

Des légumineuses dans nos assiettes : que nous dit la science ?



Daniel TOME, AgroParisTech/INRA



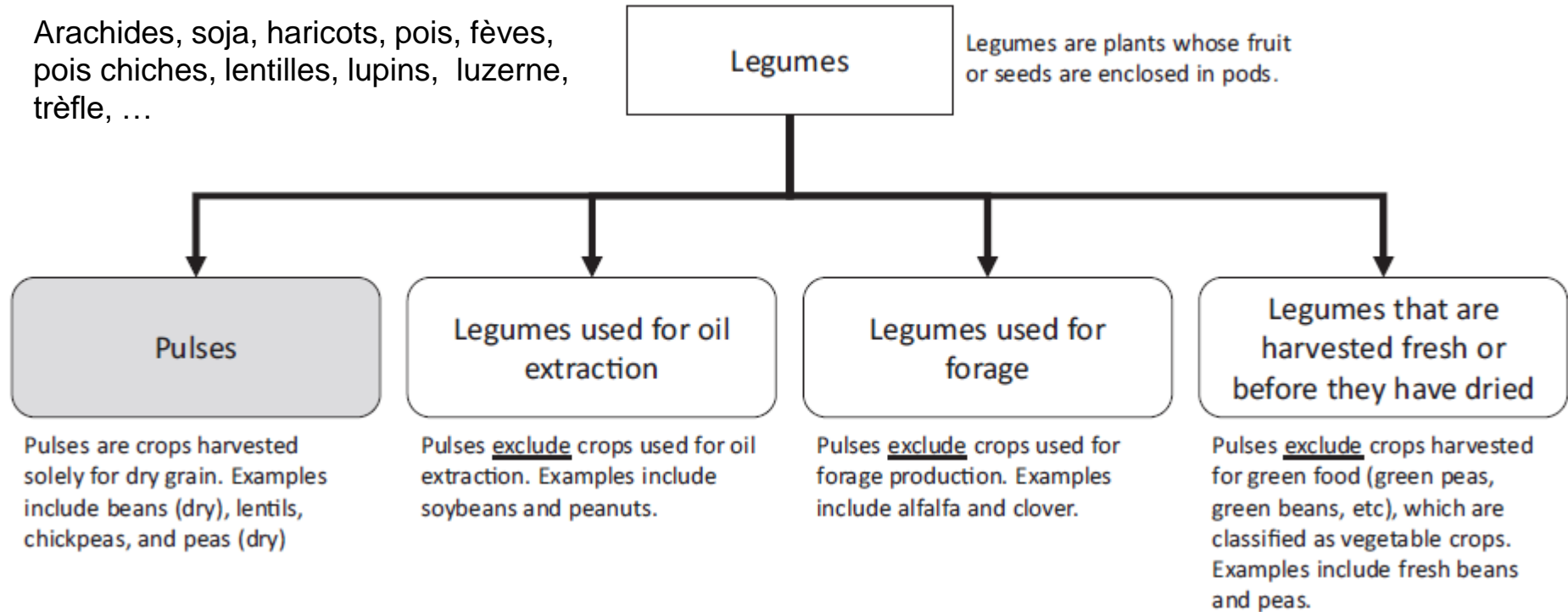
Les légumineuses en alimentation

- Les légumineuses inclues diverses sources végétales d'aliments traditionnels et plus récemment d'ingrédients alimentaires (protéines, lipides, fibres, composés phytochimiques)
- Elles restent globalement peu consommées dans le monde, avec de fortes disparités selon les régions. La consommation de produits à base de légumineuses est d'environ 110 g/j en Asie et 9 g/j aux États-Unis.
- En Europe, leur consommation est en moyenne de 10 g/j. Elle est plus élevée autour de la Méditerranée, de 8-23 g/j, et est de 5 g/j en Europe du Nord.
- Les pays méditerranéens - Grèce, Portugal, Espagne - consomment le plus de légumineuses (15-20 g/j), notamment graines de haricot, lentille, pois, pois chiche et fève.



Summary of various types of legumes

Arachides, soja, haricots, pois, fèves, pois chiches, lentilles, lupins, luzerne, trèfle, ...



Questions posées par les sources végétales et les légumineuses en alimentation:

- Quantité et qualité des protéines (composition en acides aminés, digestibilité)
- Apports en nutriments dont vitamine B12, fer, calcium, zinc, acides gras n-3 (EPA, DHA)
- Prévention des maladies chroniques et dégénératives

Marinangeli et al. Enhancing nutrition with pulses: defining a recommended serving size for adults. Nutrition Reviews 2018, 75(12):990–1006

Agnoli et al, Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases (2017) 27, 1037e1052



**Les légumineuses sont une
source de protéines**



Les protéines de légumineuses

Food 100g dry mater	Protein g/100 g
Azuki beans	19.87
Fava beans	26.12
Green peas	23.82
Kidney beans	23.58
Lentils	24.63
Mug beans	23.86
Mungo beans	25.21
Navy beans	22.33
Pinto beans	21.42
Lima beans	21.46
Chickpeas	20.47
Lupins	36.17
Soy beans	36.49
Peanuts	25.8

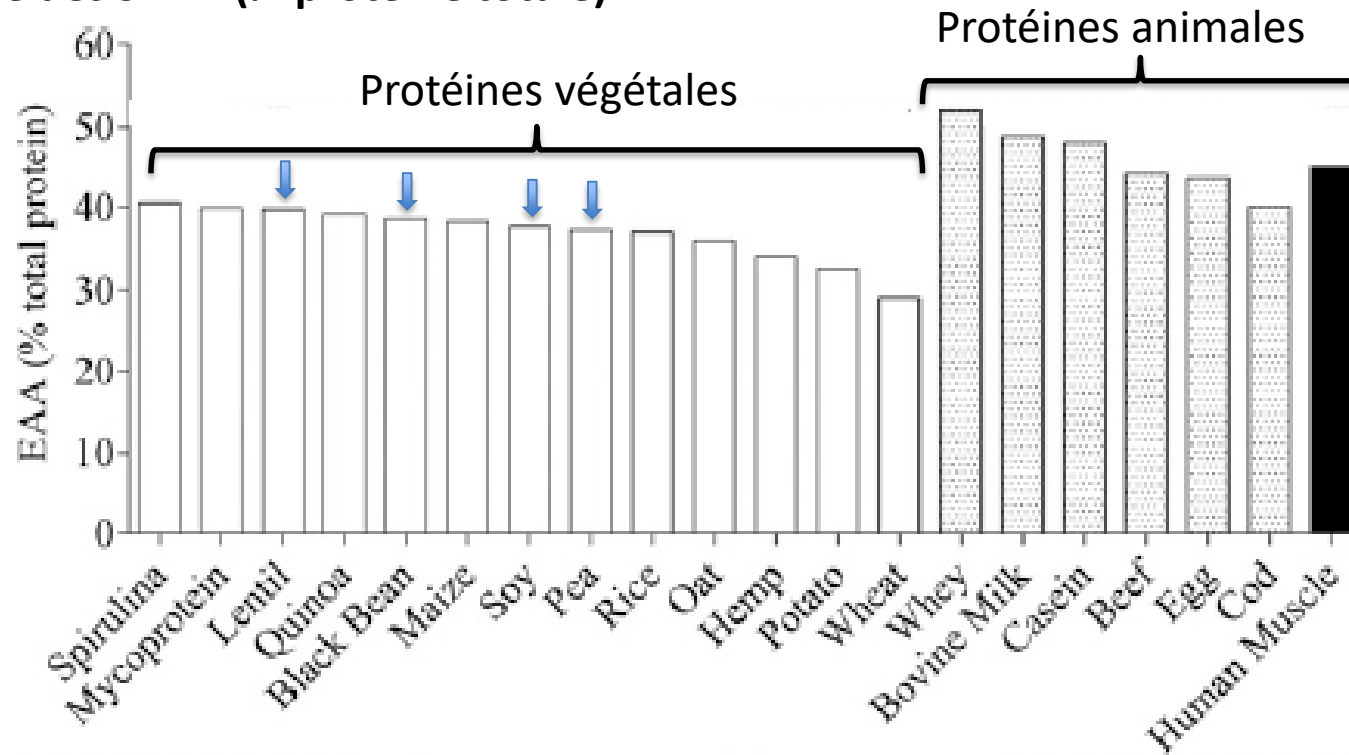
- Les graines de légumineuses sont une source économique de protéines
- Leur teneur en protéines (poids sec) est de 20-25% pour les pois et les haricots, et 35-40% pour les graines de soja et les lupins.
- Des interrogations sur la qualité de ces protéines, en relation avec leur teneur en acides aminés indispensables et leur digestibilité



Acides aminés indispensables de diverses sources végétales et animales

La qualité des protéines est déduite de leur capacité à fournir les 9 acides aminés indispensables (AAI) - lysine, AA soufrés (méthionine, cystéine), thréonine, tryptophane, AA ramifiés (leucine, isoleucine, valine), AA aromatiques (phénylalanine, tyrosine), histidine.

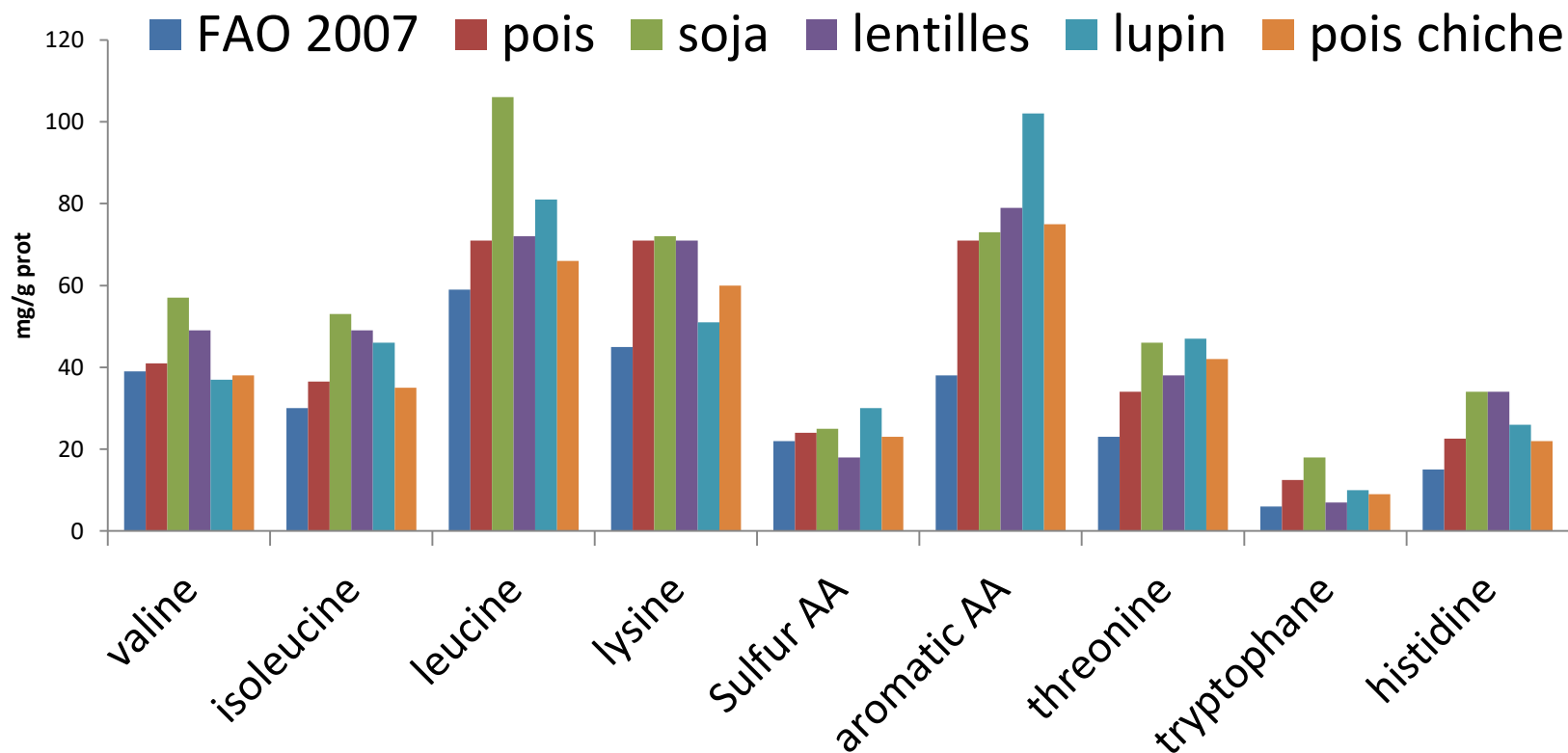
Somme des 9 AAI (% protéine totale)



Vliet et al. J Nutr 2015;145:1981–91.



Composition en acides aminés des protéines de légumineuses



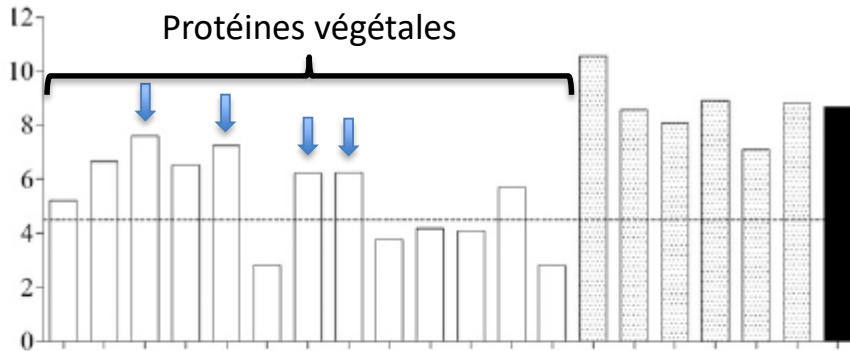
Des protéines globalement assez bien équilibrées

(mais des variations de compositions selon les espèces et les variétés)

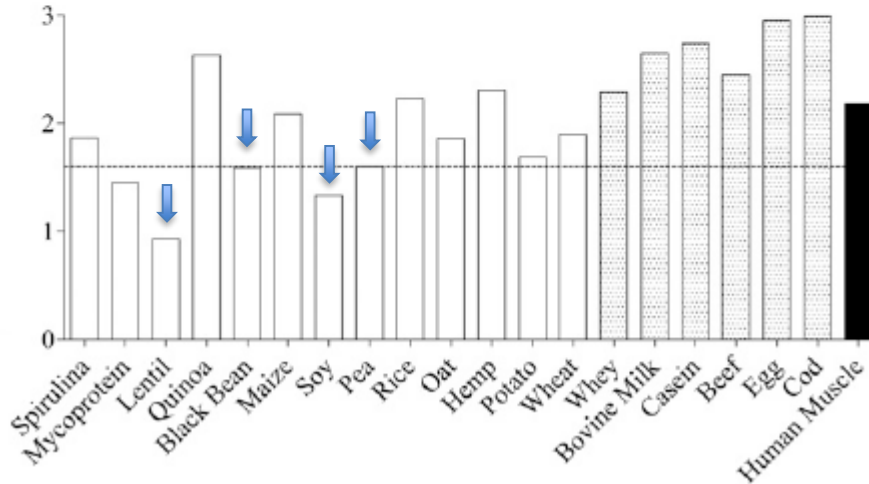


Lysine et méthionine des protéines de légumineuses

Lysine (% total protein)



Méthionine (% total protein)



- les protéines des graines de légumineuses sont susceptibles de compléter la qualité d'autres sources végétales (céréales, racines, tubercules, noix, algues).
- Les protéines des graines de légumineuses sont assez élevées en lysine (environ 64 mg/g de protéines) et en thréonine (environ 38 mg/g de protéines), et relativement faibles en acides aminés sulfurés (méthionine, cystéine) et en tryptophane.
- Ces compositions sont complémentaires des protéines des céréales qui présentent des teneurs faibles en lysine et thréonine, et élevées en acides aminés sulfurés (méthionine, cystéine).

Les pointillés correspondent à la protéine de référence FAO

Vliet et al. J Nutr 2015;145:1981–91.



La digestibilité des protéines de légumineuses

	Source de protéine	Digestibilité%
Sources animales	Lait	95-99
	Viande	94-99
	Œuf	91-97
Sources végétales	Soja	78-91
	Pois	77-91
	Haricot	77-78
	Lupin	85-90
	Arachide	85-90
	Colza	80-84
	Blé	77-86
	Riz	75-88
Maïs	70-87	

La digestibilité de protéines et des acides aminés des sources végétales (70-90%), notamment consommées sous forme de graines ou de farines complexes, est inférieure à celle des sources animales (91-99%).

En partie du fait d'une résistance à la protéolyse digestive liée à la structure des protéines, et à la présence de fibres et de divers autres composés (inhibiteurs de trypsine, phytates, saponines, tanins, ...).

WHO/FAO/UNU, 2007 ; Mahé et al, 1996; Gausserès et al, 1997; Evenepoel et al, 1997; Bos et al, 1999, 2005, 2007; Gaudichon et al, 1999; Mariotti et al, 2000; Mariotti et al, 2001, 2002; Fromentin et al, 2013 ;Oberli et al, 2015



Score de qualité des protéines

$$\text{Score chimique (SC)} = \textit{plus petit ratio} \frac{\text{AA dans la protéine}}{\text{AA dans la protéine de référence FAO}}$$

Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score = SC x digestibilité

	SC	PD-CAAS %	AAI limitant
Caséine	1.39	100	-
Ovalbumine	1.39	100	-
Bœuf	1.31	100	-
Soja (isolat)	1.04	94	AA soufrés
Pois (isolat)	0.99	91	AA soufrés
Blé	0.60	54	Lysine



Les apports nutritionnels des légumineuses



Les légumineuses en alimentation

- Les légumineuses sont une composante importante de l'alimentation comme source de divers nutriments dans plusieurs régions du monde, dans les pays en développement et pour les régimes végétariens.
- Elles sont sources de protéines, glucides complexes et fibres, et présentent des teneurs variables en lipides et acides gras polyinsaturés (AGPI).
- Elles peuvent fournir des vitamines (thiamine, niacine, acide folique, riboflavine, pyridoxine, vitamine E, vitamine A) et des minéraux (sélénium, potassium, calcium, fer, zinc, magnésium).



Vegetable protein and energy nutrient sources from legumes

Food 100g dry mater	Energy Kcal/100 g	Protein g/100 g	Carbohydrate g/100 g	Fats g/100 g	Fibre g/100 g	PUFA g/100 g
Azuki beans	329	19.87	62.90	0.53	12.7	0.113
Fava beans	341	26.12	58.29	1.53	25.0	0.627
Green peas	352	23.82	63.74	1.16	25.5	0.495
Kidney beans	333	23.58	60.01	0.83	24.9	0.457
Lentils	352	24.63	63.35	1.06	10.7	0.526
Mug beans	347	23.86	62.62	1.15	16.3	0.384
Mungo beans	341	25.21	58.99	1.64	18.3	1.071
Navy beans	337	22.33	60.75	1.50	15.3	0.873
Pinto beans	347	21.42	62.55	1.23	15.5	0.407
Lima beans	338	21.46	56.38	0.69	19.0	0.309
Chickpeas	378	20.47	62.95	6.04	12.2	2.731
Lupins	371	36.17	40.37	9.74	18.9	2.439
Soy beans	446	36.49	30.16	19.94	9.3	11.255
Peanuts	567	25.8	16.13	49.24	8.5	15.558

From USDA Food Composition Databases . PUFA: polyunsaturated fatty acids

Rizzo, Baroni. Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. Nutrients 2018, 10, 43



Summary of the contribution of 100 g of cooked pulses to the Institute of Medicine's Dietary Reference Intakes

Nutriment	Nutriment pour 100g	Contribution aux recommandations
Protein (g/d)	8.62	15–19%
Fiber (g/d)	7.4	19–35%
Folate (μ g/d)	127	32%
Iron (mg/d)	2.27	13–28%
Magnesium (mg/d)	52	12–17%
Phosphorous (mg/d)	142	20%
Potassium (mg/d)	401	9%

100 g (0.5 metric cup or 125mL) of cooked beans, lentils, chickpeas, or peas is a reasonable minimum serving size that can contribute to improving the nutrient density of healthy diets.

Marinangeli et al. Enhancing nutrition with pulses: defining a recommended serving size for adults. Nutrition Reviews 2018, 75(12):990–1006.



Aggregate nutritional composition of pulses (100 g cooked) for select nutrients

Nutrient		Beans	Lentils	Chickpeas	Peas	Average	Contribution aux recommandations
Energy	kcal	126	116	164	120	127	
Protein	g	8.68	9.02	8.86	7.55	8.62	— 15-19%
Lipid	g	0.58	0.4	2.6	0.39	0.66	
Carbohydrate	g	22.48	20.13	27.42	22.18	22.55	
Fiber	g	7.4	7.9	7.6	7.5	7.4	— 19-35%
Calcium	mg	50	19	49	33	44	— 5%
Iron	mg	2.31	3.33	2.89	1.25	2.27	— 13-18%
Magnesium	mg	57	36	48	45	52	— 12-17%
Phosphorus	mg	142	180	168	114	142	— 20%
Potassium	mg	391	369	291	304	401	— 9%
Zinc	mg	1.06	1.27	1.53	1.19	1.09	— 10%
Folate	µg	125	181	172	62	127	— 30-50%
Niacin	mg	0.592	1.060	0.526	0.693	0.574	— 10-15%
Riboflavin	mg	0.063	0.073	0.063	0.055	0.064	— 4%
Thiamin	mg	0.172	0.169	0.116	0.162	0.177	— 10%
Vitamin B ₆	mg	0.106	0.178	0.139	0.029	0.117	— 10%

Values were rounded to nearest decimal as reported in the USDA Nutrient Database for Standard Reference

Marinangeli et al. Enhancing nutrition with pulses: defining a recommended serving size for adults. Nutrition Reviews 2018, 75(12):990–1006



Contribution des légumineuses au apports nutritionnels

- Contribution non négligeable pour une série de macro et micro-nutriments (Protéines, fibres, folates, Fe, Mg, ..)
- Protéines : plus faible teneur en acides amines indispensables et plus faible digestibilité comparées aux protéines animales. Mais qualité assez élevée (>90%)
- Calcium, fer et zinc – les sources végétales peuvent contribuer à leur apport. Leur disponibilité est limitée par la présence de phytates et d'oxalates dans certaines sources
- Les légumineuse sont une source d'acides gras polyinsaturés, notamment d'acide alpha-linolénique (ALA, 18:3 n-3), mais pas d'EPA et DHA dont la source est le poisson
- La vitamine B12, dont la source est les tissus animaux, reste un nutriment limitant pour les sources végétales



Légumineuses et maladies chroniques



Composants susceptibles d'intervenir dans la prévention de risques

- Dès 1990, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommandait de consommer 30 g/j de légumineuses et de graines par habitant, dans le cadre de régimes recommandés pour la prévention des maladies chroniques.
- Teneur élevée en glucides complexes (22-45% du poids des graines), composés d'amidons, dont de l'amidon résistant de faible indice glycémique, et de fibres alimentaires, associés à une réponse glycémique et des profils lipidiques sériques améliorés.
- Selon les sources, teneur de 2% à 21% de lipides, dont une teneur pouvant être élevée en acides gras insaturés (21-53% d'acide α -linoléique 18:2, 4-22% d'acide α -linoléique 18:3 ALA), et en acides gras monoinsaturés, avec des effets protecteurs.
- Présences de divers composés « phytochimiques » (inhibiteurs d'enzymes, lectines, oligosaccharides, isoflavones, phytostérols, saponines, tanins et autres composés phénoliques, alcaloïdes, phytates), pouvant perturber certains processus physiologiques, mais plus récemment étudiés pour des effets potentiellement protecteurs.



Agents potentiellement protecteurs des légumineuses

Effets

composés

Métabolisme des lipides

Amidon résistant, Fibres, PUFA, Isoflavones, phytostérols, saponines, acide phytique

Diabète, obésité

Amidon résistant, Fibres, PUFA, Isoflavones, phytostérols, saponines, acide phytique, alcaloïdes

Maladies cardiovasculaires

Amidon résistant, Fibres, PUFA, Isoflavones, phytostérols, saponines, acide phytique, alcaloïdes

Antioxydants

Composés phénoliques, flavonoïdes, isoflavones

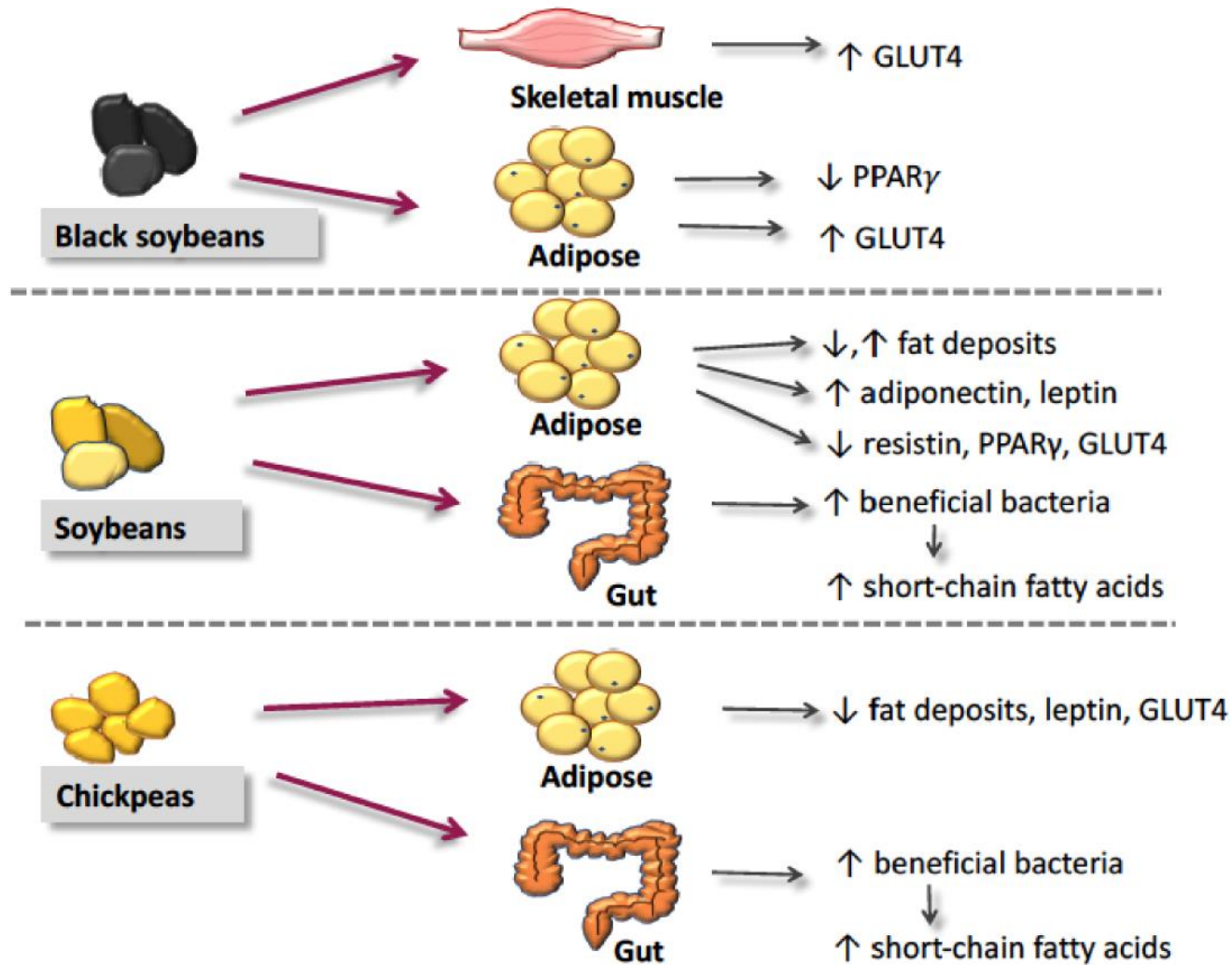
Jayathilake et al. Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. *J Sci Food Agric* 2018; 98: 4793–4806.

Clark et al. Rebellng against the (Insulin) Resistance : A Review of the Proposed Insulin-Sensitizing Actions of Soybeans, Chickpeas, and Their Bioactive Compounds. *Nutrients* 2018, 10, 434

Bouchenak, Lamri-Senhadj. Nutritional Quality of Legumes, and Their Role in Cardiometabolic Risk Prevention: A Review. *J Med Food* 16 (3) 2013, 185–198



The proposed processes initiated by soybeans and chickpeas that lead to improved insulin sensitivity



Clark et al. Rebellng against the (Insulin) Resistance: A Review of the Proposed Insulin-Sensitizing Actions of Soybeans, Chickpeas, and Their Bioactive Compounds. *Nutrients* 2018, 10, 434

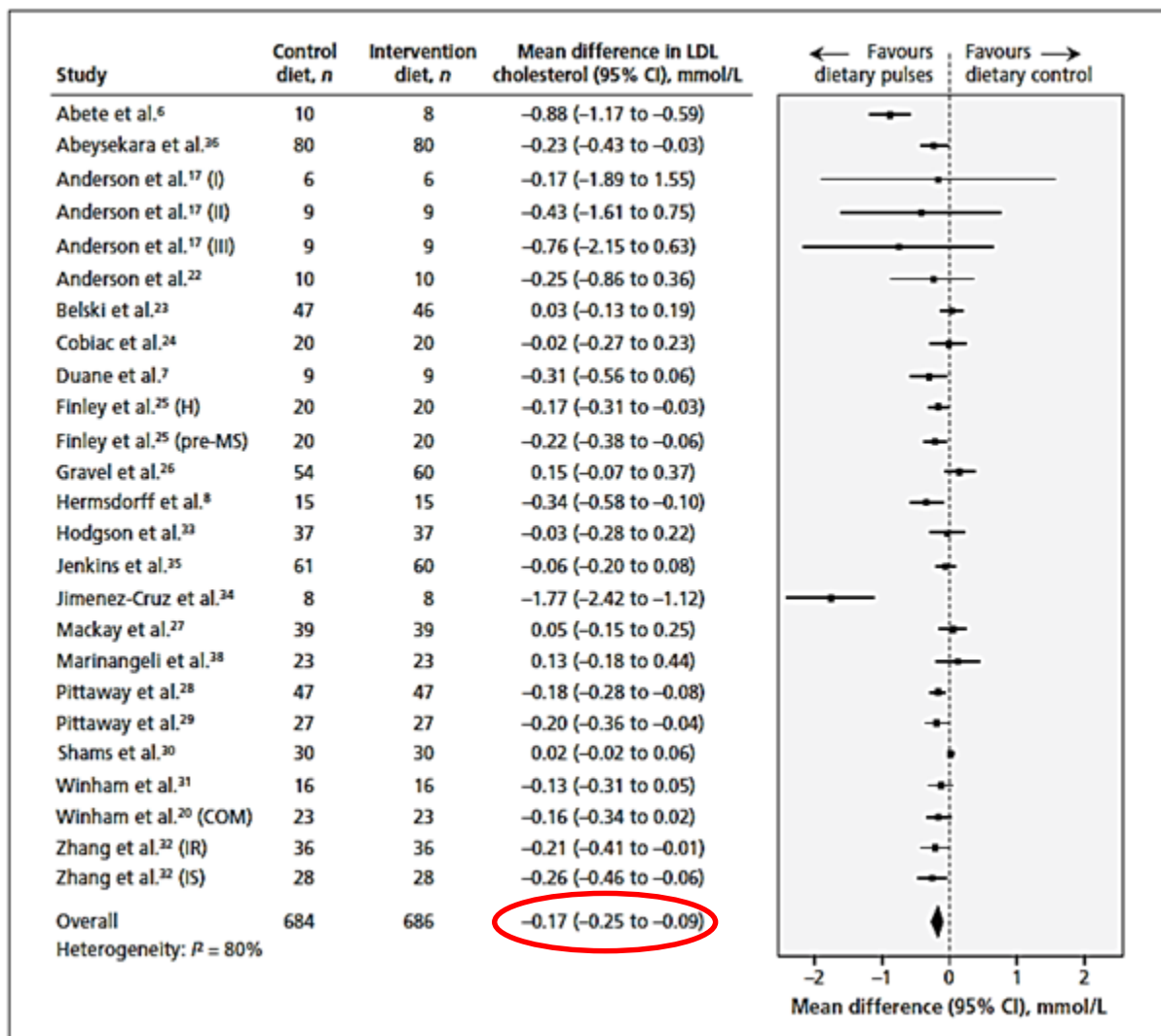


Effet de la consommation des légumineuses sur le cholestérol

Evolution du taux de LDL

Effect of isocaloric exchange of intervention diets with dietary pulses for control diets without dietary pulses on low-density lipoprotein (LDL) cholesterol. Data are expressed as mean differences in LDL with 95% confidence intervals (CIs). Values less than zero

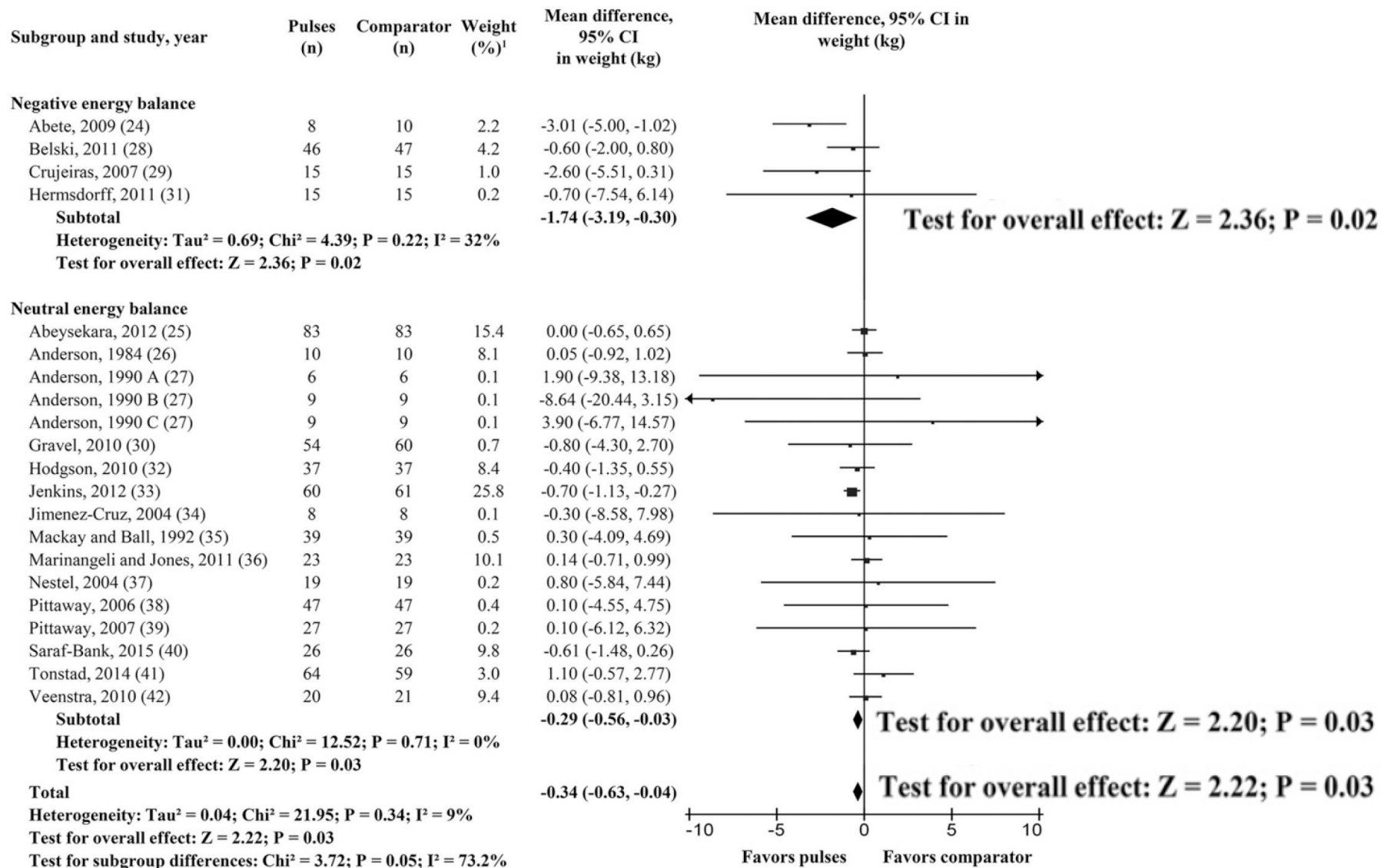
- Une réduction modeste du taux de LDL 0.17mmol/L avec les régimes d'intervention.
- Très grande hétérogénéité des résultats ($I^2 = 80\%$)



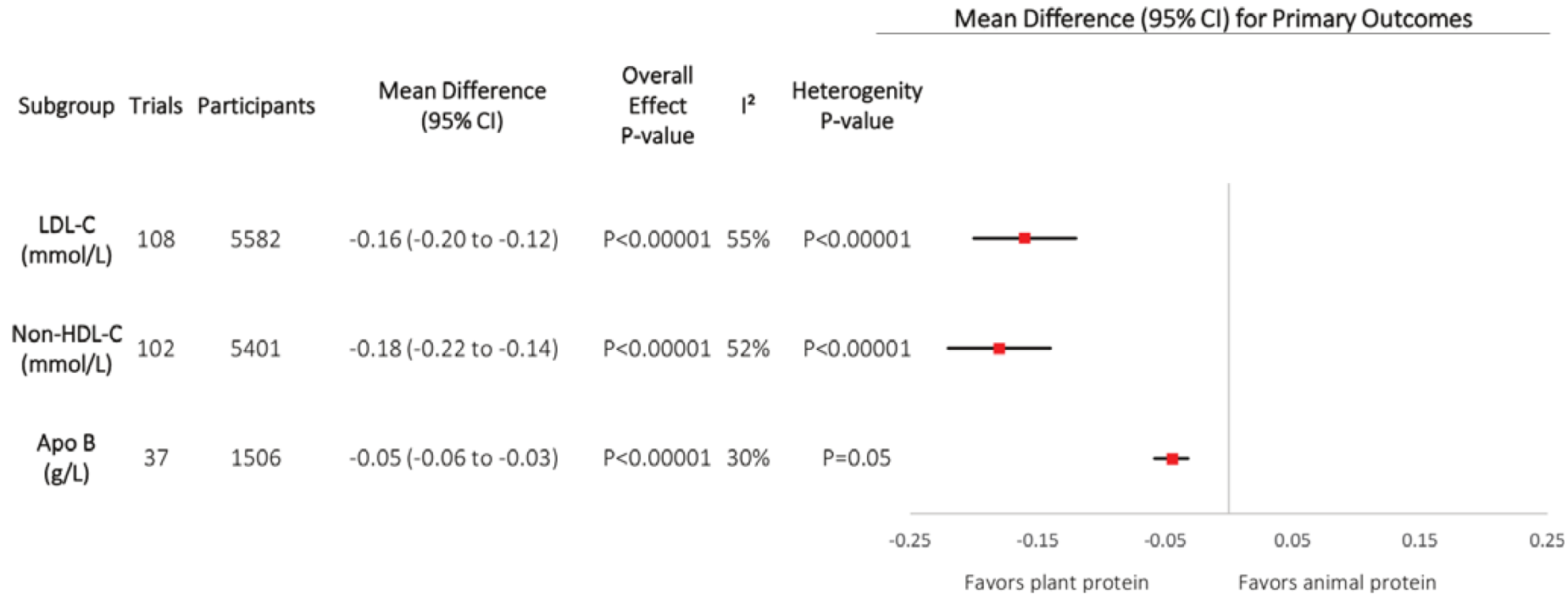
Ha et al., CMAJ, 2014



Effects of dietary pulse consumption on body weight: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials



Substitution of plant protein for animal protein decreases the established lipid targets low-density lipoprotein cholesterol, non-high-density lipoprotein cholesterol, and apolipoprotein B.



Li et al. Effect of Plant Protein on Blood Lipids: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Am Heart Assoc. 2017;6: e006659.



Actualisation des repères du PNNS

Nouveaux repères nutritionnels pour les adultes

1 poignée de fruits à coque sans sel ajouté

Au moins 2 fois par semaine des légumineuses

Ex : lentilles, pois chiches, haricots...
Les légumineuses peuvent être considérées comme des substituts aux volailles

2 produits laitiers par jour

1 portion = 150mL de lait, 125g de yaourt, 30g de fromage

2 fois par semaine du poisson/fruits de mer



Au moins 5 fruits et légumes

(1 portion de fruit = 80-100g)
Pas plus d'1 verre de jus de fruit/jour

Produits céréaliers complets ou peu raffinés tous les jours



Eau à volonté !



Synthèse des relations entre groupes d'aliments et risque

Diabète

Insuffisant	Œufs	Pas de relation définie
	Produits céréaliers raffinés	Pas de relation définie
	Légumineuses	Pas de relation définie
	Fruits à coque	Pas de relation définie
	Thé	Pas de relation définie

MCV

Insuffisant	Œufs	Pas de relation définie
	Légumineuses	Pas de relation définie
	Fruits à coque	Pas de relation définie
	Alimentation de type occidental	Pas de relation définie

Déclin cognitif, démence, maladie d'Alzheimer

Insuffisant	Fruits et légumes	Pas de relation définie
	Viande hors volaille et transformée	Pas de relation définie
	Alimentation de type occidental	Pas de relation définie
	Produits laitiers	Pas de relation définie
	Légumineuses, Fruits à coque	Céréales, Pas de relation définie
	Café / thé	Pas de relation définie



Conclusion

- Les légumineuses restent insuffisamment consommées en Europe et dans le monde
- Les protéines sont de bonne qualité, avec une légère faiblesse en acides aminés soufrés. Leur biodisponibilité est bonne mais variable selon la matrice. Leur qualité est supérieure aux céréales et aux fruits à coque
- Les légumineuses peuvent contribuer efficacement aux apports nutritionnels : riches en protéines, fibres, glucides complexes, vitamines et minéraux, variables en lipides et PUFA. Des limites liées la présence de composés perturbant la bio-disponibilité
- Des effets prometteurs pour la prévention des maladies chroniques mais les démonstrations restent peu nombreuses et insuffisantes.

