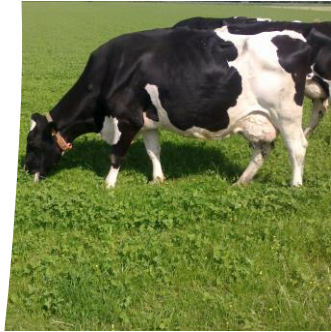


# Les légumineuses dans nos assiettes : que nous dit la science ?

Claire Mouquet-Rivier  
Marie-Josèphe Amiot



# Une grande diversité

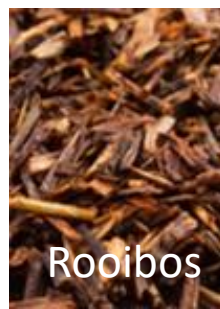
- Au sens botanique : Plantes de la famille des **fabacées**, dont le fruit est une gousse  
→ plantes herbacées – arbustes – arbres
- Parties consommées → dans les trois sous-familles, mais surtout dans les Faboideae



Graines



Niébé



Rooibos



Néré

Tamarin

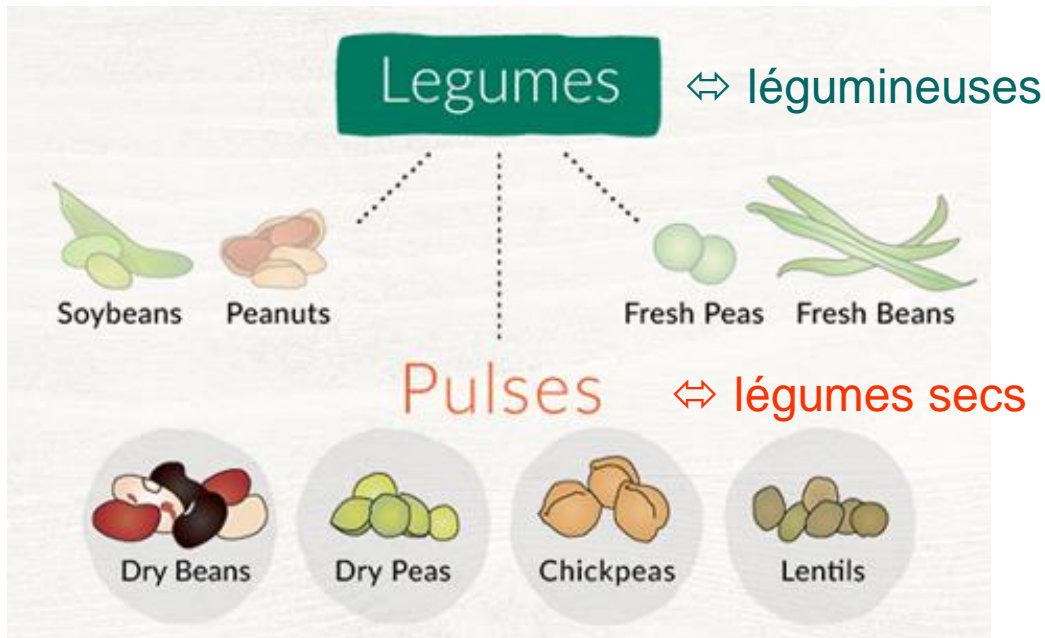
Réglisse

Pulpe de la gousse

Racines

# Une grande diversité

- Au sens alimentation – nutrition : les légumineuses = **graines**
- et au sens strict de légumes secs, **graines mures et sèches**
- **sauf arachide et parfois soja**
- **sauf graines « fraîches » ou vertes : petits pois, haricots verts ou fèves fraîches**



→ Groupe alimentaire souvent pris en compte dans le calcul du score de diversité alimentaire  
Ex: MDD-W calculé sur 10 groupes (FAO, 2016)

<https://pulses.org/nap/what-are-pulses/>

# **Consommation de légumes secs, Recommandations et Enjeux**



# Plats à base de légumineuses

- Des plats traditionnels dans de nombreux pays



chili con carne et autres...

- Sur nos terrains d'étude, en Afrique subsaharienne



# Tendances de la consommation mondiale

→ Consommation annuelle dans les différentes régions du monde

Haricots secs – Fèves - Pois chiches – Niébé – Lentilles -Pois d'angole

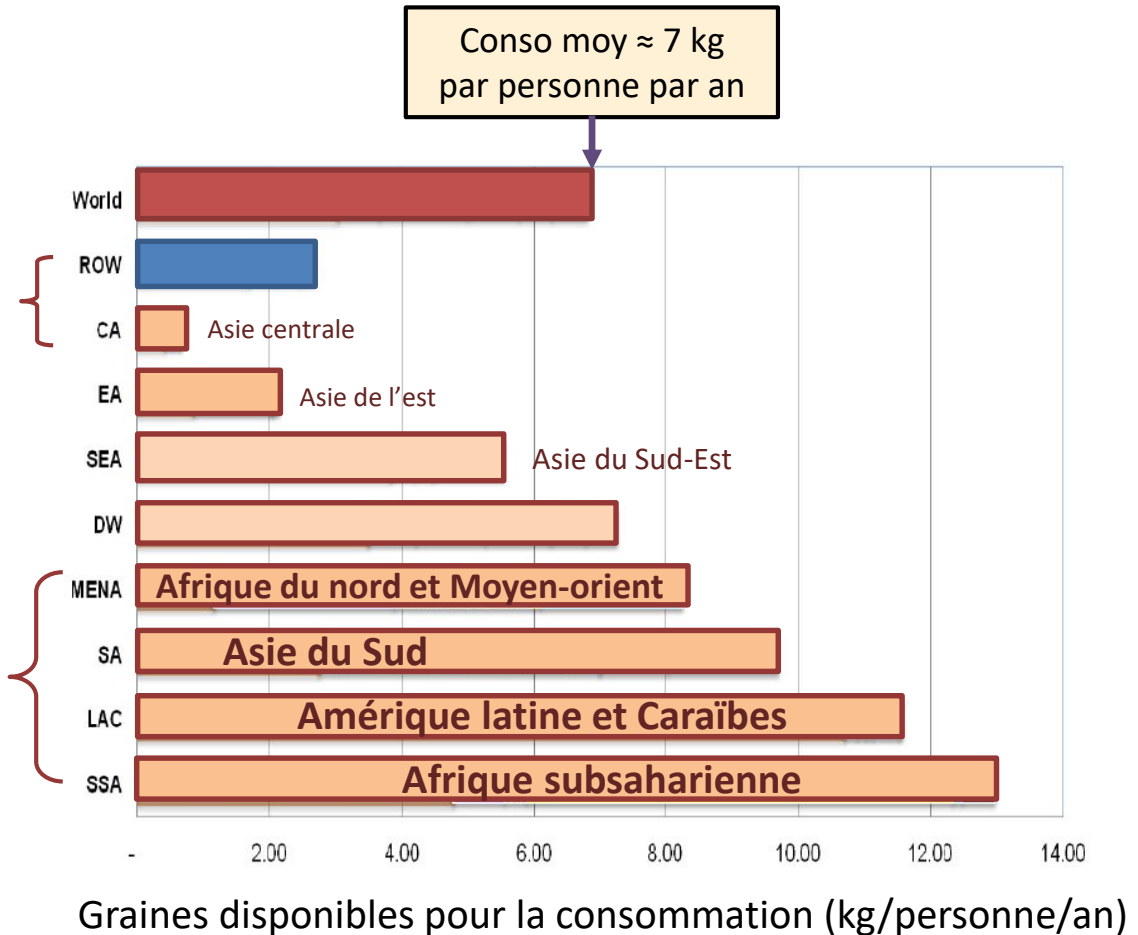
Akibode et Maredia, 2011

< 3 kg par  
personne  
par an

'petits'  
consommateurs

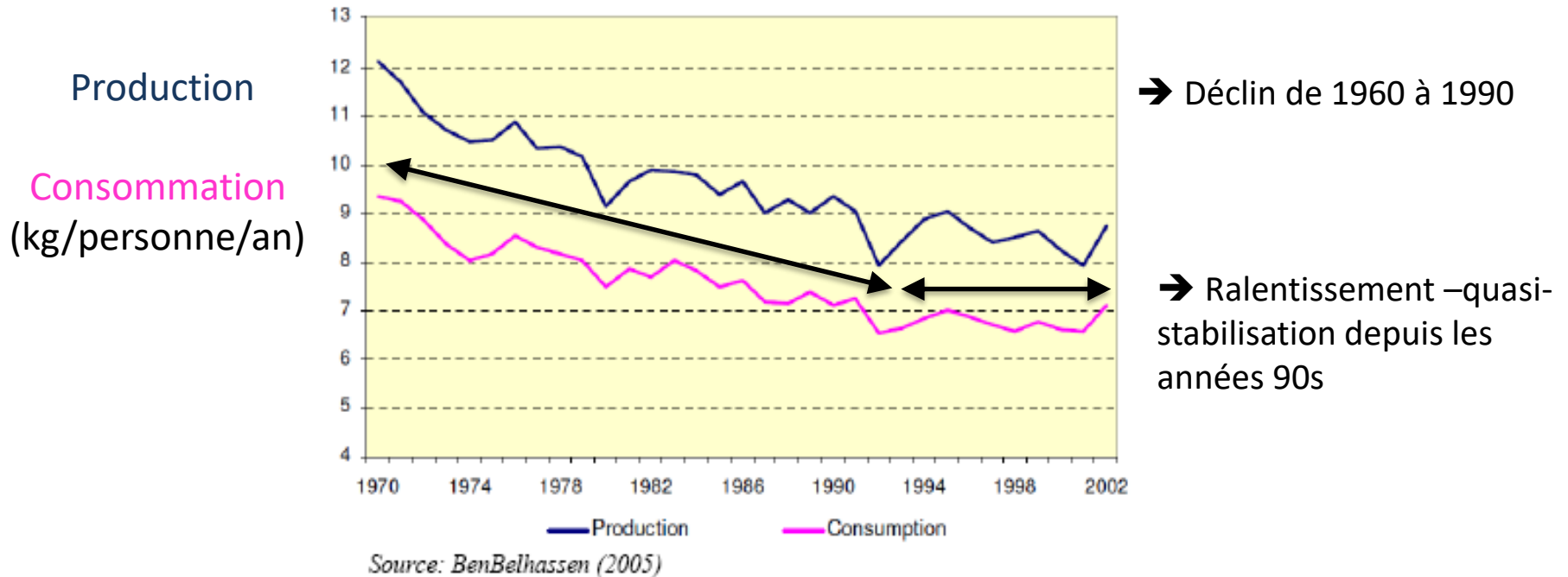
9-13 kg  
par  
personne  
par an

4 'gros'  
consommateurs



# Tendances de la consommation mondiale

- Evolution de la consommation depuis les années 60



# Consommation au Bénin et en France

- **France : Diminution importante au XX<sup>ième</sup> siècle**

→ 7,3 kg/personne/an dans les années 1920

→ stabilisation autour de 1,4 kg / personne / an depuis 1985

- **Bénin, en milieu urbain :**

→ consommation importante, poids de la tradition

→ régime traditionnel >> régime en transition → risque

- **Recommandations nutritionnelles**

→ Consommer des légumineuses 2 à 3 fois/semaine (plutôt sous forme de graines entières)

*lundi*      *jeudi*      *samedi*

→ **Freins à la consommation**

- Production insuffisante ← croissance démographique, compétition pour les terres,
- Temps de préparation
- Faible appétibilité
- Inconfort digestif



[Champ, 2014  
INCA 2, 2006-2007]





# Enjeux de l'augmentation de la consommation de légumineuses

## → Enjeu environnemental

- Régénération/fertilisation des sols pauvres
- Substitution protéines animales – protéines végétales
  - Réduction de la production de gaz à effet de serre

## → Enjeu pour la nutrition et la santé

- Pour les populations à **faibles revenus**, en milieu rural, ayant un régime alimentaire peu diversifié, pauvre en produits d'origine animale
- pour les personnes **végétariennes**
  - Contribuer à un apport protéique adéquat en quantité et en qualité
- Dans les sociétés industrialisées ou en transition caractérisées par des régimes alimentaires riches et diversifiés
  - Prévenir le surpoids et l'obésité et les MCLA: diabète, hypertension, maladies cardiovasculaires et certains cancers



# **Intérêt nutritionnel et effets-santé: le Yin et le Yang**



# Composition biochimique et nutritionnelle, aperçu général

## Constantes

- Aliment énergétique
- Riches en **protéines**: de 20 à 40% du poids de la graine
- Riches en amidon : environ 50% sauf le soja
- Glucides de faible index glycémique
- Riches en minéraux et en vitamines Bs (dont B9)
- Très riches en **fibres** : 15 - 25 % (→ 60% fenugrec)  
dont 4-5% d' $\alpha$ -galactosides
- Contiennent de nombreux **composés bioactifs**
- Et des **facteurs antinutritionnels**



## Et différences

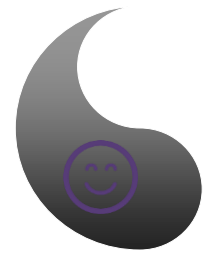
- Teneurs en lipides très variables  
<1% niébé - 5% pois chiche - 20% soja, néré, « zamné » (50% arachide)  
et compositions en AG très différentes
- Certains FAN ou **composés toxiques spécifiques**



# **Les nutriments d'intérêt**

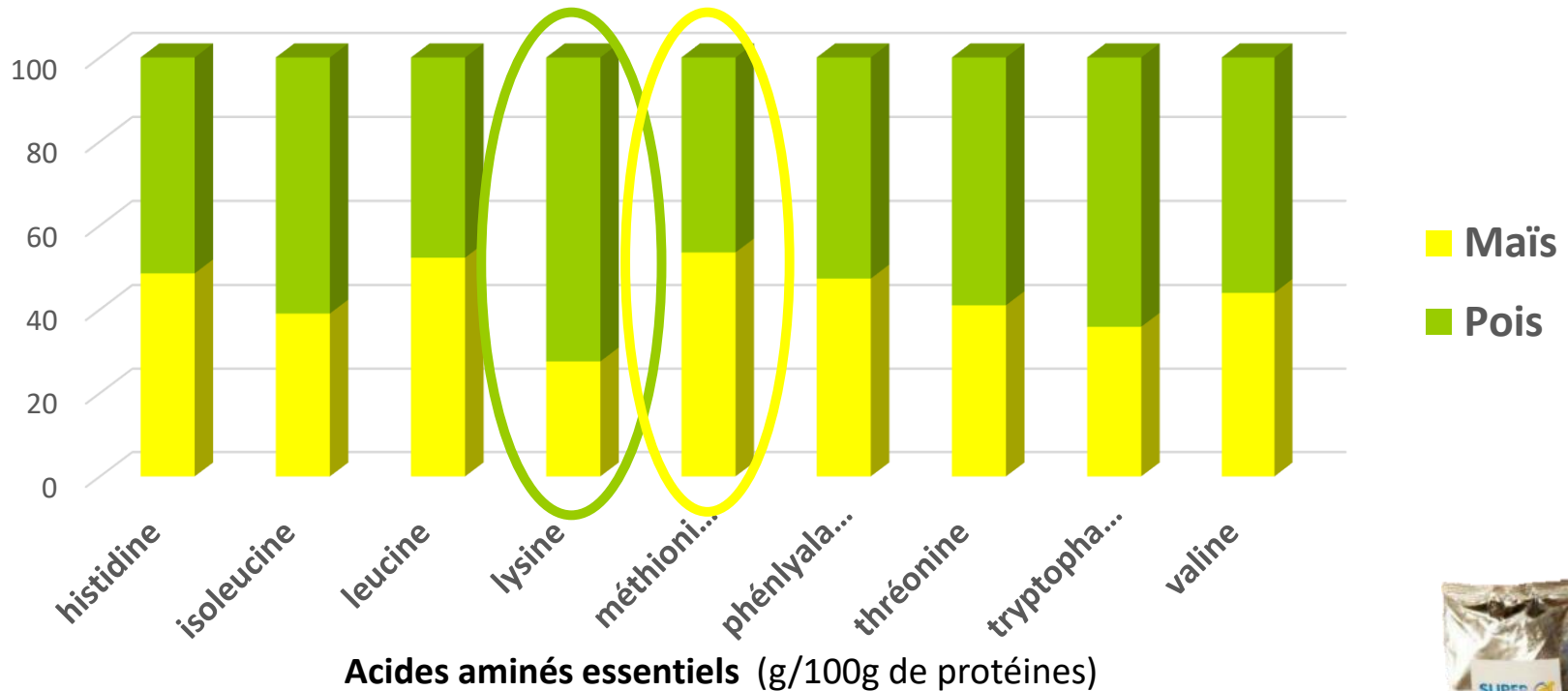
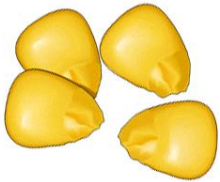


# Riches en protéines



→ Viande du 'pauvre'

Composition en acides aminés essentiels complémentaire de celle des céréales → Paires alimentaires traditionnelles



→ Complémentation utilisée pour la formulation de farines infantiles



# Les légumes secs – sources de micronutriments



- Vitamines Bs hydrosolubles

B1, B2, B3, B6, B9

**B9** ou folates → carence = problème de Santé Publique

Teneur en folates des légumes secs : de 250 à 600 µg/100g graines

Carence en début de grossesse → Risque de défaut de fermeture du tube neural

→ nécessité d'intervenir **AVANT** le début de la grossesse :  
approche alimentaire particulièrement appropriée

## Risque de pertes au cours des procédés

+ Dilution par formulation : 1/3

→ par diffusion pendant le trempage

→ par dégradation thermique/oxydation pendant la cuisson } -50% } / 6



*1 portion apporte env 22%  
de la RNP adultes (330 µg/j)*

Recherches nécessaires



# Les légumes secs – sources de micronutriments



- Vitamines Bs hydrosolubles  
B1, B2, B3, B6, B9 (folates)

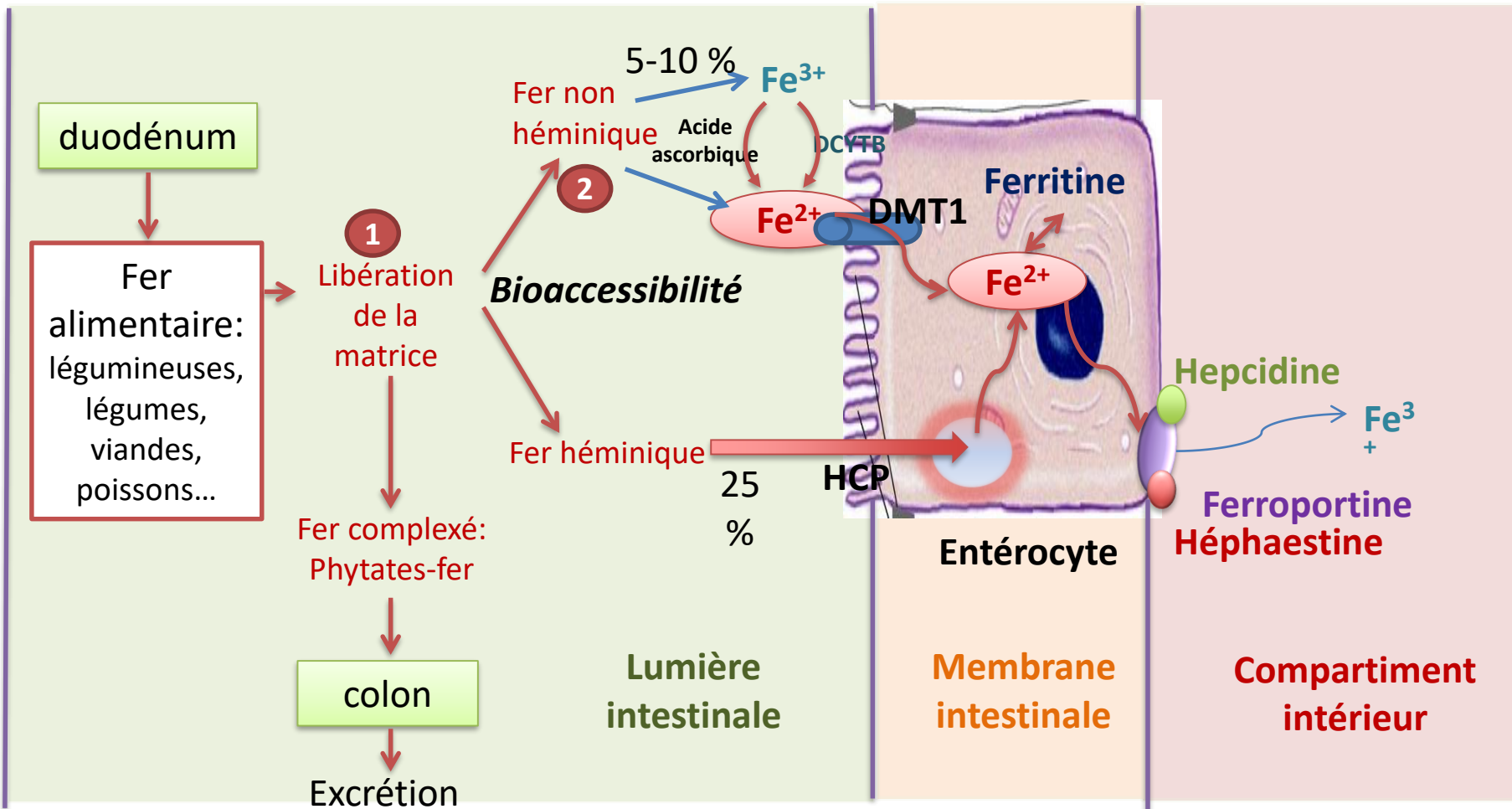


- Riches en fer, magnésium, potassium, calcium et sélénium

Mais faible biodisponibilité car chélatés par des phytates ou des polyphénols qui réduisent leur absorption intestinale



# Absorption intestinale – devenir du fer ingéré



Zimmermann et Hurrell (2007)



# Minéraux – absorption intestinale

## → Conséquence

Minéral	Aliment*	Teneur en minéral total mg/100g		Bio- disponibilité	Quantité à consommer pour couvrir les RNP** en g/jour	
		brut (cru)	cuit		H	F
Fer	Faux-filet de bœuf	2,5	2,6	25%	170	250
	Haricot rouge	6,7	2,3	5%	960	1400
	Lentille verte	6,3	2,5		880	1280
Magnésium	Faux-filet de bœuf	21,3	22,0	90%	2120	1800
	Haricot rouge	138	39,0		1200	1025
	Lentille verte	97	34,0		1370	1180

\*Ciquel, 2017;

\*\*RNP Fer biodisponible : 1,1 g/j pour les H, 1,6g/j pour les F; RNP Mg H 378 mg et AS Mg F : 324 mg

### → Stratégies d'amélioration de la bioaccessibilité

- Procédés dégradant les facteurs chélateurs
- Consommation des légumineuses en association avec des produits riches en activateur (acide ascorbique, acides organiques, protéines animales, ...)



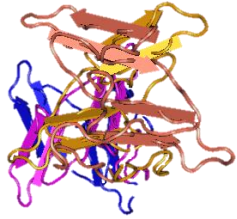
# **Facteurs anti-nutritionnels et composés toxiques**



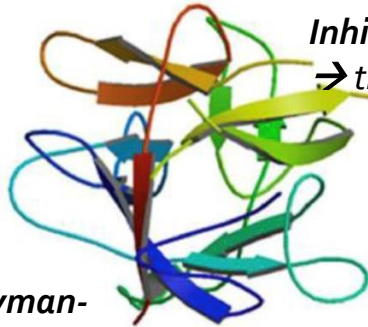
# Les Facteurs Anti-Nutritionnels - FAN



- Facteurs antitrypsiques



*Inhibiteur de type Bowman-Birk*  
→ trypsine et chymotrypsine  
(ex: pois)



*Inhibiteur de type Kunitz*  
→ trypsine (ex: soja)  
*Song & Suh, 1998*

Inhibiteurs des enzymes digestives :  
protéases et amylase

→ ∇ la digestibilité des protéines et de l'amidon

Présents dans toutes les légumineuses

- **Lectines** = glycoprotéines : phytohémagglutinines

se fixent sur des glucides spécifiques, interviennent dans la reconnaissance cellulaire et augmentent la perméabilité de la membrane intestinale

Dans le sang → agglutinent les globules rouges

Risque de nausée, vomissement, diarrhée, douleurs abdominales et à long terme de réaction auto-immune

*Surtout dans les  
haricots rouges*



→ **Solution**

Composés thermolabiles: Application d'un **traitement thermique** suffisant: torrification, ébullition ou étuvage prolongés



# Des composés toxiques spécifiques



- L'acide aminé  $\beta$ -ODAP du pois carré



Très ancien légume sec,  
Culture peu exigeante  
Encore largement cultivé en Ethiopie,  
Où elle est utilisée pour préparer une  
sauce accompagnant l'injera

Le  $\beta$ -ODAP est un composé  
neurotoxique → **lathyrisme**  
(paralysie des jambes)  
Pathologie associée aux milieux  
ruraux pauvres, endémique en  
Ethiopie



*Baye et al,  
Public Health Nutr2013*

- Réduction par trempage-cuisson
- Création de variétés exemptes par génie génétique



# Des composés toxiques spécifiques



- Composés du favisme



$\beta$ -glucosides présents dans les fèves (*Vicia fava*)  
vicine et convicine, représentant jusqu'à 2% du poids de  
la graine

→ Déclenchement d'accidents hémolytiques et ictères chez les personnes atteintes de déficience en G6PD d'origine génétique (plutôt H)

→ Eviction totale de la consommation de fèves

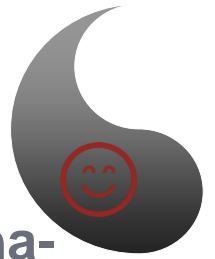
→ Sélection de variétés quasiment exemptes de vicine/convicine



**Des composés bioactifs  
qui ne choisissent pas toujours leur camp**



# Très riches en fibres



- **Glucides indigestibles : fibres insolubles, solubles et alpha-galactosides**
  - Augmentation du volume du bol alimentaire
  - Effet régulateur du transit intestinal : mécanique et hydratation
  - ➔ Rôle positif sur le rassasiement et la satiété
- ➔ **Décorticage** : diminution des teneurs en fibres insolubles
- Apport recommandé en fibres (RNP) : 30 g /jour
- Apport moyen dans la population française: 19,6 g/ jour (INCA,2017)

Ex : Une portion de Bahthoula  
(soupe de légumineuses tunisienne)  
≈ 60 % RNP



# Les $\alpha$ -galactosides



= sucres indigestibles ← [Fibres]

Verbasose

Stachyose

Raffinose

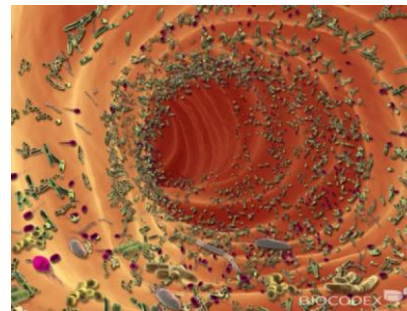
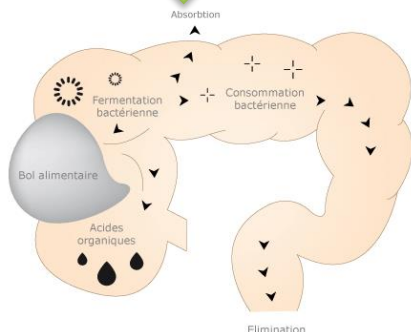
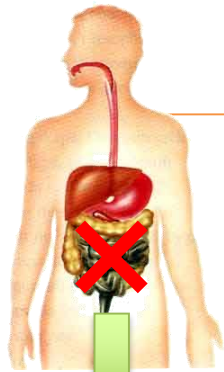
galactose

galactose

galactose

saccharose

~~$\alpha$ -galactosidase~~



3g/j



**Prébiotique**  
**Effet + sur le microbiote intestinal**

**Ballonnement,**  
**flatulence**





# Les $\alpha$ -galactosides



## • Stratégies d'élimination



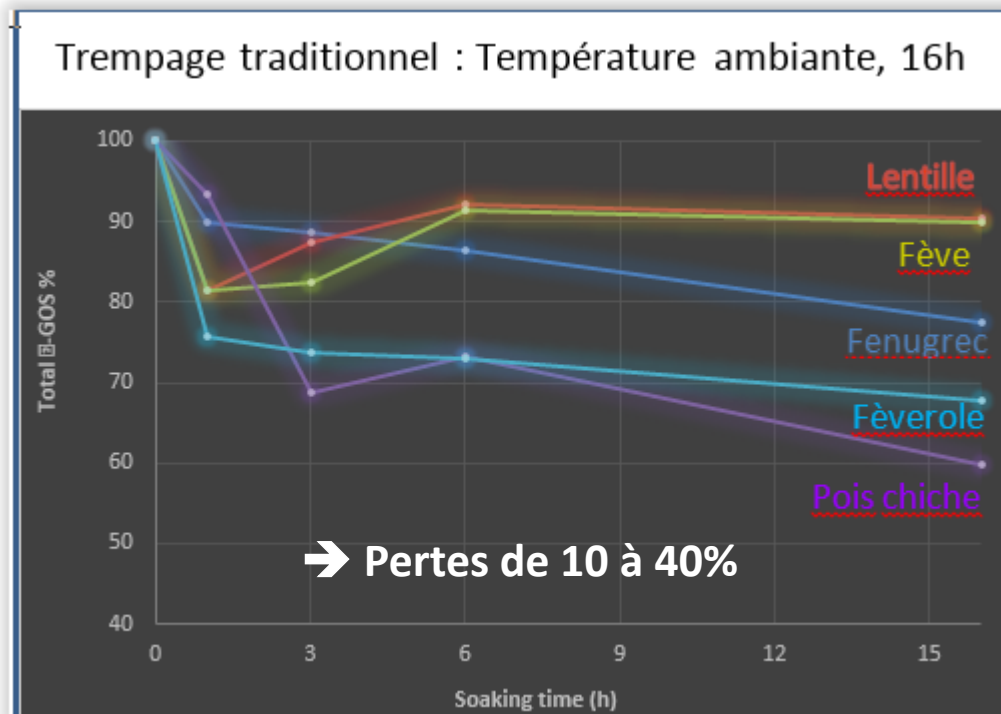
→ trempage: technique ancestrale

- diffusion des  $\alpha$ -galactosides dans l'eau
- hydrolyse enzymatique par activation d' $\alpha$ -galactosidases endogènes

Permet aussi de réduire le  
mais risque de perdre

→ Technique culinaire  
gingembre  
Soulage les symptômes

*Épices  
régionales*



*Coffigniez et al,  
Food Chem 2018*



rdamome,  
leur volume



# Les phytates, côté sombre



- Inositol-6-phosphates et formes de dégradation IP5, IP4, IP3

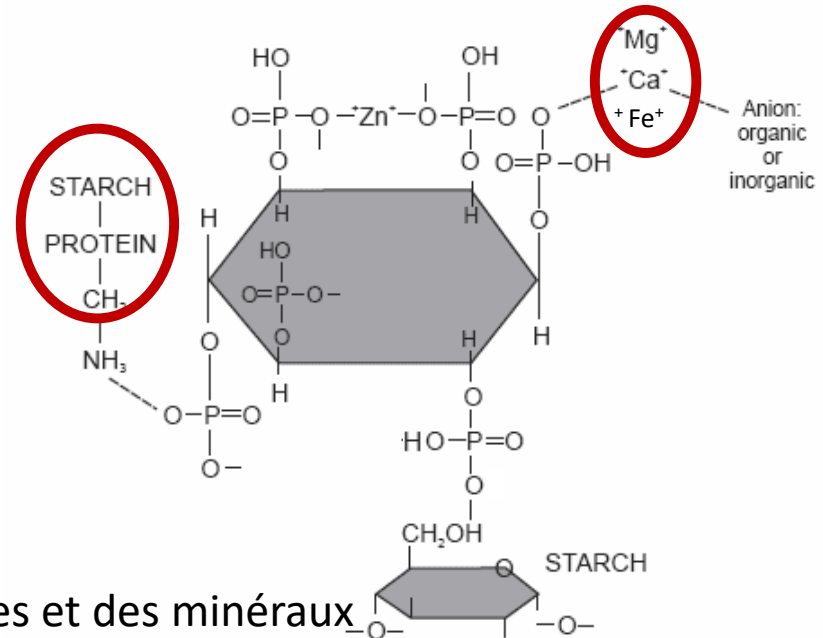
- Forme de stockage du phosphore dans les graines
- Co-localisation avec les protéines
- **Chélatent les minéraux**
- **Forment de gros complexes insolubles avec les protéines et l'amidon**

- diminuent la biodisponibilité des protéines et des minéraux
- thermostables
- Problèmes pour les populations à risque de carences en micronutriments

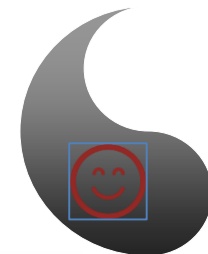
- **Pour les dégrader**

→ Mise en œuvre de procédés biologiques: Trempage, germination, fermentation, pour activer des phytases endogènes/exogènes

→ Addition de phytase industrielle (produit fortifié)



# Les phytates, effets bénéfiques



- Inositol-6-phosphates et formes de dégradation IP5, IP4, IP3

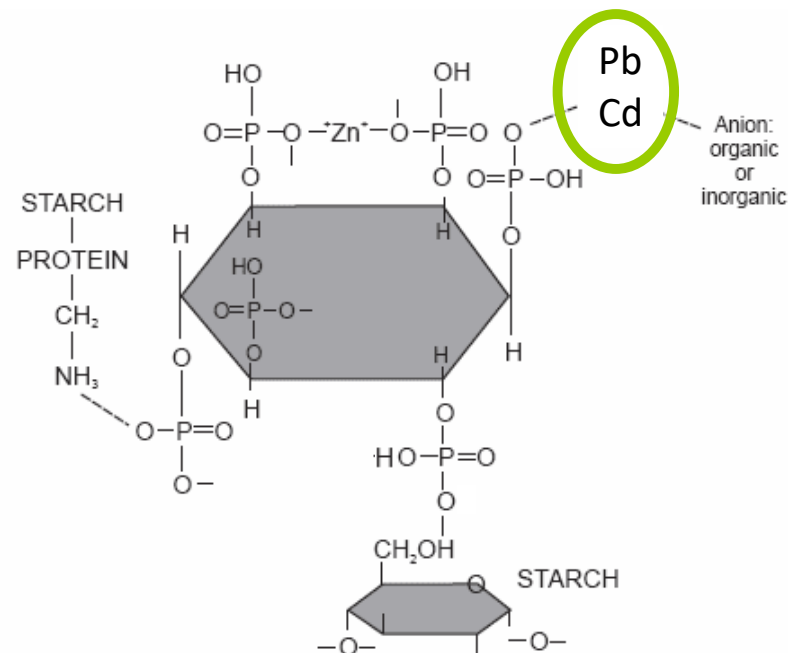
- Chélation de métaux lourds: Pb, Cd

→ Action détoxifiante

- Chélation du fer (en excès) qui joue un rôle de médiateur dans la formation de Radicaux libres

→ Action antioxydante, surtout au niveau du côlon

→ Rôle protecteur potentiel vis-à-vis du cancer colorectal  
(À confirmer par des études en population)



# Polyphénols et phyto-oestrogènes



- Les légumes secs sont de bonnes sources, mais teneurs très variables (0,1 à 2% poids de la graine)
- Structures simples à très complexes

monomères

Acides phénoliques,  
flavonoïdes

polymères

Procyanidines,  
Tanins condensés

- En quantités importantes dans les enveloppes → pertes au décorticage
- Action anti-oxydante puissante
- Association entre forte consommation de flavonoïdes et ↘ incidence des maladies cardio-vasculaires (*Hooper et al, ACJN,2008*)
- Structures différentes de celles des polyphénols des céréales: complémentarité voire synergie
- **diminuent la biodisponibilité des protéines et des minéraux (tanins, surtout)**
- certains polyphénols notamment dans le soja - les isoflavones - ont une activité similaire à celle des oestrogènes : l'ANSES appelle à la prudence dans les aliments destinés aux femmes et aux jeunes enfants.

# Phytostérols et phytostanols



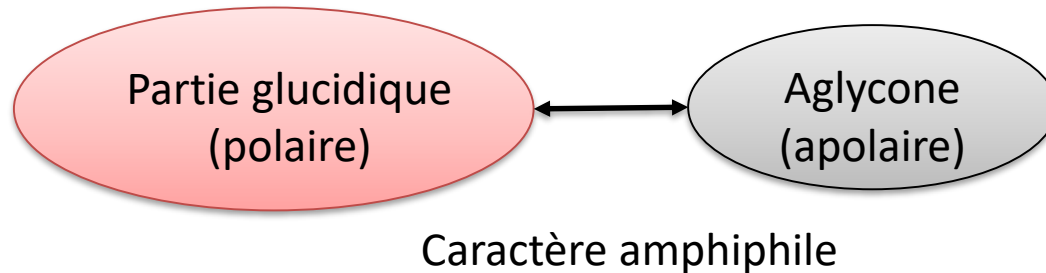
- Substances de nature lipidique de structure chimique proche de celle du cholestérol
  - **Compétition au niveau intestinal**
    - baisse de l'absorption du cholestérol
    - **Pourraient jouer un rôle hypocholestérolémiant** pour des consommations importantes
    - **Pourraient faiblement diminuer l'absorption de la vit E** (pas d'effet sur les autres vitamines liposolubles)



# Saponines



- **Hétérosides**



➔ Propriétés détergentes et émulsifiantes : elles font mousser l'eau de trempage ou le jus de cuisson des pois chiches!

➤ **Légumineuses = principales sources alimentaires de saponines (0,1 à 4% du poids de la graine)**

➤ solubles et partiellement thermolabiles : réduction importante au cours des procédés de trempage-cuisson

➤ **Autrefois FAN dues à des propriétés hémolytiques**

➤ **Actuellement effets anti-inflammatoires, hypoglycémiant et hypocholestérolémiant, stimulation système immunitaire et effets anti-cancérigènes**





# Conclusion

- Les légumes secs sont riches en composés bioactifs autrefois considérés comme FAN, dans les contextes de ressources limitées, aujourd'hui reconsidérés comme bénéfiques dans le cadre d'une alimentation (trop) riche et diversifiée
- **L'intérêt pour la santé des légumes secs est maintenant connu de par le monde**
- Mais cela ne suffit pas pour surmonter les freins à la consommation
- Deux type de situations :
  - réhabiliter leur consommation au sein des populations ayant un **régime riche et diversifié**, pour la prévention du surpoids et de l'obésité et potentiellement des MCLA
  - Maintenir leur consommation pour contrecarrer les effets délétères des **transitions alimentaires** dans les pays du Sud où subsiste une tradition de consommation






# Conclusion

- Promouvoir, éduquer les populations  
&
- Rechercher des procédés innovants pour développer des produits
  - Ayant une forte appétibilité
  - Rapides à préparer
  - N'entraînant que peu de troubles digestifs

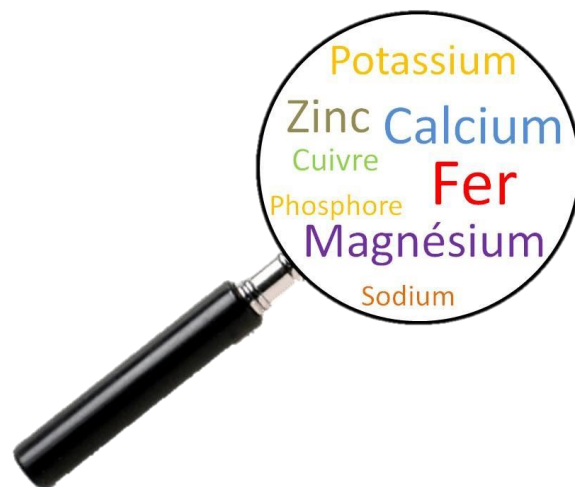
**Sans compromettre leur intérêt nutrition-santé**







**Merci de votre  
attention!  
A vos casseroles**



# Mettre en œuvre des procédés pour réduire les freins à la consommation

- Des stratégies ancestrales

