

II – Les oligo-éléments et leur importance sur la production agricole et l'alimentation humaine

- **Introduction : Rôle des oligo-éléments en alimentation humaine**

Christine Feillet-Coudray - Directrice de recherche - INRAE

Oligoéléments essentiels

Oligoélément essentiel:

- quand sa carence se traduit par un trouble fonctionnel
- quand son apport à dose physiologique prévient ou guérit ce trouble

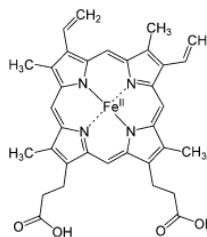
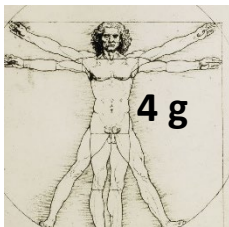
Fixation sur des protéines, modifiant leur forme et leurs propriétés

Chrome, **fer**, fluor, **iode**, cobalt, **cuivre**, manganèse, molybdène, nickel, **sélénium**, vanadium, **zinc** et étain

Déficits les plus courants: **Fe, Se, Zn, Cu, I**

Surcharges pathologiques: Fe (hémochromatoses), Cu (maladie de Wilson)

Le fer



Hème

RÔLES

- Transport et utilisation de l'oxygène
- Réactions d'oxydoréduction

ALIMENTS

Foie, viandes, poissons et fruits de mer, légumineuses, noix, les céréales, jaune d'œuf et légumes à feuilles vertes (Ciqual 2017)



Fer héminique + Fer non héminique

Absorption > 25 %

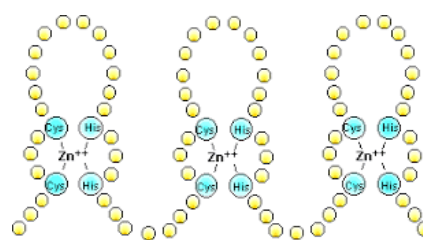
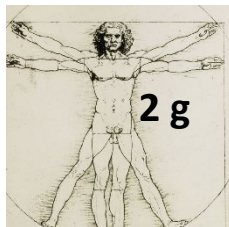


Fer non héminique

Tannins, phytates, Zn: \ominus absorption
Vitamine C: \oplus absorption

RNP ♂ 11 mg/j
♀ 11 ou 16 mg/j

Le zinc



Protéine à doigt de Zn

RÔLES

- Activité de près de 300 enzymes
- Stabilisation de la structure tertiaire d'hormones
- Métabolisme des AGPI et des PG
- Stabilisation des membranes cellulaires

CARENCE

- Ralentissement de la croissance
- Diminution de l'immunité

RNP	♂	9,4 à 14 mg/j
	♀	7,5 à 11 mg/j
LSS		25 mg/j

SURCHARGE

- Maladie neurologique (par carence Cu)

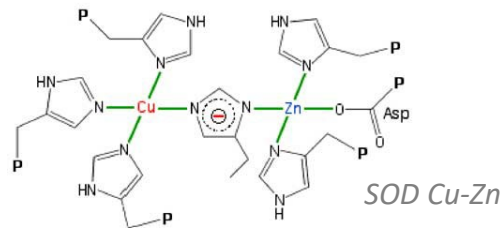
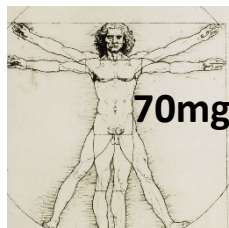
ALIMENTS

Viande, abats, fromage, légumineuses, poissons et fruits de mer (Ciqual 2017)



Tannins, phytates: \ominus absorption

Le cuivre



RÔLES

- Réactions d'oxydo-réduction
- Qualité des cartilages
- Minéralisation osseuse
- Régulation de neurotransmetteurs
- Fonction cardiaque
- Fonctions immunitaires
- Métabolisme du fer

ALIMENTS

Abats, crustacés et mollusques et oléagineux (Ciqual 2017)



CARENCE

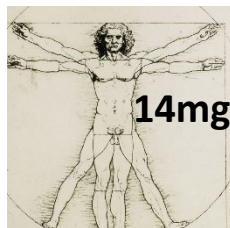
- Anémie
- Ostéoporose
- Hypercholestérolémie
- Neutropénie, leucopénie

RNP	♂	1,9 mg/j
	♀	1,5 mg/j
LSS		5 mg/j

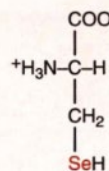
SURCHARGE

- Hépatotoxicité

Le sélénium



Sélocystéine



RÔLES

- Sélénoprotéines
- Métabolisme des hormones thyroïdiennes
- Défenses antioxydantes

CARENCE

- Maladie de Keshan (cardiomyopathie)
- Troubles immunitaires
- Arthrose
- Désordres endocriniens
- Retard de développement neurologique

SURCHARGE

- Sélénose

AS ♂	70 µg/j
♀	70 µg/j
LSS	300 µg/j

ALIMENTS

Certains poissons et fruits de mer, viande, œufs et oléagineux (particulièrement la noix du Brésil) (Ciqual 2017)



Carence en oligoéléments

TABLEAU 1.1

Prévalence des trois principales carences en micronutriments, par Région OMS

Région OMS	Anémie ^a (population totale)		Apport en iode insuffisant ^b (population totale)		Carence en vitamine A ^c	
	Nombre (millions)	% du total	Nombre (millions)	% du total	Nombre (millions)	% du total
Afrique	244	46	260	43	53	49
Amériques	141	19	75	10	16	20
Asie du Sud-Est	779	57	624	40	127	69
Europe	84	10	436	57	Données non disponibles	
Méditerranée orientale	184	45	229	54	16	22
Pacifique occidental	598	38	365	24	42	27
Total	2030	37	1989	35	254	42



Carence en oligoéléments

Anémie et carence en fer

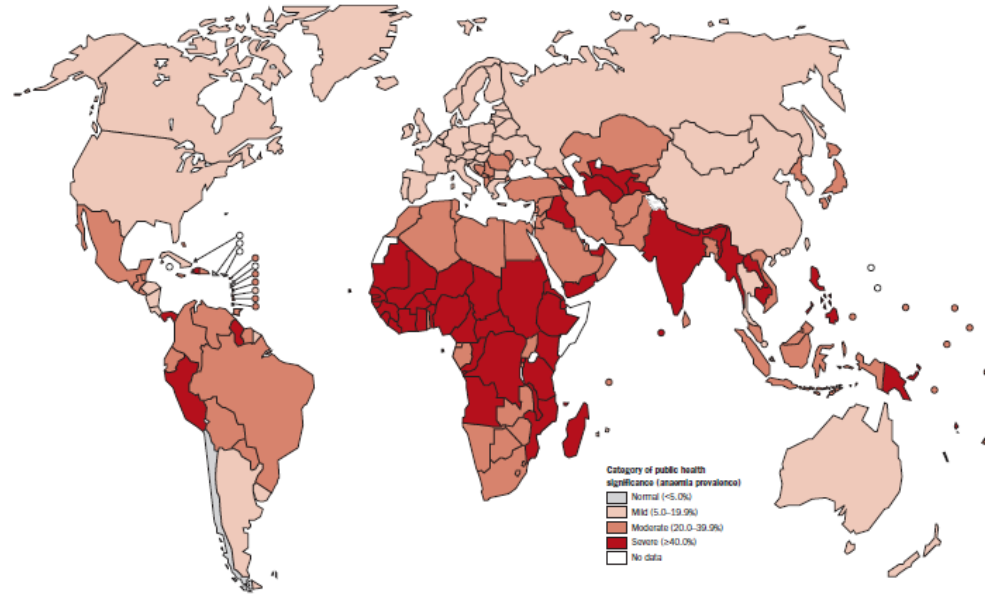
2 milliards de personnes

156 millions enfants en retard de croissance

264 millions de femmes en âge de procréer anémiées



Prévalence de l'anémie chez les femmes en âge de procréer



Data source: OMS 2005



Les déficits dans la population française

Pourcentage de la population n'atteignant pas les besoins nutritionnels ou dépassant les valeurs limites



INCA2

Kalonji et al. EJNFS, 5(4): 281-296, 2015

Nutrient	% Inadequate intakes	
	Adults %<EAR or %>UL [CI 95%]	Children %<EAR or %>UL [CI 95%]
Calcium (mg/d)	50 [48 ; 52] 0.05 [-0.05 ; 0.1]	68 [66 ; 70] 0
Manganese (mg/d)	- 0	0
Magnesium (mg/d)	65 [63 ; 67] 0.05 [-0.06 ; 0.2]	53 [51 ; 56] 0
Copper (mg/d)	33 [31 ; 35] 2.6 [1.9 ; 3.3]	73 [71 ; 76] 0.8 [0.4 ; 1.3]
Zinc (mg/d)	26 [24 ; 28] 0.08 [-0.05 ; 0.2]	48 [46 ; 51] 0.5 [0.1 ; 0.8]
Lithium (µg/d)	-	-
Sodium (g/d)	74 [72 ; 76]	76 [74 ; 76]
Molybdenum (µg/d)	0	0.08 [-0.07 ; 0.2]
Selenium (µg/d)	13 [12 ; 15] 0	18 [17 ; 20] 0.08 [-0.07 ; 0.2]
Potassium (mg/d)	-	-
Iron (mg/d)	36 [34 ; 37] 0	40 [38 ; 42] 0
	2624 adultes (18-79 ans)	1455 enfants (3-17 ans)

Les déficits dans la population française

PRÉVALENCES INADÉQUATION NUTRITIONNELLE

Echantillon de femmes (n=73191)

	Végétariens		Végétaliens		Omnivores	
	<55 ans N=1559	>55 ans n=456	<55 ans N=495	>55 ans N=100	<55 ans N=47442	>55 ans N=23139
Calcium	28,1	56,7	60,8	73,9	66,4	64,1
Fer	45,2	33,8	24,9	35,3	56,6	46,1
Zinc	9,0	10,7	10,7	10,9	0,7	1,4
Magnésium	59,7	43,4	36,8	45,3	79,2	68,1
Phosphore	1,4	0,5	5,1	0,6	0,0	0,0
Potassium	36,5	17,0	24,1	17,3	32,7	17,7



Forte prévalence d'inadéquation d'apports en fer

Allès et al. Nutrients, 2017 Sep 15;9(9):1023

Les déficits dans la population française

Table 7. Prevalence of dietary nutrient inadequacy¹ among vegetarians, vegans, and meat-eaters (Nutrinet-Santé Study 2009–2015, $n = 93,823$).

Nutrients	Men ($n = 20,591$)						Women ($n = 73,191$)					
	Vegetarians		Vegans ² $n = 194$	Meat-Eaters		Vegetarians		Vegans		Meat-Eaters		
	<65 Years $n = 298$	>65 Years $n = 57$		<65 Years $n = 14,230$	>65 Years $n = 5853$	<55 Years $n = 1559$	>55 Years $n = 456$	<55 Years $n = 495$	>55 Years $n = 100$	<55 Years $n = 47,442$	>55 Years $n = 23,139$	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
Total vitamin A	10.1	9.3	18.4	12.4	6.6	6.0	1.2	10.4	6.5	5.8	1.2	
Thiamin	26.1	22.1	11.1	21.0	24.0	32.1	26.9	16.1	18.1	21.6	21.6	
Riboflavin	13.1	11.6	23.8	6.7	5.8	24.7	12.5	35.4	21.9	13.2	8.4	
Niacin	11.5	7.0	5.8	1.0	1.0	12.0	6.5	9.1	3.9	26.1	0.5	
Pantothenic acid	10.8	5.8	12.5	5.0	3.4	34.5	19.3	36.6	22.5	19.8	12.3	
Vitamin B6	23.2	15.7	11.7	18.9	16.1	37.0	23.3	19.8	19.3	27.2	18.4	
Folate	3.8	2.9	1.5	13.1	7.9	9.8	3.0	4.6	9.7	17.7	6.8	
Vitamin B12	32.8	16.8	69.9	0.8	0.6	45.3	30.9	83.4	49.8	3.7	1.4	
Vitamin C	26.9	34.0	18.3	38.8	32.9	41.0	29.4	26.5	24.1	45.7	36.7	
Vitamin E	10.2	11.5	1.8	24.0	27.9	28.9	23.0	8.9	26.1	41.6	38.2	
Calcium	13.0	43.3	38.2	13.0	49.0	28.1	56.7	60.8	73.9	66.4	64.1	
Iron	0.6	0.7	0.0	0.6	0.5	45.2	33.8	24.9	35.3	56.6	46.1	
Zinc	9.2	3.1	6.4	1.1	0.3	9.0	10.7	10.7	10.9	0.7	1.4	
Magnesium	45.8	49.1	21.9	71.5	69.8	59.7	43.4	36.8	45.3	79.2	68.1	
Phosphorus	0.4	0.0	0.5	0.0	0.0	1.4	0.5	5.1	0.6	0.0	0.0	
Potassium	12.4	10.8	8.4	10.6	6.0	36.5	17.0	24.1	17.3	32.7	17.7	

¹ The probability of dietary nutrient intakes below the estimated average requirements for the French population ² as only one vegan participant was over 65, a group >65 years of age could not be created.

Principales causes de la carence en oligoéléments

Apports inadéquat

Densité nutritionnelle basse
Régimes occidentaux
Erreurs alimentaires

Biodisponibilité réduite

Vieillessement
Interactions
nutritionnelles/médicamenteuses
Suites de chirurgie intestinale,
bariatrique

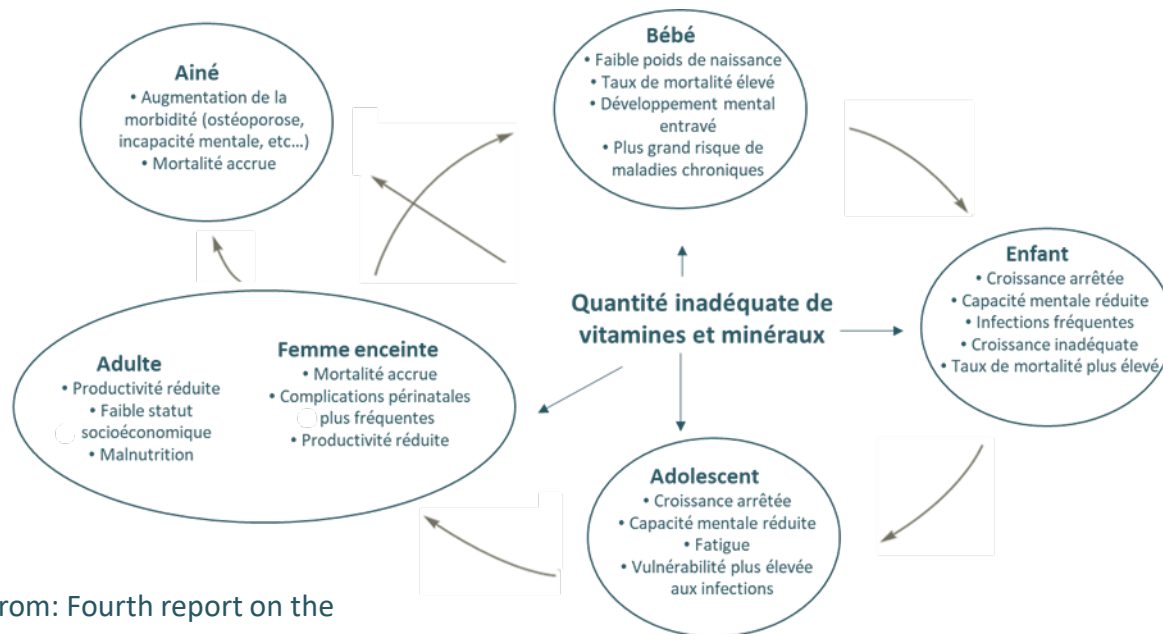
Augmentation des besoins

Femmes enceintes
Sujets âgés
Fumeurs
Sportifs

Pathologies

Cancers
Inflammatoires
Intestinales
Dialyse...

Conséquences des carences pendant le cycle de vie



Adapted from: Fourth report on the world nutrition situation, UN 2000

Coût humain des carences en vitamines et minéraux

TYPE DE RÉPERCUSSION	NOMBRE TOUCHÉ
Pertes de vies annuelles	<ul style="list-style-type: none"> • 1,1 million d'enfants de moins de 5 ans meurent à cause d'une carence en vitamine A et en zinc • 136 000 femmes et enfants meurent à cause de l'anémie ferriprive
Vies perturbées annuellement	<ul style="list-style-type: none"> • 18 millions de bébés présentent une déficience intellectuelle à la naissance, à cause d'une carence maternelle en fer • 150 000 bébés naissent avec de graves problèmes congénitaux, à cause d'une consommation insuffisante de folate par leurs mères • 350 000 deviennent aveugles à cause d'une carence en vitamine A
Perte de productivité	<ul style="list-style-type: none"> • 1,6 milliard de personnes souffrent d'une capacité de production réduite à cause de l'anémie



Investing in the Future - WHO 2009

Coût économique de la malnutrition



Le coût économique de la malnutrition, à l'échelle mondiale, est estimée à 3,5 trillions d'USD par an



Dénutrition et carence en micronutriments coûtent jusqu'à 2,1 trillions d'USD par an



Le coût des maladies non transmissibles liées à l'obésité et au surpoids a été estimé à 1,4 trillions d'USD en 2010

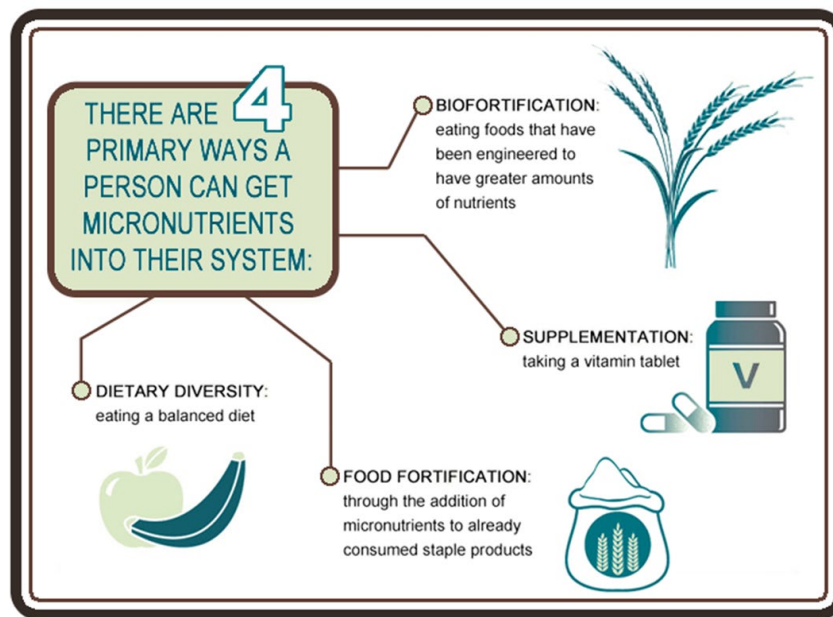


La malnutrition de la mère et de l'enfant est le problème de santé lié à la nutrition qui constitue de loin la charge la plus importante au niveau mondial



FAO, 2018

Comment améliorer le statut en micronutriments?



Fortification des aliments

- Processus qui consiste à ajouter des micronutriments aux aliments
- Stratégie identifiée par l'OMS et la FAO pour diminuer l'incidence des déficits en nutriments
 - ✓ Dans les PVD
 - ✓ Chez les personnes en situation de précarité
 - ✓ Chez le jeune enfant
 - ✓ Chez les personnes âgées
- Exemples d'aliments fortifiés
 - ✓ Biscuits fortifiés en fer (Inde)
 - ✓ Enrichissement de la farine (fer, zinc, acide folique, ...)
 - ✓ Sucre: enrichi de vitamine A, fer et zinc, seul ou en combinaison (Brésil)
 - ✓ Riz: vit A, E et B1, la niacine, l'acide folique, vit B12, zinc, fer et sélénium
 - ✓ Sauce soya: enrichissement en fer (Chine)



Supplémentation en oligoéléments

Carte n° 6 : Pays ayant adopté une politique nationale de supplémentation en zinc



Pays ayant adopté une politique en matière de zinc dans le cadre de leur politique nationale de santé infantile.

Source : Zinc Task Force, à l'aide de données de l'UNICEF, l'USAID et l'OMS.

INTERVENTION	RÉGION	COÛT/PERSONNE/ ANNÉE (\$US)	RAPPORT AVANTAGES-COÛTS
Supplémentation en zinc	• Asie méridionale, Afrique subsaharienne, Extrême-Orient	1,00 \$	13,7/1
	• Asie centrale	1,35 \$	<10/1
	• Amérique latine et Caraïbes	2,20 \$	<6/1

INDE ET PAKISTAN

Des études, réalisées en Inde et au Pakistan, ont montré que la supplémentation en zinc a entraîné, pour les familles, une diminution du coût des médicaments et des consultations médicales de plus de 1 \$US par patient et par épisode.

NEPAL

Selon une enquête démographique et sanitaire réalisée en 2006, la couverture nationale de la supplémentation en fer est passée de 23 % à 59 %. Grâce à ces améliorations et à des mesures complémentaires, l'anémie chez les femmes enceintes a été réduite de 75 % à 42 %.⁷⁹



Les micronutriments au cœur de la survie, du développement et de la santé

Objectifs du millénaire pour le développement	Rôle des oligoéléments
1-améliorer l'extrême pauvreté	La consommation de fer peut réduire l'anémie, permettant une plus grande productivité et un meilleur potentiel de revenus Le zinc réduit l'arrêt de la croissance chez l'enfant
2-assurer l'éducation primaire pour tous	Chez les jeunes enfants le fer améliore le développement cognitif et les aide plus tard à mieux réussir leurs études Le zinc réduit la fréquence et la gravité des diarrhées, ce qui diminue le nombre de jours d'école perdu
3-promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes	Le fer améliore la productivité économique des femmes
4-réduire la mortalité infantile	Le zinc réduit la fréquence et la gravité des diarrhées, cause importante de mortalité infantile
5-améliorer la santé maternelle	Le fer améliore le taux de survie maternelle

