

**UE20N : Santé Publique et éducation
Pour la santé**

NUTRITION

3ème Année de Pharmacie
2024-2025

Dr Noureddine BOUAÏCHA

Laboratoire Ecologie, Systématique et Evolution
UMR – 8079 UPS-CNRS-AgroParisTech

Tél. 01 69 15 49 90 ; E-mail: noureddine.bouaicha@universite-paris-saclay.fr

Sommaire (1)

Introduction

I. Les besoins nutritionnels

I.1. Buts de l'alimentation

I.2. Besoins de l'organisme

I.3. Apports nutritionnels conseillés

I.3.1. Besoins énergétiques

I.3.2. Nutriments

I.3.2.1. Protéines

I.3.2.2. Lipides

I.3.2.3. Glucides

I.3.2.4. Vitamines

I.3.2.5. Minéraux et oligoéléments

I.3.2.6. Fibres alimentaires

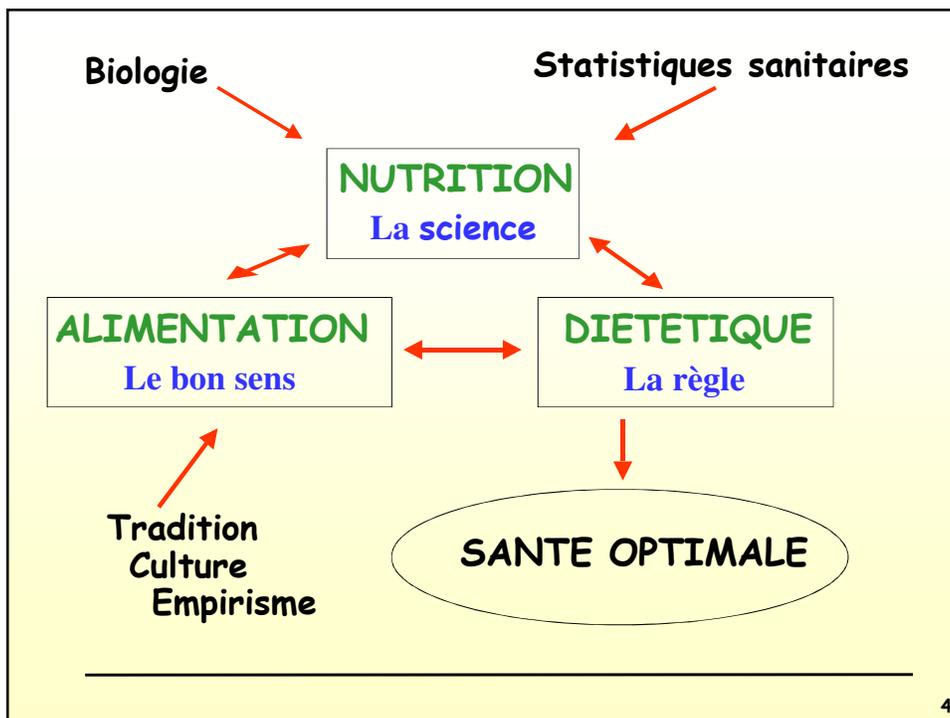
Sommaire (2)

II. Etude des aliments

- II.1. Laitages
- II.2. Viandes, Œufs, Poissons et fruits de mer
- II.3. Légumes et fruits
- II.4. Pain et céréales
- II.5. Sucre et produits sucrés
- II.6. Corps gras
- II.7. Les boissons
- II.8. Aliments riches en micronutriments antioxydants
- II.9. Aliments transformés et industrialisés
- II.10. Étiquetage des aliments

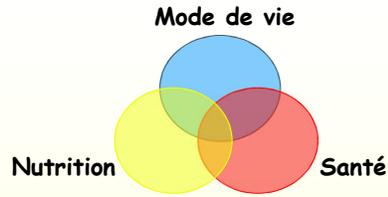
III. L'équilibre alimentaire

3



4

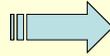
Nutrition et Santé Publique



Relations irréfutables entre grandes maladies et déséquilibres alimentaires

> MALADIES DE CARENCE

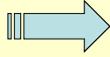
Malnutrition
Sous alimentation



Protéines
Vitamines

> MALADIES DE PLETHORE

Suralimentation

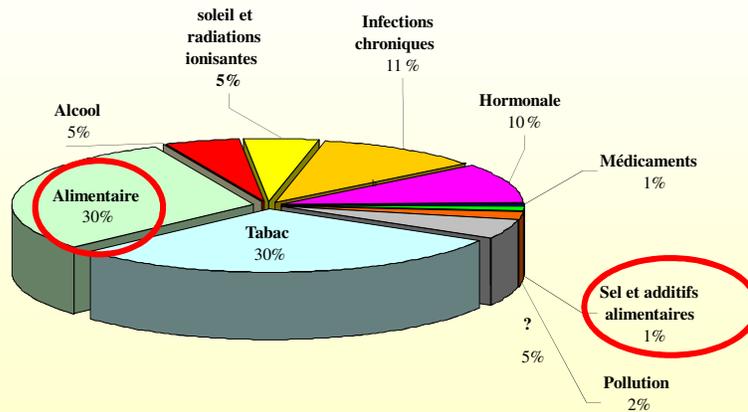


Graisses
Sucre
Sel

5

Causes attribuées aux décès par cancer

Source : Harvard Report on Cancer Prevention (CICR) et étude UK



6

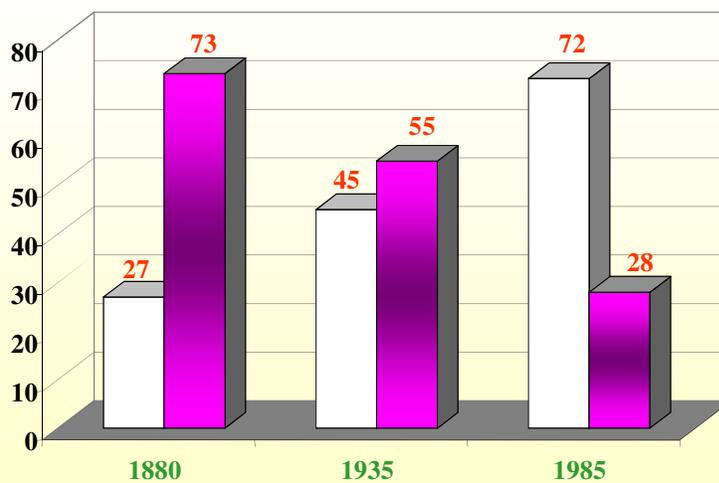
transition nutritionnelle

Alimentation	 Sauvage	 Traditionnelle	 Industrielle
Produits végétaux			
Proportion	Variable	90 %	60 %
Type de plantes	Sauvages	Culture traditionnelle Beaucoup de variétés	Culture intensive Perte de diversité
Féculents	Peu	Beaucoup	Moyennement
Sucre (canne...)	0	+ ou -	+++
Produits animaux			
Proportion	Variable	10 %	40 %
Type	Gibier	Élevage à l'herbe	Élevage intensif
Laitages	0	+ ou -	+++
Transformations			
Raffinage	0	0	+++
Sel	0	+	+++
Additifs	0	0	+++

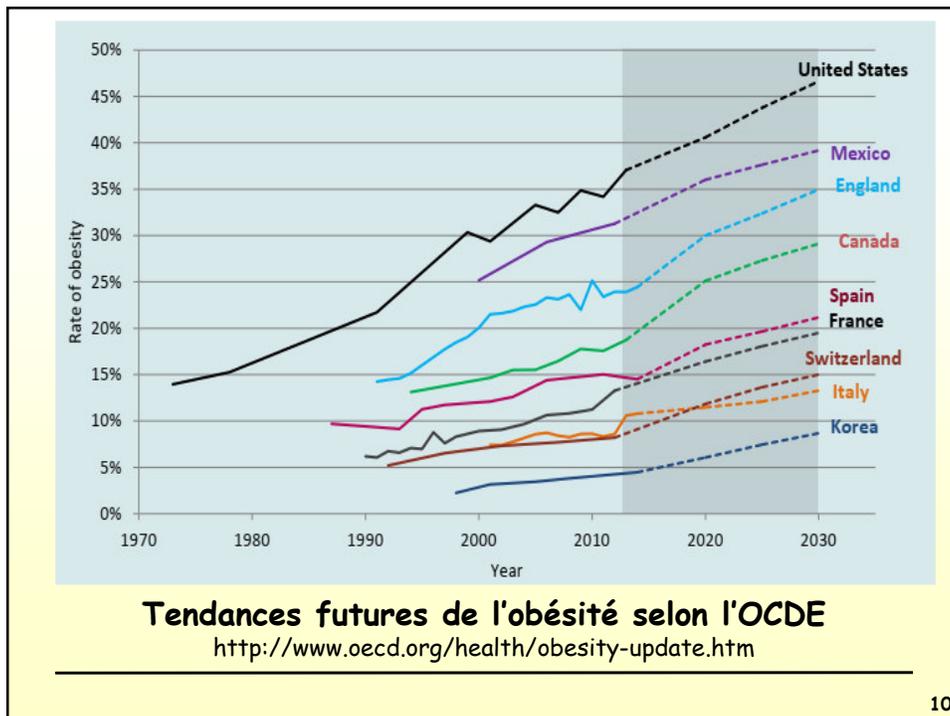
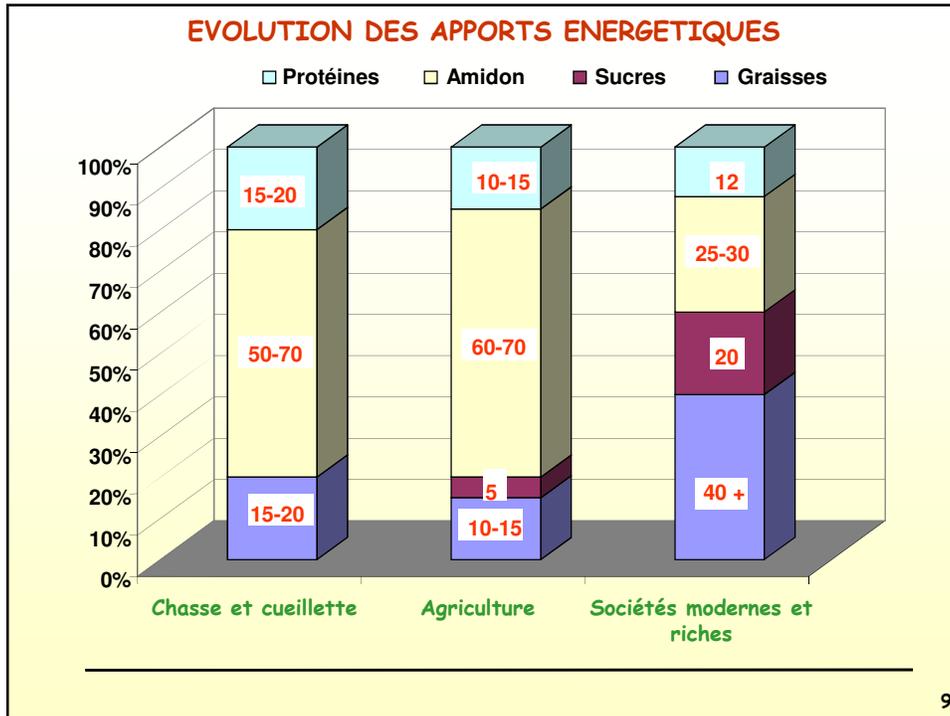
7

EVOLUTION DES APPORTS PROTEIQUES

□ Origine animale ■ Origine végétale



8



E. FRUIT AND VEGETABLE CONSUMPTION

Fruit and vegetable consumption, as part of a healthy diet, is important for weight management, optimal child growth, and chronic disease prevention. Seven of the 10 states with the highest rates of obesity were also in the bottom 10 for fruit and vegetable consumption

States with the Lowest Adult Fruit and Vegetable Consumption, 2011			
Rank	State	Percentage of Adult Fruit and Vegetable Consumption (Based on 2011 Data, Including Confidence Intervals)	Obesity Rank- ing
1	West Virginia	7.9% (+/- 0.9)	3
2	Louisiana	8.2% (+/- 0.9)	2
3	Oklahoma	9.8% (+/- 0.9)	6
4	Mississippi	10.3% (+/- 1.0)	1
5 (tie)	Kentucky	10.6% (+/- 1.0)	10 (tie)
5 (tie)	Tennessee	10.6% (+/- 1.9)	15 (tie)
7	South Dakota	11.0% (+/- 1.2)	23
8 (tie)	Alabama	12.5% (+/- 1.1)	4
8 (tie)	South Carolina	12.5% (+/- 0.9)	8
10	Delaware	12.9% (+/- 1.4)	19

Note: For rankings, 1 = Lowest rate of fruit and vegetable consumption.

Source: Trust
for America's
Health, Report
September 2012

States with the Highest Adult Fruit and Vegetable Consumption, 2011			
Rank	State	Percentage of Adult Fruit and Vegetable Consumption (Based on 2011 Data, Including Confidence Intervals)	Obesity Rank- ing
51	D.C.	25.6% (+/- 2.1)	47 (tie)
50	California	24.4% (+/- 0.9)	46
49	Vermont	22.7% (+/- 1.3)	37 (tie)
48	New Hampshire	22.5% (+/- 1.5)	35
47	Oregon	22.3% (+/- 1.4)	31
46	Arizona	21.4% (+/- 2.0)	40
45	Connecticut	20.8% (+/- 1.4)	42 (tie)
44	New York	19.9% (+/- 1.3)	42 (tie)
43	Rhode Island	19.8% (+/- 1.4)	37 (tie)
42	Hawaii	19.7% (+/- 1.4)	50

Note: For rankings, 51 = Highest rate of fruit and vegetable consumption.

11



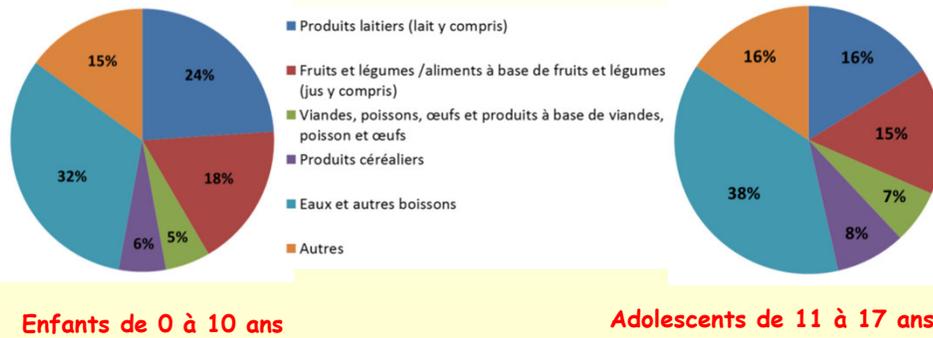
INCA 3 (2014-2015) : Rapport juillet 2017

3ème étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA 3) : Evolution des habitudes et modes de consommation de la population française

- Plus de **5.800 personnes** (**3 157 adultes âgés de 18 à 79 ans** et **2 698 enfants âgés de 0 à 17 ans**) ont participé à cette grande étude nationale,
- **150 questions ont été posées** aux participants sur leurs habitudes et modes de vie,
- **13.600 journées de consommations** ont été recueillies, générant des données sur **320.000 aliments consommés**.

12

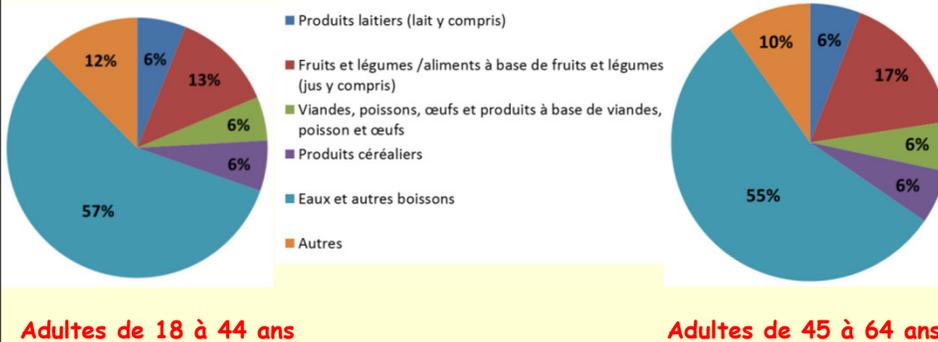
INCA 3 : Répartition des quantités consommées d'aliments



Enfants de 0 à 10 ans

Adolescents de 11 à 17 ans

INCA 3 : Répartition des quantités consommées d'aliments

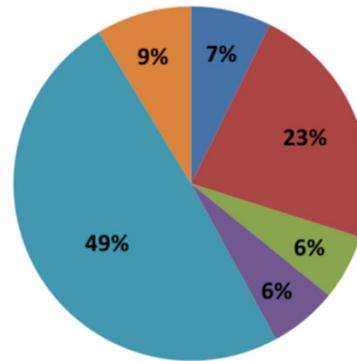


Adultes de 18 à 44 ans

Adultes de 45 à 64 ans

INCA 3 : Répartition des quantités consommées d'aliments

- Produits laitiers (lait y compris)
- Fruits et légumes /aliments à base de fruits et légumes (jus y compris)
- Viandes, poissons, œufs et produits à base de viandes, poisson et œufs
- Produits céréaliers
- Eaux et autres boissons
- Autres



Adultes de 65 à 79 ans

15

INCA 3 : Répartition des quantités consommées d'aliments

Conclusion

Quel que soit l'âge, les **fruits et les légumes**, ainsi que les **yaourts et fromages blancs** font partie des **5 premiers contributeurs à la ration journalière solide**, dans des proportions variables selon la tranche d'âge,

Ils sont complétés par les **viennoiseries et biscuits sucrés**, ainsi que les pâtes et autres céréales chez les **enfants et les adolescents**, et par le pain et les soupes chez les adultes.

Les eaux (**du robinet et embouteillées**) représentent **la moitié des boissons consommées** par les individus, suivies des boissons à base de lait pour les enfants, des boissons rafraîchissantes sans alcool, hors jus de fruits, pour les adolescents ou des boissons chaudes pour les adultes

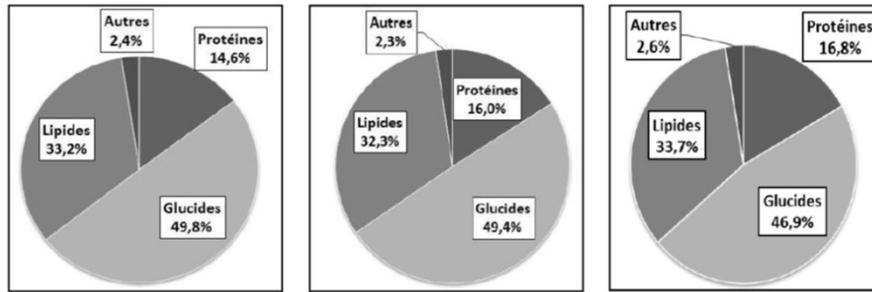
16

INCA 3 : Répartition des quantités consommées d'aliments

Enfants de 0 à 10 ans

Adolescents de 11 à 17 ans

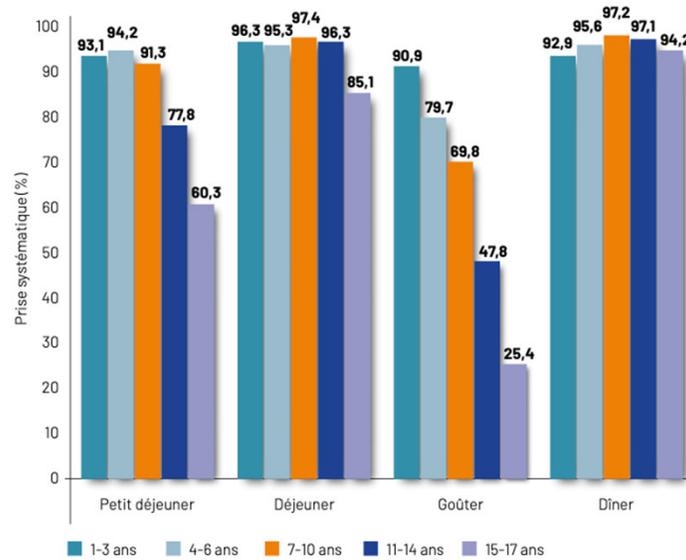
Adultes de 18 à 79 ans



Contribution des macronutriments (**protéines**, **lipides** et **glucides**) aux apports énergétiques, hors d'alcool, par catégorie d'âge

17

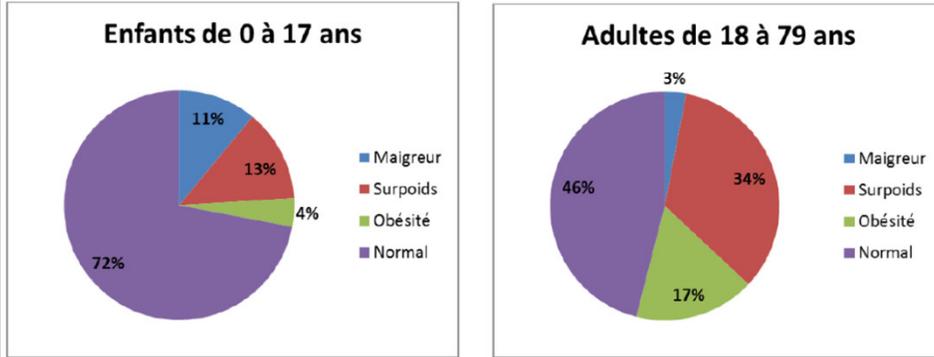
Figure 25 : Pourcentage d'individus prenant systématiquement le repas considéré selon l'âge, chez les enfants de 1-17 ans



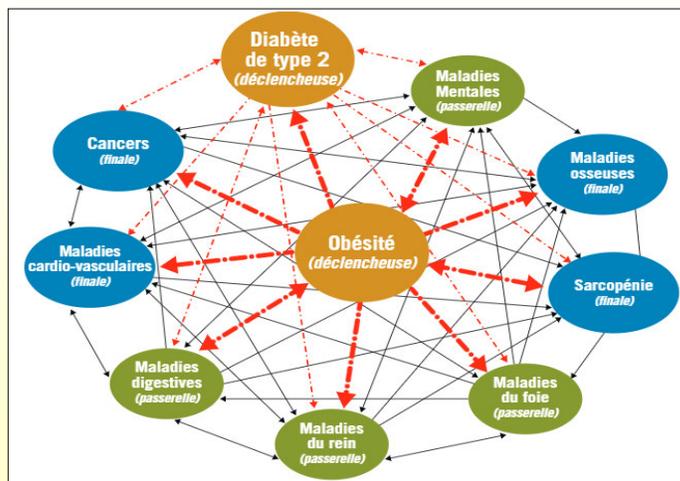
Source : Étude INCA 3 (2014-2015), traitement Anses

18

INCA 3 : Statut pondéral des enfants et des adultes



Relations respectives entre les dix principales maladies chroniques liées à une alimentation déséquilibrée, à partir d'une fouille et d'une analyse exhaustive des données de la littérature



Fardet and Boirie, 2013

Programme National Nutrition-Santé

« PNNS » (1 : 2001-2005, 2 : 2006-2010,
3 : 2011-2015(2016), 4 : 2019-2023-4-5)

*Le PNNS vise à améliorer l'état de santé de
l'ensemble de la population, en agissant sur l'un
de ses déterminants majeurs,
la nutrition*



www.sante.gouv.fr (thème: Nutrition)

21

Qu'est-ce que le PNNS ?



Le Programme National Nutrition Santé, ou PNNS, est un programme nutritionnel français qui recense les principaux conseils nutritionnels à destination de la population française. Il sert de document clé pour les professionnels de la nutrition qui adaptent leurs conseils diététiques en fonction des dernières études et observations réalisées par l'ANSES et le Haut Conseil de la Santé Publique.

Lancé en janvier 2001, le **PNNS** s'inscrit dans une démarche de santé publique, dans la mesure où il a pour objectif d'améliorer l'état de santé de la population en agissant sur l'alimentation, principal facteur de protection de nombreuses pathologies très répandues en France (**surpoids, obésité, diabète, maladies cardiovasculaires et cancers**).

22

Les 4 axes du nouveau PNNS 4 (2019-2023-4-5)



Les nouvelles recommandations du PNNS 4 publiées le 21 janvier 2019 s'articulent autour de 4 grands axes :

1. Augmenter la consommation de certaines catégories d'aliments (fruits, légumes, légumes secs, fruits à coque non salés) ;
2. Réduire la consommation de certaines catégories d'aliments (comme les produits gras, salés ou sucrés, les produits laitiers, l'alcool, la charcuterie, la viande rouge) ;
3. Augmenter la pratique d'une activité physique quotidienne en favorisant une baisse de la sédentarité ;
4. Se tourner davantage vers une consommation de produits de qualité (produits biologiques, de saison, locaux et complets autant que possible...).

23

Les 15 recommandations nutritionnelles du PNNS 4



1. Augmenter la consommation de fruits et les légumes

Les nouvelles recommandations du PNNS 4 encouragent ainsi à la consommation d'au moins 5 fruits et légumes par jour qu'ils soient frais, surgelés ou en conserve. Elles invitent néanmoins à limiter les fruits séchés (plus sucrés que les fruits frais).

Le nouveau PNNS 4 invite à la consommation de fruits et légumes d'origine biologique, tout en conseillant autant que possible les fruits et légumes de saison et produits localement.

2. Augmenter la consommation de fruits à coque non salés (noix, noisettes, amandes,...)

Autre nouveauté dans le PNNS 4 : le programme encourage la consommation de fruits à coque non salés (noix, noisettes, amandes, pistaches) afin de profiter de leurs atouts nutritionnels (richesse en oméga 3, magnésium, protéines végétales). Dans la mesure où ils restent des aliments caloriques, le PNNS 4 recommande de se limiter à une petite poignée par jour.

24

3. Augmenter la consommation de légumes secs (lentilles, pois chiches, haricots secs...)



Les légumes secs, appelés également légumineuses, font leur apparition dans les nouveaux conseils officiels du **PNNS 4**. En effet, les nouvelles recommandations encouragent la consommation plus fréquente de légumes secs, à raison de minimum **2 fois par semaine**. Rappelons que les légumes secs sont **naturellement riches en fibres** et sont **une source intéressante de protéines végétales**.

Dans le cas où ils sont consommés en remplacement de viande, le **PNNS 4** précise qu'il est **conseillé de les associer à un produit céréalier** (riz, pain, pâtes...) afin de limiter le risque de carences en protéines.

25

4. Privilégier les féculents complets



Le quatrième conseil nutritionnel du **PNNS 4** est de privilégier autant que possible les **féculents complets** (ou éventuellement semi-complets), qui sont plus intéressants sur le plan nutritionnel que les produits raffinés (pain blanc, pâtes "blanches", riz blanc...) car ils sont **plus riches en fibres et plus rassasiantes**.

Voici quelques exemples de féculents complets ou semi-complets :

- Pains aux céréales ou pains complets ;
- Pâtes semi-complètes ou pâtes complètes ;
- Riz complet ou riz semi-complet.

Concernant la quantité de féculents recommandée, le repère « à chaque repas et selon l'appétit » a disparu laissant place à plus de liberté. Dans la nouvelle version officielle du **PNNS 4**, il est simplement dit que les **produits céréaliers devraient être consommés tous les jours « à chaque repas »**, en privilégiant les produits complets ou peu raffinés par rapport aux produits raffinés.

26

5. Favoriser la consommation de poissons



Comme pour les années précédentes, le **PNNS 4** recommande toujours de consommer du **poisson deux fois par semaine** en veillant à varier les espèces étant donné que certains poissons sont susceptibles de contenir des polluants (méthylmercure). Sur le type de poisson consommé, le **PNNS 4** recommande :

Un poisson maigre par semaine ;
et un poisson gras par semaine, pour bénéficier de sa richesse en oméga 3.

6. Varier les huiles

Les recommandations du **PNNS 4** visent à rassurer la population sur la consommation de matières grasses ajoutées. Ces dernières (huile, beurre et margarine) peuvent faire partie de notre quotidien, à condition de les varier et les consommer en petites quantités.

Le **PNNS 4** cite l'huile de colza et l'huile de noix pour leur richesse en Oméga 3 et l'huile d'olive réputée pour ses bienfaits cardioprotecteurs parmi les matières ajoutées recommandées. Le **beurre est conseillé pour une consommation crue** uniquement (car sa cuisson favorise la production de radicaux libres).

27

7. Les recommandations de produits laitiers... revues à la baisse !



Autre nouveauté (très importante) du **PNNS 4** : les produits laitiers (lait, yaourts, fromage, ...), qui étaient jusqu'à présent recommandés à raison de **3 voire 4 fois/j**, ont été revus à la baisse ! Désormais, le **PNNS 4** recommande **2 produits laitiers/j** uniquement. Pas de précision sur les raisons de ce changement majeur, c'est pourquoi rappelons que de nombreuses études ont établi un lien entre produits laitiers et cancers (colorectal, notamment).

8. Réduire sa consommation de viandes rouges

Le **PNNS 4** invite toujours à limiter la viande rouge (porc, bœuf, veau, mouton, agneau, abats). Le repère conseillé est de, **maximum 500 g par semaine** (soit "environ 3 à 5 portions").

La viande rouge classée par le CIRC comme **probablement cancérigène pour l'homme** (Groupe 2A). Une association positive entre consommation de viande rouge et cancer (du côlon, du rectum, du pancréas ou encore de la prostate). Limiter la consommation autant que possible et à suivre les conseils du **PNNS 4**, à savoir :

Privilégier la volaille aux viandes rouges ;
Alterner dans la semaine les sources de protéines (viande, volaille, poisson, œufs et légumes secs) ;
et, enfin, privilégier les viandes de bonne qualité (de préférence bio)

28

9. Limiter la charcuterie



Limiter la consommation de charcuteries. Le repère conseillé est de **"150 g par semaine"**, ce qui correspond à environ 3 tranches de jambon blanc.

Le type de charcuteries est tout aussi important que les quantités, c'est pourquoi le **PNNS 4** rappelle que le jambon blanc et le jambon de volaille sont à privilégier par rapport aux saucisses, lardons, bacon, jambons secs et crus (riches en graisses saturées).

10. Réduire sa consommation de sel

Le **PNNS 4** invite toujours autant à limiter les produits salés dans un but de réduire notre consommation de sel. Cela passe par :

Une consommation moindre de produits transformés (charcuteries, plats préparés du commerce, soupes déshydratées, fromage, pain) : source principale de sel dans notre alimentation ;

Un ajout réduit de sel dans les plats cuisinés maison.

Le **PNNS 4** encourage l'achat de sel iodé (indiqué sur l'étiquette) afin de garantir la couverture de nos besoins en iode.

29

11. Limiter la consommation d'alcool



Le **PNNS 4** recommande de limiter la consommation d'alcool à **deux verres/j maximum** et **10 verres par semaine maximum** et de ne pas en consommer d'alcool tous les jours. Le **PNNS 4** rappelle que l'eau est la seule boisson indispensable de notre organisme et que la consommation d'alcool, quelle qu'elle soit, doit rester occasionnelle.

12. Limiter les produits et boissons sucrés

On retrouve également le conseil de réduire autant que possible les produits sucrés et les boissons sucrées, y compris les jus de fruits industriels (trop sucrés et pauvres en fibres).

13. Privilégier le « fait-maison » autant que possible

Le **PNNS 4** invite à limiter autant que possible les aliments ultra-transformés, riches en sucres, en graisses, en sel ou encore en additifs. On peut les reconnaître facilement car ils sont généralement notés **D** ou **E** sur l'échelle du **Nutri-Score**.

La meilleure solution reste de cuisiner autant que possible des préparations faits-maison. Le **PNNS 4** recommande de se tourner vers les aliments sans additifs ou avec la liste la plus courte d'additifs.

30

14. Augmenter l'activité physique



Dans le but de lutter contre les fléaux que sont le surpoids et l'obésité, le **PNNS 4** reprend les recommandations du PNNS 3 incitant la population à **minimum 30 minutes d'activités physiques par jour**.

Le **PNNS 4** rappelle qu'il existe de nombreuses occasions d'être actif : en pratiquant un sport, certes, mais aussi au travers de nos activités quotidiennes (en privilégiant les escaliers, en se déplaçant à pied ou à vélo plutôt qu'en prenant la voiture ou les transports, etc.).

15. Limiter la sédentarité

Enfin, dernier objectif du **PNNS 4** : la lutte contre la sédentarité. Le **PNNS 4** recommande de ne pas rester assis trop longtemps : prenez le temps de marcher un peu toutes les 2 h.

31

> Offre alimentaire

- **20 %** de sel dans le pain courant depuis 2015, grâce à un engagement de l'ensemble de la filière de la boulangerie à travers la signature d'un accord collectif en mars 2022.

> Nutri-Score

Plus de 1 400 entreprises engagées en 2024 en faveur du Nutri-Score, soit + de 62 % des parts de marché.



> Mobilisation des entreprises et des collectivités

158 collectivités et 21 entreprises actuellement signataires d'une charte d'engagements du PNNS, pour déployer des actions sur l'alimentation saine et l'activité physique et sportive, et la lutte contre les comportements sédentaires des employés et habitants.



> Promotion des mobilités actives

+ **48 %** d'augmentation de la fréquentation des itinéraires vélos entre 2019 et 2023, grâce à l'action publique pour promouvoir les mobilités actives et les financements associés.

32

I. Les besoins nutritionnels

I.1. Buts de l'alimentation (OMS)

- Entretien d'un état de santé florissant
- Assurer la perpétuité de la descendance
- Permettre le travail

Il faut donc :

- manger suffisamment
- manger juste ou équilibré

33

I.2. Besoins de l'organisme

- Construire, édifier l'organisme
- Produire suffisamment d'énergie pour assurer la température corporelle, lutter contre le froid extérieur et fournir le travail
- Coordonner les réactions de l'organisme
- Éliminer les déchets

Ces divers impératifs sont assurés par l'apport raisonné en nutriments

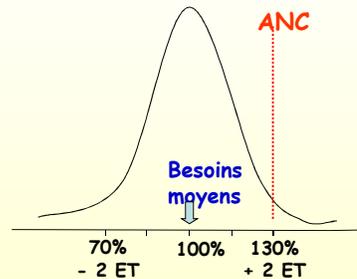
34

I.3. Apports nutritionnels conseillés (ANC)

Définition

L'apport nutritionnel conseillé (ANC) est égal au besoin nutritionnel moyen, mesuré sur un groupe d'individus, auquel sont ajoutés 2 écarts types représentant le plus souvent chacun 15% de la moyenne

Marge de sécurité statistique pour prendre en compte la variabilité interindividuelle et permettre de couvrir les besoins de la plus grande partie de la population



Les apports nutritionnels conseillés dépendent de multiples facteurs comme le poids, le sexe, l'état physiologique (croissance, grossesse, allaitement), l'activité physique

35

I.3.1. Besoins énergétiques

- Unité utilisée : syst. int. → joule (J)
- mais la Calorie est familière au public (kcal)

1 kilocalorie = 4,185 KiloJoules (kJ)

1 KiloJoule = 0,239 Kilocalorie (kcal)

36

**APPORTS ENERGETIQUES CONSEILLES
POUR LES ADULTES**

HOMME	kJ	kcal
Activité réduite	8 800	2100
Activité habituelle	11 300	2 700
Activité importante	12 500	3 000
Gros travaux	14 600	3 500

37

**APPORTS ENERGETIQUES CONSEILLES
POUR LES ADULTES**

FEMME	kJ	kcal
Activité réduite	7 500	1 800
Activité habituelle	8 400	2 000
Activité importante	9 200	2 200

38

Le besoin énergétique diminue en fonction du vieillissement

20 - 39 ans	100 %
40 - 49 ans	95 %
50 - 59 ans	90 %
60 - 69 ans	80 %
70 - 79 ans	70 %

Durant l'enfance et l'adolescence
(les besoins augmentent en période pubertaire)

Larges variations entre les individus d'un jour à l'autre

39

I.3.2 Nutriments

Éléments utiles et assimilables fournis à l'organisme à la suite de la digestion des aliments :

glucides, lipides, Protéines, minéraux et vitamines

✓ **Macronutriments** dont l'apport est indispensable en quantités importantes, de l'ordre de dizaines de grammes par jour (protéines, glucides et lipides)

Fibres alimentaires ?

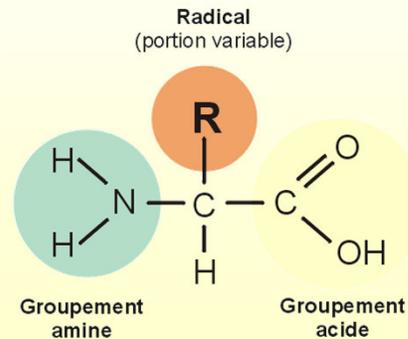
✓ **Micronutriments** dont les apports se situent dans la gamme des milligrammes ou microgrammes par jour (minéraux et vitamines)

40

I.3.2.1. Les protéines

- ✓ 50% du poids sec de la plupart des cellules = protéines
- ✓ Remplissent de nombreuses fonctions
- ✓ Molécules les plus variées

**Protéines = polymères
d'acides aminés**



41

Acides aminés essentiels

Des **20 acides aminés** nécessaires à nos cellules :

- Certains peuvent être fabriqués par l'organisme à partir d'autres molécules
- Certains (**9**) ne peuvent pas être fabriqués; ils doivent être absorbés par la nourriture = **acides aminés essentiels**

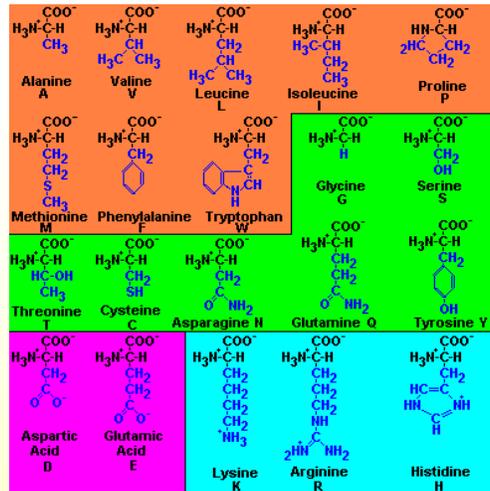
Les protéines animales contiennent généralement les 9 acides aminés essentiels dans des proportions semblables à celles de nos besoins

Les protéines végétales peuvent être déficientes en un ou deux acides aminés essentiels

42

9 acides aminés essentiels

- ✓ Lysine
- ✓ Thréonine
- ✓ Tryptophane
- ✓ Histidine
- ✓ Valine
- ✓ Isoleucine
- ✓ Leucine
- ✓ Méthionine
- ✓ Phénylalanine



Mets-le dans la valise, il fait trop d'histoires
Met-Leu-Val-Lys-Ile-Phe-Trp-His-Thr

43

La qualité des protéines

- Protéine de haute qualité nutritionnelle : protéine contenant les 9 acides aminés indispensables (essentiels) dans des proportions suffisantes pour couvrir les besoins de l'espèce humaine
- Protéine de qualité moindre : protéine déficiente en un ou plusieurs des 9 acides aminés essentiels

44

Evaluation de la qualité des protéines

- Profil en acides aminés de la protéine alimentaire
- Digestibilité
- Besoins en acides aminés
 - Ils peuvent être basés sur les besoins en acides aminés de référence par tranche d'âge
 - Les besoins des enfants âgés de 2 à 5 ans peuvent également servir de référence pour l'ensemble de la population âgée de plus de 1 an

Protein Quality Evaluation, Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: FAO Food and Nutrition Paper No. 51, 1991.
FDA. Food labeling; general provisions; nutrition labeling; label format; nutrient content claims; health claims; ingredient labeling; state and local requirements; and exemptions; final rules. Food and Drug Administration, Fed Reg 1993; 58 (3):2101-2106

45

La disponibilité des acides aminés

- Digestion et taux d'absorption :
 - Protéines animales natives : 90 %
 - Protéines végétales natives : 60 - 70 %
- Digestibilité limitée des protéines en raison :
 - Des effets de la conformation des protéines
 - De l'interaction avec les ions métalliques, les lipides, les acides nucléiques et la cellulose
 - Des facteurs antinutritionnels
 - De la taille et des propriétés de surface des agrégats protéiques
 - Du traitement thermique
 - Des différences biologiques entre les individus

46

Méthode d'évaluation de la qualité des protéines

- La nouvelle méthode (Food and Nutrition Paper No. 51, 1991)
 - Indice chimique corrigé de la digestibilité (Indice Disco ou PDCAAS)

PDCAAS : Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score

Les facteurs utilisés pour le calcul du PDCAAS sont notamment :

- Le profil en acides aminés essentiels de la protéine
- La digestibilité
- La capacité à fournir des acides aminés indispensables en quantité suffisante pour couvrir les besoins de l'espèce humaine

Utilise les besoins en acides aminés des enfants de 2 à 5 ans (groupe ayant les besoins les plus exigeants à l'exception des enfants en bas âge)



La valeur la plus élevée du PDCAAS est 1

47

Calculer le PDCAAS (ou Indice Disco)

1. Détermination de la quantité d'azote
2. Calcul de la quantité de protéines ($N \times 6,25$)
3. Détermination de la quantité d'acides aminés essentiels
4. Calcul de l'indice chimique (non corrigé)

$$\frac{\text{mg d'AAI dans 1 g de la protéine analysée}}{\text{mg d'AAI dans 1 g de la protéine de référence}^*}$$

5. Évaluation de la digestibilité
6. Calcul du PDCAAS :
PDCAAS = indice chimique non corrigé le plus bas x digestibilité réelle de la protéine

*1985 FAO/WHO/UNU 2- to 5-year old requirement pattern
Protein Quality Evaluation, Report of the Joint FAO/WHO. Food and Nutrition Paper No. 51, 1991.

48

Calcul de l'indice chimique corrigé de la digestibilité d'une protéine extraite du soja

Acides aminés Indispensables	Isolat protéique de soja* (mg/g protéine)	Digestibilité* (AA X 97%) (mg/g protéine)	Modèle de référence (mg/g protéine)	PDCAAS
Histidine	26	25.2	19	1.3
Isoleucine	49	47.5	28	1.7
Leucine	82	79.5	66	1.2
Lysine	63	61.1	58	1.1
Méthionine et Cystéine†	26	25.2	25	1.0
Phénylalanine et Tyrosine‡	90	87.3	63	1.4
Thréonine	38	36.9	34	1.1
Tryptophane	13	12.6	11	1.1
Valine	50	48.5	35	1.4

PDCAAS = 1.0

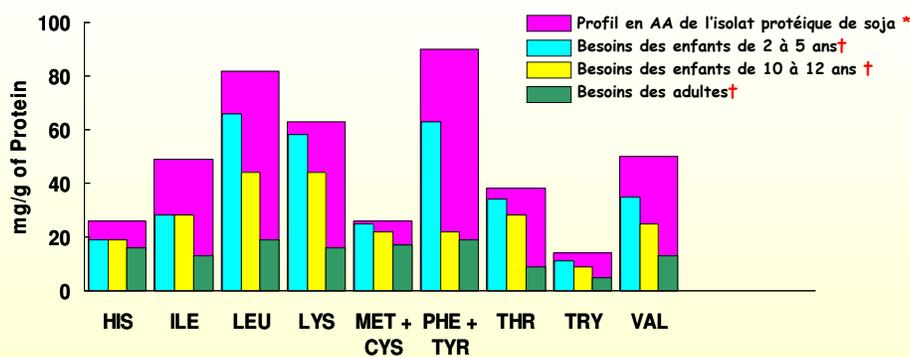
AA = acides aminés; PDCAAS = SCORE CHIMIQUE CORRIGE DE LA DIGESTIBILITE
 * Calculé à partir de la SUPRO® Brand Isolated Soy Protein, Protein Technologies International.

† La méthionine est un précurseur de la *cystéine*.

‡ La phénylalanine est un précurseur de la tyrosine.

49

Besoins de référence en acides aminés indispensables (essentiels) (FAO/WHO)

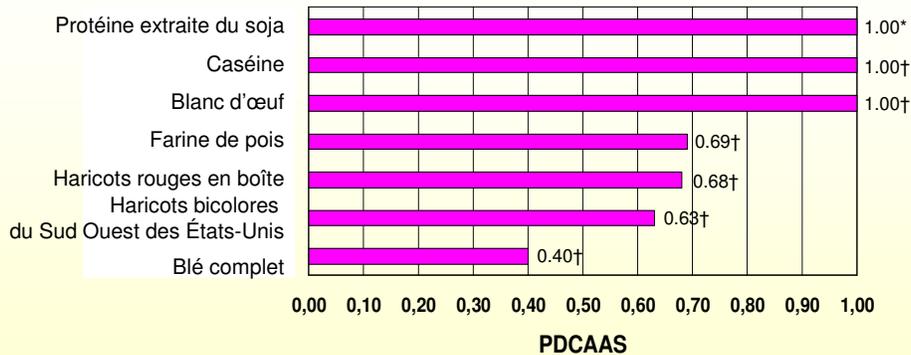


*Quantité d'acides aminés d'un isolat protéique de soja basée sur l'analyse de la SUPRO® Brand Isolated Soy Protein provided by Protein Technologies International.

†Besoins de référence suggérés par *Energy and Protein Requirements, Report of the Joint FAO/WHO/ Expert Consultation. Technical Report Series No. 724, 1985.*

50

Indice chimique corrigé de la digestibilité de différentes protéines alimentaires



*Les valeurs obtenues pour la SUPRO® Brand Isolated Soy Protein fournie par Protein Technologies International ont été déterminées par des analyses réelles.

†Protein Quality Evaluation, Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: FAO Food and Nutrition Paper No. 51, 1991.

51

La qualité des protéines en resumé

- Les acides aminés sont les éléments de construction des protéines qui ont un rôle essentiel dans la construction et l'entretien des tissus corporels
- L'organisme ne peut pas synthétiser les acides aminés essentiels en quantité suffisante pour couvrir ses besoins ; par contre, ils peuvent être fournis par l'alimentation
- La qualité des protéines alimentaires dépend de leur digestibilité et de leur capacité à apporter tous les acides aminés essentiels dont l'organisme a besoin
- Le PDCAAS ou l'indice Disco est la méthode la plus pertinente pour évaluer la qualité protéique des aliments destinés à l'homme
- L'isolat protéique du soja, avec un PDCAAS de 1, est une source de protéines d'excellente qualité et atteint la même valeur que les protéines de lait ou de blanc d'œuf

52

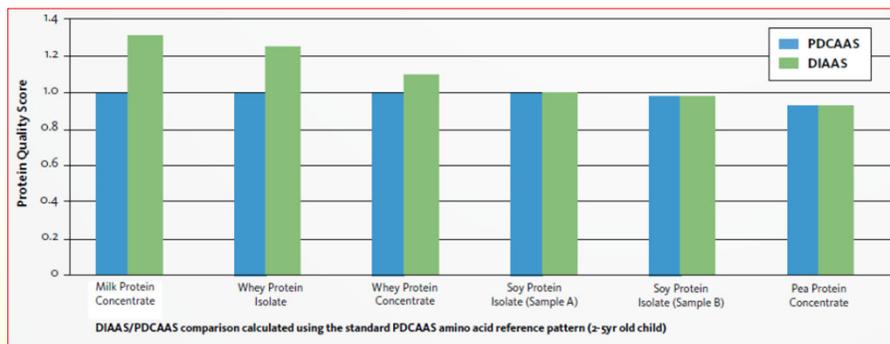
FAO, Rome 2013
Une nouvelle méthode d'évaluation de la qualité des protéines alimentaires

Le **DIAAS** (Digestible Indispensable Amino Acid Score) remplace
 Le **PDCAAS** (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score)

$$\text{DIAAS} = \frac{\text{mg of digestible dietary indispensable amino acid in 1 g of the dietary protein}}{\text{mg of the same dietary indispensable amino acid in 1 g of the reference protein}}$$

L'indice **DIAAS** démontre la haute qualité des protéines laitières par rapport aux autres sources de protéines notamment végétales (avantage de 23 à 30% comparés aux isolats de soja)

53



La **Whey** ou **lactosérum**, mais parfois plus familièrement appelé le "petit lait" est un produit dérivé de la production du fromage. Une fois que le lait contient de la présure, il commence à cailler et créer des petits grumeaux. Tout ce qui reste de liquide, c'est de la Whey

CONCLUSION:
 The FAO-endorsed DIAAS method gives a truer measurement of protein digestibility than PDCAAS, therefore providing a more accurate assessment of the nutritional quality of dietary protein sources.

54

Besoins de référence en acides aminés indispensables (essentiels) selon l'âge (FAO/WHO)

Amino Acid reference pattern: The recommended reference pattern (FAO 2013) for use with DIAAS:

Age Group	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
Scoring pattern mg/g protein requirement									
Infant (birth to 6 months)	21	55	96	69	33	94	44	17	55
Child (6 months to 3 years)	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Older child, adolescent, adult	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40

Report of an FAO expert consultation, 2011

SAA: sulphur amino acids (Met et Cys); **AAA:** aromatic amino acids (Phe et Tyr)

55

Les différentes sources de protéines végétales et animales

• Traditionnellement

- Les protéines animales sont considérées comme des protéines de bonne qualité grâce à leur composition en acides aminés
- Toutes les protéines végétales sont considérées de moins bonne qualité en raison de leur composition en acides aminés

• Actuellement

- Certains produits dérivés de protéines de soja et certaines protéines animales ont une composition considérée comme idéale en acides aminés

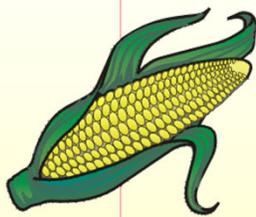
56

La complémentation des protéines

- Les humains peuvent couvrir leurs besoins journaliers en protéines et en **AA essentiels** en :
 - Consommant suffisamment de protéine(s) de haute qualité nutritionnelle
 - Consommant une quantité suffisante d'une combinaison de plusieurs protéines de qualité moindre
 - Associant des protéines de haute qualité à des protéines de moins bonne qualité
- La complémentation des protéines peut se faire sur l'ensemble de la journée

57

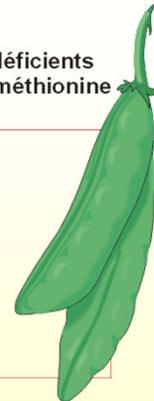
Un acide aminé déficient dans une protéine végétale peut être présent dans une autre et vice-versa



Tryptophane
Méthionine
Valine
Thréonine
Phénylalanine
Leucine
Isoleucine
Lysine

Le maïs est déficient en Isoleucine et lysine

Les haricots sont déficients en tryptophane et méthionine

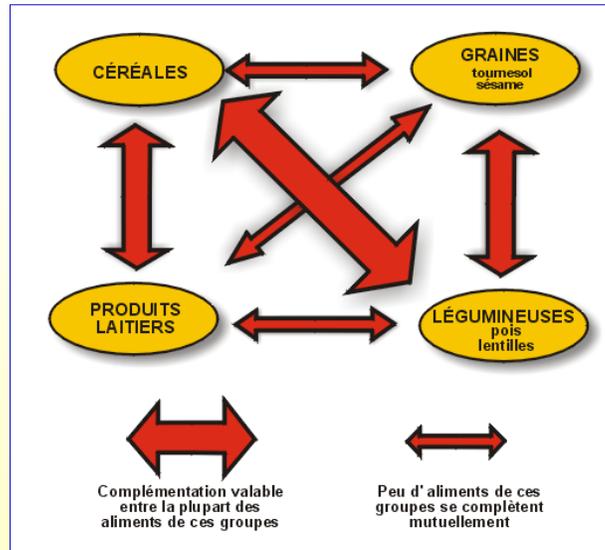


Tryptophane
Méthionine
Valine
Thréonine
Phénylalanine
Leucine
Isoleucine
Lysine

Consommés ensemble, l'un apporte ce qui manque à l'autre et vice-versa

58

Complémentarité entre les aliments pour l'apport des 8 acides aminés essentiels



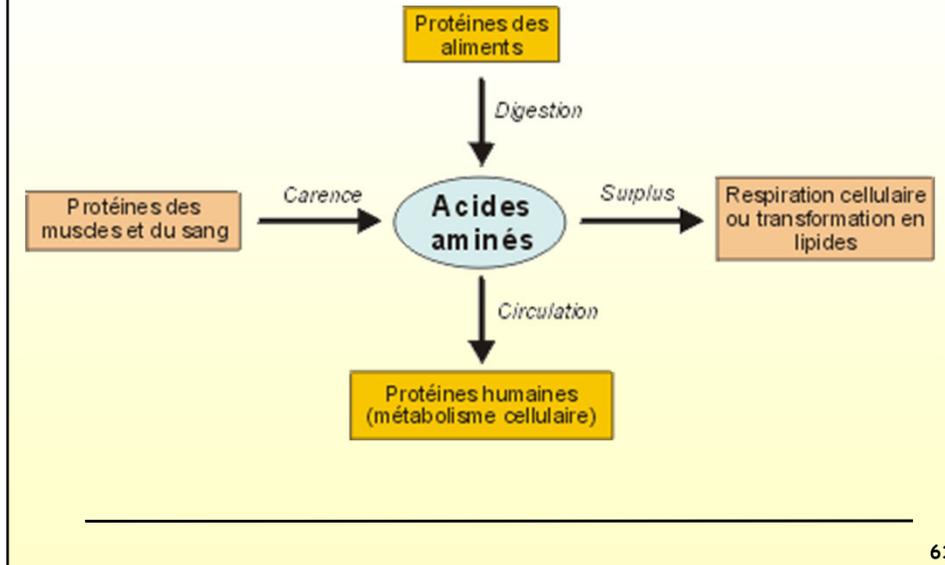
59

Principales fonctions des protéines

1. Structure
2. Régulation du métabolisme : les hormones
3. Mouvement
4. Transport
5. Immunité
6. Récepteur et transporteur membranaire
7. Métabolisme : les enzymes

60

DEVENIR DES PROTEINES



61

Qualité nutritionnelle des protéines dépend :

- ✓ de la digestibilité
- ✓ de l'aptitude à permettre la synthèse protéique c.à.d. leur proportion en acides aminés essentiels

Besoins protidiques

- ✓ 1 g de protéines par kg et par jour
- ✓ 1 g de protéines apporte 4 kcal

Ration protidique 11 à 15 % ration calorique totale
Répartition égale entre celles d'origine animale et végétale

64

I.3.2.2. Les lipides

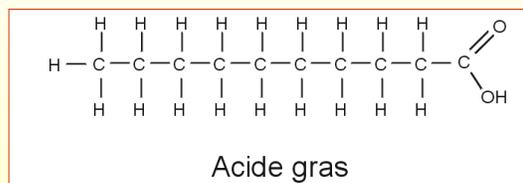
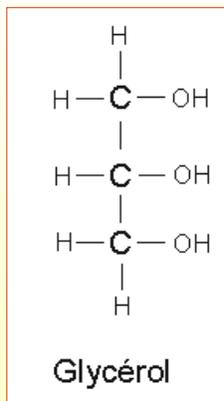
- **Triglycérides** (graisses et huiles)
- **Phospholipides** (ou phosphoglycérolipides)
- **Stéroïdes**



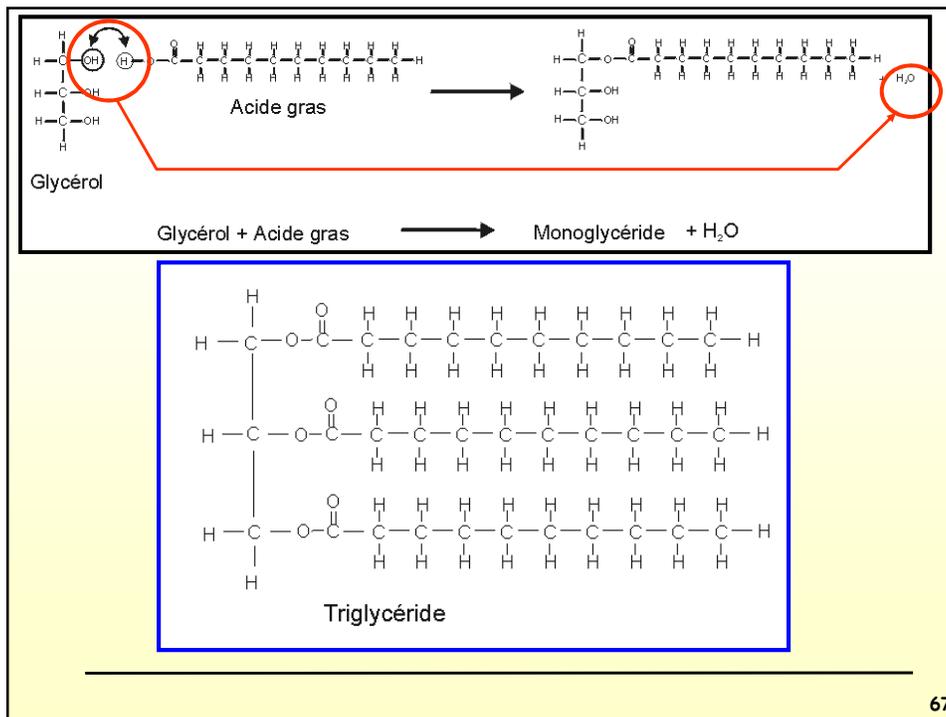
65

Triglycérides (ou triacylglycérol)

Molécules formées de 1 glycérol lié à 3 acides gras



66



67

Rôle principal des triglycérides :

Réserve d'énergie

Surplus en lipides, glucides ou protéines alimentaires peuvent se transformer en gras

1 g graisse = 2 fois plus d'énergie que 1 g de glucide

Animaux mettent en réserve l'énergie surtout sous forme de gras alors que les plantes le font surtout sous forme d'amidon

Les lipides peuvent aussi servir d'isolant thermique (mammifères marins, par exemple) ou de coussin protecteur pour certains organes fragiles (reins, par exemple)

66

Acides Gras saturés :

- Gras animal en général
- Solide à la température de la pièce
- Consommation liée à des MCV



Stearic acid

Acides Gras insaturés :

- Gras végétal en général (beaucoup d'exceptions)
- Liquide à la température de la pièce
- AGMI : peuvent être synthétisés par l'organisme (acide oléique)



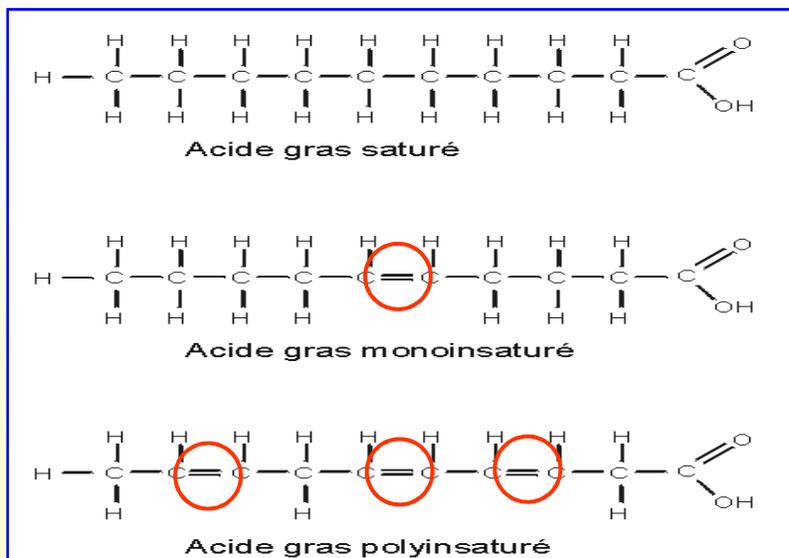
Oleic acid

Double bond causes bending

De nombreuses études ont démontré qu'il y avait une corrélation étroite entre la consommation de gras saturé et un taux de cholestérol élevé (cause importante des MCV)

67

Gras saturés et gras insaturés :

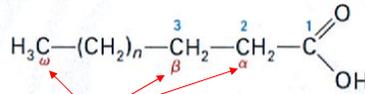


70

Nomenclature des acides gras

Différents types de nomenclature

Numérotation des carbones à partir du groupe carboxyle



Les carbones 2, 3 et le dernier sont souvent appelés respectivement α , β et ω (oméga)

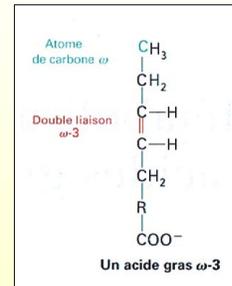
Exemple de nomenclature souvent utilisée

C18:3 ω 3

Nombre de carbones

Position de la dernière double liaison par rapport au carbone ω

Nombre de double liaison



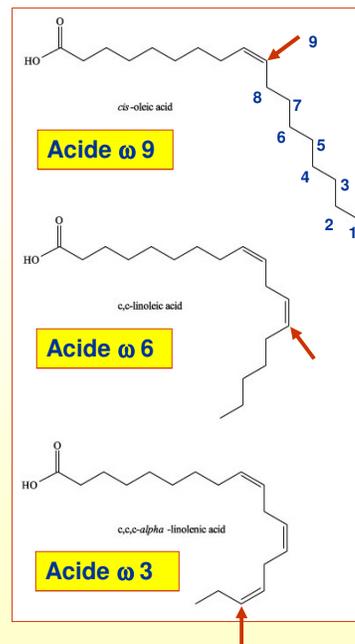
On peut trouver aussi l'indication, par exemple :

cis- Δ^9 → double liaison avec configuration *cis* entre le carbone 9 et 10

69

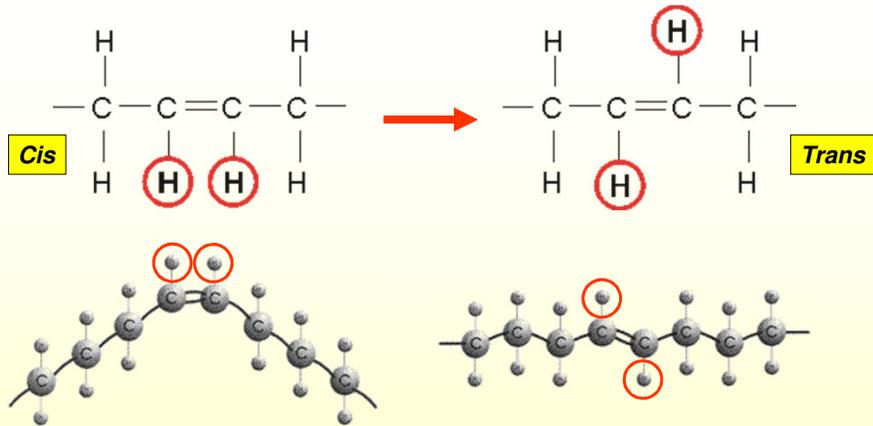
✓ On désigne souvent les acides gras insaturés par le carbone de la première double liaison (en partant du groupement méthyl)

✓ Chaque acide gras est désigné par la lettre oméga (ω) et le numéro de sa position



70

L'hydrogénation produit des acides gras **trans** :



Les huiles naturelles insaturées sont toujours de type **Cis**.

Les huiles **Trans** sont souvent solides à température de la pièce (comme les gras saturés). Elles sont aussi dommageables pour la santé que les gras saturés.

71

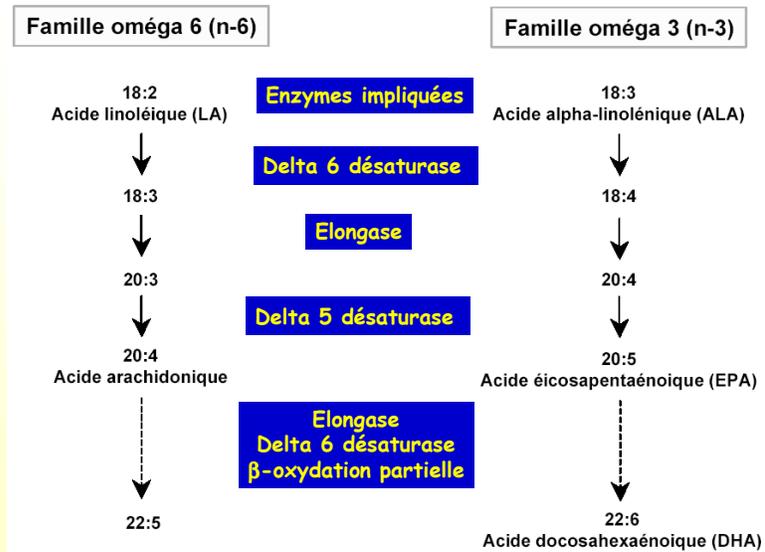
Acides Gras PolyInsaturés (AGPI)

- Deux AGPI sont dits **essentiels** car l'organisme tant chez l'animal que chez l'humain, ne sait pas les synthétiser. Ils doivent donc être apportés par l'alimentation. Ce sont les acides **linoléique (oméga-6)** et **α-linolénique (oméga-3)**
- Dans l'organisme, ces AG peuvent être stockés, utilisés comme source d'énergie, ou être les précurseurs d'autres AGPI à chaîne plus longue
- Les réactions enzymatiques conduisant à la formation des AG à longue chaîne ne permettent pas d'assurer les quantités nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme
- Ces AG doivent donc être également apportés par l'alimentation pour éviter les risques de déficience

Il est donc souhaitable que l'alimentation fournisse en quantité adaptée, non seulement les AG essentiels mais aussi leurs dérivés à longue chaîne

72

Métabolisme des acides gras poly-insaturés OMEGA 6 et OMEGA 3



73

Rôles des acides gras polyinsaturés (AGPI)

La faible incidence des maladies coronariennes dans les populations esquimaudes du Groënland a, dans les années 70, suscité la curiosité des chercheurs. Ils se sont alors intéressés aux propriétés nutritionnelles des AGPI de la famille des oméga-3. En effet, les esquimaux consomment d'importantes quantités de poissons gras et de mammifères marins particulièrement riches en oméga-3 à longue chaîne (oméga-3 LC).

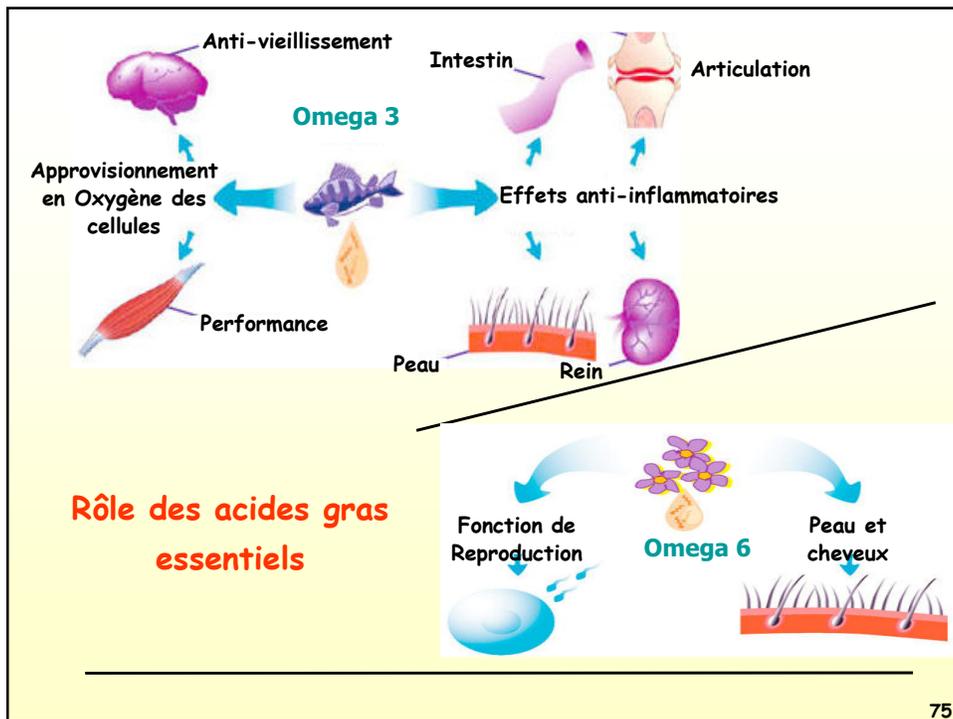
Après avoir constaté que les populations du Groënland émigrantes présentaient une incidence cardiovasculaire équivalente à celle des populations d'accueil, les scientifiques ont rapidement éliminé la possibilité d'un facteur de protection génétique. Ils ont alors associé la bonne santé coronarienne des esquimaux à leur alimentation.

Depuis, de nombreuses études ont confirmé l'effet bénéfique des oméga-3 à LC sur le système cardiovasculaire.

Elles ont également montré que ces oméga-3 avaient de multiples fonctions biologiques dont notamment un rôle important dans le développement cérébral.

Ils interviendraient également dans la prévention de certains cancers.

74



75

Rôle des acides gras essentiels

Les femmes enceintes doivent inclure dans leur alimentation quotidienne des quantités suffisantes d'acides gras essentiels (AGE), dont l'acide linoléique (ω -6 environ 10 g/j) et l'acide α -linoléique (ω -3 environ 2,2 g/j) afin d'assurer le bon développement nerveux et visuel du fœtus

La plus grande partie du développement cérébral s'effectue pendant la vie fœtale.

A la naissance le poids corporel du nouveau-né représente seulement 5% du poids adulte alors que la taille de son cerveau représente déjà 70% de celle du cerveau adulte.

Le fœtus dépend de la mère pour obtenir tout l'AA et tout le DHA dont il a besoin pour un bon développement. Ces deux acides gras sont essentiels au développement normal du fœtus, en particulier de ses fonctions nerveuses et visuelles

Le DHA est l'AG le plus représenté et donc le constituant principal du cerveau (concentration supérieure à 25% des lipides et 40% des AGPI) et de la rétine (60% des AGPI).

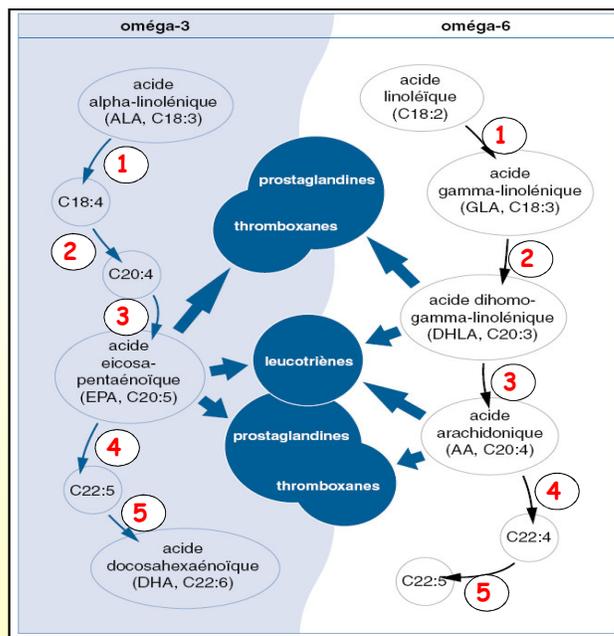
Le DHA est donc essentiel au développement de ces deux organes riches en cellules nerveuses.

Au nombre des aliments contenant des quantités importantes d'AGE, mentionnons les huiles végétales courantes et les poissons gras

76

Métabolisme des AGPI ω -3 et ω -6

- 1 $\Delta 6$ désaturase
- 2 Elongase
- 3 $\Delta 5$ désaturase
- 4 Elongase $\Delta 6$ désaturase β -oxydation partielle
- 5



77

Quantité d'oméga-3 à longue chaîne présente dans 100 g d'aliments

sources	EPA + DHA g / 100g
Maquereau	2,50
Saumon	1,80
Hareng	1,60
Thon	1,60
Bœuf	0,25
Agneau (gigot)	0,50
Porc	0,70

Les oméga-3 à longue chaîne sont essentiellement présents dans les poissons gras

78

OEUFS ENRICHIS À L'OMÉGA-3

Comparaison de la teneur en gras*

	oeuf oméga-3**	oeuf traditionnel**
Total des acides gras	4,9 g	5,0 g
Oméga-6	0,7 g	1,7 g
Oméga-3	0,4 g	0,04 g
Monoinsaturés	1,6 g	2,0 g
Saturés	1,2 g	1,5 g
Cholestérol	185 mg	190 mg

**En fonction d'un oeuf entier de calibre gros

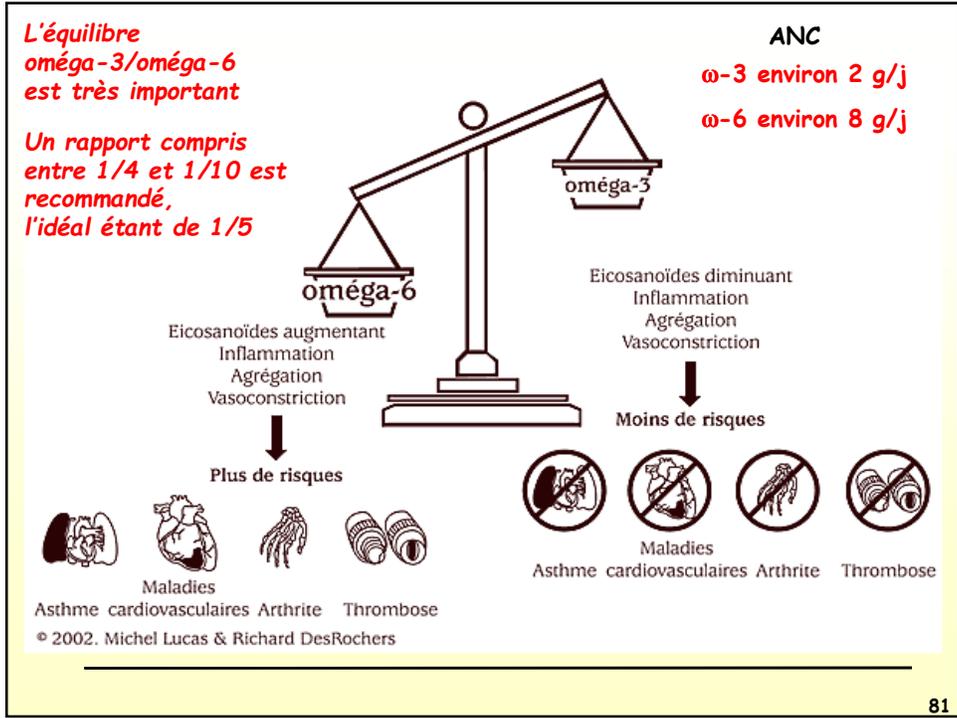
*Les valeurs sont fonction d'une ration alimentaire contenant 10 % de lin

79

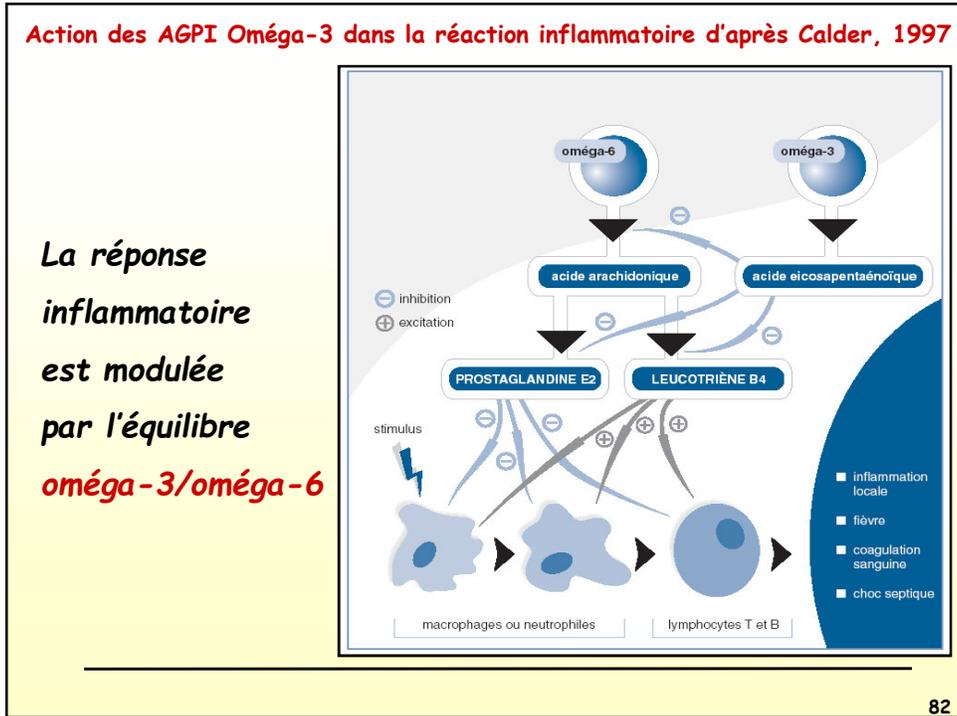
L'équilibre oméga-3/oméga-6 est très important

- Par le biais des eicosanoïdes, les AGPI participent au processus inflammatoire, à la régulation du débit sanguin, au contrôle du transport ionique, à la modulation de la transmission synaptique, etc...
- Perturber l'équilibre **oméga-3/oméga-6** peut modifier le fonctionnement de l'organisme et favoriser l'apparition de certaines pathologies comme les MCV, les désordres immunitaires ou inflammatoires
- De la même manière, des apports alimentaires respectant cet équilibre optimal semble avoir une action préventive sur ces pathologies

80



81

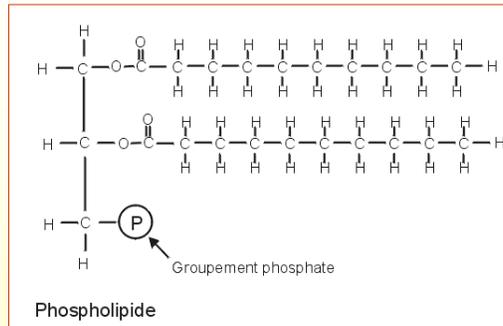


82

Phospholipides (ou phosphoglycérolipides)

Formé de :

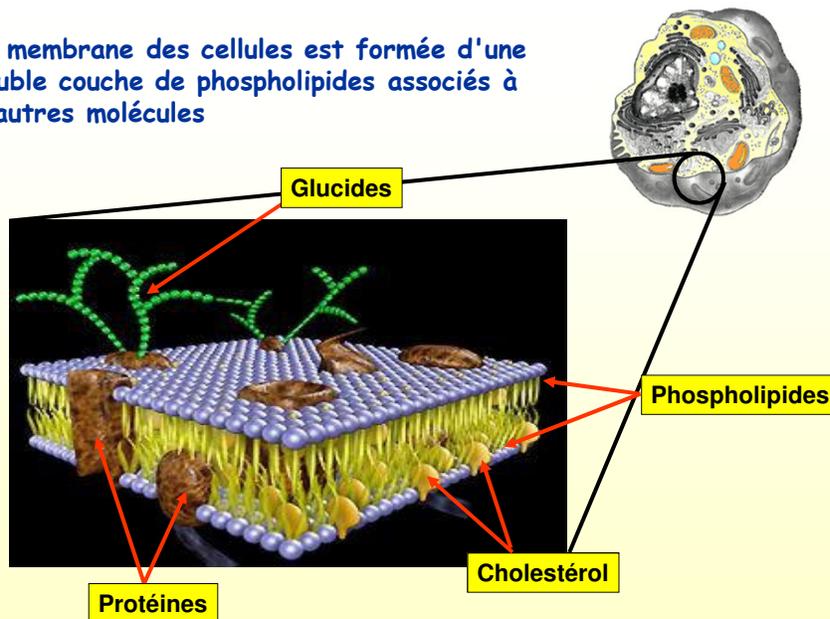
- 1 glycérol
- 2 acides gras
- 1 groupement phosphate



Forment les membranes des cellules

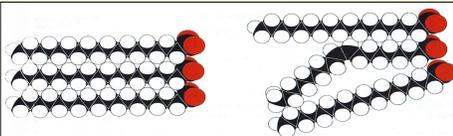
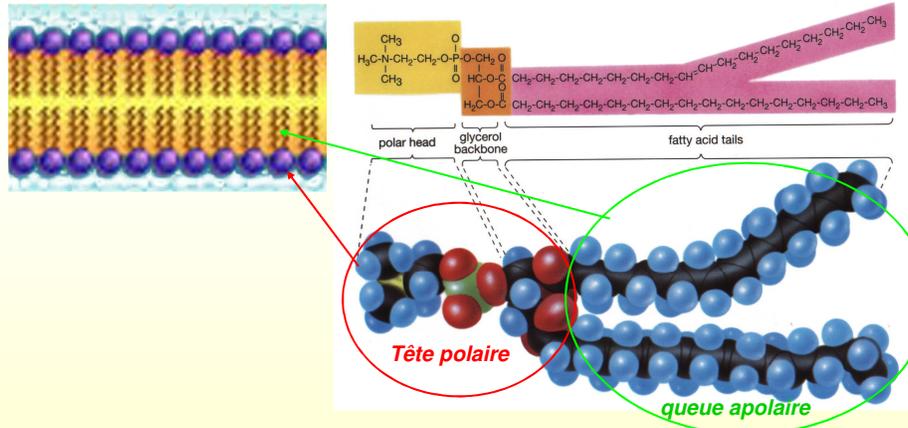
83

La membrane des cellules est formée d'une double couche de phospholipides associés à d'autres molécules



84

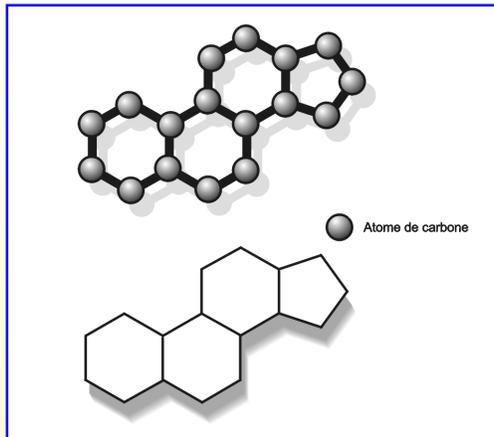
Les phospholipides sont des constituants de membrane qui contiennent des AG



La présence des AG insaturés rompt l'empilement des chaîne hydrophobes et rendre la membrane plus fluide

Les stéroïdes

molécules formées d'un squelette de 4 cycles de carbone (noyau stérol)



Le plus connu = cholestérol

- Entre dans la composition des membranes cellulaires
- Sert à fabriquer certaines hormones (*hormones stéroïdes*, testostérone et oestrogènes, par exemple)
- L'organisme fabrique son propre cholestérol si l'alimentation n'en fournit pas ou pas assez

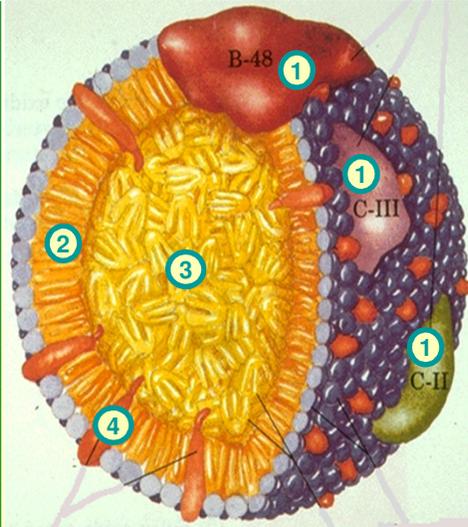
- Le **cholestérol** est très **peu soluble** dans les milieux biologiques
- Le cholestérol est **échangé** entre les tissus
- Le cholestérol et d'autres lipides sont **transportés** dans des **lipoprotéines**

• Celles-ci sont constituées de :

1. **Apolipoprotéines**
2. **Phospholipides** (monocouche)
3. **Triglycérides**
4. **Cholestérol** (libre et estérifié)

• Il existe plusieurs lipoprotéines variant par le contenu en lipides et en protéines et par la densité)

- * **Chylomicrons** (sécrétés par l'intestin)
- * **VLDL** (produites surtout par le foie ; transport vers les tissus)
- * **LDL** (produit à partir des VLDL ; transport du cholestérol)
- * **HDL** (retour de cholestérol des tissus vers le foie).

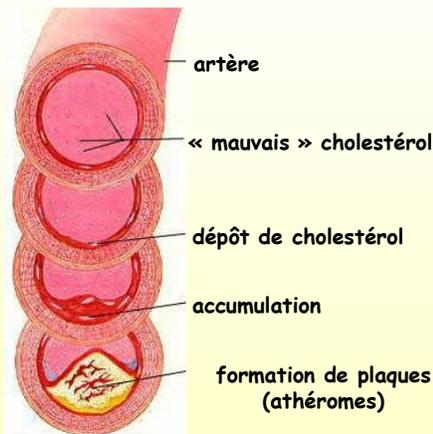


87

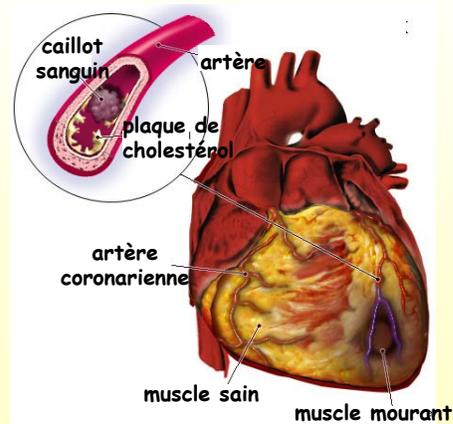
Le Cholestérol

Est présent sous deux formes dans l'organisme :

- * **HDL** : « bon » cholestérol car associé aux acides gras essentiels
- * **LDL** : « mauvais » cholestérol car associé aux graisses et provoque des dépôts



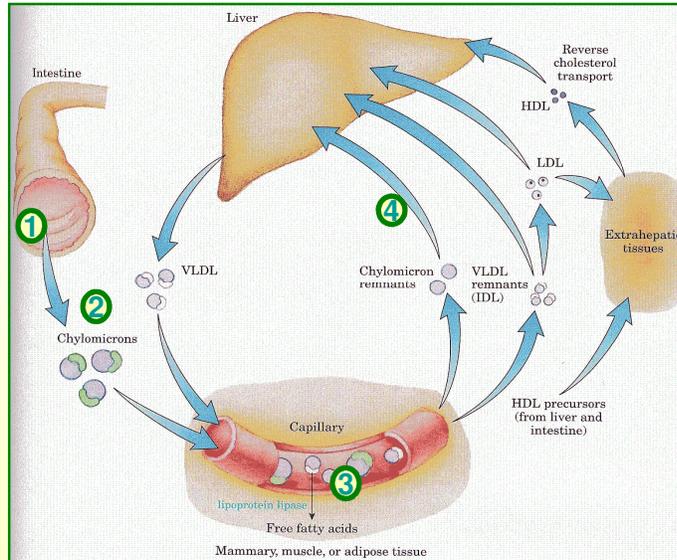
Attaque cardiaque



88

• La voie exogène d'assimilation du cholestérol

1. Absorption des graisses par l'intestin
2. Incorporation dans des Chylomicrons
3. Capture d'acides gras et de glycérol par les tissus périphériques
4. Capture des particules résiduelles contenant le cholestérol par le foie.



89

**Avis (mars 2010)
de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments
relatif à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les
acides gras**

Pour prévenir les principales pathologies potentiellement liées aux habitudes alimentaires (maladies cardio-vasculaires, diabète, obésité, cancer), la règle première est **d'équilibrer les apports et les besoins énergétiques.**

En l'absence d'excès d'apport énergétique, l'AFSSA recommande aussi que la part de lipides atteigne **35 à 40 %** ; une fourchette globalement respectée par les consommateurs français même si 43 % des adultes et 34 % des enfants la dépassent.

Des apports nutritionnels conseillés pour les différentes catégories d'acides gras ont été définis afin de couvrir les besoins physiologiques mais aussi de prévenir certaines pathologies.

Les acides gras saturés sont consommés en excès par la population française (16 % des apports énergétiques en moyenne alors que l'apport nutritionnel conseillé est inférieur à 12 %). Ils sont notamment constitués d'acides laurique, myristique et palmitique qui, en excès, sont athérogènes.

Cependant les autres acides gras saturés à chaînes courtes et moyennes peuvent avoir des effets positifs sur la santé.

90

ANC pour un adulte consommant 2000 kcal.
 Les valeurs sont exprimées, excepté pour l'**EPA** et le **DHA**, en pourcentage de l'apport énergétique sans alcool, que l'on appellera « apport énergétique » (AE). Dans le cas du **DHA** et de l'**EPA**, les valeurs sont exprimées en milligrammes (ANSES, mai 2011)

	BESOIN PHYSIOLOGIQUE MINIMAL*	PREVENTION DU RISQUE					ANC 2010	
		Syndrome métabolique-diabète-obésité	Maladies cardiovasculaires	Cancers : sein et colon**	Maladies neuro-psychiatriques	Autres maladies : DMLA***		
Lipides totaux ^a	30 ^a	30-40	35-40 ^a	35-40	35-40 ^a	<40	35-40 ^a	
AG indispensables	Acide linoléique C18:2 n-6	2	2 ^e	5	2 ^e	2 ^e	≤4 ^f	4 ^g
	Acide α-linolénique C18:3 n-3	0,8	0,8 ^e	1 ^h	0,8 ^e	0,8 ^e	0,8 ^e	1 ^h
	Acide docosahexaénoïque DHA, C22:6 n-3	250 mg	500 mg	500-750 mg ⁱ	500 mg	≥ 200-300 mg	500 mg	250 mg
AG non indispensables	Acide eicosapentaénoïque EPA, C20:5 n-3	-	-	-	-	-	-	250 mg ^j
	Acide laurique (C12:0) + Acide myristique (C14:0) + Acide palmitique (C16:0)	-	-	≤8 ^h	-	-	-	≤ 8
	AG saturés totaux	-	- ^k	≤12	≤12 ^l	-	-	≤12
	Acide oléique C18:1 n-9	-	-	≤20 ^m	-	-	-	15-20
	Autres AG non indispensables ⁿ	-	-	-	-	-	-	-

91

Recommandations nutritionnelles pour les lipides et les différents acides gras de différentes organisations

Pays/Organismes	Année	Lipides totaux	AGS	AGMI	LA (ω-6)	ALA (ω-3)	EPA+DHA
France	2010	35-40%	12%	15-20%	4%	1%	500mg
FAO/OMS	2010	20-35%	10%	Obtenus par différence*	2,5-9%	0,5-2%	250mg
EFSA	2010	20-35%	A limiter	-	4%	0,5%	250mg
USA	2002/2005	20-35%	A limiter	-	5-10%	0,6-1,2%	-

*AGMI=Lipides totaux-AGS-AGPI-AG trans

92

Lipides

Deux types de matières grasses assimilables

Graisses animales  acides gras saturés et cholestérol

Huiles végétales  acides gras insaturés

1 g lipides apporte 9 kcal

AFSSA (ANSES) : Mars 2010

Ration lipidique 35 à 40% apports énergétiques journaliers

Besoins généralement couverts pour les acides gras saturés

93

I.3.2.3. Les glucides

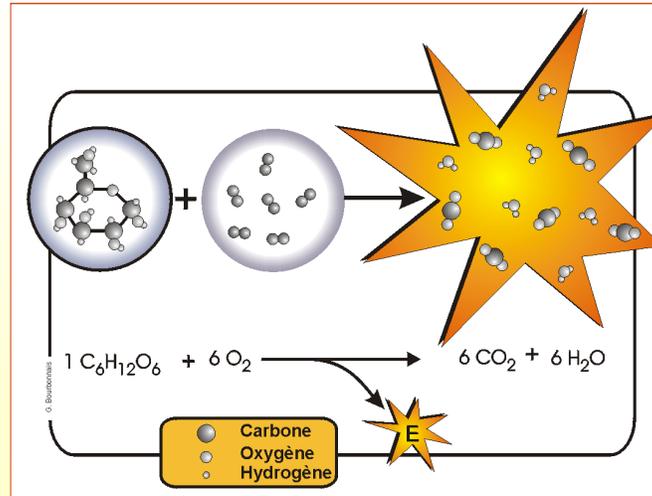
On divise les glucides en :

- Monosaccharides (sucres simples)
- Disaccharides (sucres doubles)
- Polysaccharides



94

Tous les glucides peuvent se transformer en glucose
 Glucose = "carburant" dans la **respiration cellulaire**



95

Monosaccharides

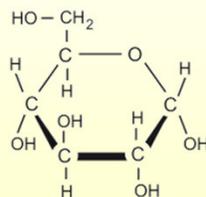
Glucose (C₆H₁₂O₆)

Fructose (C₆H₁₂O₆)

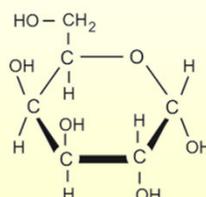
Galactose (C₆H₁₂O₆)



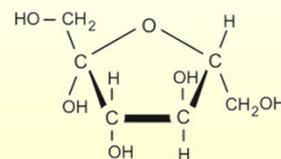
Le sirop de maïs est un sirop de glucose produit à partir de farine de maïs



Glucose



Galactose



Fructose

96

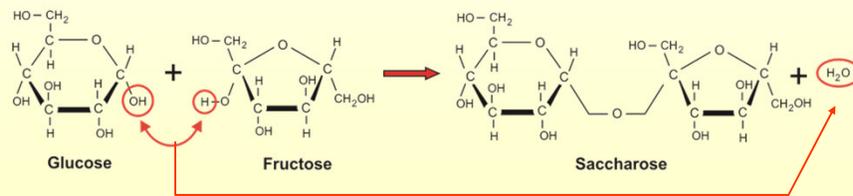
Disaccharides

Les monosaccharides peuvent se lier deux à deux :

Saccharose :



= **synthèse par déshydratation** (une molécule d'eau est libérée)



97

Pouvoir sucrant des glucides

- **Saccharose :** 100
- **Fructose :** ~ 150
- **Glucose :** ~ 75
- **Maltose :** ~ 40
- **Galactose :** ~ 35
- **Lactose :** ~ 20



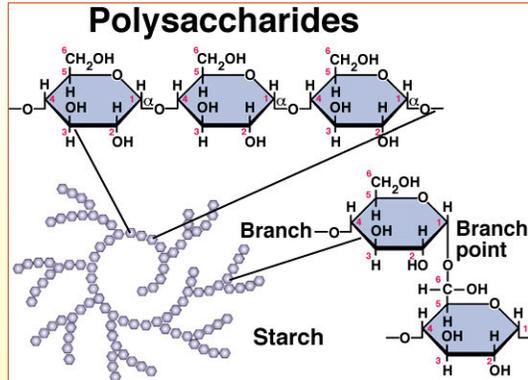
Le miel est formé d'un mélange d'eau (25%) et de glucides (75%) : glucose (25 à 35%), fructose (35 à 45%) et saccharose (5%)

98

Polysaccharides

= polymères de glucoses (glu-glu-glu...glu)

- Amidon
- Glycogène
- Cellulose



99

Amidon

Formé de deux types de polymères : amylose et amylopectine

Forme sous laquelle les plantes emmagasinent le glucose



Abondant dans les féculents
(céréales, pommes de terre, légumineuses)



Petits sacs remplis d'amidon dans les
cellules d'une pomme de terre.
L'amidon a ici été coloré en bleu par
de l'iode

100

Glycogène

- ✓ Semblable à l'amylopectine
- ✓ Façon de faire de réserves de glucose chez les animaux

S'il y a des surplus de glucose dans le sang :



- ✓ Le glycogène s'accumule dans le foie et les muscles

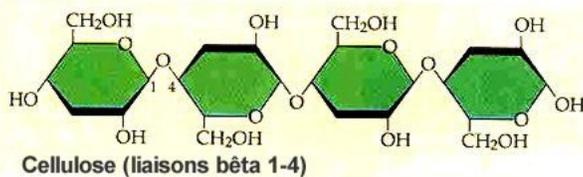
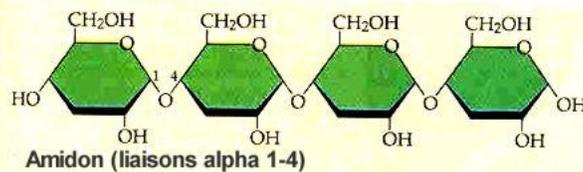
S'il y a carence de glucose :



101

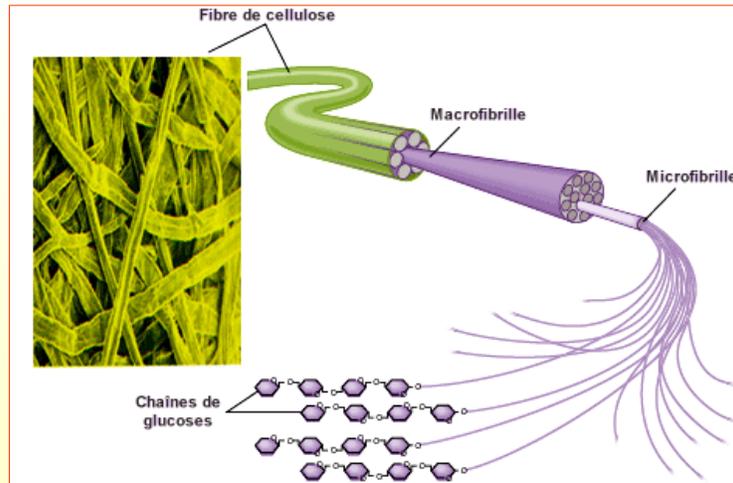
Cellulose

Chaînes linéaires de glucose : Liaisons β (plutôt que α)



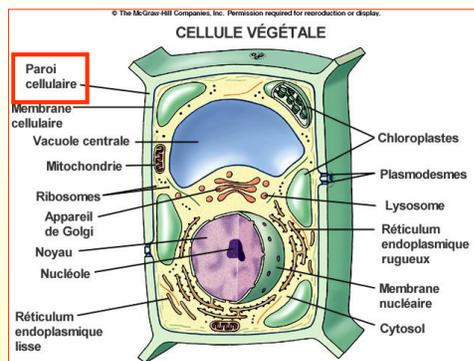
102

Forme des fibres. Ces fibres se collent ensemble pour former les tissus durs des végétaux.



103

Chaque cellule végétale est entourée d'une paroi riche en cellulose



Les animaux ne peuvent pas digérer la cellulose : ne peuvent pas briser les liaisons β

Cellulose = composante importante des fibres alimentaires

104

Digestion des glucides

Tous les glucides doivent être transformés en monosaccharides par le système digestif

Amidon → Glucoses
Saccharose → Glucose + Fructose
Lactose → Glucose + Galactose

105

Glucides

- ✓ Combustibles parfaits pour l'organisme
- ✓ 1 g de glucides apporte 4 kcal

Apportent à eux seuls **50 à 55 %** de l'énergie de la ration alimentaire

Besoins généralement couverts

106