

UE1 : Biochimie

Les lipides et dérivés

Partie 1 : Les acides gras

Isabelle HININGER-FAVIER

Année universitaire 2011/2012

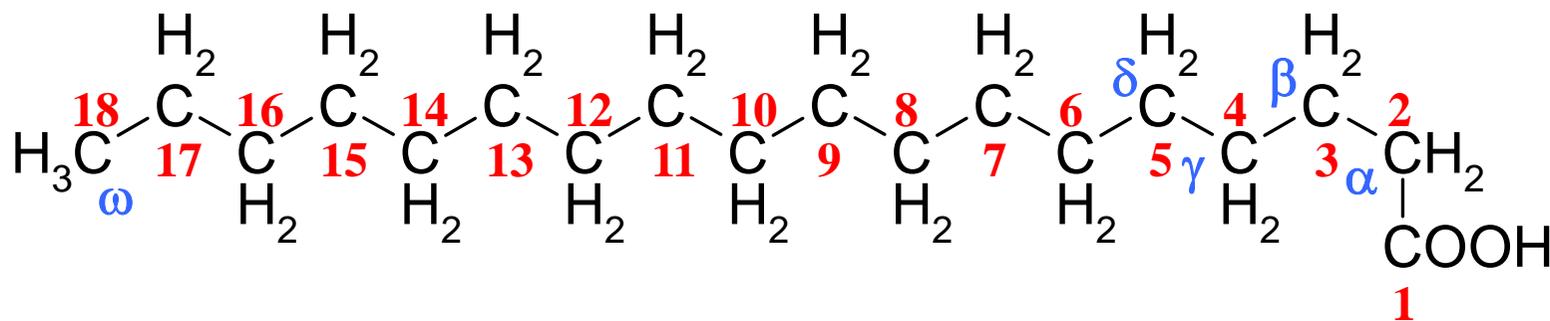
Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

A. Les acides gras saturés

Caractéristiques

→ saturés en hydrogène

- Formule générale : $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$
- Les plus abondants chez les mammifères
- Le plus souvent à nombre pair de carbone

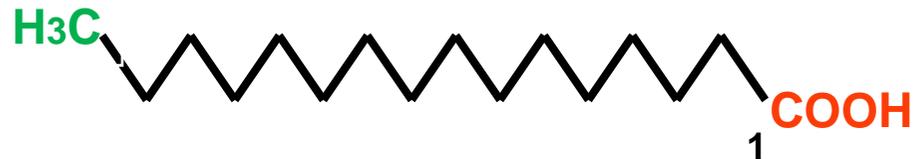


Ac stéarique

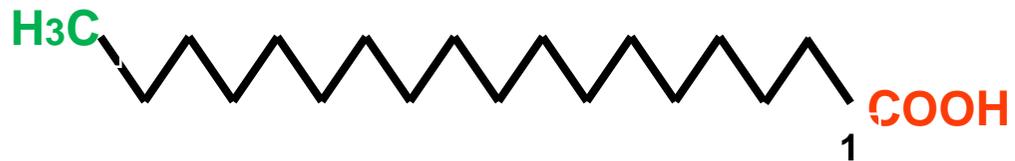
Les acides gras saturés : exemples

Les plus représentatifs

Acide palmitique
C 16:0



Acide stéarique
C 18:0



Et aussi

Acide butyrique (C 4:0) : (beurre, métabolisme des bactéries)

Acide lignocérique (C 24 :0) lipides du tissu nerveux

Sources d'acides gras saturés (AGS)

Exogènes (alimentaire)



-Viandes, charcuteries, lait et dérivés (fromages)

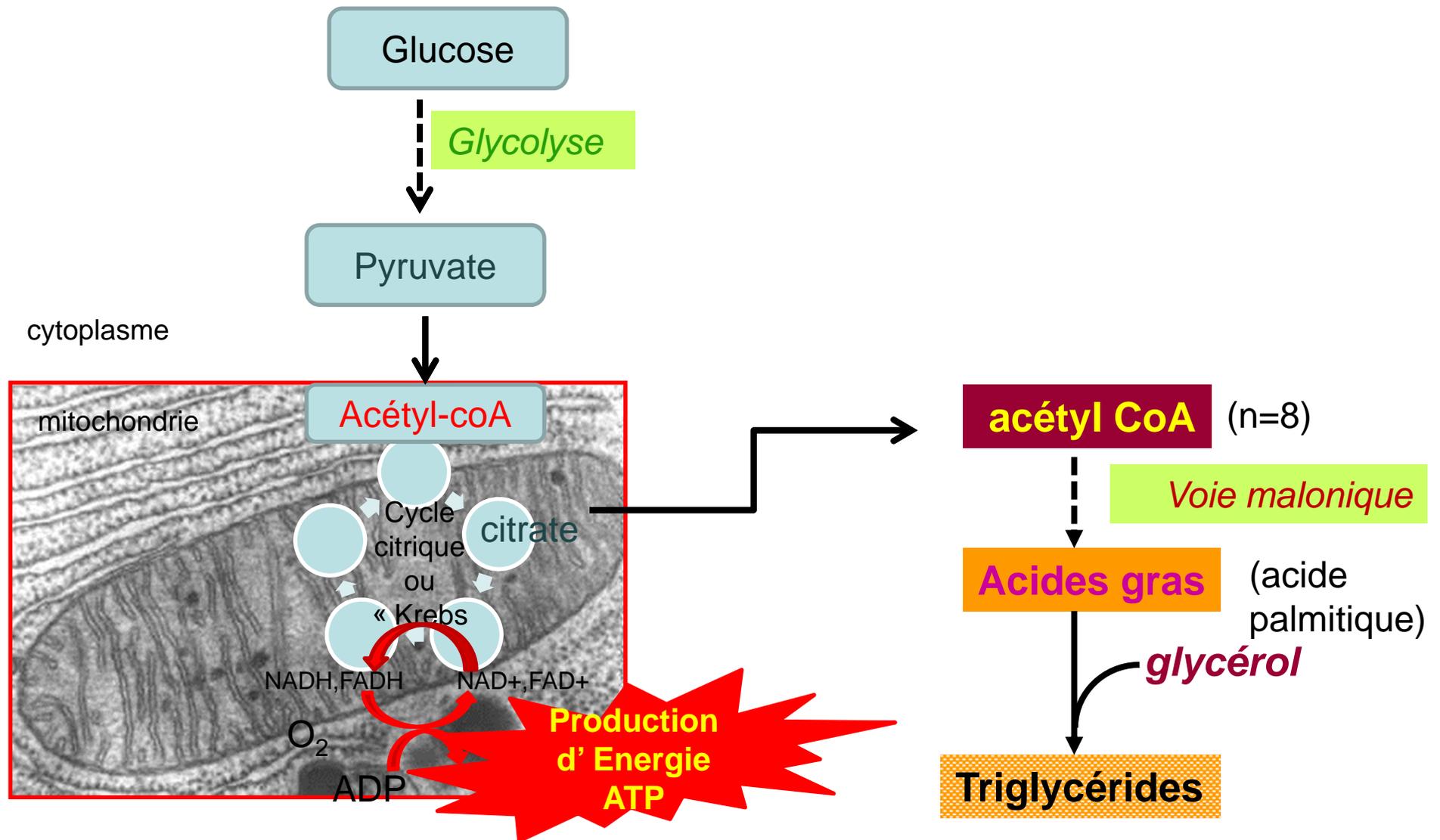
- **Les plus athérogènes** : acide laurique (C12:0) , myristique (C14:0) et palmitique (C16:0)

Endogène : biosynthèse par la voie malonique

Pour en savoir plus

Recommandations nutritionnelles (2010): la somme des trois acides gras athérogènes est fixée à 8g/j contre 12g pour l'ensemble des AGS

Schéma général de la synthèse d'un acide gras saturé



Les acides gras saturés dans le règne animal

✓ Localisation :

tissus adipeux

tissus de protection des organes,

circulation : acides gras libres et triglycérides

✓ Rôle

Energétique : 1g = 9kcal

ac palmitique (C16:0) = 136 ATP

✓ Métabolisme énergétique:

Lipolyse et beta oxydation / lipogénèse et estérification (triglycérides),
sensibles au jeûne

Les lipides ne peuvent jamais complètement remplacer le glucose

B. Les Acides Gras Insaturés

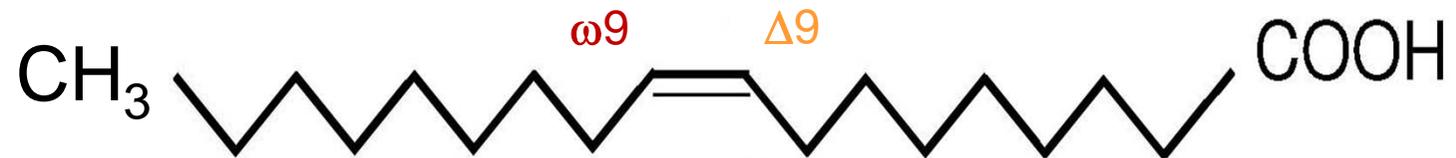
Caractéristiques

- Présence d'au moins une double liaison
- En fonction du degré d'insaturation :
 - rigidité
 - points de fusion faibles (-5 à -50°C)
 - sensible à l'oxydation
- Stéréoisomérisation : Configuration cis-trans

1. Les acides gras mono-insaturés

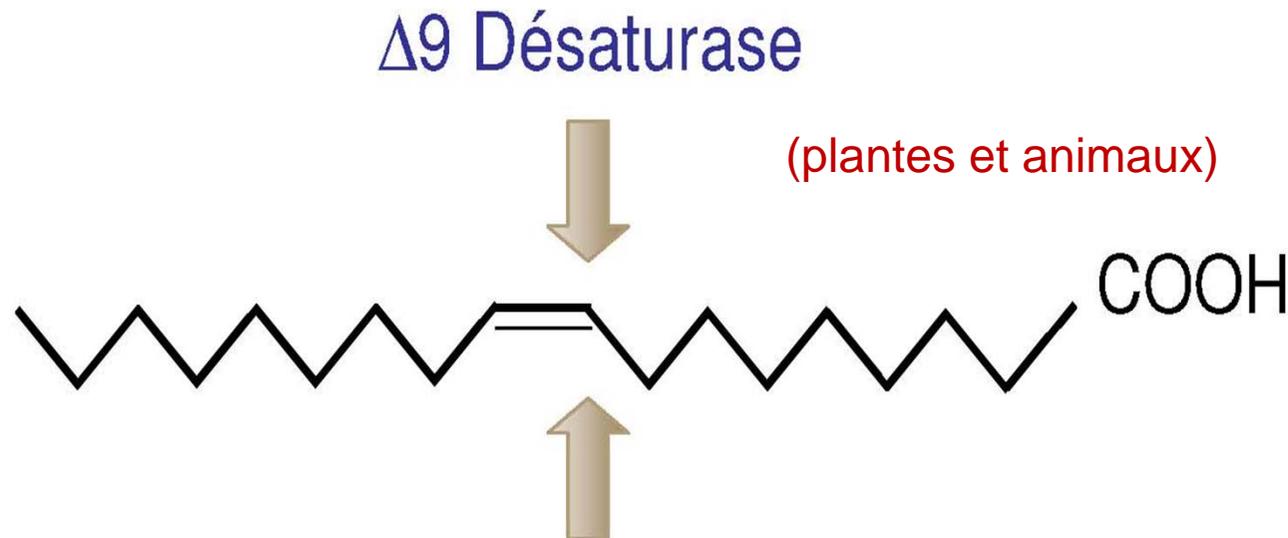
Une seule double liaison

Le plus représentatif : *acide oléique* (*acide 9-octadécénoïque*)



Synthèse des AGMI

L'acide oléique (C18:1, ω 9) est synthétisé dans le règne **végétal et animal**, grâce à une enzyme :



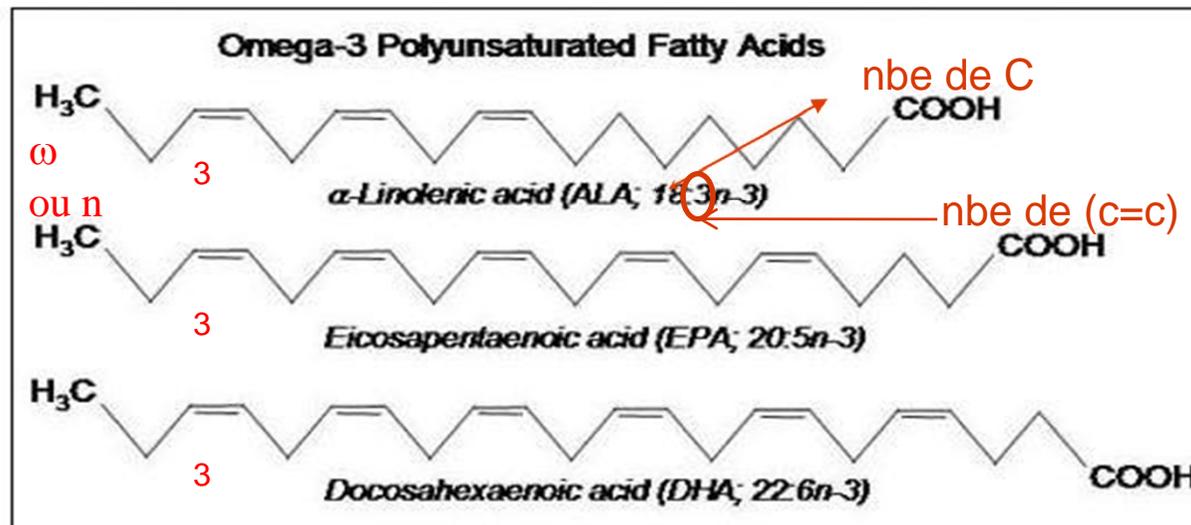
→ Propriétés : Peu sensible à l'oxydation

Etudes épidémiologiques : « régime méditerranéen », riche en huile d'olive et prévention des maladies cardiovasculaires ;
Consommation fortement recommandée (50% des apports en lipides)

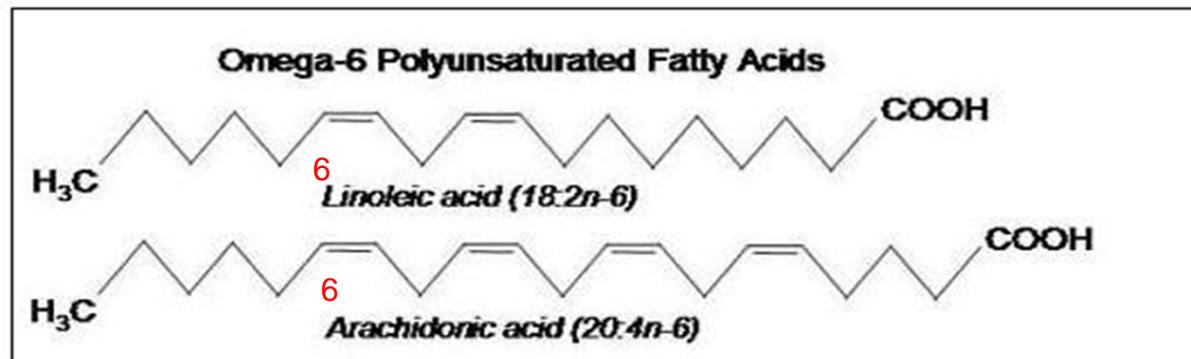
2. Les acides gras poly-insaturés (AGPI)

- 2 à 6 doubles liaisons par molécule

Série ω 3
Ou n-3



Série ω 6
ou n-6

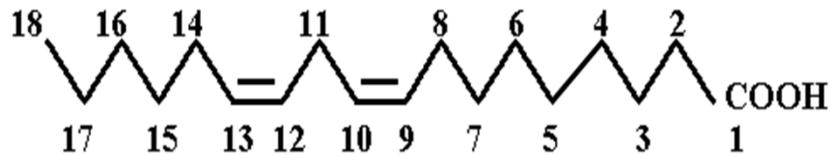


Recommandation nutritionnelle en AGPI : 25% des AET

Acides Gras Poly-Insaturés (AGPI) indispensables (1)

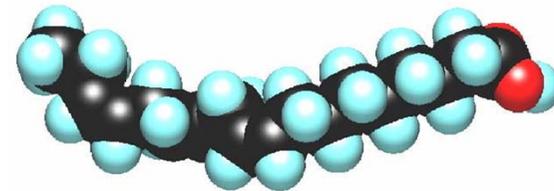
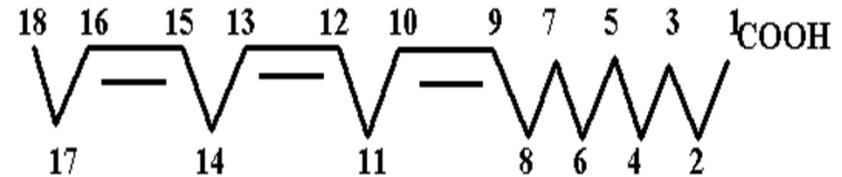
Non synthétisés par l'homme :

• Acide linoléique (C18:2, ω 6)



Pour en savoir plus :
Besoins quotidiens : 8,8g/j
Sources : huiles

▪ Acide linolénique (C18:3, ω 3)



Pour en savoir plus :
Besoins quotidiens : 2g/j
Sources : huiles, poisson

AGPI indispensables (2)

lié à sa faible formation

- ac docosahéxaénoïque (C22:6, ω 3)

- L'AFSSA dans son rapport (2010) relatif à l'actualisation des apports relatifs à l'actualisation apports nutritionnels conseillés pour les acides gras, a classé cet acide gras comme indispensable **en raison de sa très faible bioconversion à partir de l' α -linoléinique**

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

Pour en savoir plus :

Recommandation : 250mg/j ; 1% des AET

Sources alimentaires : poisson

Les acides gras essentiels : rôles fonctionnels

Acide linoléique (LA)	Ac α - linoléique (ALA)	Acide docosahéxaénoïque (DHA)
<ul style="list-style-type: none">-croissance et développement- constituants des phospholipides membranaire- fonction épidermique et des reins- reproduction	<ul style="list-style-type: none">- rôle essentiel dans la biogénèse des membranes (système nerveux et rétine) <i>rôle critique au moment du développement</i>- facilite la croissance et le développement	<ul style="list-style-type: none">- dit ac cervonique-Constituant majeur de la structure du cerveau et des fonctions cognitives et visuelle

Les AC gras non indispensables

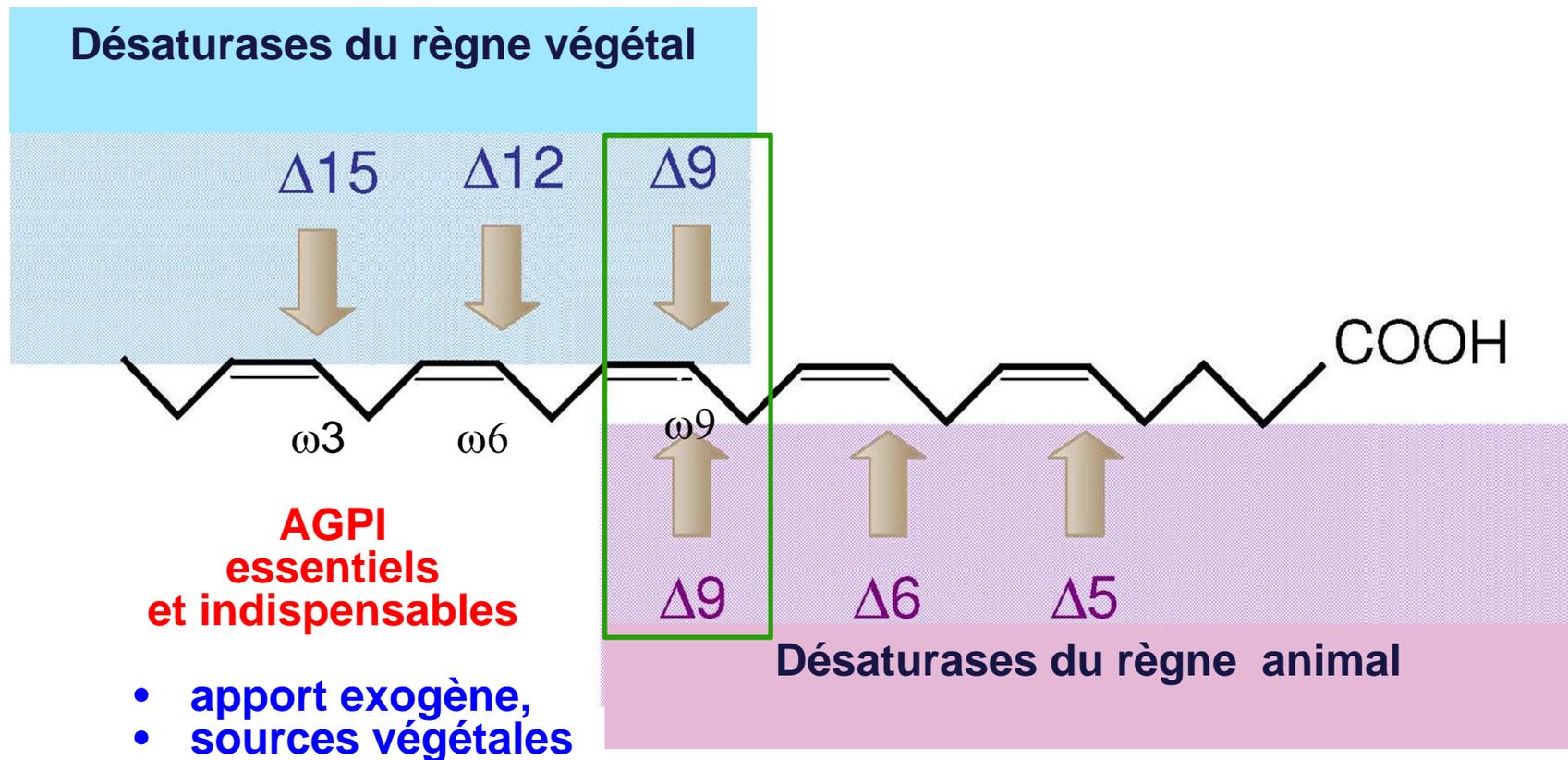
AG saturés

Ac oléique

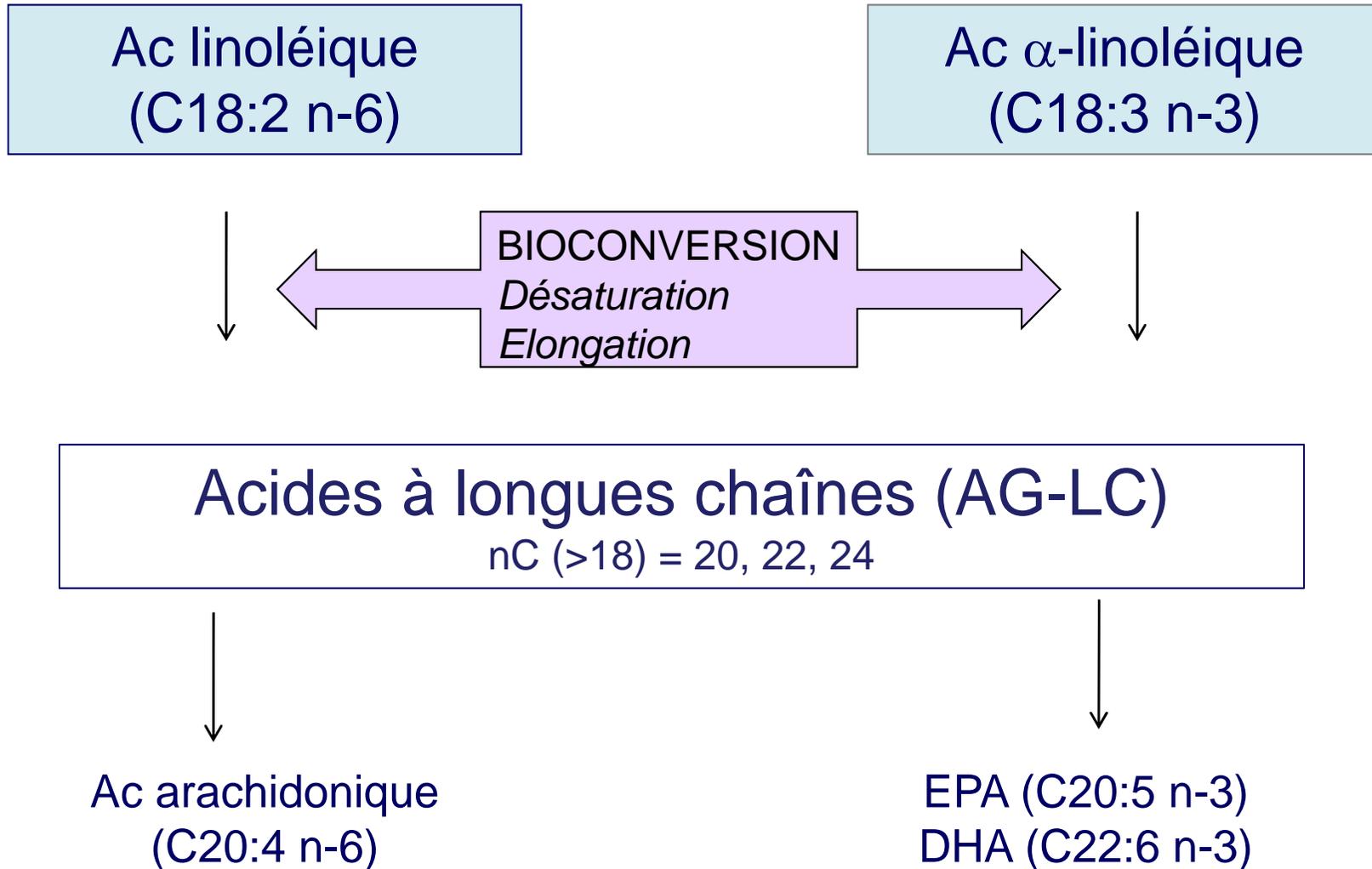
Autres Ac gras insaturés

Synthèse des acides gras polyinsaturés

Les plantes et les animaux ne possèdent pas les mêmes capacités de désaturation → notion d'acides gras essentiels

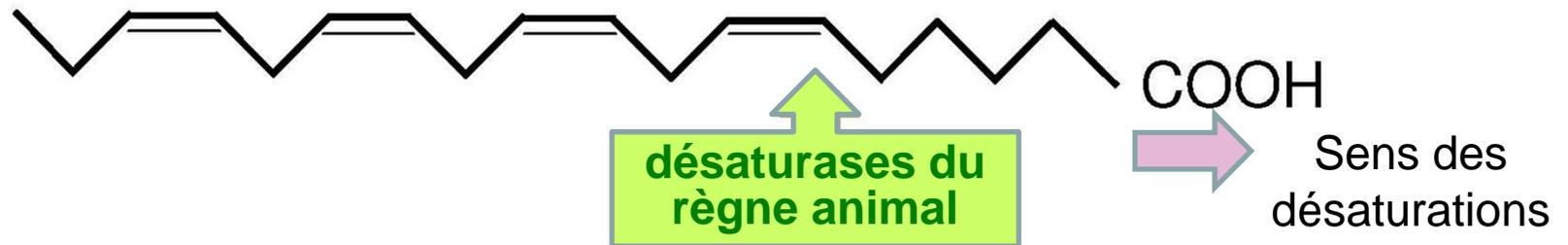


Devenir métabolique

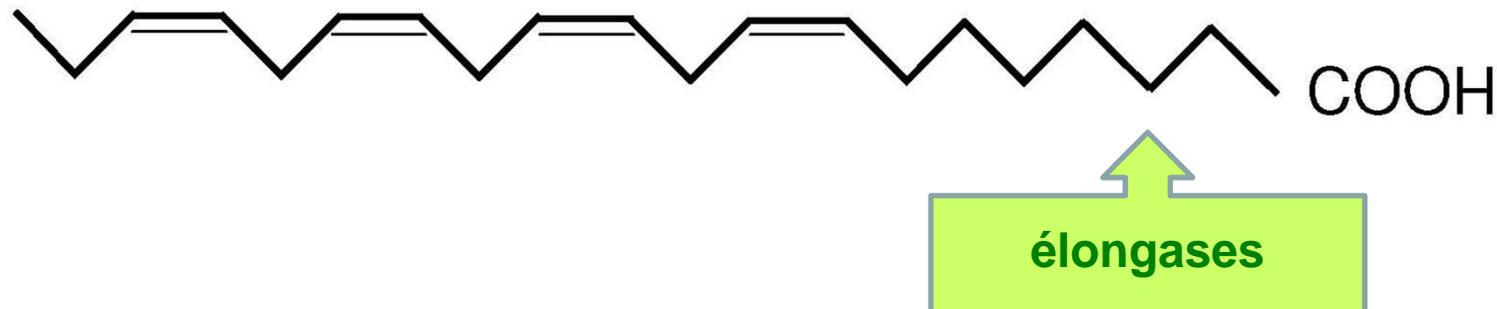


Synthèse des AGPI du règne animal

→ Les animaux **peuvent insérer une double liaison en $\Delta 6$** dans les deux familles de polyinsaturés apportées par les plantes



→ Avant d'insérer une nouvelle insaturation, les animaux **doivent d'abord ajouter** deux carbones supplémentaires à la chaîne carbonée grâce à une **élongase**



Les enzymes du nécessaires au AGPI à longue chaîne (AGPI-LC)

- LES DÉSATURASES

- spécifiques : $\Delta 6$, $\Delta 5$, désaturases

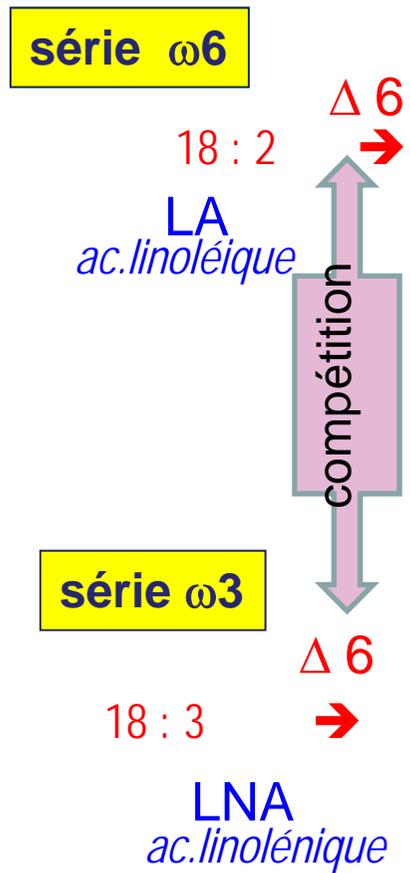
- LES ÉLONGASES

- Ajoutent 2 C

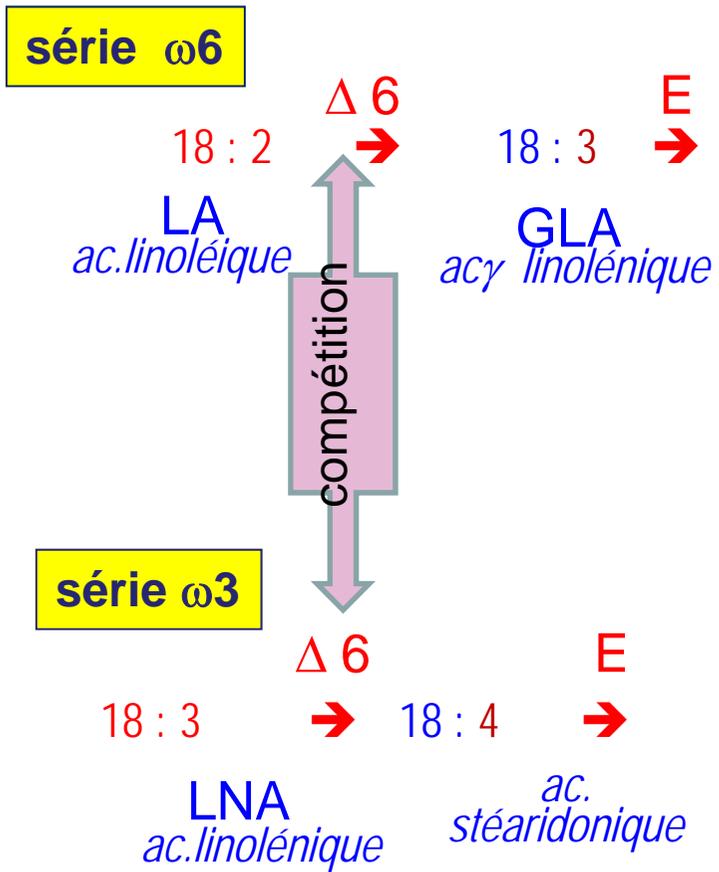
- LES OXYGÉNASES

- cyclo oxygénases \Rightarrow *prostaglandines (PG)*
- lipo oxygénases \Rightarrow *leucotriènes (LT)*

Synthèse des AGPI-LC (1)

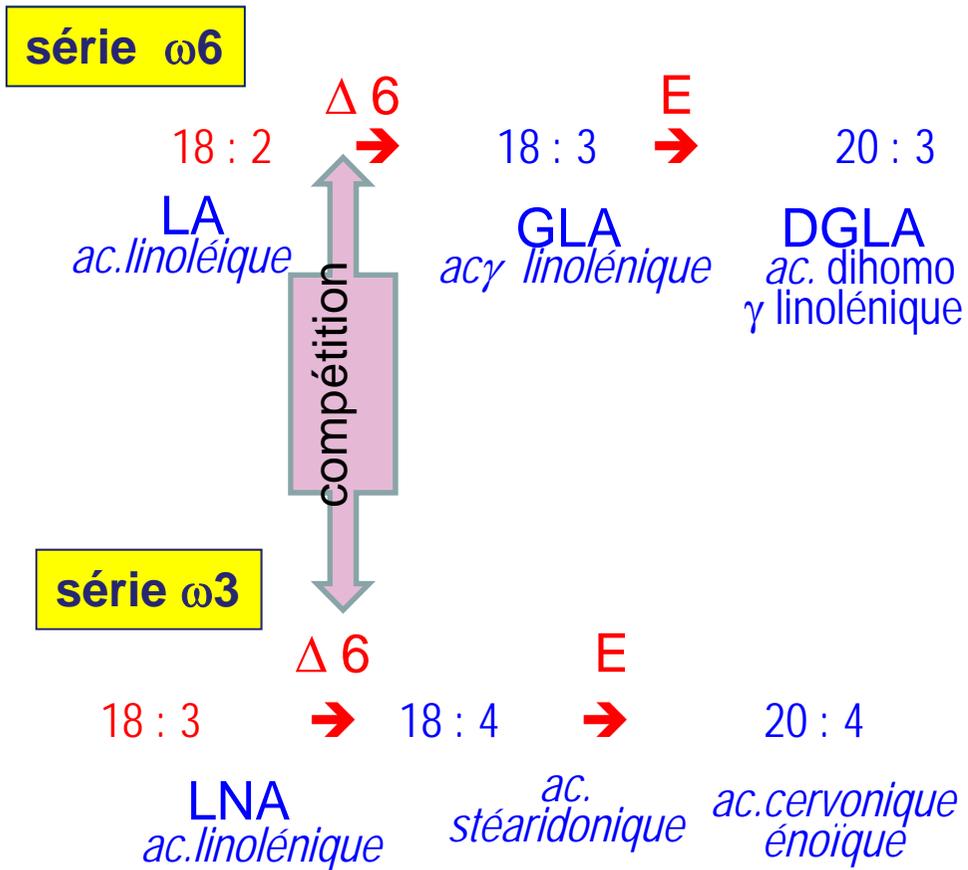


Synthèse des AGPI-LC (2)



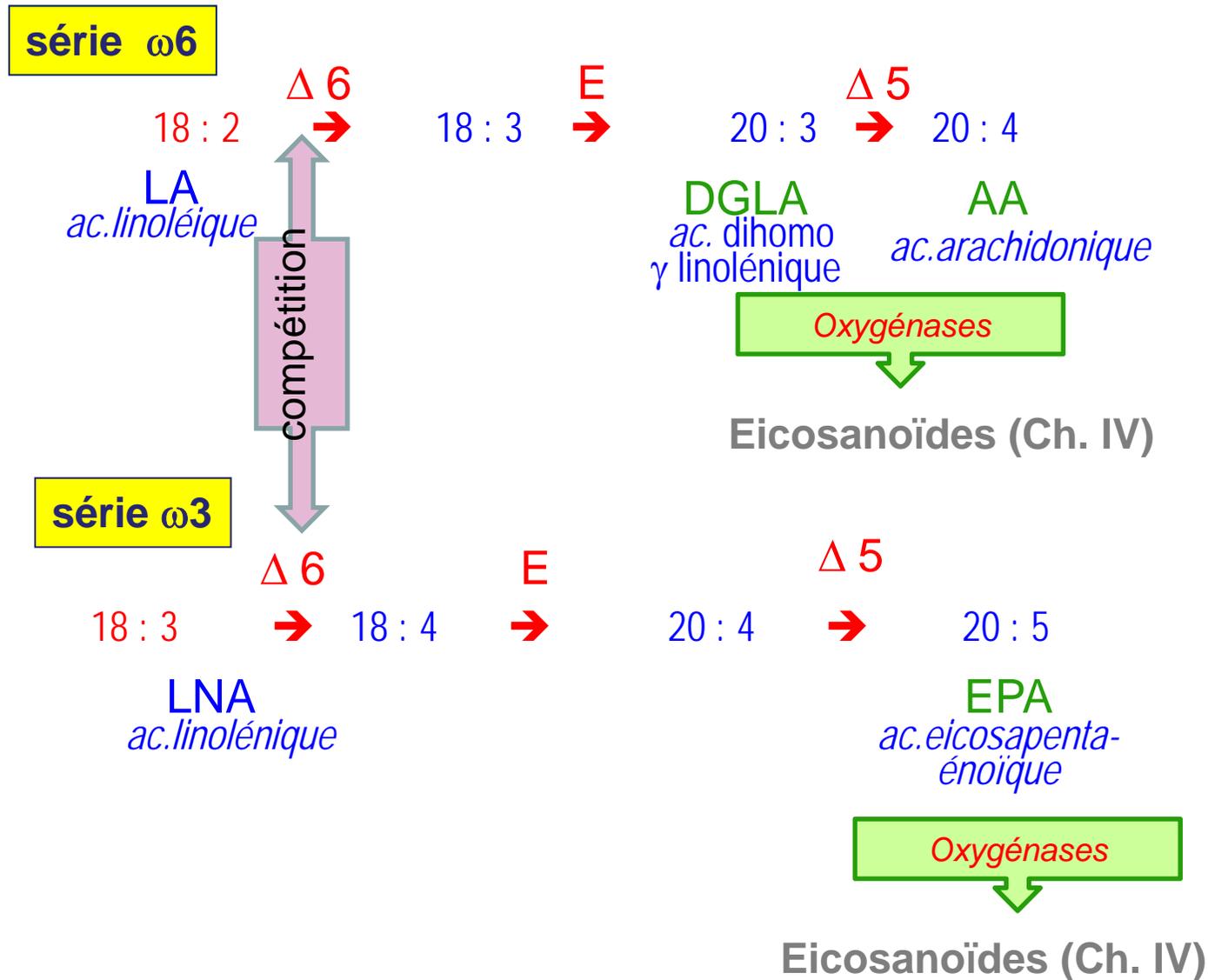
E : élongase

Synthèse des AGPI-LC (3)



E : élongase

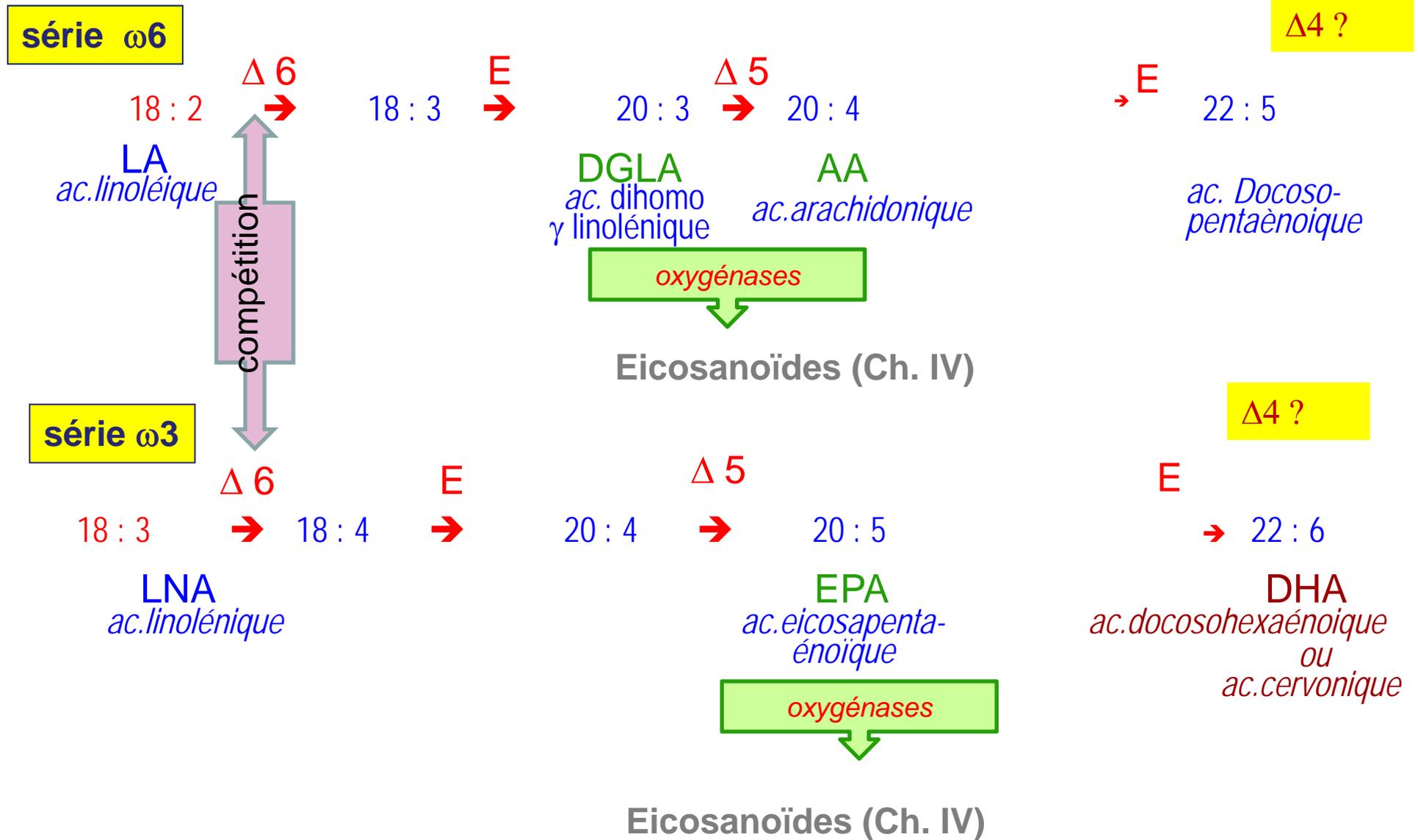
Synthèse des AGPI-LC (4)



E : élongase

Δ Désaturases 6,5,4

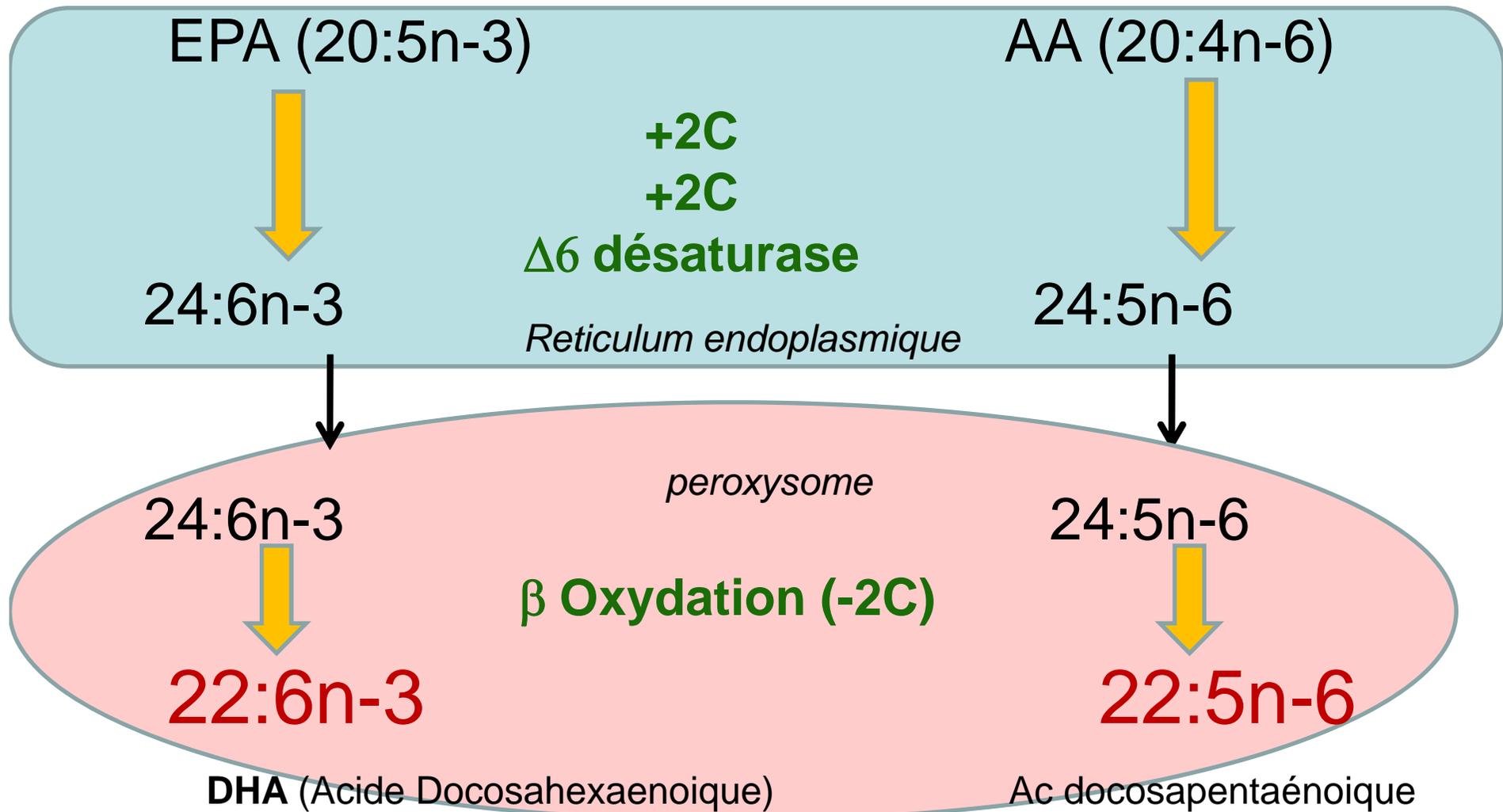
Synthèse des AGPI-LC (5)



E : élongase

Δ Désaturases 6,5

Synthèse des AGPI-LC : DHA et docosapentaénoïque



La concurrence oméga6/oméga3

- Ces deux familles entrent en compétition au niveau des $\Delta 6$ et $\Delta 5$ -désaturases.
- La balance est en faveur de la voie métabolique dont le précurseur est le plus biodisponible
- Un excès d' $\omega 6$ favorisera la synthèse du DPA (C22:5 n-6) au détriment de l'EPA et du DHA. A l'inverse un apport suffisant en $\omega 3$ leur synthèse et bloquera la synthèse des longues chaînes $\omega 6$ au niveau de l'AA

Fonctions cellulaires des AGPI

- Fournisseurs d'énergie
- Fluidifiants membranaires
- Précurseurs de médiateurs lipidiques (eicosanoïdes)

Intérêts Biologiques des omega-3

- Les **oméga-3** sont des acides gras importants :
 - pour le développement du cerveau et de la vision.
 - pour la prévention des maladies cardiovasculaires



La consommation de poissons (sources de $\omega 3$) plusieurs fois par semaine diminue le risque de mortalité coronarienne comparativement à une consommation faible (<1fois)

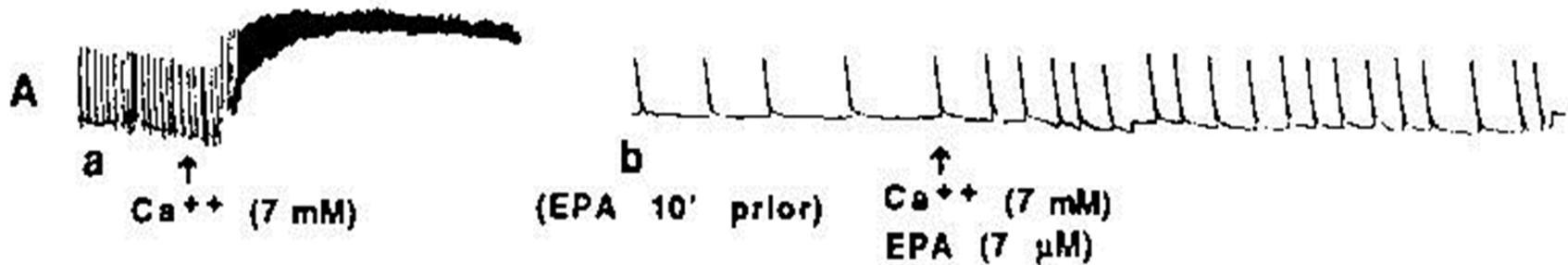
Les communautés inuites malgré une consommation élevée de lipides, ont des taux faibles de MCV, car l'apport en lipides est essentiellement sous formes de poissons riches en lipides $\omega 3$.

- Récemment, pour la prévention des troubles de l'humeur et de la DMLA*
- Toutefois la majorité des résultats portent sur la consommation de poisson gras

* **D**égénérescence **M**aculaire liés à l'**A**ge

Exemple d'effets biologiques : EPA et arythmie

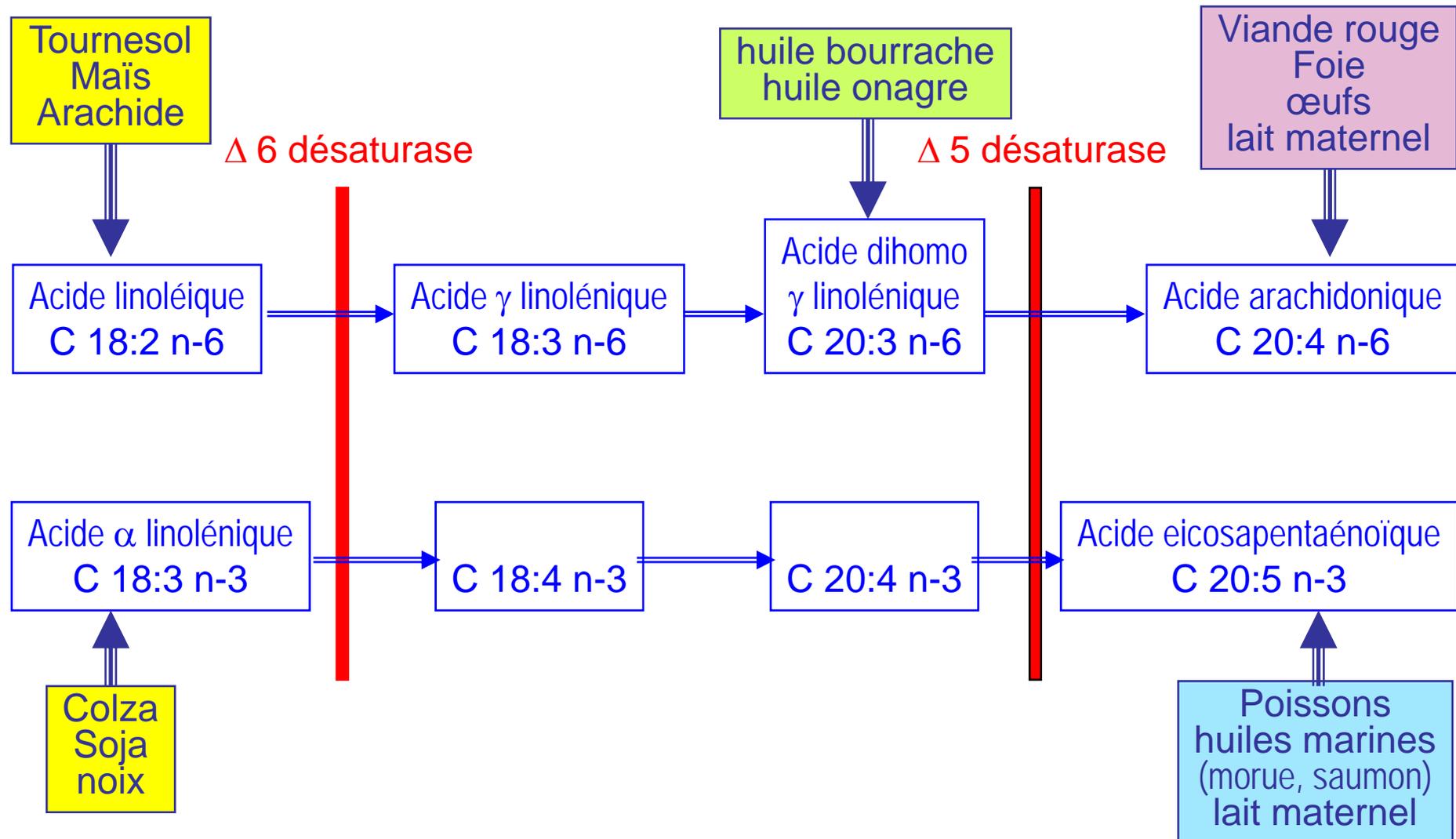
Prévention de l'effet arythmogénique de concentrations toxiques de Ca^{++} et d'ouabaine sur des cardiomyocytes de rats par ajout d'EPA.



*Arythmie provoquée
par ajout de Ca^{++}*

*Prévention de l'arythmie par ajout préalable
d'EPA*

Sources des acides gras polyinsaturés



Teneur des aliments en acides gras (1)

	Lipides totaux	ω 6 (*)	ω 3 (*)	ω 6/ ω 3 (*)	Avantages	Inconvénients
Beurre	82	1,16	0,46	2,52	Richesse en vit. A et D Plaisir gustatif	Trop d'acides gras saturés
Crème chantilly sous pression	30	0,53	0,15	3,53		Trop d'acides gras saturés
Crème fraîche	32	0,52	0,12	4,33	Plaisir gustatif Facilité d'emploi	Trop d'acides gras saturés Peu de micronutriments
Crème fraîche allégée	15	0,3	0,08	3,75	Diminution des lipides	Peu de micronutriments
Graisse d'oie	100	9	2	4	Présence intéressante d'acides gras mono-insaturés	Utilisation quasi unique en cuisson
Huile d'arachide	100	30,5	0	+++	Présence d'acides gras mono-insaturés Très stable à la cuisson	Pas d'Oméga 3 Présence d'acides gras saturés
Huile de colza	100	21,2	9,6	2,2	Richesse en ALA* Huile peu chère	Ne cuit pas Rancit rapidement
Huile de coprah	100	2	0	+++	Stable à la cuisson	Très riche en acide gras saturés
Huile de germe de blé	100	57	6	9,5	Un taux de vit. E intéressant	Ne cuit pas Vieillit mal
Huile de maïs	100	55,9	0,9	62	Peu d'odeur Présence de vit. E	Beaucoup trop d'acide linoléique
Huile de noix	100	56,7	12,3	4,6	Saveur Richesse en ALA**	Ne cuit pas Rancit rapidement
Huile d'olive vierge	100	12,9	0,85	15,17	Richesse en acides gras mono-insaturés Saveur	Peu d'ALA**
Huile de palme	100	10	0,3	33	Stable à la cuisson	Très riche en acides gras saturés
Huile de pépin de raisin	100	67,3	0,3	224,3	Présence de vit. E	Beaucoup trop d'acide linoléique
Huile de soja	100	52,6	7,3	7,2	Assez riche en ALA**	Un peu trop d'acide linoléique
Huile de tournesol	100	64,1	0,5	128	Un des taux les plus élevés en vit. E.	Beaucoup trop d'acide linoléique
Margarine de cuisine	82	12,4	1,24	10	Assez bonne stabilité à la cuisson	Trop d'acides gras "trans"
Margarine de tournesol	82	29,7	2	14,85	Bonne conservation	Trop d'acide linoléique
Margarine de tournesol allégée	60	22	1,5	14,6	Petite diminution des lipides	Peu d'ALA**
Mayonnaise commerce	78	41,1	2,03	20,24	Plaisir gustatif	Trop d'acide linoléique
Mayonnaise allégée	39	19,7	0,94	20,95	Diminution des lipides	Peu d'ALA**
Pâte à tartiner légère	40	3,72	0,47	7,9	Diminution des lipides	Trop peu d'ALA**

(*) en g/100 g
(**) Acide alpha-linolénique

Aliments riches en acides gras (2)

Tableau 2 - Teneurs en Oméga 3 et Oméga 6 des poissons ().**

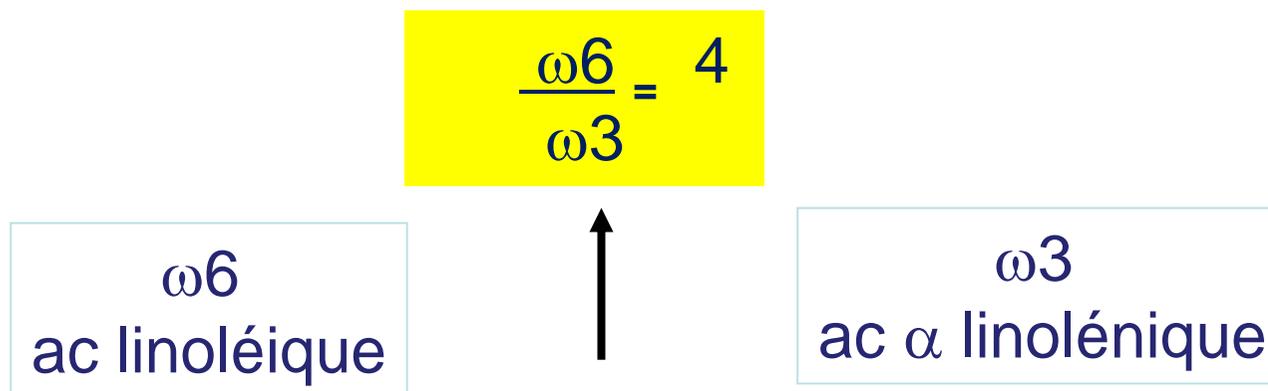
	Lipides totaux (*)	Oméga 6 (*)	Oméga 3 (*)	Rapport $\omega 6/\omega 3$
Anchois	5,4	0,67	1,4	0,48
Bar	3,1	nd	0,02	nd
Cabillaud	0,9	0,5	0,04	12,5
Hareng	13,7	1,12	1,6	0,7
Lotte	0,7	0,3	0,27	1,12
Maquereau frais	8	1,1	1,4	0,8
Perche	1	0,15	0,8	0,19
Sardine	10	1,12	1,6	0,7
Sardine à la tomate (consERVE)	12,6	1,14	0,19	6
Sardine à l'huile (égouttée)	13,7	2,67	0,38	7
Saumon	11	0,52	1,4	0,37
Sole	1	n	n	n
Thon frais	7	2,45	0,9	2,72
Thon au naturel (consERVE)	2	0,84	0,7	1,2
Thon à l'huile (égouttée)	8,9	4,3	1	4,3
Truite Arc-en-ciel	5	0,25	0,7	0,35

(*) en g/100 g

(**) les teneurs sont des moyennes

n : négligeable / nd : non déterminé

Recommandations nutritionnelles $\omega 6/\omega 3$



RECOMMANDATION

Actuel en France

Paléolithique(estimation)

Etats-Unis

Grèce avant 1960

Japon

: 4

: 15

: 0,79

: 16,74

: 1-2

: 4,00

Conséquences physiopathologiques d'un excès d' $\omega 6$ par rapport aux $\omega 3$

Résistance à l'insuline : *diabète de type 2*

Maladies cardiovasculaire

Maladies auto-immunes

Maladies inflammatoires

Maladies du système nerveux central et de la rétine

Cancérogénèse

C. Les acides gras atypiques (1)

C1. Les acides gras trans

Ex : acide élaïdique(18:1 trans 9),

- **Sources :**

- naturelle : lait , beurre, graisses animale
- Industrielle : processus d'hydrogénation des huiles

- **Consommation en France**

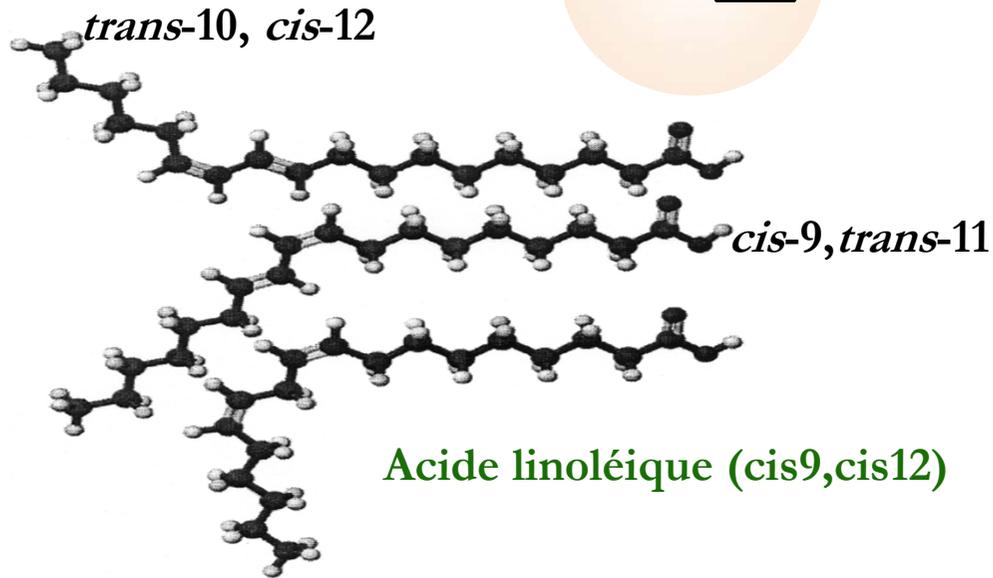
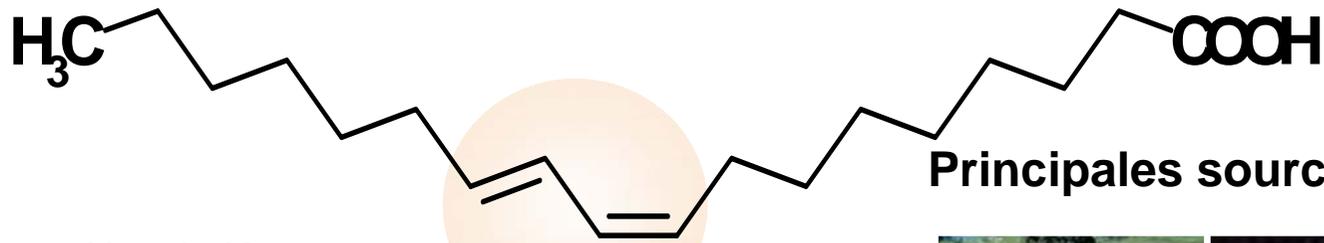
- 1,7 g/j (40 % naturelle ; 60 % industrielle)

- **Problème de Santé publique :**

- augmentation du risque de MCV
- Engagement des industriels à réduire la teneur

C. Les acides gras atypiques (2)

C2. Les Acides Linoléiques Conjugués (CLA)



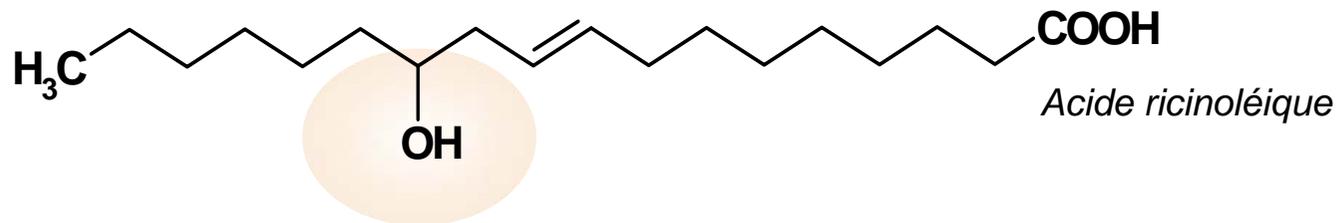
Et maintenant



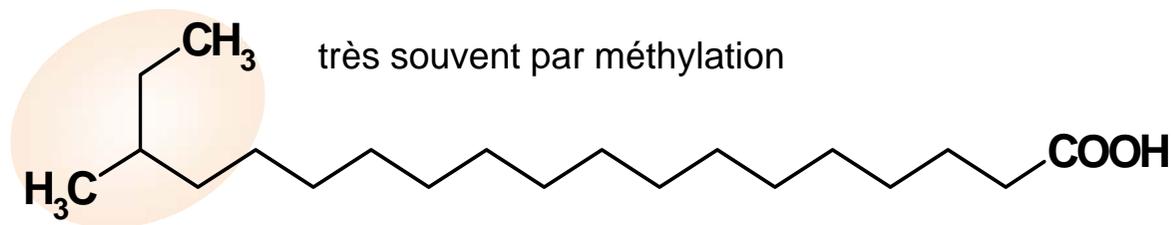
C. Les acides gras atypiques (3)

C3. Les acides gras substitués

C3.1. Acides gras hydroxylés

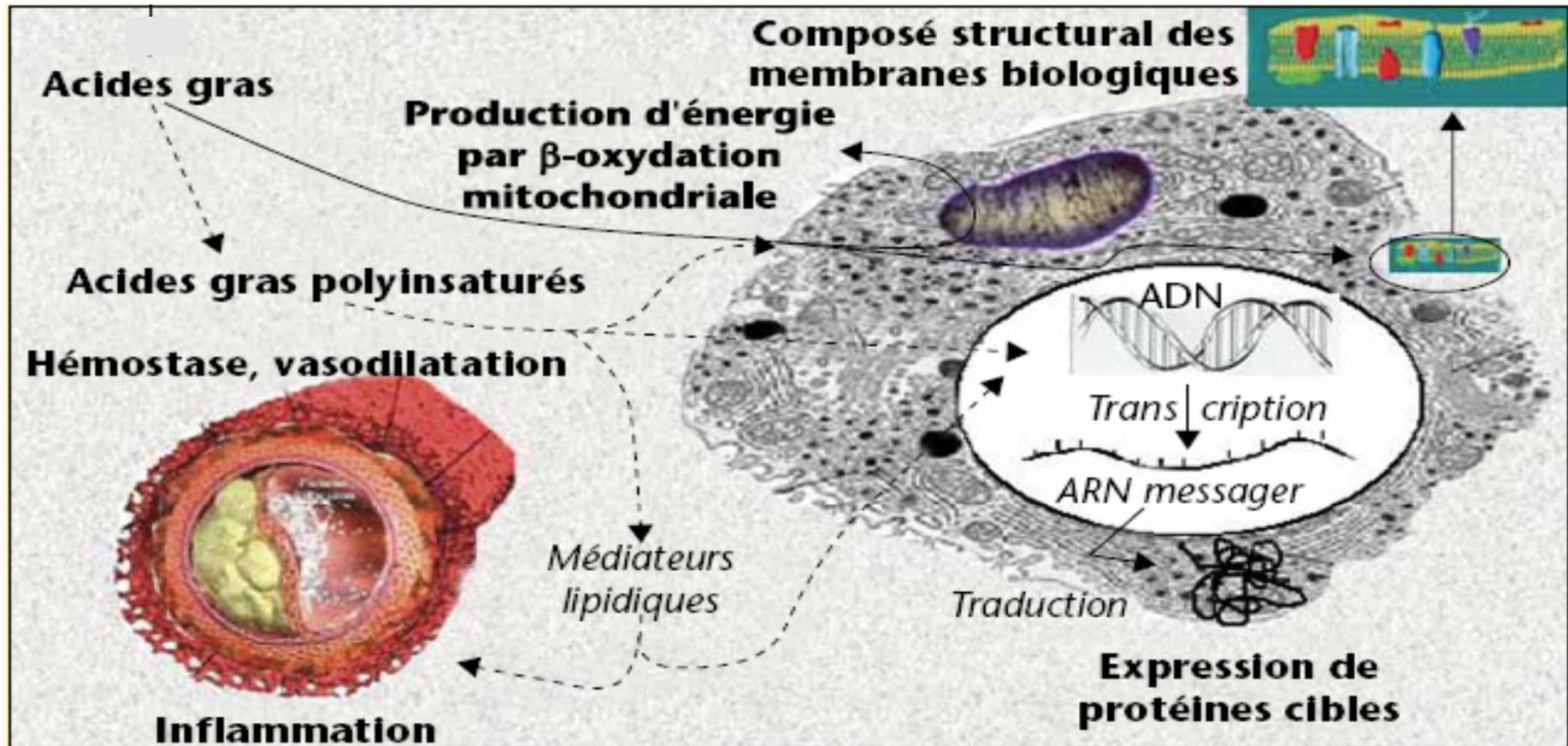


C.3.2. Acides gras ramifiés



POUR EN SAVOIR PLUS : Pathologies associées aux ac gras ramifiés :
Bacille de Koch : Ac gras C 28 tétraméthylé (2,4,6,8)
Maladie de Refsum : accumulation d'acide phytanique

Rôles biologiques des acides gras



D'après Guesnet et coll., 2005

Ce qu'il faut retenir

La structure qui caractérise les différents classe d'AG : AGS; AGMI; AGPI

Les propriétés spécifiques liées à la structure des différentes AG

Les rôles physiologiques liés aux principaux acides gras (AGS,ALA,LA,DHA)

Ne sont pas à retenir :

- les encarts « pour en savoir plus »
- les valeurs des tableaux

Mentions légales

L'ensemble de cette œuvre relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle, littéraire et artistique ou toute autre loi applicable.

Tous les droits de reproduction, adaptation, transformation, transcription ou traduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Cette œuvre est interdite à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1 et ses affiliés.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.