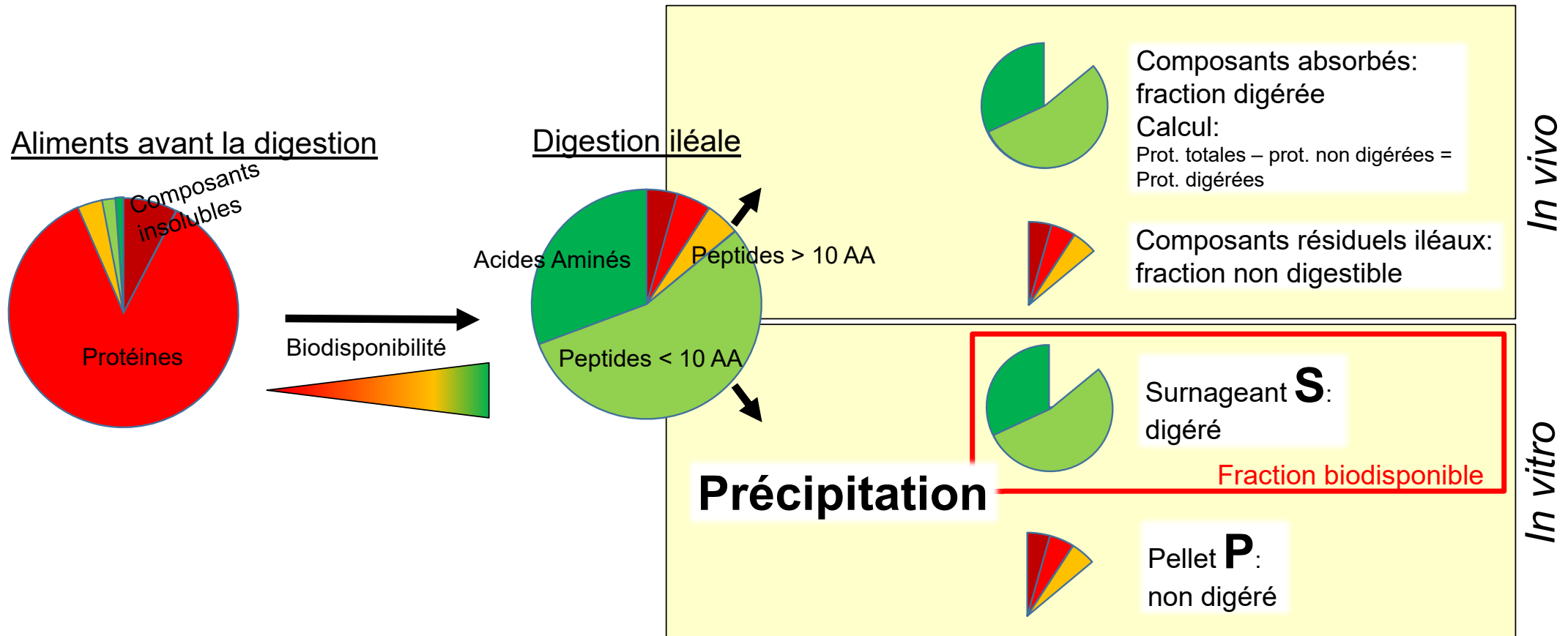
Age Group	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
<i>scoring pattern mg/g protein requirement</i>									
Infant (birth to 6 months) ¹	21	55	96	69	33	94	44	17	55
Child (6 months to 3 year) ²	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Older child, adolescent, adult ³	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40

DIAAR: Digestible indispensable amino acid **ratio**

DIAAS: Digestible indispensable amino acid **score** = le plus bas DIAAR

FAO: Dietary protein quality evaluation in human nutrition (ISBN 978-92-5-107417-6)

🇨🇭 Digestibilité iléale *in vitro* versus *in vivo*





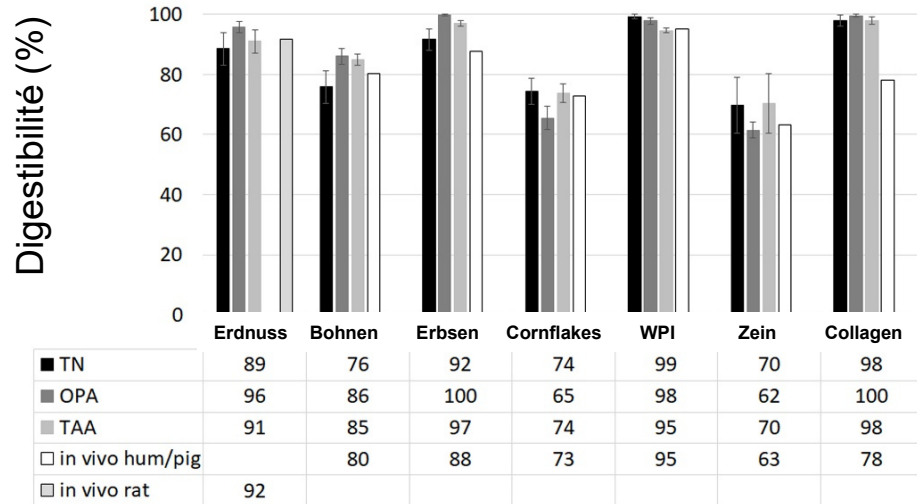
Digestibilité *in vitro* et flux de travail DIAAS

IVD intestinal endpoint	Aliment Food MeOH précipitation 80%, -20° C, 1h	pellet supernatant		F_S	Digestibilité totale <i>in vitro</i>		<i>In vitro</i> DIAAS	
				F_P	TN	R-NH ₂	TAA	
	Surnageant = digéré							
					Kjeldahl	OPA	HPLC	
	Cookie Enzymes	pellet supernatant		C_S	Pellet = non-digéré			
				C_P	Kjeldahl	OPA	HPLC	
	Calcul							
	Digestibilité <i>in vitro</i> [%] =				$\frac{\text{digéré}}{\text{total (digéré + non-digéré)}} \times 100$			



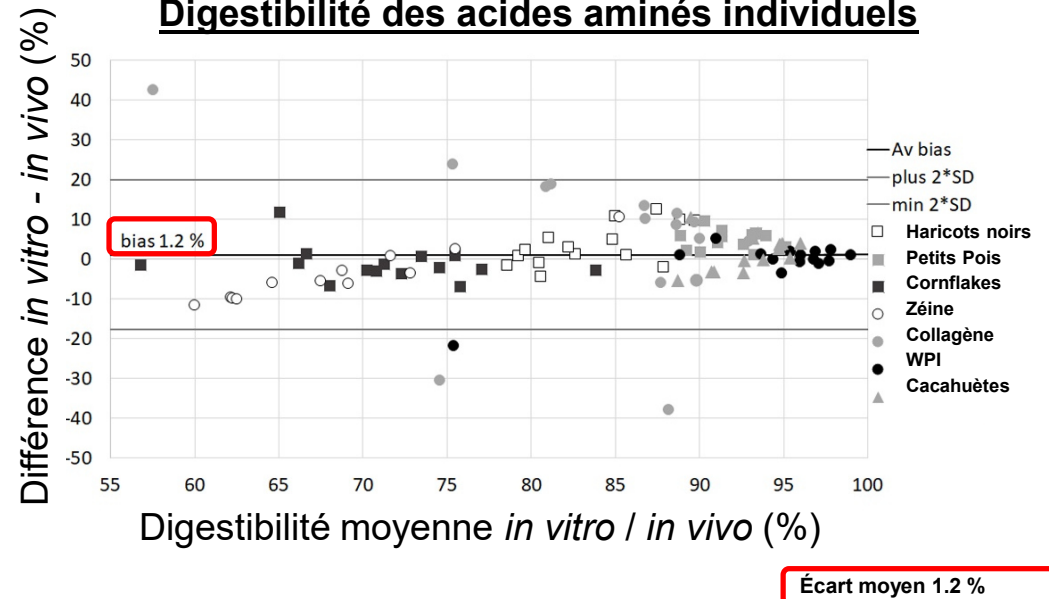
Validation du protocole de digestion *in vitro* avec des données *in vivo*

Digestibilité totale



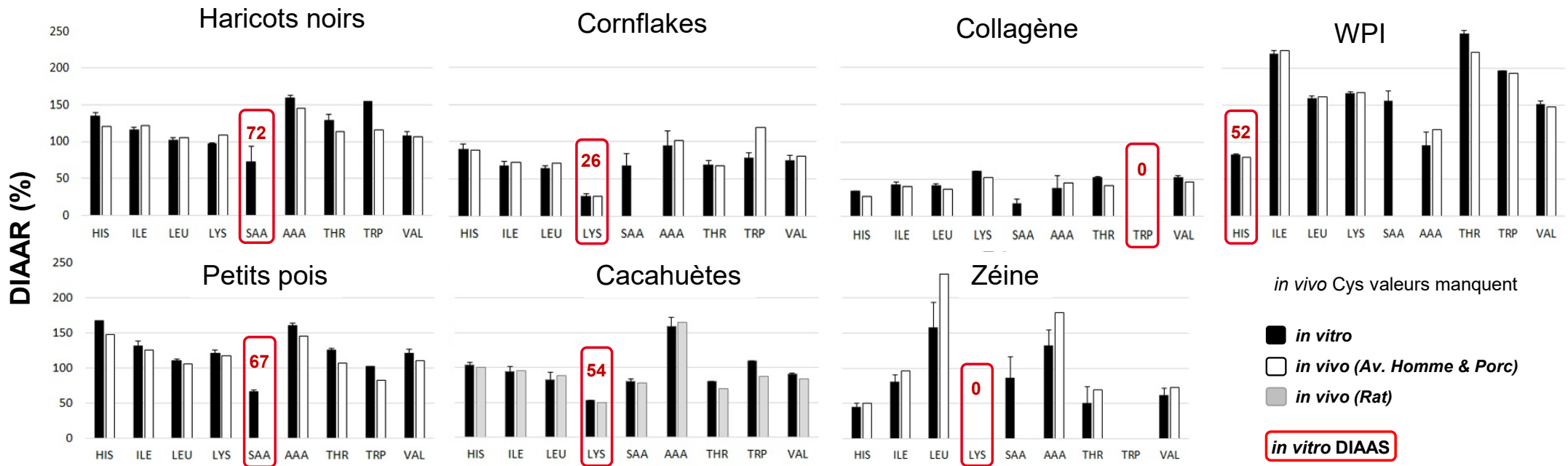
→ Les trois méthodes donnent des résultats similaires pour les substrats testés
 → Valeurs *in vitro* en moyenne de 1,2 % supérieures aux valeurs *in vivo*

Digestibilité des acides aminés individuels



→ Au moins 95 % de la digestibilité des acides aminés individuels se situent à $\pm 2SD$

🇨🇭 Comparaison des valeurs DIAAR *in vitro* avec les valeurs DIAAR *in vivo*

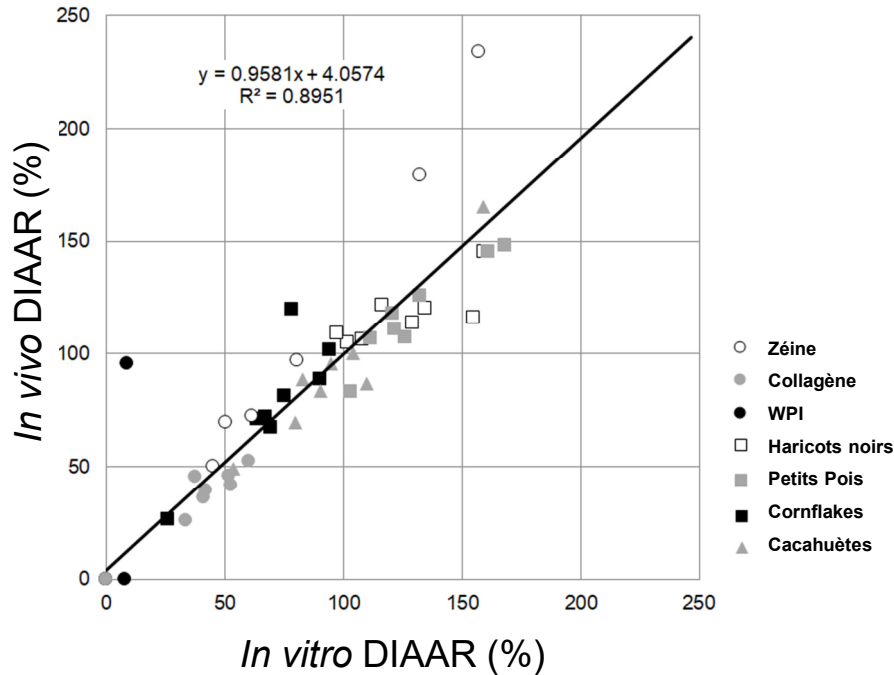


→ Valeurs comparables pour DIAAR *in vitro* et *in vivo*

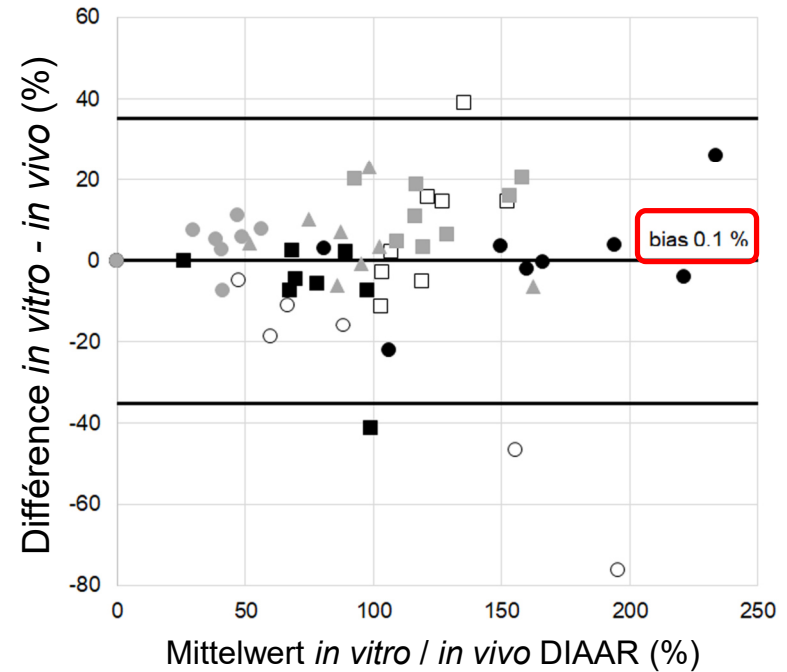
→ Prédiction du même acide aminé limitant (DIAAS) pour tous les substrats testés



Corrélation de la *DIAAR in vitro* avec la *DIAAR in vivo*

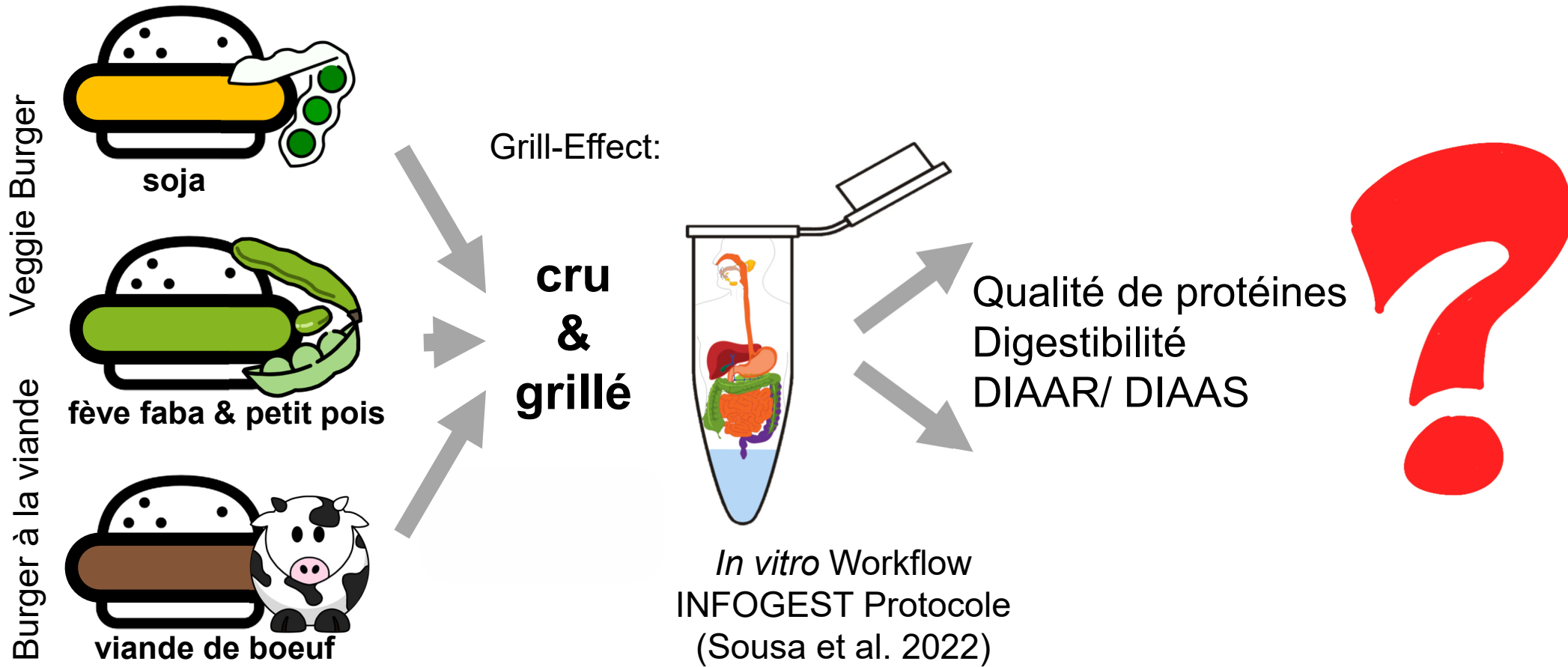


→ Corrélation très élevée entre les deux méthodes (pente de corrélation = 0,96)

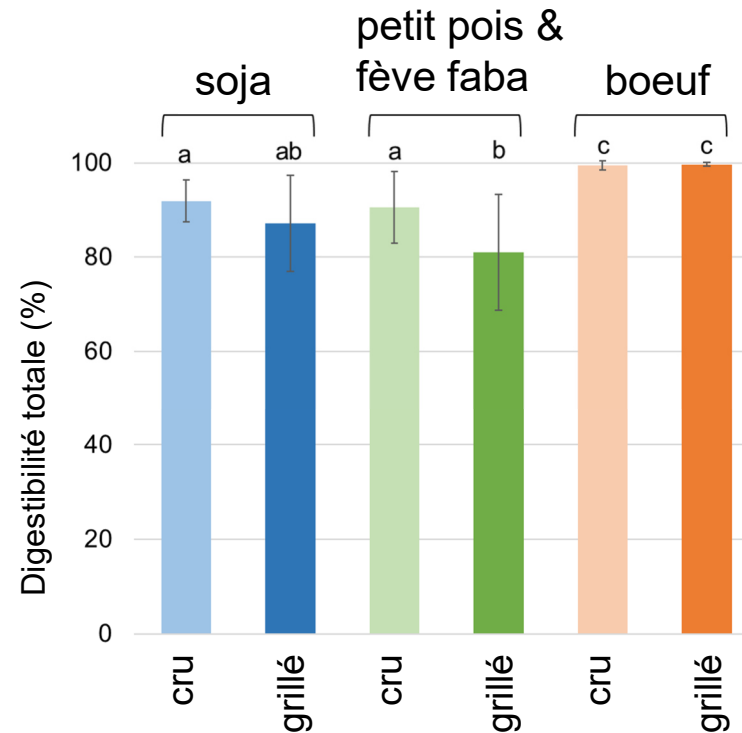


→ Écart moyen de 0,1 %
→ Au moins 95 % de la digestibilité des acides aminés individuels se situent à $\pm 2SD$

Et maintenant, les burgers...



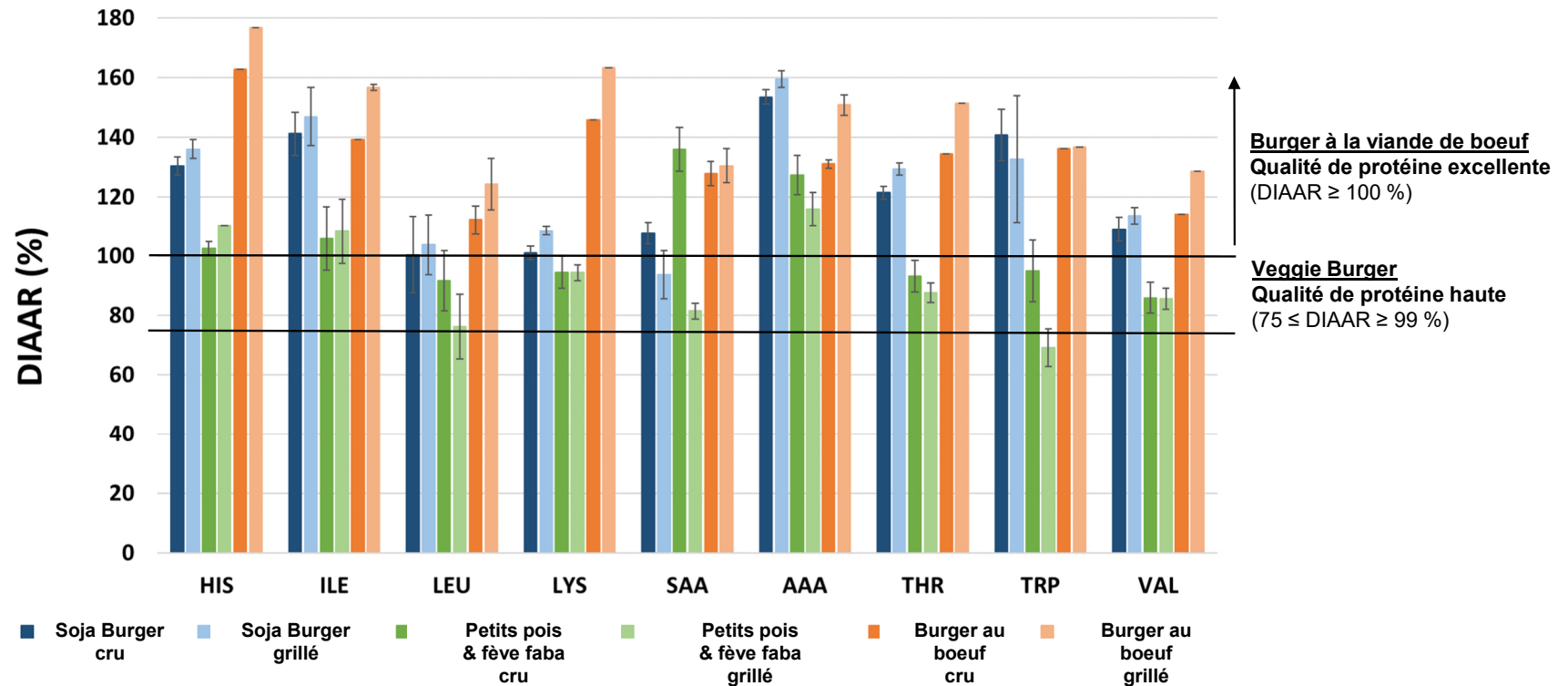
Digestibilité totale *in vitro*: Grill-Effect



→ Le rôtissage réduit la digestibilité des burgers aux petit pois & fève faba et n'a aucun effet sur les burgers de bœuf



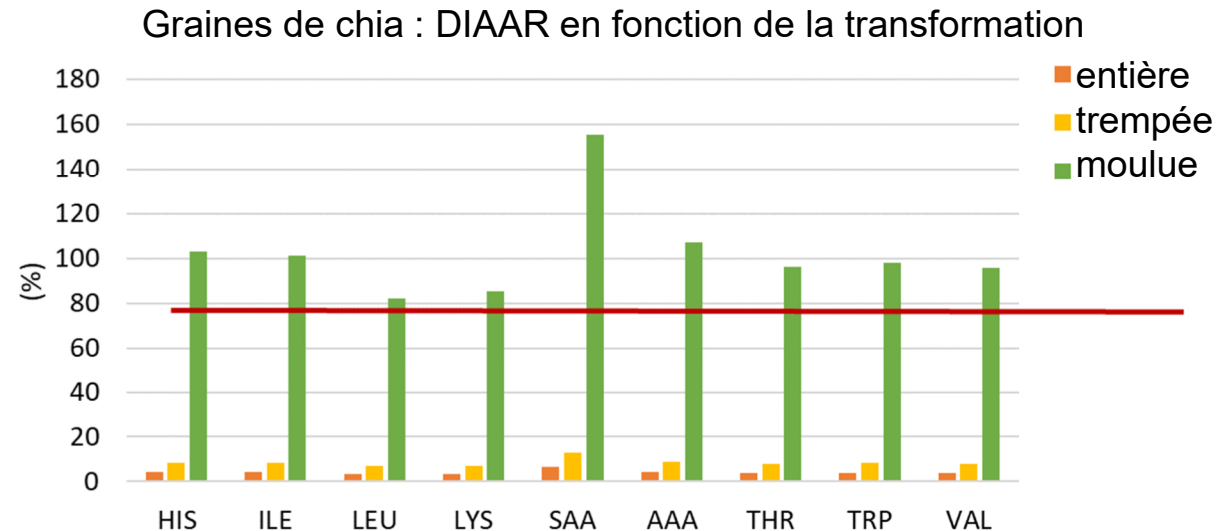
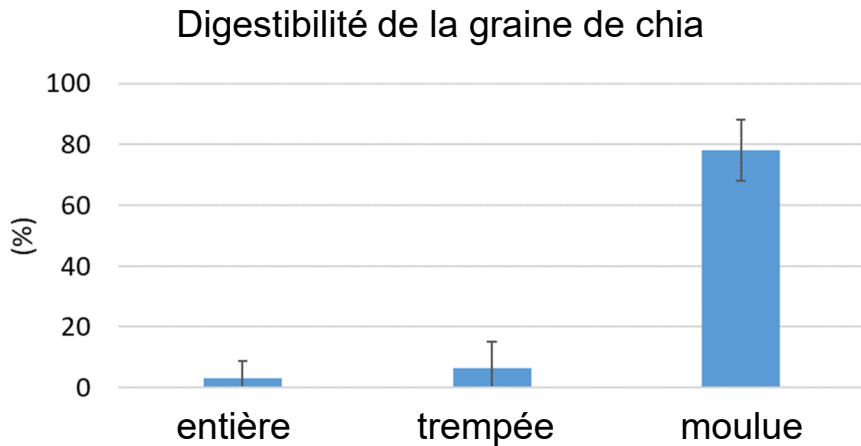
Qualité protéique des différents burgers



- Les veggie burgers présentent une qualité de protéines élevée, les burgers de bœuf une excellente qualité de protéines
- Le rôtiage a un effet positif sur la valeur DIAAR des burgers de bœuf, ce qui n'a pas été observé pour les veggie burgers



Retour à la graine de chia : digestibilité et valeurs DIAAR



- La protéine des graines de chia entières (sèches ou trempées) peut à peine être digérée et présente une valeur DIAAR $< 3\%$
- La biodisponibilité de la protéine de chia peut être améliorée par le traitement (p. ex. le broyage)



Conclusions

- Le profil d'acides aminés d'un aliment n'est pas suffisant pour évaluer la qualité des protéines
- La méthode DIAAS, qui tient compte de la digestibilité des protéines, est actuellement la meilleure méthode pour évaluer la qualité des protéines.
- La transformation peut avoir une influence positive ou négative sur la qualité des protéines
- La méthode *in vitro* développée à Agroscope permet de mesurer les valeurs DIAAR et DIAAS et de réduire ainsi les essais chez l'homme et l'animal.



Perspective:

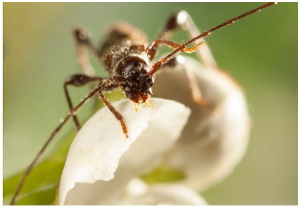
→ La méthode *in vitro* est actuellement en cours de standardisation. L'objectif étant de la publier en tant que méthode standard ISO.

... et qui gagne maintenant?

→ Le burger de bœuf est plus digeste et contient des protéines de qualité plus haute que les burgers végétariens.

mais

→ à l'heure actuelle, les considérations éthiques et l'empreinte écologique doivent également être prises en compte dans l'évaluation globale.



Merci pour votre attention

**Lotti Egger, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Lychou Abbühl,
Laila Hammer, Reto Portmann**

charlotte.egger@agroscope.admin.ch

Agroscope good food, healthy environment

www.agroscope.admin.ch

