



HAL
open science

Stratégies d'innovations pour le développement de pâtes alimentaires enrichies en protéines végétales

Marine Gueugneau

► To cite this version:

Marine Gueugneau. Stratégies d'innovations pour le développement de pâtes alimentaires enrichies en protéines végétales. Salon de l'Agriculture - Les Rencontres de l'INRA, Feb 2019, Paris, France. hal-03369722

HAL Id: hal-03369722

<https://hal.inrae.fr/hal-03369722>

Submitted on 7 Oct 2021

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.

Les
Rencontres ↙
de l'Inra ↗

Stratégies d'innovations pour le développement de pâtes alimentaires enrichies en protéines végétales

Marine GUEUGNEAU
UMR1019 UNH
Equipe Alimentation et Santé Musculo-Squelettique



SIA2019

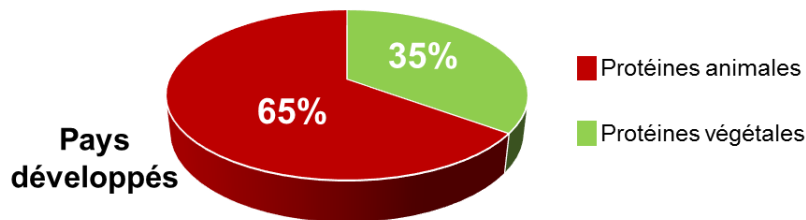
27 février 2019

Protéines végétales et alimentation durable

Population mondiale d'ici 2050 = 9 milliards d'individus



Comment nourrir la population de façon durable?



Environnement

Impossibilité de nourrir la planète avec un ratio 35% végétales / 65% animales

Santé

Recommandation PNNS:
50% végétales / 50% animales

Nécessité d'augmenter la part des protéines végétales dans notre alimentation

→ Actuellement, une augmentation de l'**obésité** et un **vieillessement** de la population correspond

- à la nécessité de développer de nouveaux aliments
- à des contraintes métaboliques et nutritionnelles, en particulier concernant l'apport protéique



Protéines végétales vs animales: les critères de qualité protéique

1- Teneur en protéines et en AA indispensables

- ✓ 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

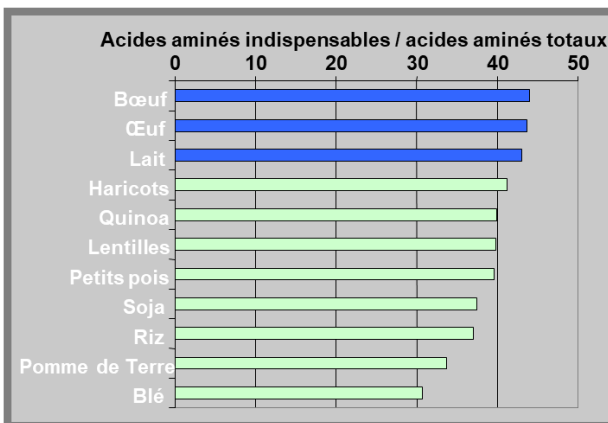
- ✓ La teneur des produits végétaux en protéines est variable avec : **légumineuses > céréales > légumes verts**

(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



Protéines végétales vs animales: les critères de qualité protéique

2- Profil en AA indispensables

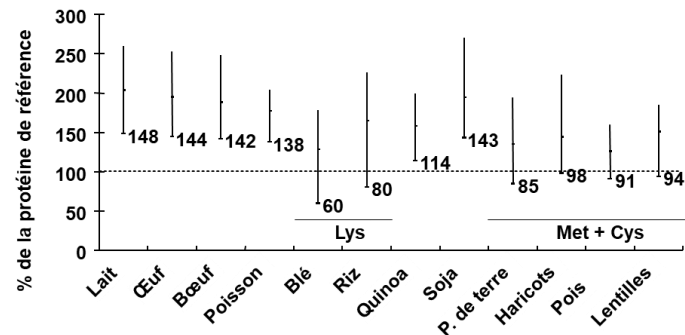
Au-delà de la teneur en acides aminés indispensables, **le profil** en acides aminés indispensables est un critère de qualité protéique

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

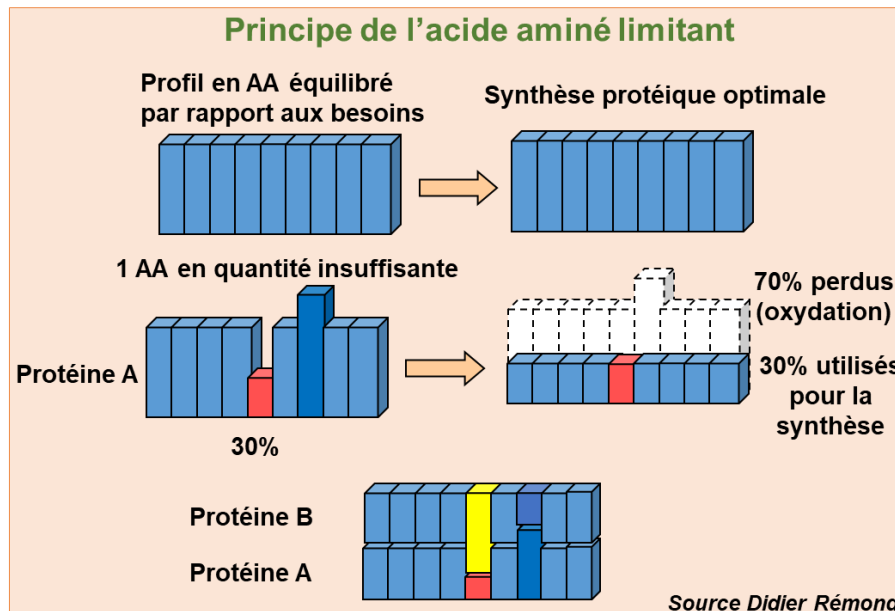
$$\text{Index chimique} = \frac{[\text{AA limitant}] (\text{mg/g protéine testée})}{[\text{même AA}] (\text{mg/g protéine de référence})} \times 100$$



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 vs animales: les critères de qualité protéique

2- Profil en AA indispensables



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

⇒ **Complémentarité** nécessaire entre les sources protéiques végétales

Ex : céréales + légumineuses

PROJET VEGAGE

Collaboration avec l'Unité IATE de Montpellier (Pr Valérie Micard) et l'Unité de Nutrition Humaine de Clermont-Ferrand (Pr Stéphane Wlarand)

Objectif =

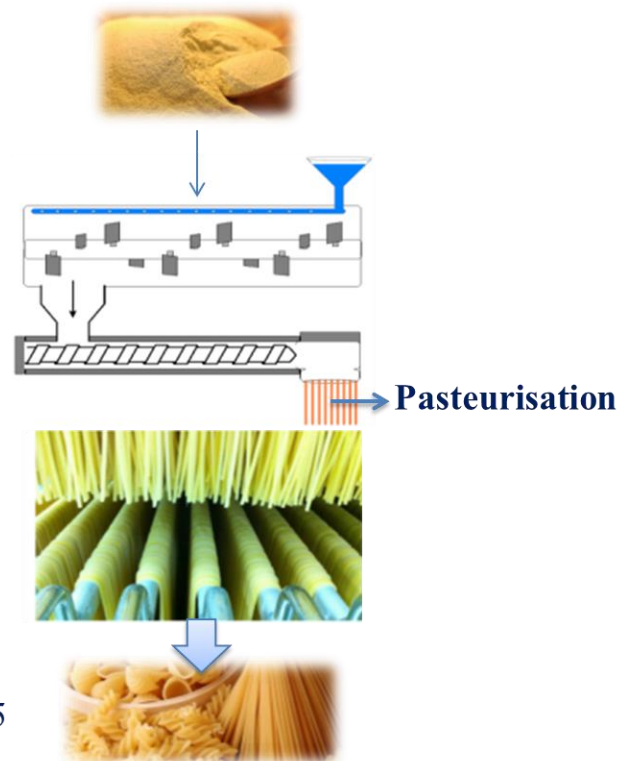
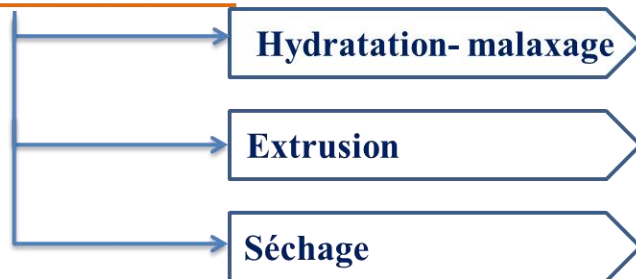
concevoir et tester de **nouvelles matrices alimentaires** modèles enrichies en **protéines végétales**, dont le contenu et la structure de la fraction protéique ont été définis pour être adapté aux **besoins nutritionnels de l'Homme**

Les pâtes au blé: *un des aliments céréaliers les plus simples et de plus en plus consommé*

Composition

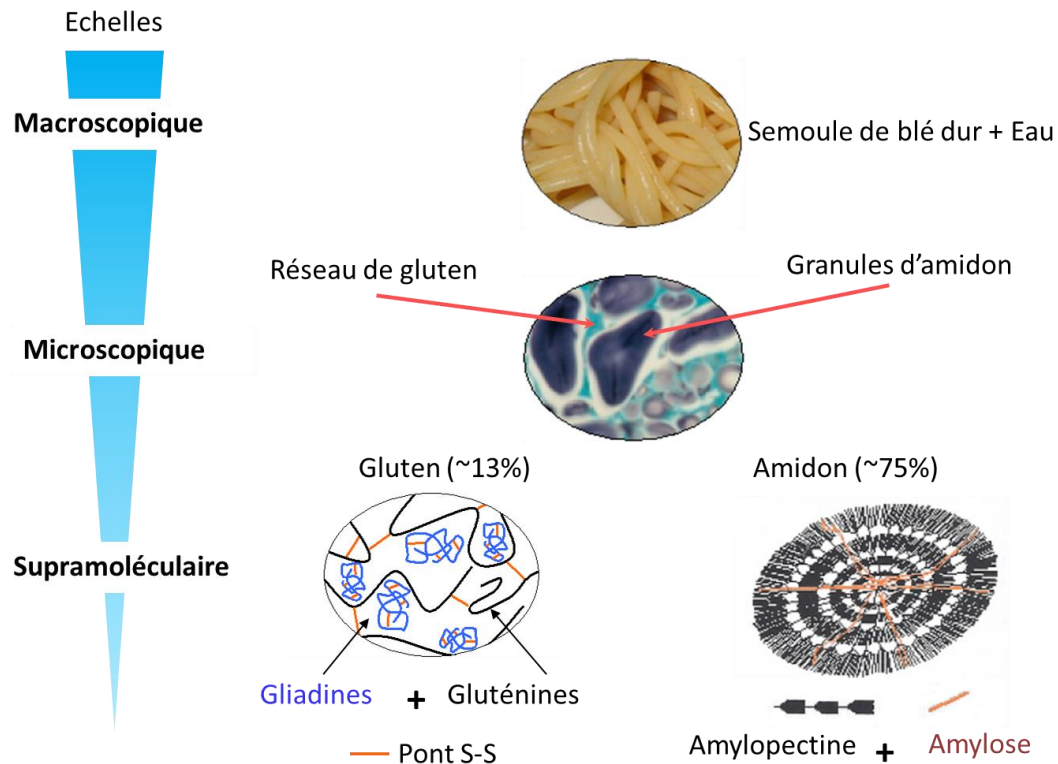


Procédé de fabrication






Pâtes sèches: 3,4 MT consommée en France en 2015

Les pâtes au blé: *structure spécifique*



Les pâtes au blé: propriétés nutritionnelles d'intérêt

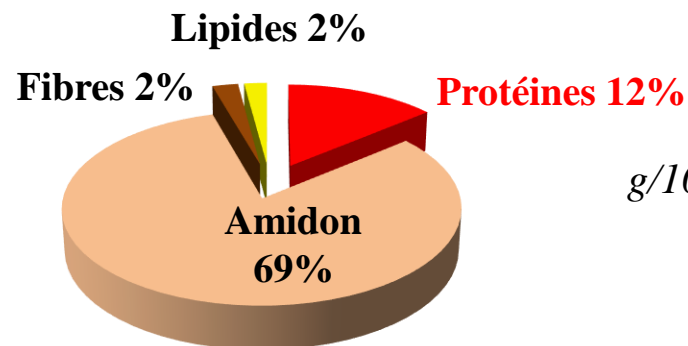
😊 Faible indice glycémique (IG)

Produits céréaliers	IG
Glucose	100
	95
	65
	53

Foster-Powell, 2002

😊 Pauvres en lipides

😊 Riches en protéines



*g/100 g de pâtes
sèches*

Consommation d'aliments à faible IG :
Prévention contre diabète type 2, MCV, cancers
(*Jenkins et al, 2002; Barclay 2007; Sluijs et al, 2010*)

Les pâtes au blé: composition nutritionnelle intéressante mais...

Protéines = gluten



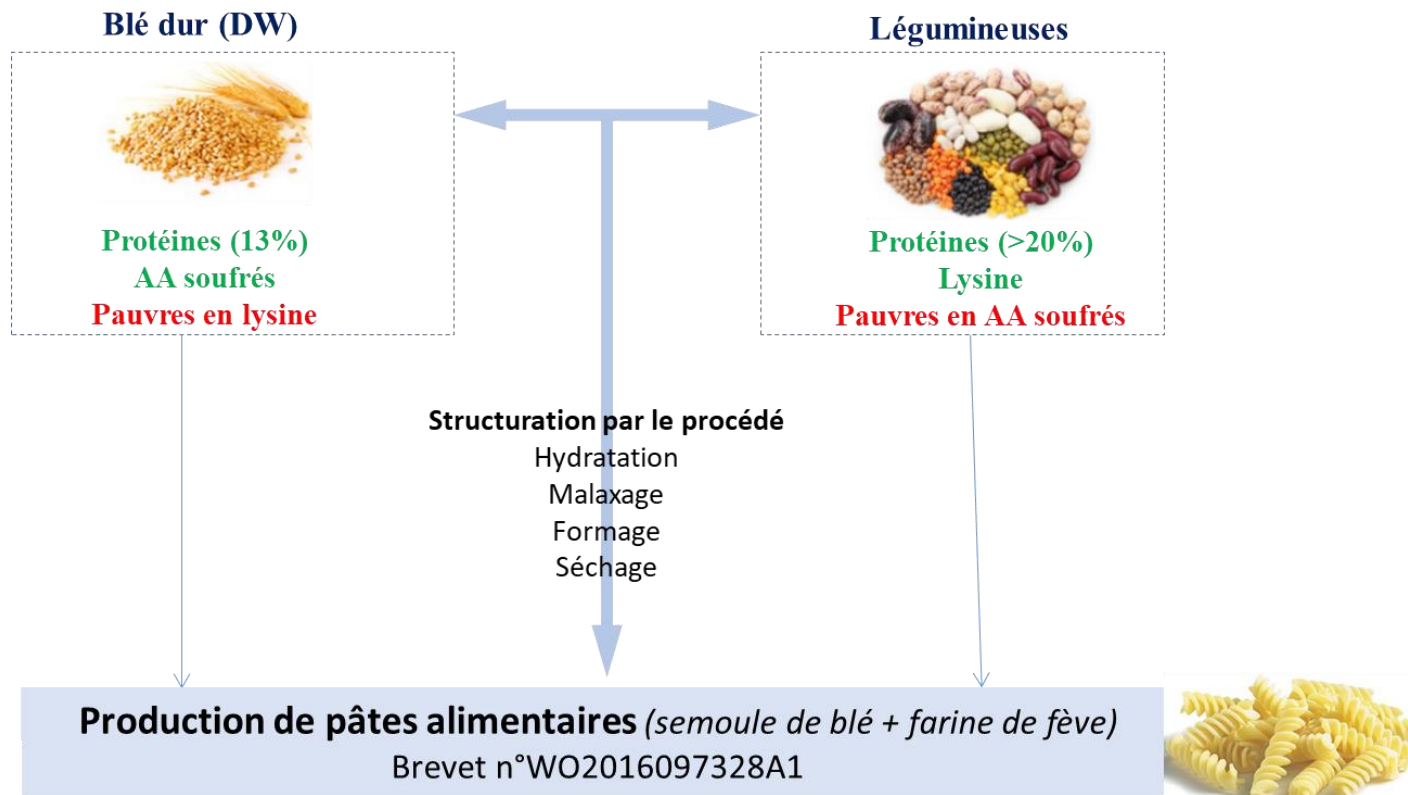
**Déficiente en lysine,
Acide aminé essentiel**

Acides aminés indispensables (mg/g de protéines)	Protéine de référence*	Pâte Blé dur†
Lysine	45	21

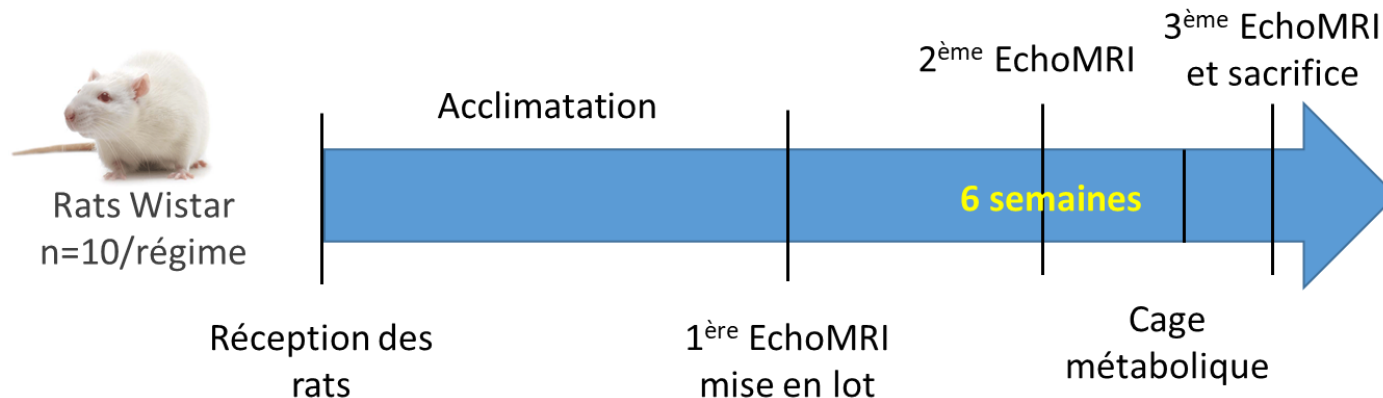
*Afssa 2007

†Abdel-Aal et al. J. Food Compos. Anal. 2002

Stratégie d'innovations: élaboration de pâtes enrichies en protéines végétales



Projet VEGAGE: *évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat*



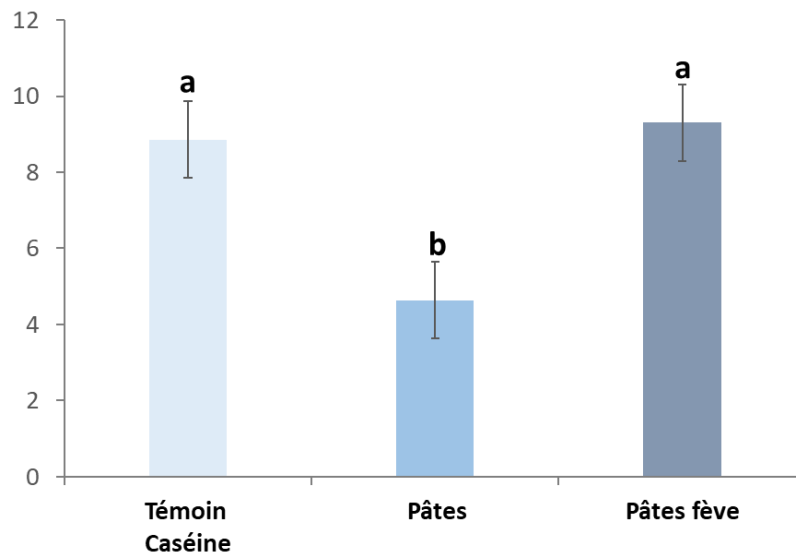
Régimes :

Pâte enrichie 35% fève
Pâte classique (6% gluten)
Contrôle standard (caséine)
Contrôle sans protéines

**Isoprotéiques
17% protéines**

Projet VEGAGE: *évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat*

- Taux de croissance (g/j):



a≠b pour p<0,05

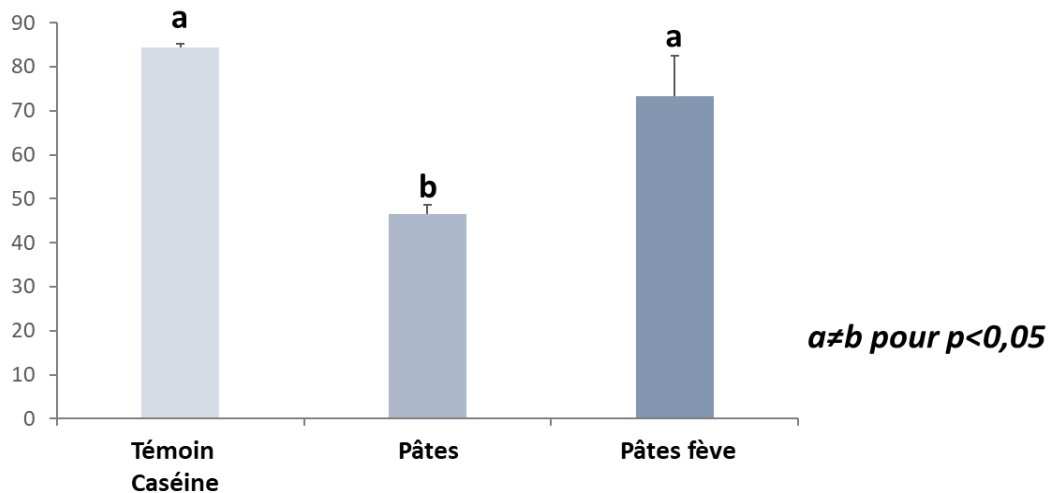
→ **Le taux de croissance est identique** chez les rats ayant consommé le régime témoin (caséine) et la pâte enrichie en farine de fève mais **est significativement plus faible** chez les rats ayant reçu la pâte classique.

Projet VEGAGE: évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat

• Utilisation protéique nette (%):

UPN = % de protéines retenues par l'organisme et pouvant être utilisées pour la **synthèse protéique**

CZ: consommation d'azote
AF: azote fécale
AU: azote urinaire
AFE : azote fécale endogène
AUE: azote urinaire endogène



Utilisation protéique nette moyenne après 6 semaines de régime

$$UPN (\%) = (CZ - (AU + AF - AUE - AFE) * 100) / CZ$$

→ Le coefficient d'utilisation protéique nette (index du taux de rétention des protéines alimentaires) **est identique** chez les rats ayant consommé le régime témoin (caséine) et la pâte enrichie en farine de fève **mais est significativement plus faible** chez les rats nourris avec la pâte classique.

Projet VEGAGE: *évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat*

- Digestibilité vraie (%):

Digestibilité vraie ou spécifique = capacité de la protéine à libérer ses AA dans la lumière intestinale et à en permettre leur absorption

Digestibilité vraie moyenne après 6 semaines du régimes

$$DAV (\%) = (CZ - (AF - AFE) * 100) / CZ$$

- AF=azote fécal
- AFE=azote fécal endogène
- CZ= consommation d'azote

réf Proll 1998

Régime	DAV
Pâtes fève	97.2 ab
Pâtes classiques	95.6 b
Caséine	101.9 c
p-value	<0.01

➔ **Moindre digestibilité des pâtes** en comparaison de la caséine MAIS amélioration de la digestion des pâtes enrichies en fève

Projet VEGAGE: évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat

- **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 ^a	88 ^c	78 ^b
Histidine	32 ^a	86 ^c	80 ^b
Isoleucine	12 ^a	83 ^c	76 ^b
Leucine	4 ^a	86 ^c	74 ^b
Lysine	27 ^a	85 ^c	75 ^b
Methionine + cystine	- 19 ^a	68 ^c	40 ^b
Phenylalanine + tyrosine	8 ^a	85 ^c	79 ^b
Threonine	11 ^a	78 ^c	73 ^b
Tryptophan	13 ^a	84 ^c	63 ^b
Valine	- 8 ^a	82 ^c	68 ^b

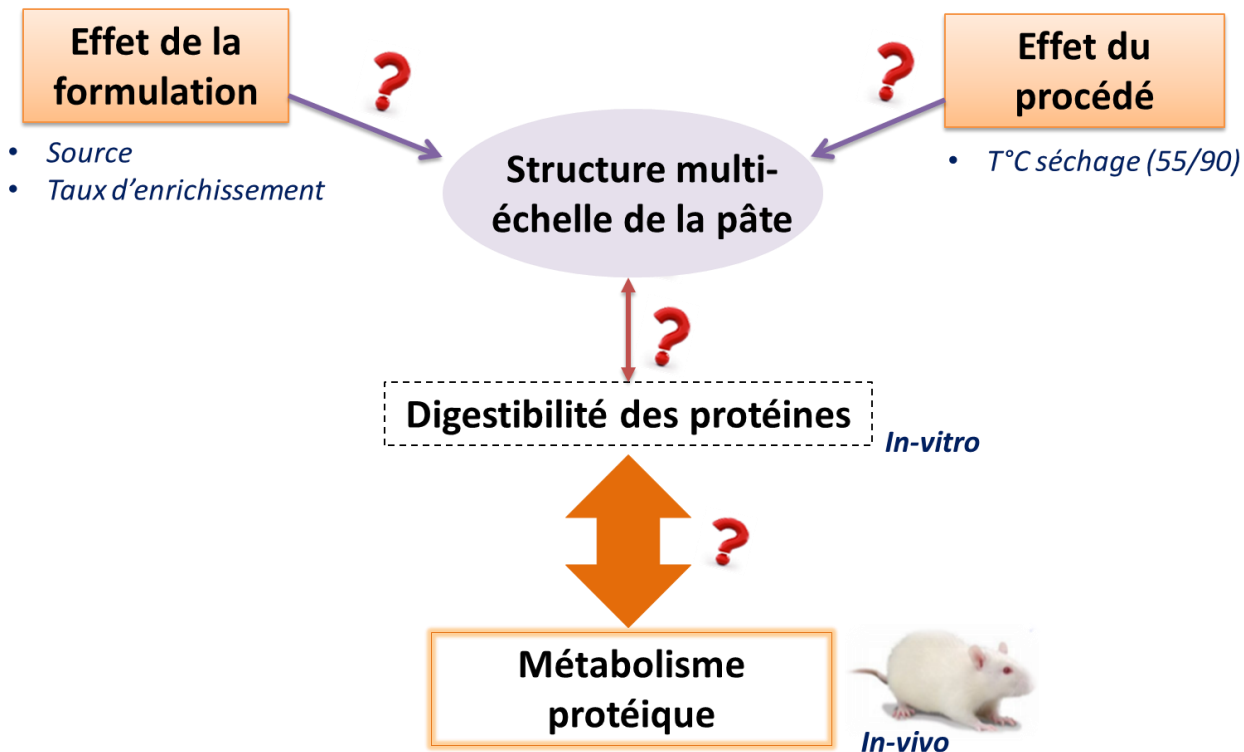
^{a,b,c} Digestibility values within a row with unlike superscript letters among the three diets were significantly different ($P < 0.05$).

* Data were abstracted from Wu *et al.*⁽²²⁾. 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: cuisson par extrusion, germination, fermentation, barèmes thermiques

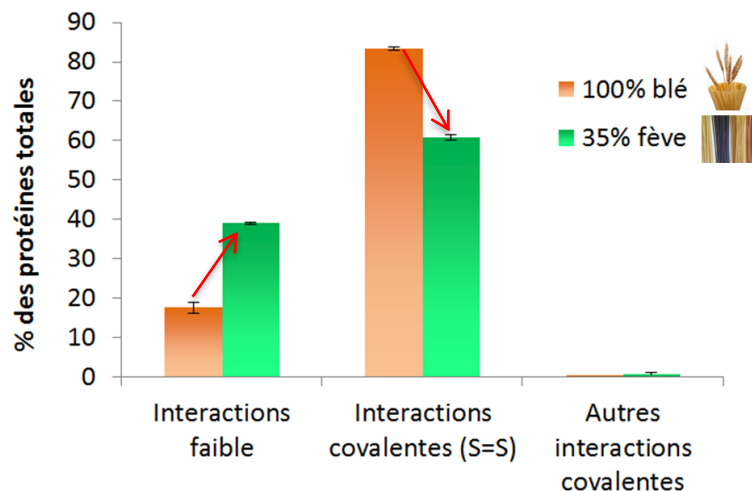
Stratégie d'innovations: élaboration de pâtes enrichies en protéines végétales



Projet VEGAGE: *évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat*

- Effet formulation:**

- *Sur la structure du réseau protéique des pâtes cuites*



Digestibilité in-vitro

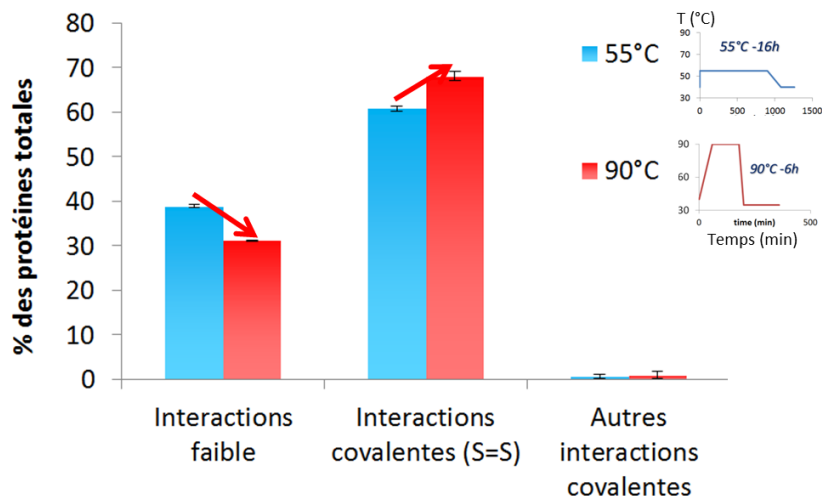
Pâtes	100% blé	35% fève
% de protéines hydrolysées	42,04 ^a	45,06 ^b

Pâte 35% fève: réseau protéique plus faible → digestibilité *in-vitro* plus importante

Projet VEGAGE: évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat

- **Effet des paramètres du procédé: température de séchage 90°C vs. 55°C**

➤ Sur la structure du réseau protéique des pâtes 35% fève cuites



Digestibilité in-vitro

Pâtes	55°C	90°C
% de protéines hydrolysées	43,3 ^a	42,8 ^a

Séchage 90°C: Réseau protéique **plus fort** sans modification de la digestibilité *in-vitro*

Projet VEGAGE: *évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat*

- Effet formulation + paramètres du procédé:



Rats Wistar
n=10/régime

Régimes:

FBT	Pâte 35% fève séchée en basse température
FTHT	Pâte 35% fève séchée à haute température
GBT	Pâte 6% gluten séchée en basse température
GTHT	Pâte 6% gluten séchée à haute température
CS	Contrôle standard
CSP	Contrôle sans protéines

**Isoprotéiques
17% protéines**

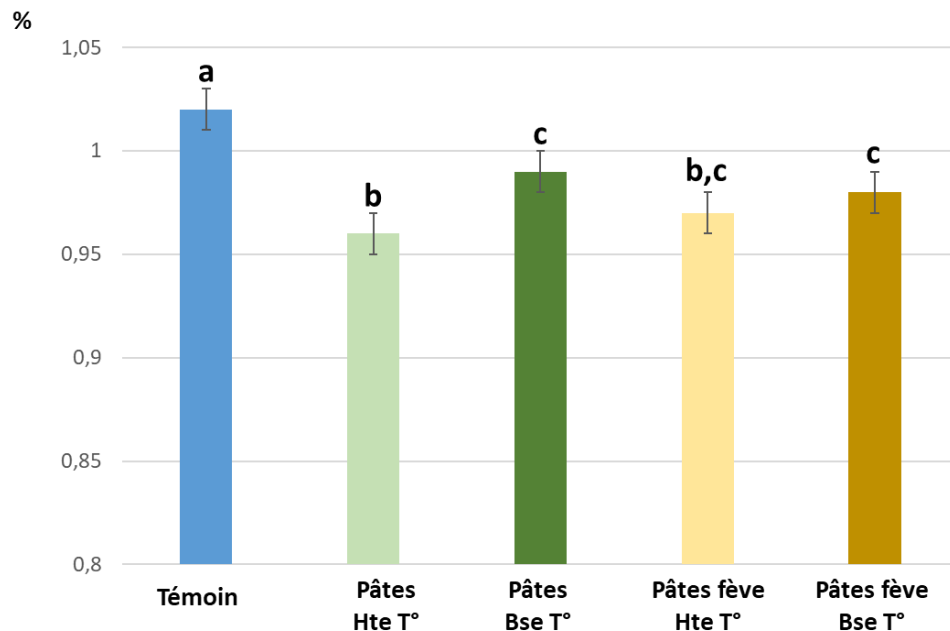
Effets:

- 1- Régime (la complémentarité des sources : blé + fève)
- 2- Séchage (l'effet des barèmes hydrothermiques sur la réticulation des protéines)

Projet VEGAGE: *évaluation de la qualité alimentaire d'une nouvelle pâte chez le rat*

- Effet des paramètres du procédé: température de séchage 90°C vs. 55°C




➤ *Digestibilité vraie (%)*:



L'utilisation d'un procédé basse température semble améliorer la digestibilité azotée chez les rats

a≠b≠c pour p<0,05

• Pour résumer:

	Rats jeunes	
	Pâte à la fève vs. Pâtes au blé	Pâte à la fève vs. Caséine
✓ ✓ Taux de croissance	↑↑↑	
✓ Rétention protéique	↑↑↑	
✗ Digestibilité azotée		↓↓↓

Intrinsèquement, la plus faible **teneur en protéines** des aliments végétaux (comparativement aux aliments animaux), le **profil en acides aminés** (surtout les teneurs en AAI) et la **digestibilité** sont des freins à l'utilisation courante de ces sources.



MAIS

- ✓ certaines sources végétales ont des teneurs élevées en protéines (ex des légumineuses)
- ✓ certaines sources végétales sont bien équilibrées en AAI
- ✓ par des procédés technologiques (complémentarité, chauffage, trempage...), il est possible d'améliorer significativement la qualité alimentaire des sources protéiques végétales

Des atouts pour les protéines végétales



mais encore beaucoup de
recherches à mener...

La densité nutritionnelle : microconstituants, fibres
L'index glycémique faible
La vitesse de digestion et d'assimilation protéiques
La richesse en acides aminés à fonction biologique spécifique
La richesse en peptides caractérisés par une activité biologique

**Vers de nouveaux
critères
de qualité ?**

Partenaires et soutien





Merci
pour votre attention

Composition des régimes	Pâte 20% protéines	Pâte 17% protéines	Caséine 20% protéines	Caséine 17% protéines
Protéines (%bh)	18,1	15,3	18,1	15,3
Glucides (%bh)	73,1	75,9	71,4	74,2
Lipides (%bh)	4,3	4,3	6	6
Minéraux (%bh)	3,5	3,5	3,5	3,5
Vitamines (%bh)	1	1	1	1
Valeur énergétique (kcal/100g)	366,9	366,7	365,8	365,2



NB. Les pâtes et les caséines sont à 17% et 20% de protéines en base sèche.

Les teneurs en protéines 17 et 20% ont été déterminées pour les pâtes cuites séchées et broyées et puisque dans les régimes il n'y a pas d'autre source de protéines donc les teneurs en protéines des régimes sont les mêmes que celles des pâtes cuites séchées broyées

Les valeurs sont exprimées par 100g de ration

Unité de préparation des Aliments Expérimentaux à INRA Jouy-en-Josas

Composition de quelques légumineuses cuites

CIQUAL 2013								Valeurs cumulées	
	Energie (kcal/100g)	Eau (g/100g)	Protéines (g/100g)	Lipides (g/100g)	Glucides (g/100g)	Fibres (g/100g)	Minéraux (mg/100g)	Vitamines B (mg/100g)	
Fèves	60	82	5	0.8	6	4	348	4.5 (B3)	
Haricots	105	69	8	0.4	14	7	605	0.6	
Lentilles	112	68	8	0.6	17	4	546	1.6	
Pois cassés	120	69	9	1.0	14	10	626	1.6	
Tofu	125	77	12	7.0	2	0.5	687	Source: CIQUAL	

Aliments :

- riches en protéines
- pauvres en lipides
- riches en glucides complexes (IG faible)
- riches en fibres
- bonnes sources en micro-constituants

Exemple : pour un individu de 70kg, une portion de 250g de lentilles cuites, c'est :

- 34%** des ANC en protéines
- 33%** des ANC en fibres
- 16%** des ANC en

vitamines B