



GPN
Groupe Protéines et Nutrition

INRAE

Végétalisation de l'alimentation des personnes âgées: tendances, conséquences et recommandations



Procédés de transformation/digestibilité

Véronique Santé-Lhoutellier, QuaPA, Clermont Ferrand

veronique.sante-lhoutellier@inrae.fr

> sommaire

Introduction

Propriétés nutritionnelles des végétaux

Quels procédés pour les facteurs anti nutritionnels

Conclusion

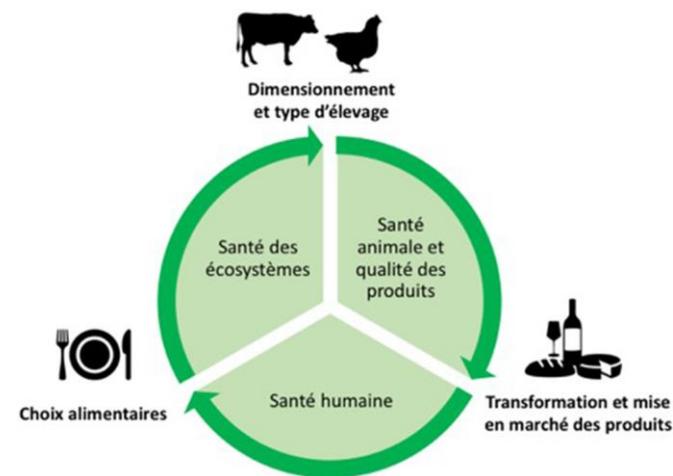
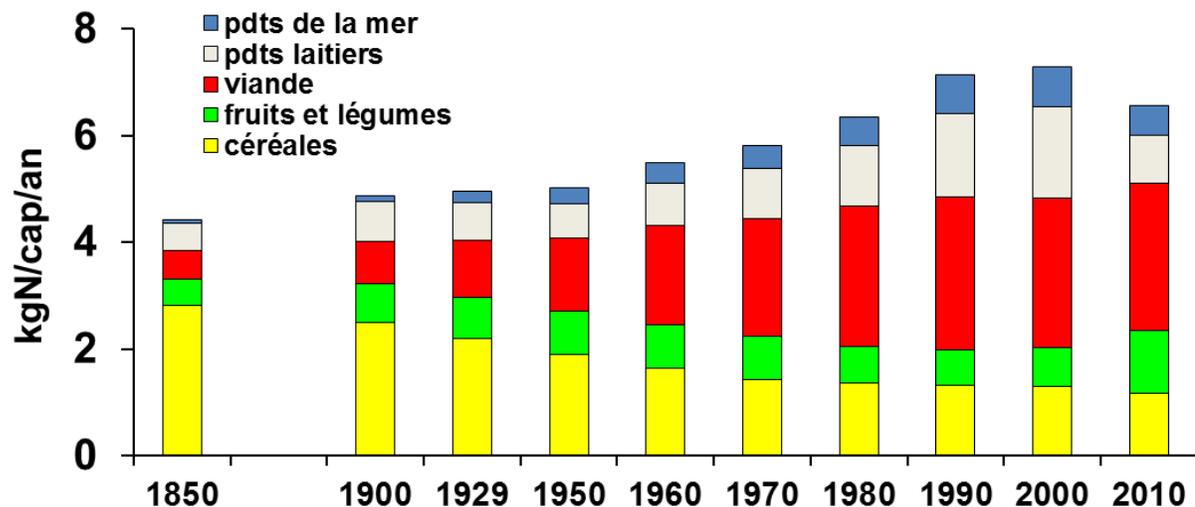


➤ Introduction



« La végétalisation de l'alimentation désigne le rééquilibrage des apports végétaux et animaux dans notre régime alimentaire. Comme la sobriété, cette végétalisation est souhaitable pour des raisons qui touchent à la santé, à l'indépendance protéique mais également à l'environnement » (30 novembre 2022)

- Actuellement la part des protéines animales : 64% vs. 50% recommandé par OMS



➤ Comment aller vers une alimentation plus durable?

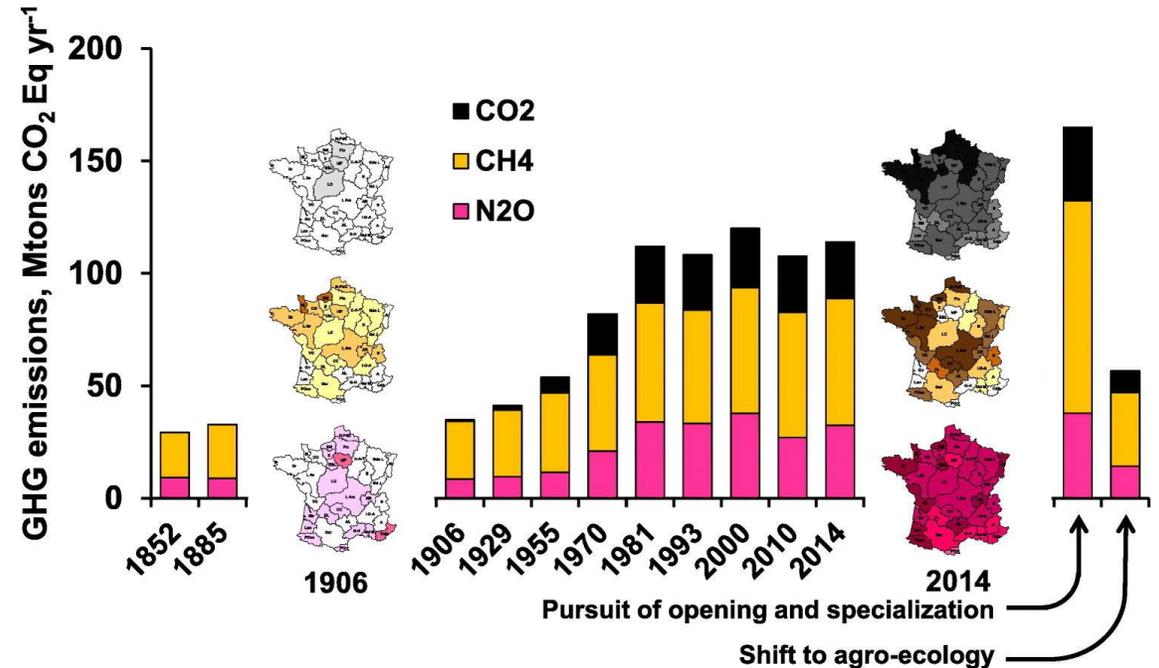
La France, un pays traditionnellement agricole



1^{er} producteur européen de céréales

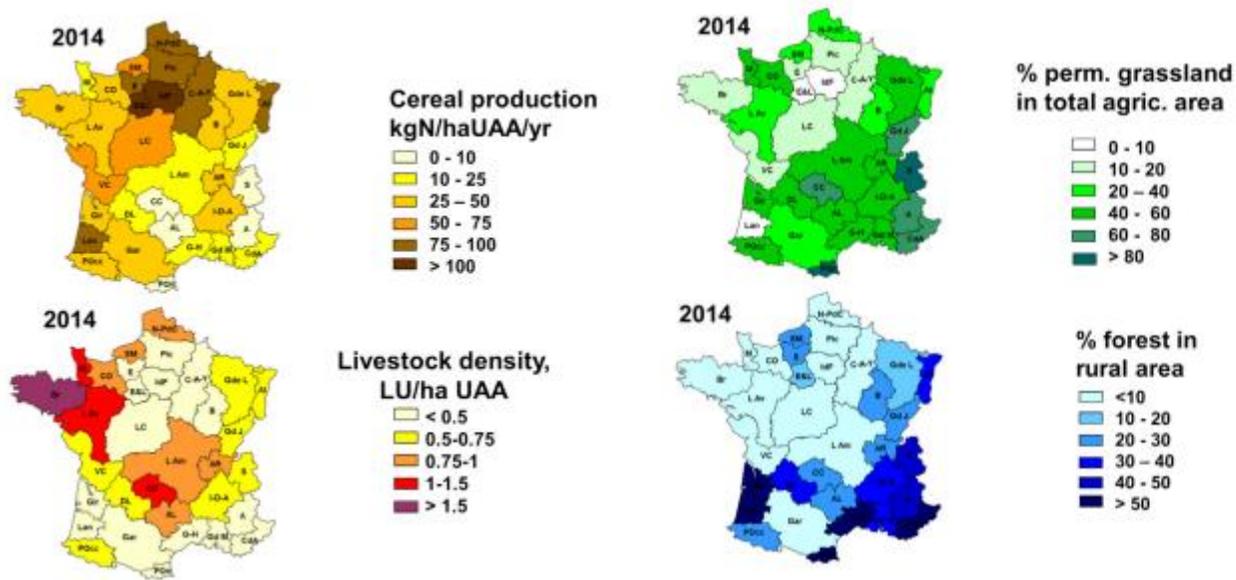
Pays d'élevage avec 25 % du cheptel bovin européen

3^e pays producteur de porc et de volaille en UE

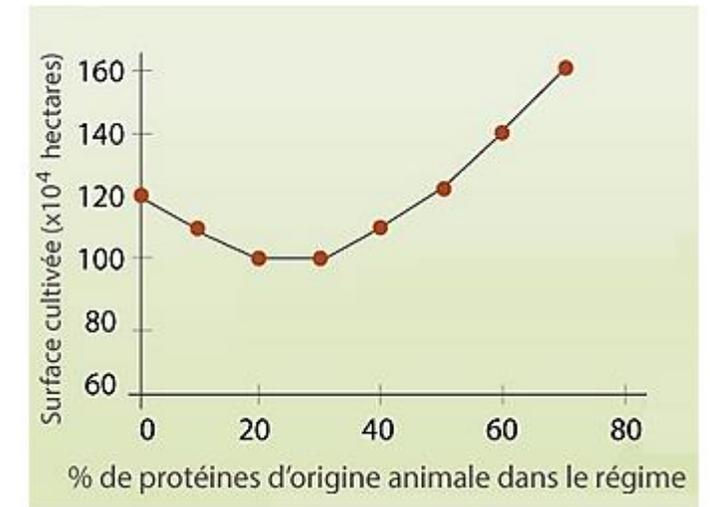


L'agroécologie : promouvoir des systèmes alimentaires viables respectueux des hommes et de leur environnement. Ces systèmes engagent des modes de productions agricoles et des filières valorisant les potentialités écologiques, économiques et sociales d'un territoire.

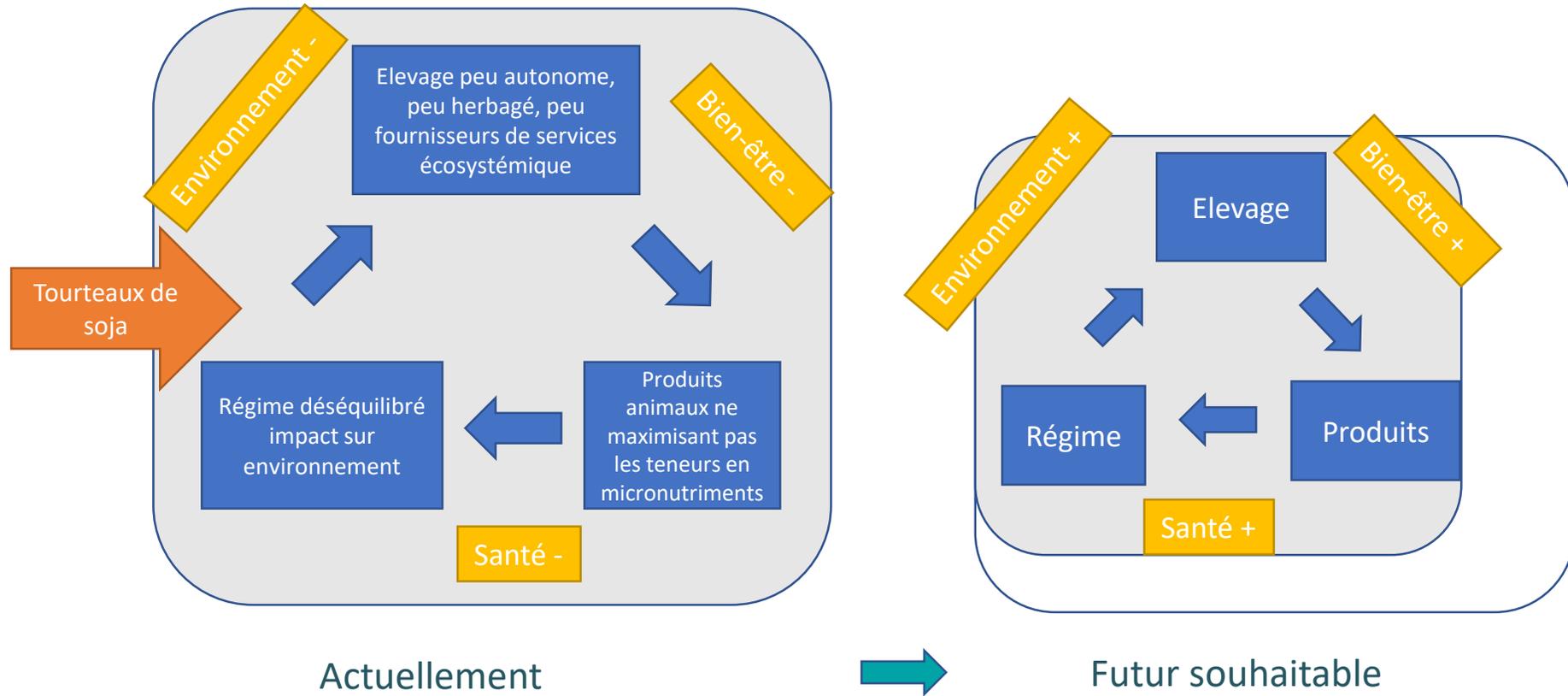
➤ Comment aller vers une alimentation plus durable?



Surface nécessaire pour nourrir une population en fonction de la part animale dans le régime



➤ Comment aller vers une alimentation plus durable?



➤ Sources de protéines végétales

Céréales maïs, blé, riz, orge et sorgo

Légumineuses haricots secs, soja, lentilles, fèves et pois

g/100g MS	amidon	protéines	fibres	lipides
Fèverole <i>Vicia faba</i>	40-50	24-24	15-24	2-4
Pois <i>Pisum sativum</i>	20-50	20-31	13-21	1,5-3
Lentille <i>Lens culinaris</i>	35-53	19-35	16	1,6
Pois chiche <i>Cicer arietinum</i>	61	17-22	18-22	3,6
Soja <i>Glycine max</i>	1-2	38-42	7-15	18-22



➤ Types de protéines végétales

Protéines solubles : albumines, globulines

Protéines insolubles : prolamines

Prolamine et céréales

Blé: Gliadine - 69% des protéines totales

Orge: Hordéine – 50%

Maïs: Zéine – 55%

Sorgho: Kafirine

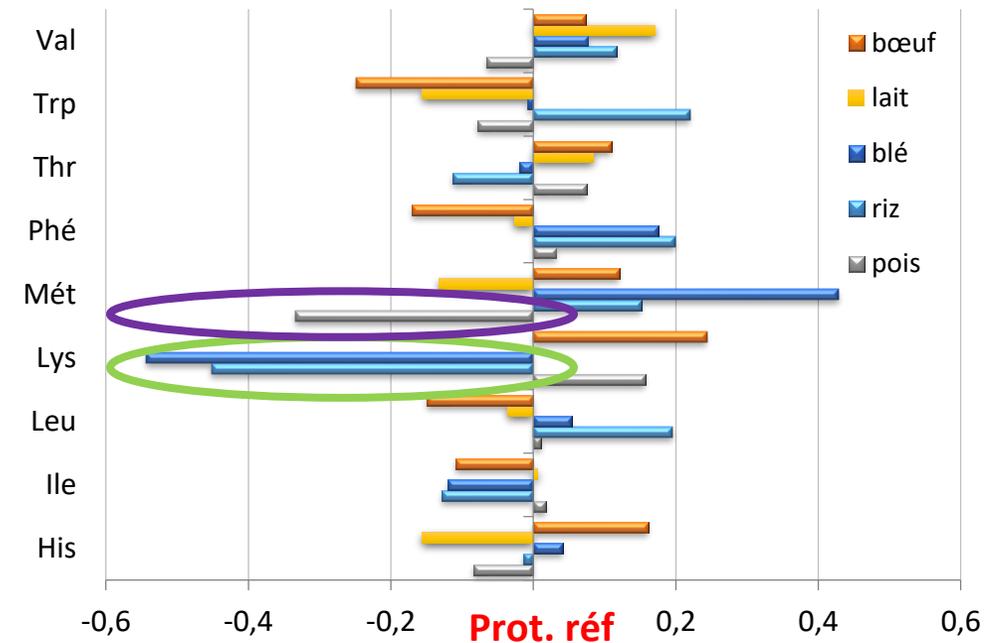
Protéines de légumineuses

50 à 80 % globulines (11/12S; 7S)

10- 15 % albumines (2S)

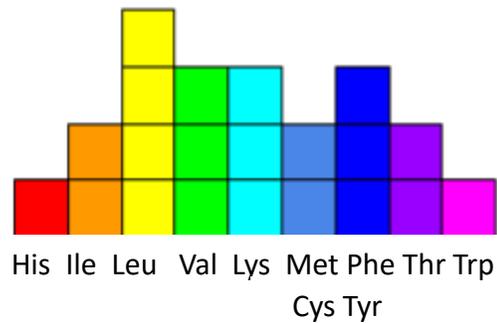
Les pois contiennent aussi 15 % de gluténines et 5 % de prolamines

Profil en AA

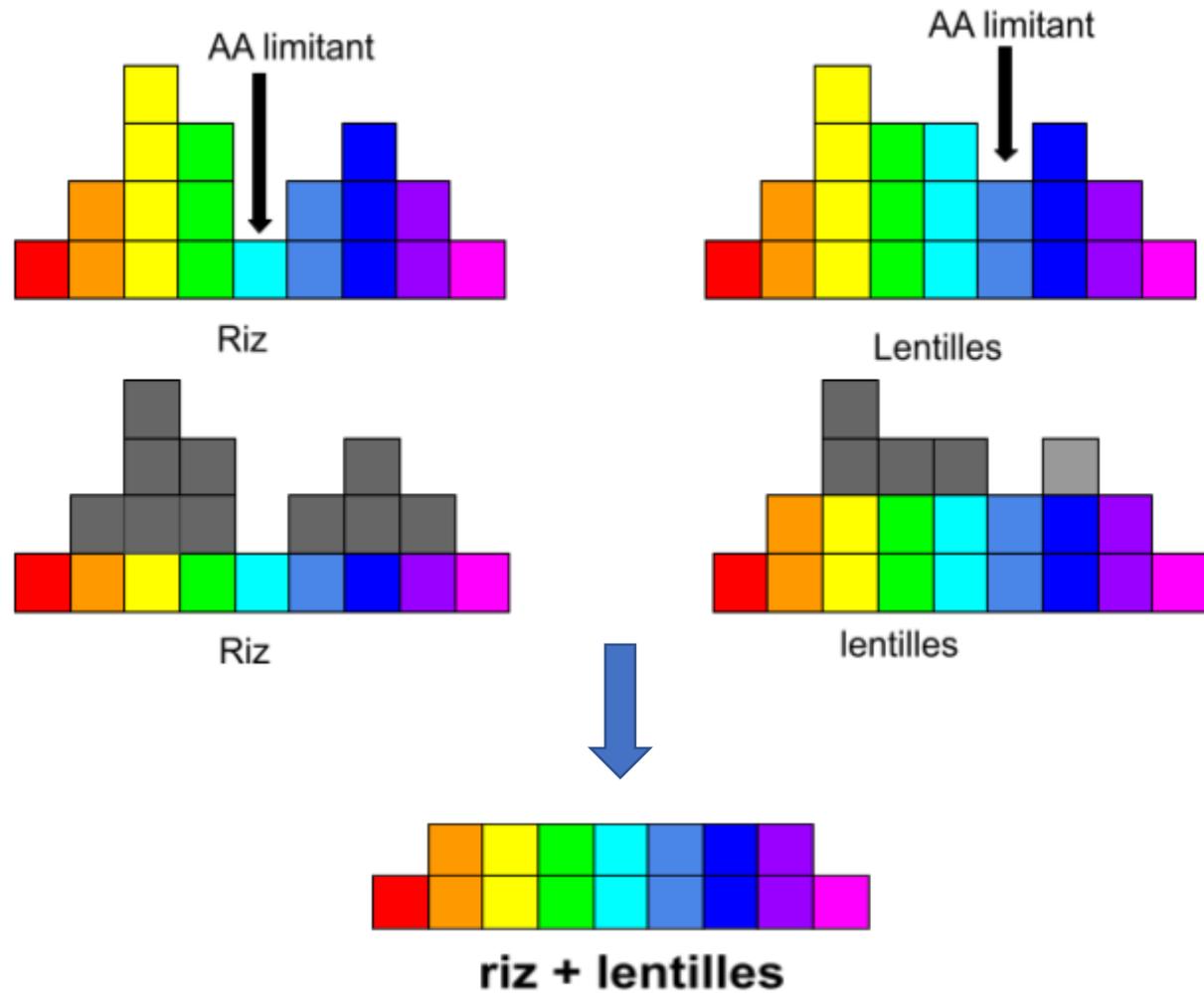


➤ Association de protéines végétales

Profil idéal



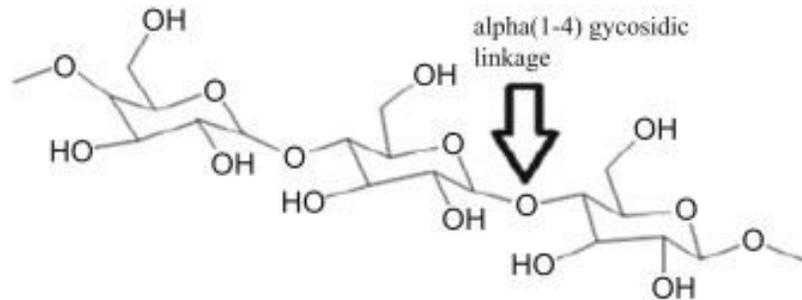
Sans association de protéines



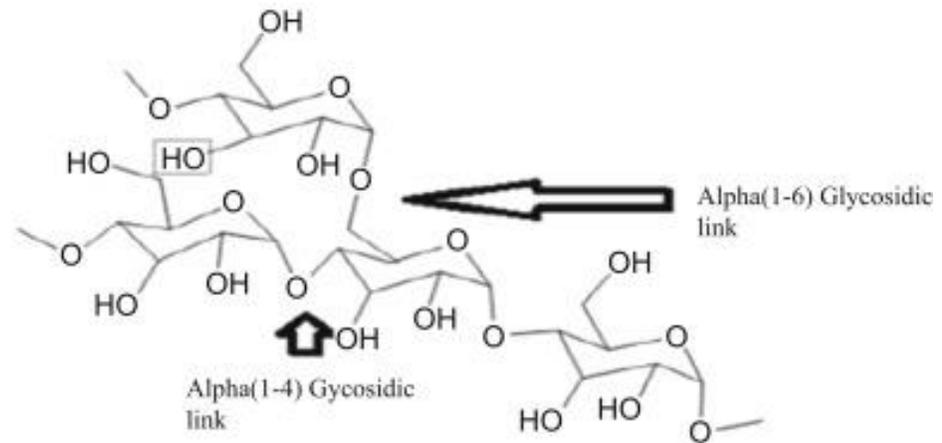
> Sucres et fibres

Amidon

Amylose (*linéaire*) / Amylopectine (*branché*)



Amylose



Amylopectin

pour les légumineuses
Amylose >> Amylopectine



limitation dans le gonflement et la solubilité de l'amidon lors de la cuisson

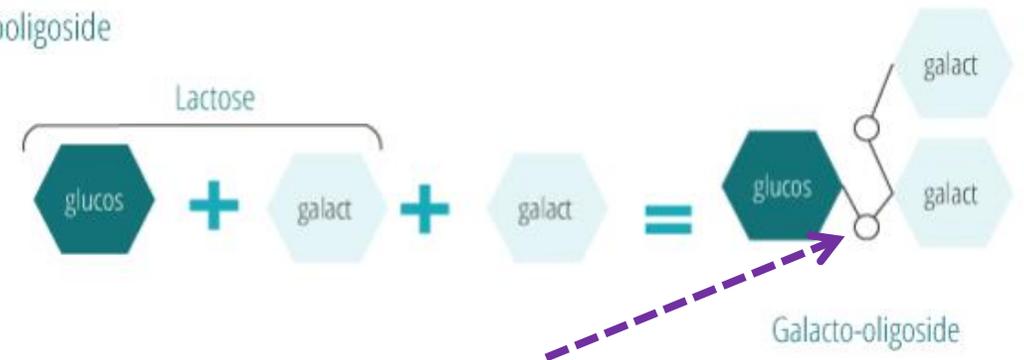
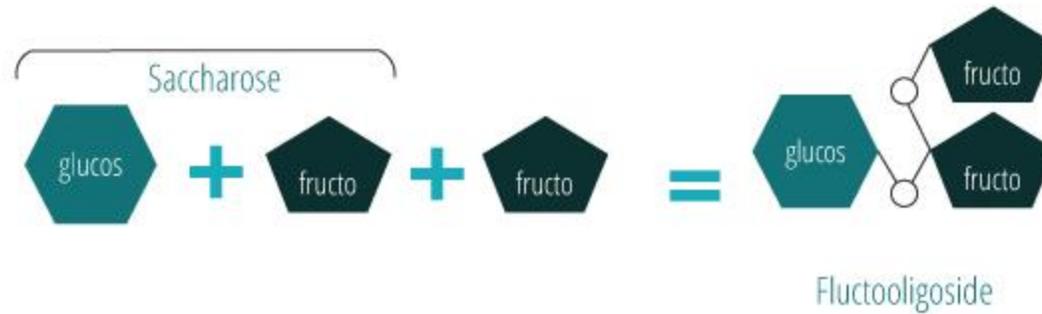
diminution de l'absorption du glucose rendant compte d'un faible index glycémique



➤ Sucres et fibres

FODMAPs : « Fermentescibles, Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides And Polyols »

les **fructanes** (famille qui inclut les Fructo-Oligo-Saccharides (**FOS**) et inuline et les **Galacto-Oligo-Saccharides (GOS)**).



Microbiote : les **bactéries intestinales** fabriquent des composés utiles à leur croissance, à notre santé en dégradant ces composés, mais libèrent des **gaz**.
S'ils sont produits en trop grande quantité,
-> une distension de l'abdomen/ballonnements et douleur abdominale.

α galactose-glucose sont non hydrolysables par les enzymes digestives intestinales

➤ Comment réduire ou éliminer les FAN

Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...

Sélection génétique/pratiques agronomiques

Explorer la variabilité dans une collection variétale / Analyser l'effet d'une modification des pratiques culturales sur l'AAT.

AAT de 23 à 60 TIU.mg⁻¹, non corrélée avec la teneur en protéines.

L'avancement de la date de semis induit une légère diminution de l'AAT -> possible changement de pratique pour amélioration de la qualité de la graine tout en préservant la teneur en protéine.

OCL 2015, 22(5) D504
© M. Berger *et al.*, Published by EDP Sciences 2015
DOI: 10.1051/ocl/2015037



RESEARCH ARTICLE – DOSSIER

OPEN ACCESS

LOCAL SOYBEAN SUPPLY CHAIN APPROVISIONNEMENT LOCAL EN SOJA

Facteurs antitrypsiques de la graine de soja : évaluation de la variabilité génotypique dans une collection de référence ; effet du semis précoce et de la réduction de l'irrigation

Monique Berger^{1,*}, Arthur Paulais¹, Mehrnoush Nourbakhsh-Rey¹, Sandrine Rooryck², Françoise Labalette² et Pierre Maury^{3,4}



	Activité antitrypsique (TIU/mg farine)
lentille	4-10
Fève	7-12
pois chiche	15-20

➤ Comment réduire ou éliminer les FAN

Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...

Germination

graines de lentilles / eau : 1 :3 48h
Eau filtrée, lentilles enveloppées dans tissu humide,
réhumidifié jusqu'à germination des graines

Traitement thermique 100°C 20min

DOI: 10.1111/1750-3841.16099

FOOD CHEMISTRY

Food Science WILEY

Changes in antioxidant activity, phenolic compounds, fatty acids, and mineral contents of raw, germinated, and boiled lentil seeds

Mohammed Saeed Alkaltham¹ | Mehmet Musa Özcan² | Nurhan Uslu² |
Ahmad Mohammad Salamatullah¹ | Khizar Hayat¹

Process	Moisture content(%)***	Crude protein(%)***	Oil content(%)***	Total phenolic content (mg GAE/100 g) ****	Total flavonoid content (mg QE/100 g)****	Antioxidant activity (mg TE/kg) ****
Control	8.82 ± 0.04*c	20.80 ± 0.02c	1.10 ± 0.00b	68.02 ± 7.01a	199.52 ± 10.77a	3.02 ± 0.07b
Germinated	68.15 ± 0.41b	22.89 ± 0.70a	1.02 ± 0.10c	45.32 ± 3.14c	70.95 ± 4.86c	0.70 ± 0.08c
Boiled	69.16 ± 0.88a	22.44 ± 0.01b	1.23 ± 0.10a	58.65 ± 0.22b	151.90 ± 7.50b	3.35 ± 0.07a

Phenolic compounds (mg/100 g)	Control	Germinated	Boiled
Gallic acid	27.70 ± 0.98b*	36.60 ± 1.15a	26.48 ± 2.46c
3,4-Dihydroxybenzoic acid	27.79 ± 1.54c**	34.17 ± 0.95a	31.03 ± 0.01b
Catechin	48.35 ± 0.11c	86.34 ± 1.26a	66.12 ± 2.58b

INRAE

V Santé-Lhoutellier

➤ Comment réduire ou éliminer les FAN

Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...

Lixiviation techniques d'extraction de produits solubles par un solvant, et notamment par l'eau circulant. La lixiviation concerne uniquement les éléments solubles puisqu'ils sont entraînés verticalement par infiltration après avoir été dissous. Souvent associée à agitation et sonication

Trempe haricot (*Phaseolus vulgaris*) dans eau, NaCl, NaHCO₃



Digestibilité [Amidon] rapide, lent & résistant
Fibres alimentaires (paroi cellulaire)

➤ Piégé matrice cellulaire, inaccessible

➤ Grain amidon natif (cru)

➤ Amidon rétrogradé après cuisson

Soaking type	Cooking time (min)
Non-soaked	402 ± 0.22 ^a
Water	180 ± 0.07 ^b
Sodium chloride (1%)	173 ± 0.03 ^c
Sodium bicarbonate (1%)	169 ± 0.03 ^c

Soaking type	0
Non-soaked	34.9 ± 0.82 ^a
Water	36.2 ± 0.21 ^b
Sodium chloride (1%)	36.4 ± 0.23 ^b

➤ Diminution temps de cuisson par le trempage

➤ Trempage augmente la teneur d'amidon disponible, possiblement par lixiviation

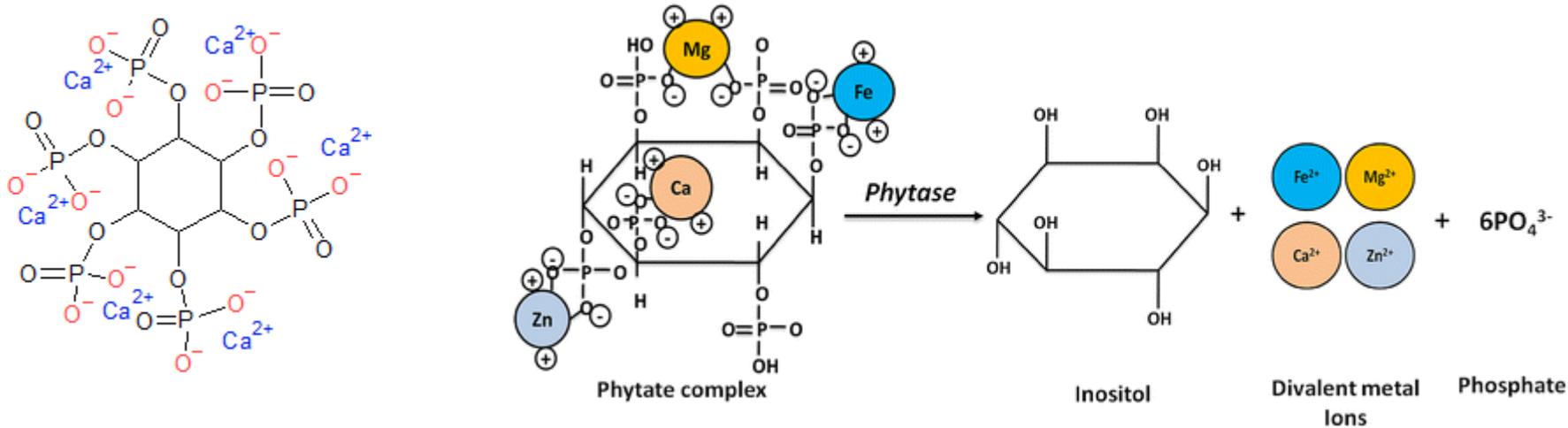
➤ Comment réduire ou éliminer les FAN

Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...



Traitement enzymatique phytase : meilleure biodisponibilité d'ions divalents Calcium, Fer, Magnesium, Zinc



	Ca	Fe	Zn
% avant / après traitement phytase 300U	+ 11%	+17%	+41%

➤ Comment réduire ou éliminer les FAN



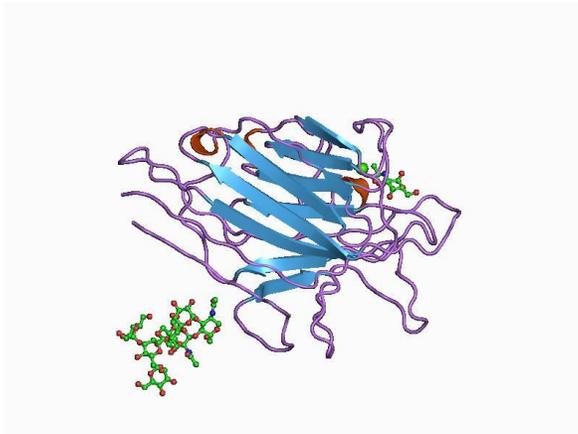
Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...

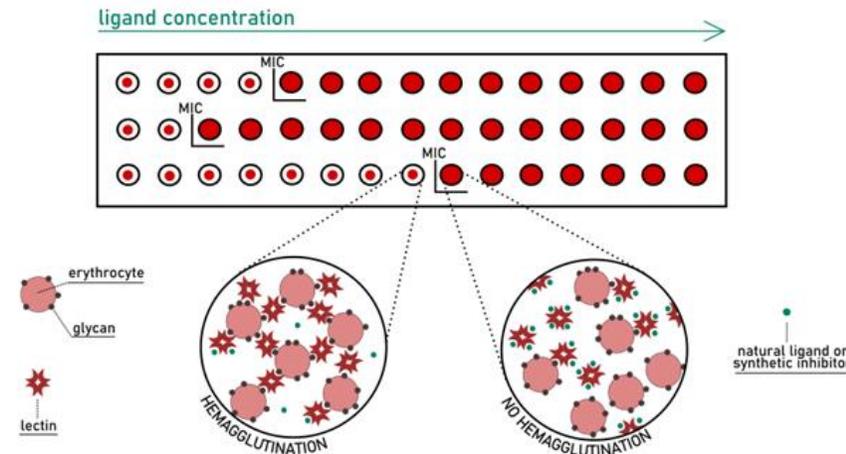
Traitement thermique : inactivation des lectines

Ce sont des protéines non enzymatiques qui se lient spécifiquement et réversiblement à différents types de glycoprotéines et mono- ou oligosaccharides sans altérer leurs structures covalentes

Fonction dans les céréales et les légumes pour la protection des plantes...



Test agglutination des érythrocytes



➤ Comment réduire ou éliminer les FAN



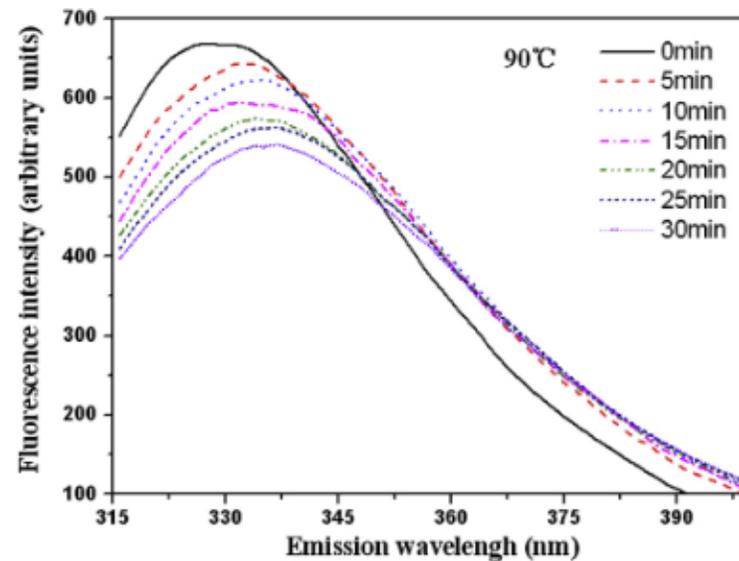
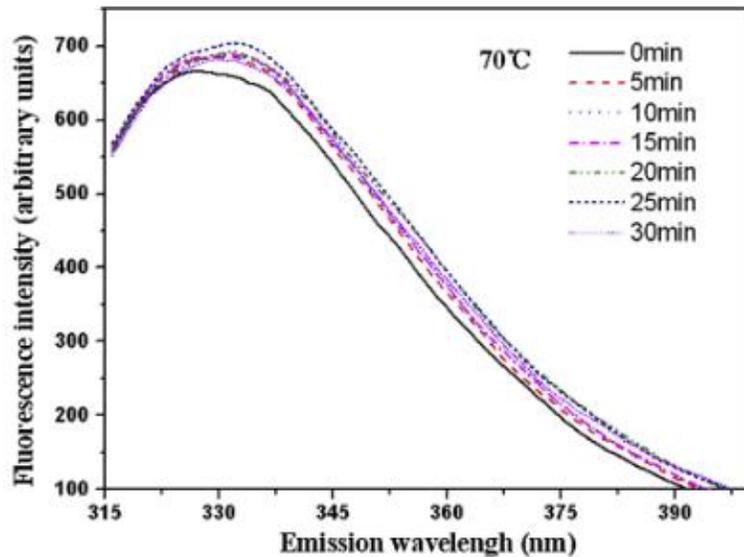
Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...

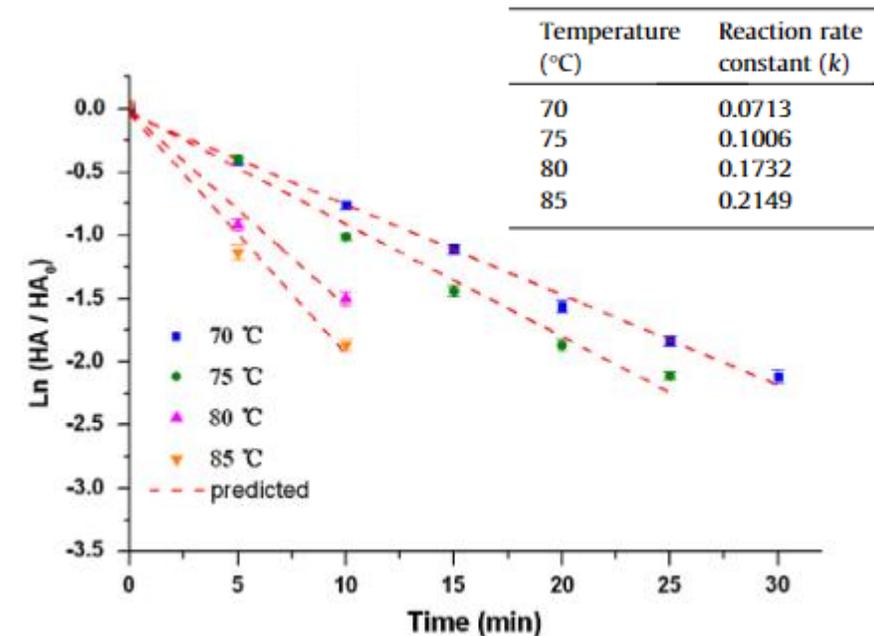
Traitement thermique -> modifier la conformation des lectines, inhiber leur capacité à se lier à des oligosaccharide ou glycoprotéines

De 70 °C à 90°C : durée 5-30min

Suivi par fluorescence



Inactivation thermique en fonction du temps et de la température



INRAE

V Santé-Lhoutellier

➤ Comment réduire ou éliminer les FAN

Sélection génétique

Traitements post récolte : germination, traitement thermique, lixiviation, fermentation, extraction, ...



Hautes Pressions vs traitement thermique 90°C – 15 min eau



Changes in anti-nutritional contents of RBP during the manufacturing process.

Treatment	Trypsin inhibitor Activity (mg of pure trypsin/g fw)	Phytic acid content (mg of phytic acid/g fw)	In vitro protein digestibility (%)
Untreated	0.36 ± 0.12 ^b	9.47 ± 1.20 ^b	79.3 ± 1.1 ^b
HHP 400 MPa	0.34 ± 0.05 ^b	9.04 ± 0.74 ^{ab}	77.4 ± 0.1 ^a
HHP 500 MPa	0.28 ± 0.08 ^{ab}	8.33 ± 0.49 ^a	80.9 ± 0.9 ^b
HHP 600 MPa	0.07 ± 0.01 ^a	8.19 ± 0.39 ^a	83.8 ± 0.6 ^a
Thermal	0.06 ± 0.01 ^a	8.33 ± 0.82 ^a	79.3 ± 0.1 ^b



> Conclusions

rééquilibrage des apports végétaux et animaux dans notre régime alimentaire?

Littérature abondante

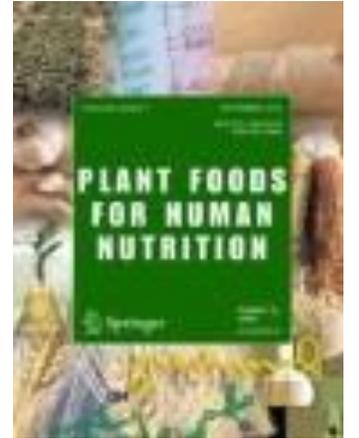
Potentiel nutritionnel des céréales et légumineuses pour répondre au défi de transition alimentaire

Variétés agronomiques & Procédés et bioprocédés

Accompagner la transition: ne pas opposer le sourcing mais message sur la complémentarité, le plaisir (consommer et cuisiner)

Risque associé à l'éviction totale des produits d'origine animale

Terminologie « substitut »





GPN
Groupe Protéines et Nutrition

INRAE

Merci pour votre attention



Véronique Santé-Lhoutellier, QuaPA, Clermont Ferrand

veronique.sante-lhoutellier@inrae.fr