



Université de RELIZANE
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département: Sciences biologiques



Métabolismes des lipides, les lipoprotéines et exploration fonctionnelle d'une anomalie lipidique



Dr Berzou

Année universitaire : 2022/2023

1. Rôle biologique

- Les lipides représentent environ 20 % du poids du corps.
- Ils sont une réserve énergétique mobilisable.
- Ils ont un rôle de précurseurs : stéroïdes, vitamines, prostaglandines.
- Deux acides gras polyinsaturés sont des facteurs nutritionnels essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent lui être apportés par l'alimentation. Ce sont des acides gras indispensables : acide linoléique et acide linoléique.
- Les membranes ont une structure lipidique.
- Les plaques d'athérome constituées de dépôt lipidique entraînent le durcissement des artères (athérosclérose).

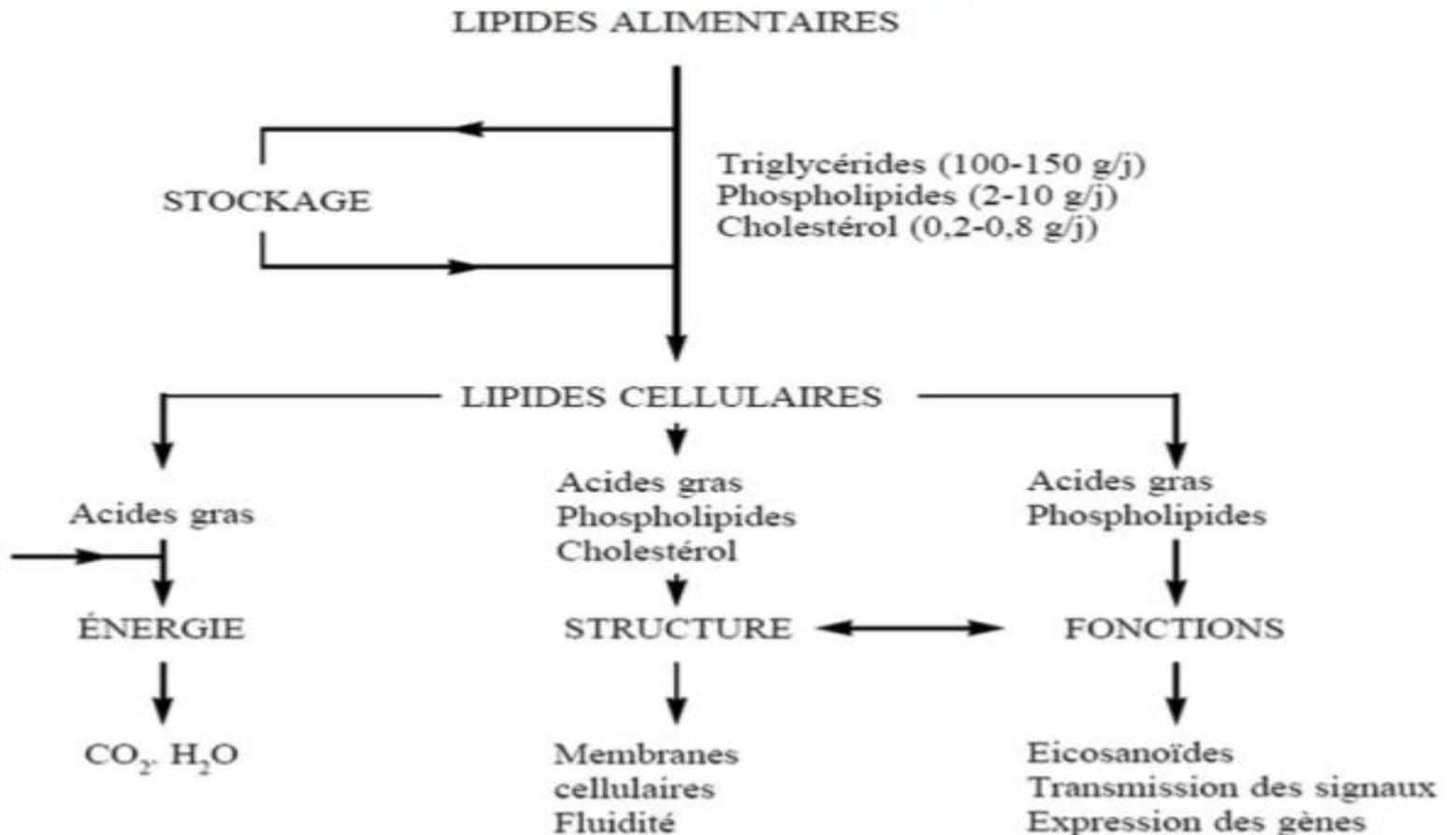


Structure de la membrane plasmique selon le modèle de la mosaïque fluide

3. Sources et structure des lipides

❖ L'alimentation est à la fois exclusive des acides gras dits essentiels (acide linoléique et α -linoléique) et la source quasi exclusive des acides gras non essentiels tant les capacités de synthèse endogène sont quantitativement mineures.

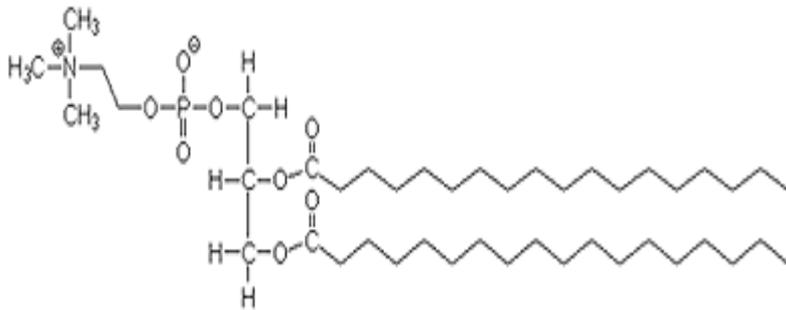
Figure 1 : Principales voies d'utilisation des graisses alimentaires



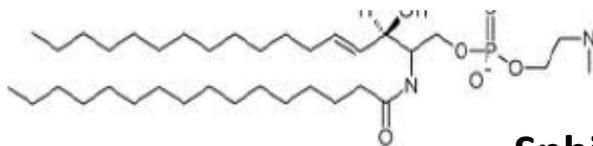
3.1. Structure des principaux lipides membranaires

Ils n'existent quasiment pas à l'état libre, mais sous forme complexes :

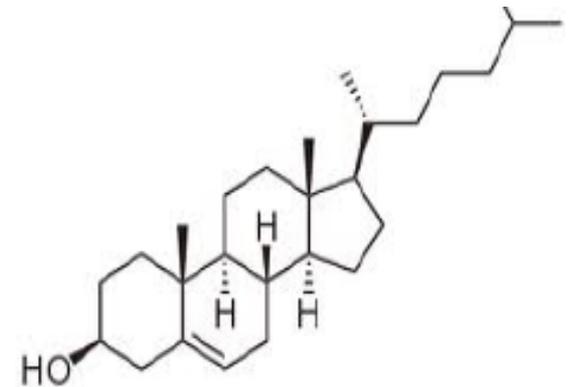
- ❖ Triacylglycérols (glycérol + 3 acides gras)
- ❖ Phospholipides (glycérol + 2 acides gras +...)
- ❖ Sphingolipides (sphingosine + 1 acide gras + ...)
- ❖ Cholestérol.



Phospholipides



Sphingosines



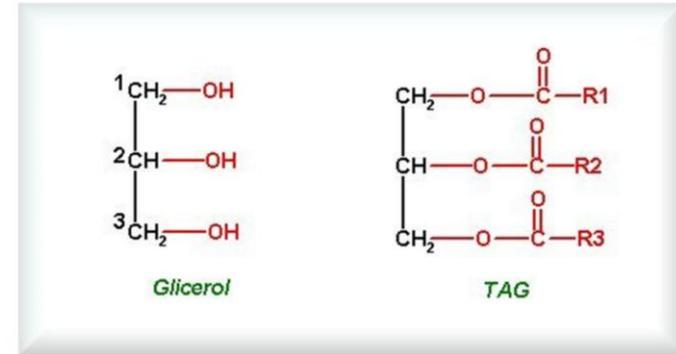
Cholestérol

3.2. Structure des lipides

➤ Les lipides peuvent être classés en trois groupes principaux; les esters (combinaison d'un acide gras avec un alcool), les amides (combinaison d'un acide gras avec un acide aminé) et enfin des molécules de structures plus complexes.

3.2.1. Les esters d'acide gras (AG) et:

1.1. D'un alcool, le glycérol, les glycérides (mono, di et triglycérides).



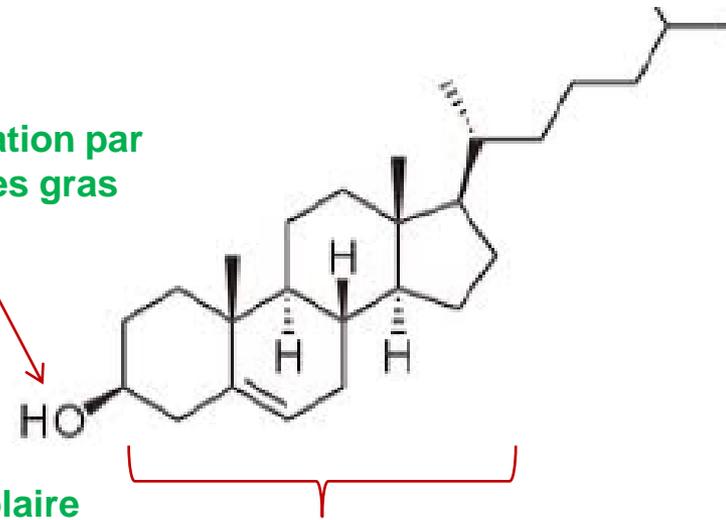
1.2. D'un alcool, le cholestérol: les stérides.

- Cholestérol (animaux)
- Stigmastérols (plantes)
- Ergostérol (champignons)

Estérification par des acides gras

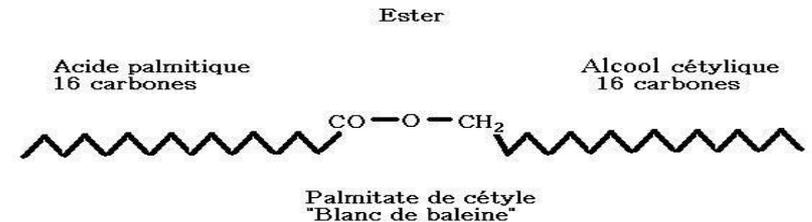
Tête polaire

Noyau stéroïde



- **Le cholestérol joue différents rôles dans l'organisme :**
- ❖ **Rôle structural de rigidification des membranes.**
 - ❖ **Précurseur de synthèse de nombreux composés :**
 - Sels biliaires (acide cholique)
 - Hormones et des vitamines, Vit K, Vit D.

1.3. D'un alcool, gras: les cérides.

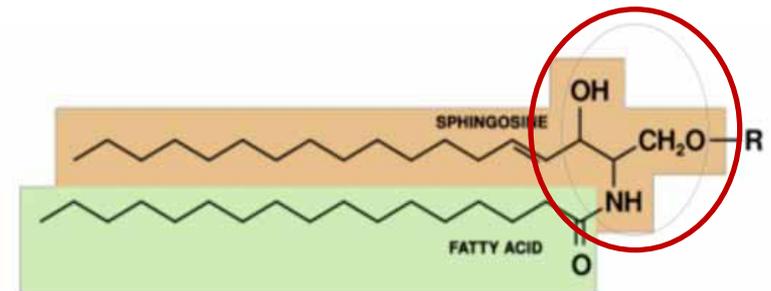


Céride

3.2.2. Amides

1.3. acide gras et d'une amine primaire, la sphingosine (sphingolipides).

Ces composés dérivent de la condensation d'un acide gras et de la sérine.

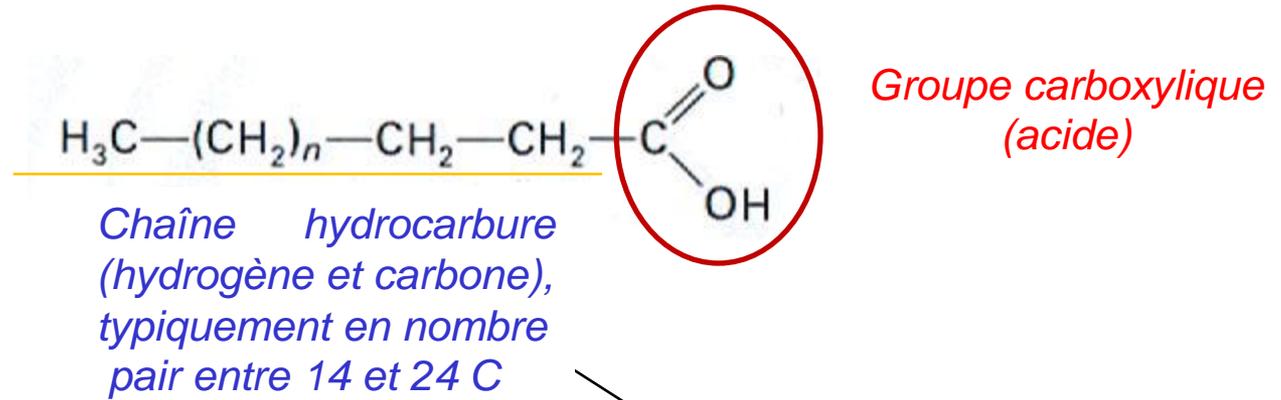


Structure schématique Sphingolipides

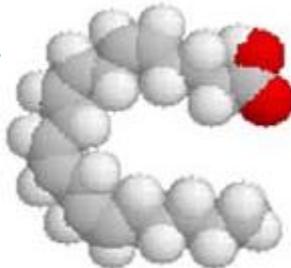
3.2.3. Les molécules complexe très hydrophobes

➤ Les stérols, les stéroïdes, les caroténoïdes et les quinones.

3.4. Nature et propriétés des acides gras saturés



Une ou > doubles liaisons entre deux carbones, l'acide gras est dit *insaturé*

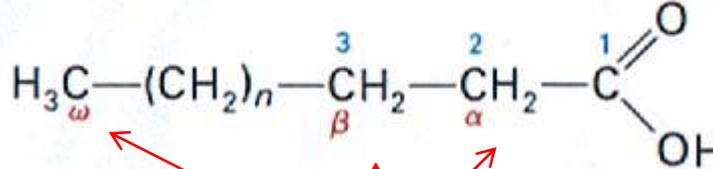


Aucune double liaison entre les carbones, l'acide gras est dit *saturé*



3.4.1. Différents types de nomenclature:

Numérotation des carbones à partir du groupe carboxylique



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

➤ Exemple de nomenclature souvent utilisée:

C18: 3 ω 3

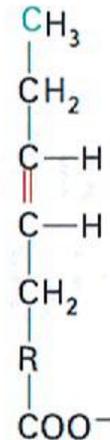
Nombre de carbones

Nombre de doubles liaisons

Position de la dernière double liaison par rapport au carbone ω

Atome de carbone ω

Double liaison ω -3



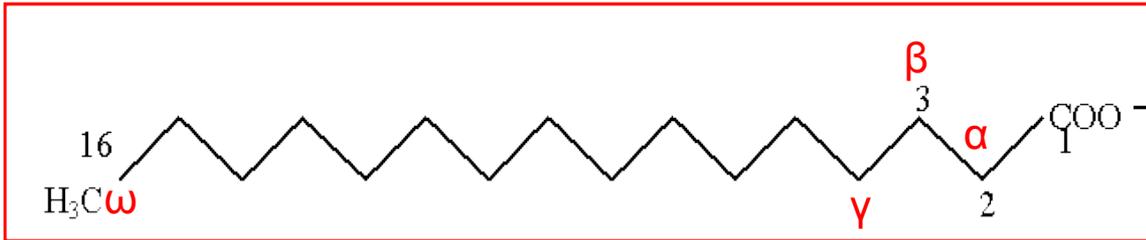
Un acide gras ω -3

Alternativement:

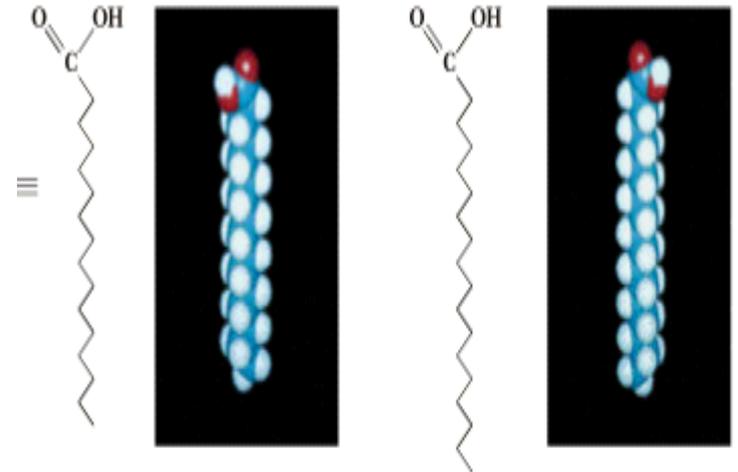
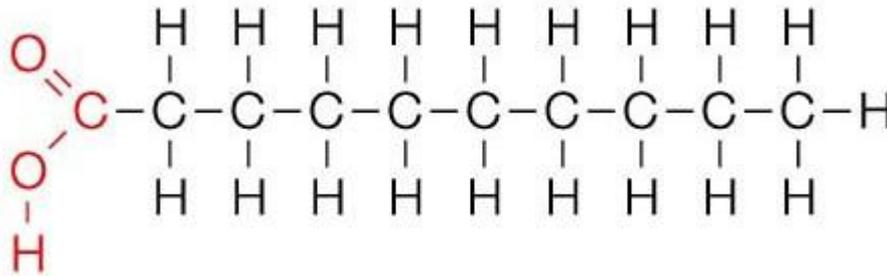
cis- Δ^9 → une double liaison avec configuration *cis* entre le carbone 9 et 10

3.4.2. Nature et propriétés des acides gras saturé

Structure schématique de l'acide palmitique



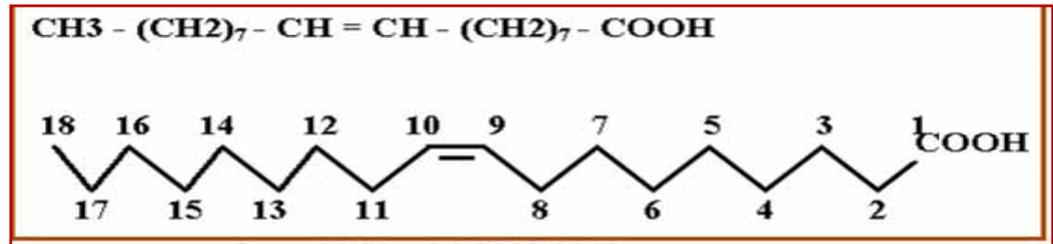
Structure développée plane



➤ 3.4.3. Nature et propriétés des acides gras

acides gras insaturés

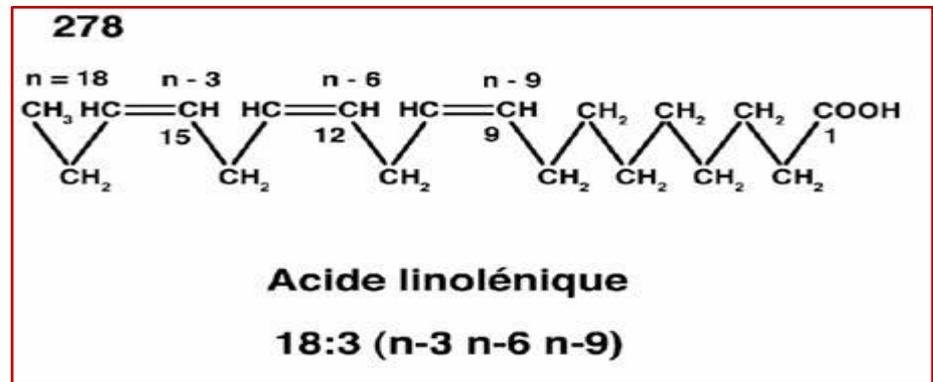
Acide oléique C_{18:1} Δ⁹



L'acide oléique possède 18C, une double liaison en oméga 9 (ω_9) ce qui s'écrit C₁₈ :1 ω_9 .

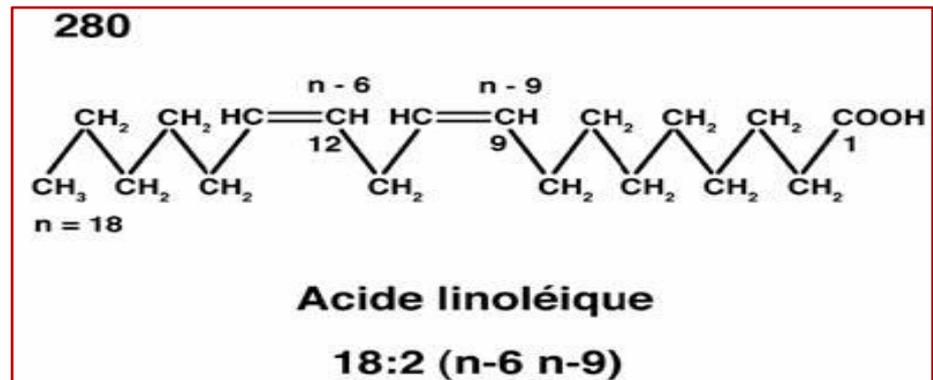
Acide α linoléique C₁₈ : 3 ω_3

C'est un acide gras en C18 avec 3 doubles liaisons ($\omega_{3,6,9}$)



Acide linoléique C₁₈ : 2 ω_6

C'est un acide gras en C18 avec 2 doubles liaisons ($\omega_{6,9}$)



Acides gras saturés

ACIDES GRAS	NOMBRE D'ATOMES DE CARBONE	FORMULE CHIMIQUE	SOURCE
Saturés			
Acide butyrique	4	C_3H_7COOH	Beurre
Acide caproïque	6	$C_5H_{11}COOH$	Beurre
Acide caprylique	8	$C_7H_{15}COOH$	Noix de coco
Acide caprique	10	$C_9H_{19}COOH$	Huile de palme
Acide laurique	12	$C_{11}H_{23}COOH$	Noix de coco
Acide myristique	14	$C_{13}H_{27}COOH$	Huile de muscade
Acide palmitique	16	$C_{15}H_{31}COOH$	Graisses
Acide stéarique	18	$C_{17}H_{35}COOH$	Graisses
Acide arachidique	20	$C_{19}H_{39}COOH$	Huile d'arachide
Monoinsaturés			
Acide palmitoléique	16	$C_{15}H_{29}COOH$	Beurre
Acide oléique	18	$C_{17}H_{33}COOH$	Huile d'olive
Polyinsaturés			
Acide linoléique	18	$C_{17}H_{31}COOH$	Huile de lin
Acide linolénique	18	$C_{17}H_{29}COOH$	Huile de lin
Acide arachidonique	20	$C_{19}H_{31}COOH$	Huile d'arachide

4. Stockage énergétiques sous forme de triglycérides

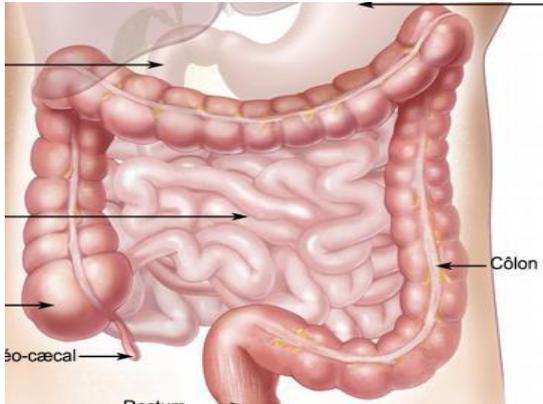
- Les TG sont stockés sous forme anhydre dans le tissu adipeux des adipocytes.
- Par exemple un stockage sous forme de glycogène entraîne la présence de 2g d'eau pour 1g de glycogène sec, soit 3g au total.
- Les TG étant stockés sous forme anhydre, et étant plus énergétiques que le glycogène, sont au final, 6,67 fois plus énergétiques que le glycogène.

Chez un adulte de 70kg

Glucose et acides gras	sang	100Kcal
Glycogène	foie et muscle	760 Kcal
Triglycérides	tissu adipeux	105 000 kcal
Protéines	muscle squelettique	25 000 kcal

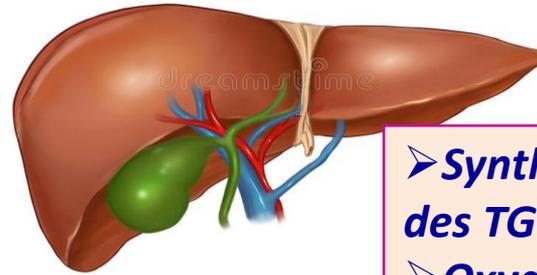
- Les TG représentent une réserve énergétique à long terme (plusieurs mois), contrairement au glycogène utilisé immédiatement si l'organisme est à jeun sur la journée.

1. Intestin



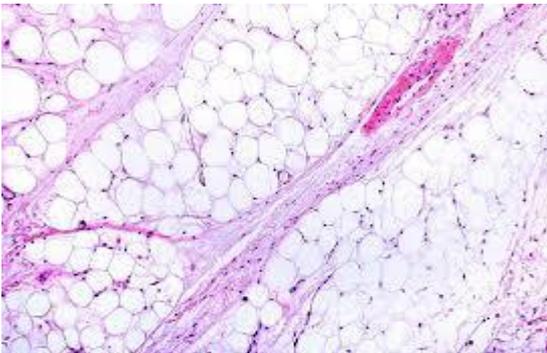
Intestin

2. Foie



- **Synthèse des acides gras et des TG (lipogénèse)**
- **Oxydation des acides gras**
- Et synthèse des corps cétoniques**

3. Tissu adipeux

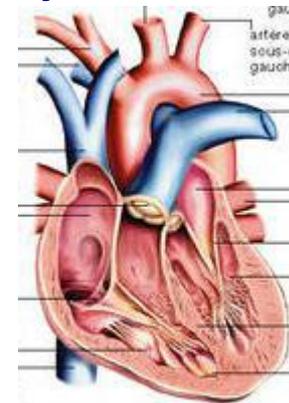


- **Stockage des TG**
- **Libération des acides gras et du glycérol (lipolyse)**

4. Muscles



5. Myocarde



Lieux de consommation

Vue d'ensemble du métabolisme des TG

➤ Le tissu adipeux est un ensemble **de cellules, appelées adipocytes**, serrées les unes contre les autres qui **stockent des graisses**. Le tissu adipeux **se trouve sous la peau** (on parle alors de tissu sous-cutané qui sert **d'amortisseur** afin de protéger les organes), autour des reins, au niveau de l'abdomen, dans les seins, etc

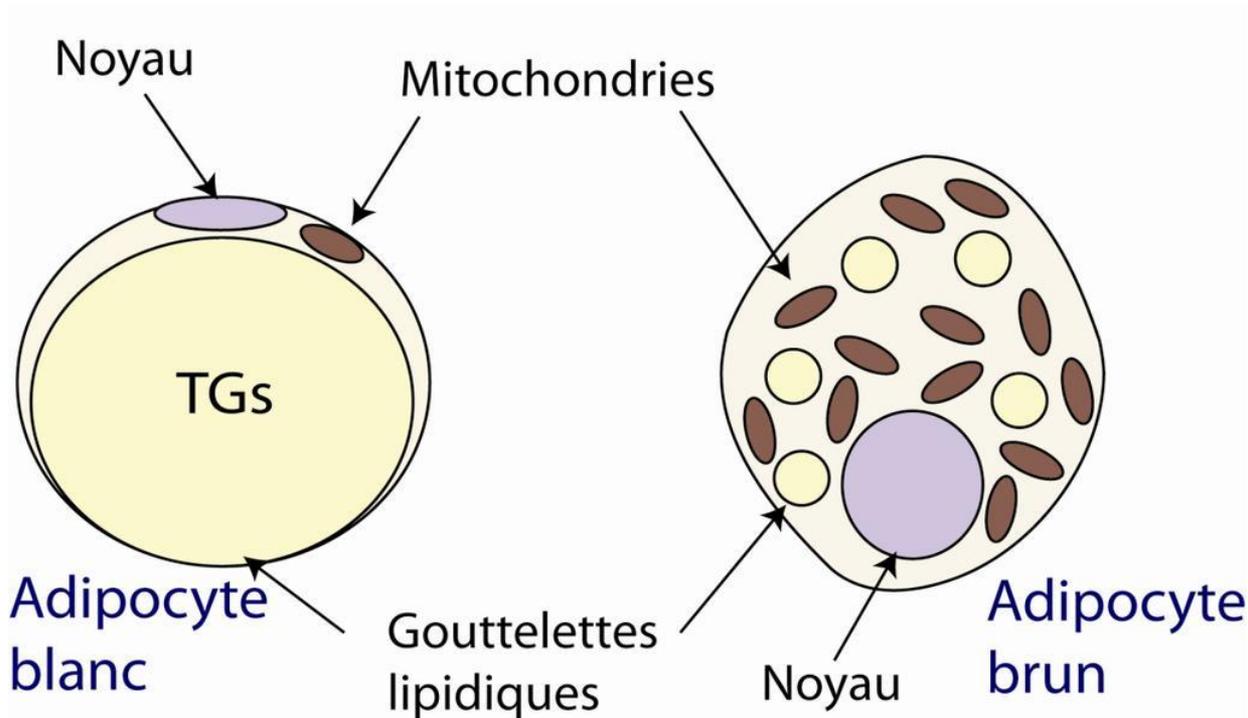
➤ C'est donc un excellent isolant pour notre corps empêchant les pertes de chaleur.

➤ Le tissu adipeux est également un véritable organe endocrinien puisqu'il sécrète de nombreuses molécules intervenant dans la régulation de plusieurs mécanismes énergétiques dans l'organisme avec notamment, **leptine** et **la résistine**.

➤ **La Leptine** est l'une des principales actrices au sein du métabolisme énergétique et de la régulation de l'appétit. Celle-ci agit sur l'hypothalamus afin de réguler l'appétit.

➤ Ce tissu représente environ 15 à 20 % de la masse d'un homme moyen et environ 25-30% de la masse d'une femme moyenne, mais cette proportion peut être bien plus importante en cas d'obésité.

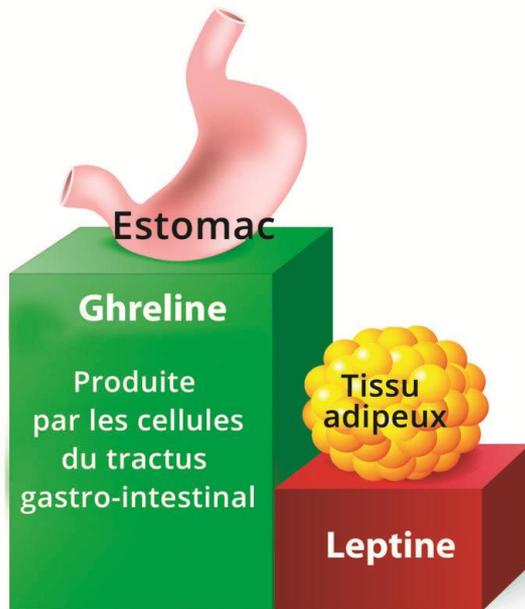
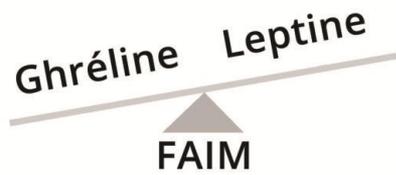
➤ Il existe deux types de tissu adipeux : **le tissu adipeux blanc** et **le tissu adipeux brun**.



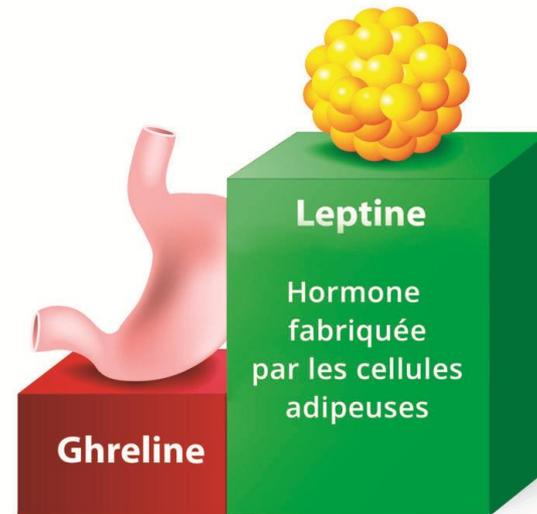
On distingue le tissu adipeux blanc sous-cutané et le tissu adipeux blanc viscéral.

On le retrouve au niveau du cou et entre les épaules de certains mammifères (le fœtus et le nouveau-né, mais les adultes peuvent en avoir aussi).

Leptine



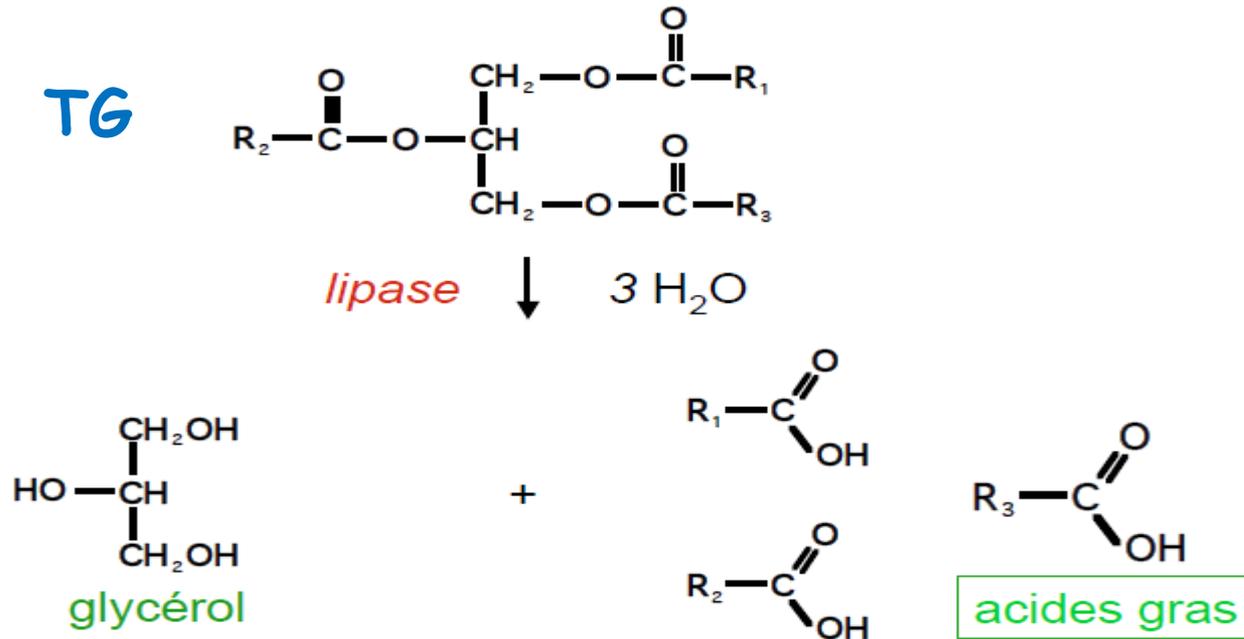
AVANT DE MANGER



APRÈS AVOIR MANGÉ

Sécrétion de la leptine

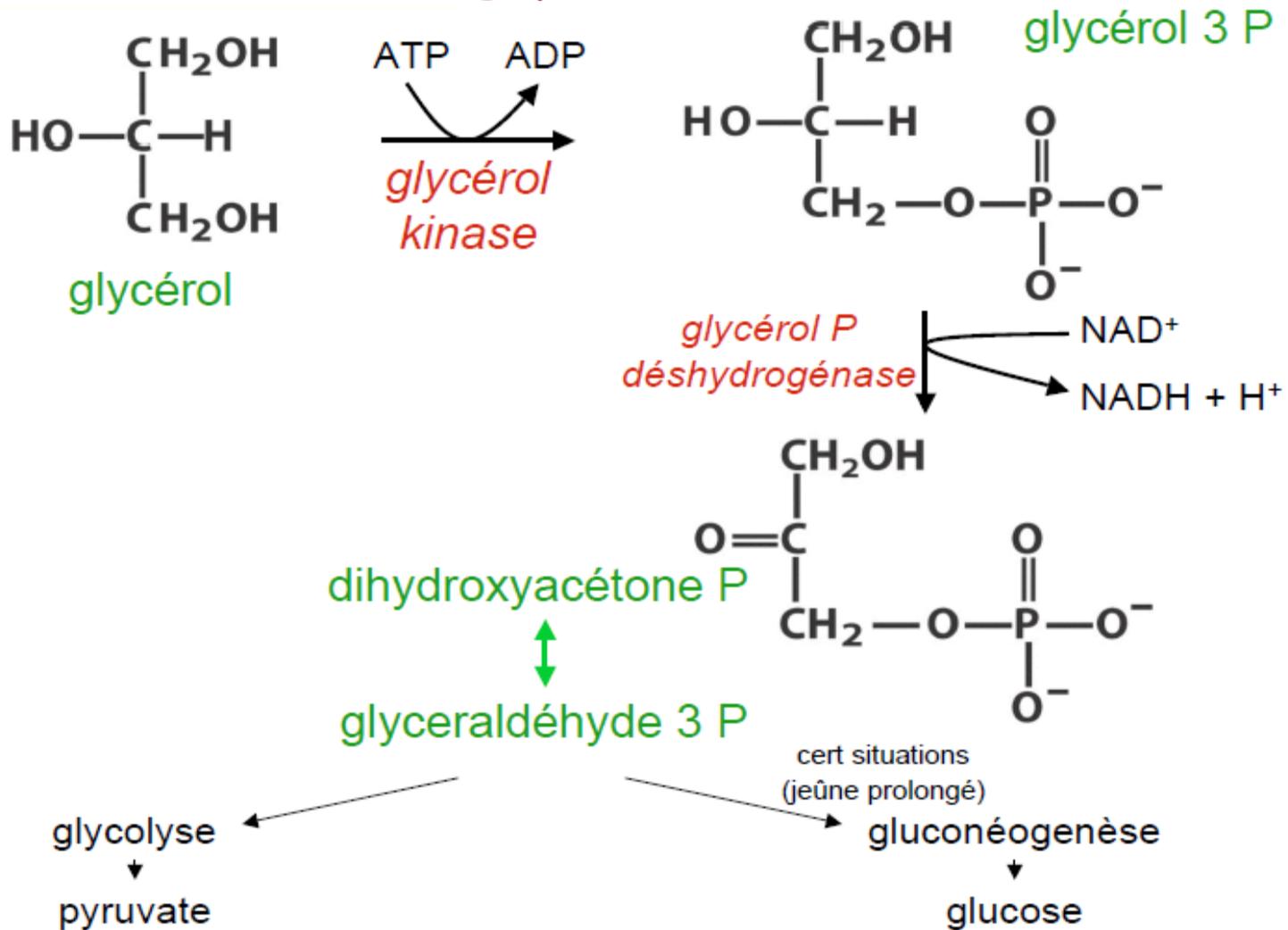
4.1. Hydrolyse des TG alimentaires



lipase régulée par des hormones

- La lipase pancréatique est directement sécrétée dans le duodénum sous sa forme active.
- L'action de la lipase pancréatique n'est possible qu'après formation d'un complexe avec une colipase (favorisé par l'action des sels biliaires). Le complexe lipase-colipase permet l'hydrolyse des triglycérides en acides gras.

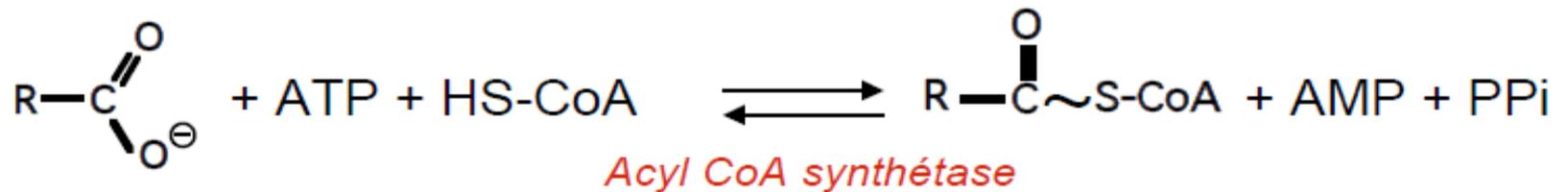
4.2. Devenir des glycérol



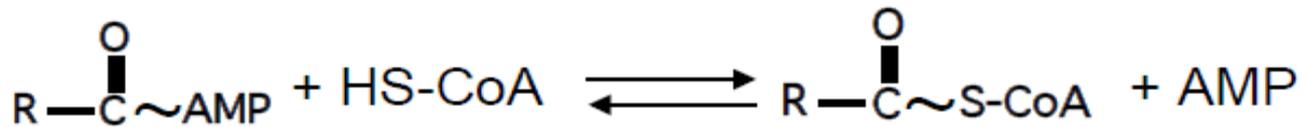
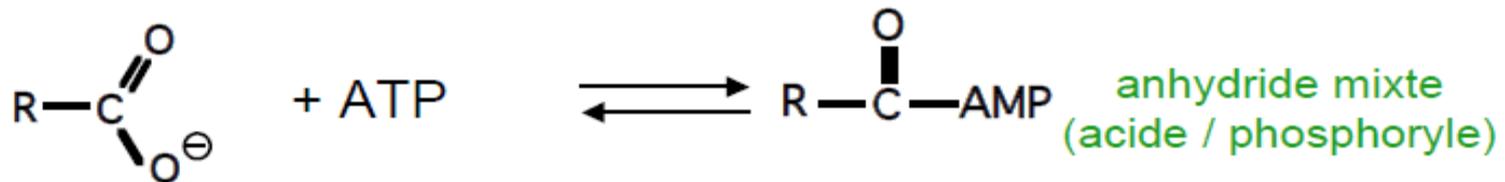
➤ Les acides gras sont oxydés dans les mitochondries. Ils sont activés avant d'entrer dans la matrice

a : activation des acides gras

(dans la membrane mitochondriale)



2 étapes :



Réversible mais PPi hydrolysé



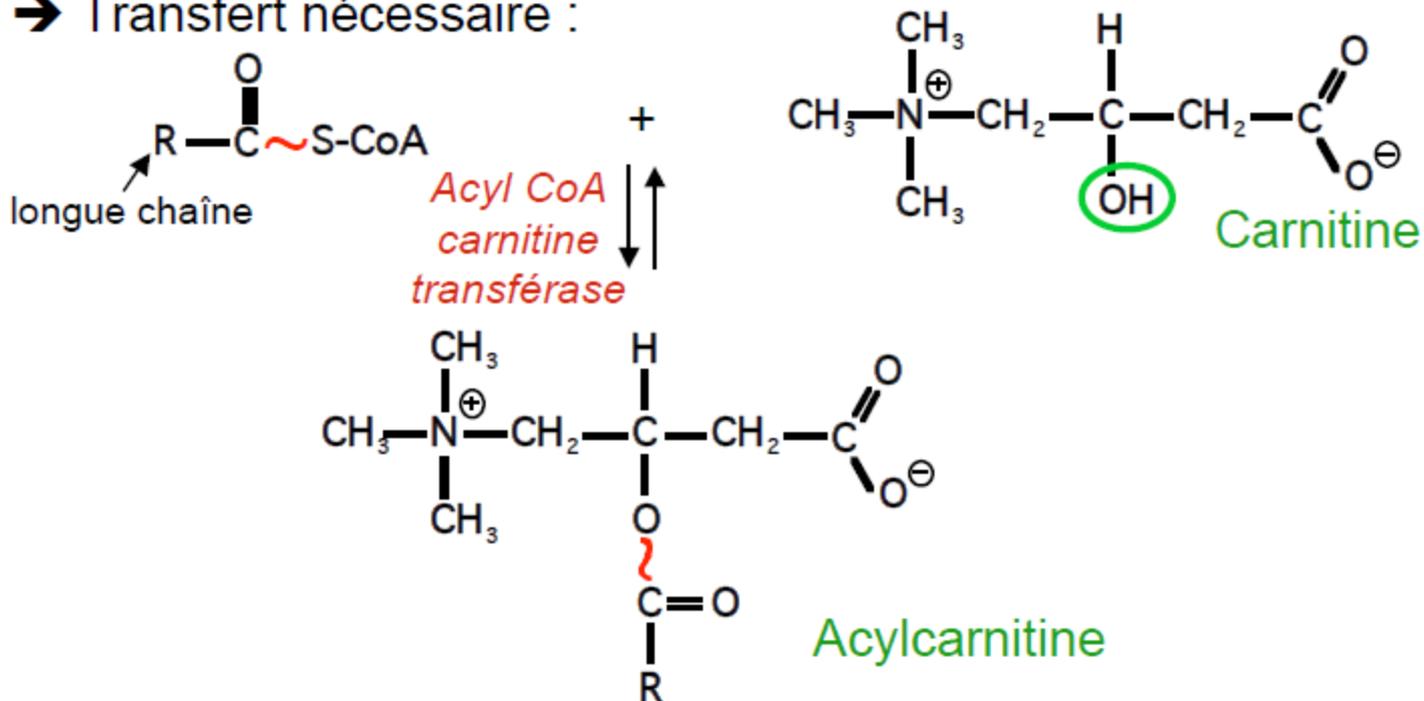
2 liaisons riches en énergie sont clivées, 1 seule est formée

b : transfert par la carnitine

Acides gras activés sur membrane mito externe

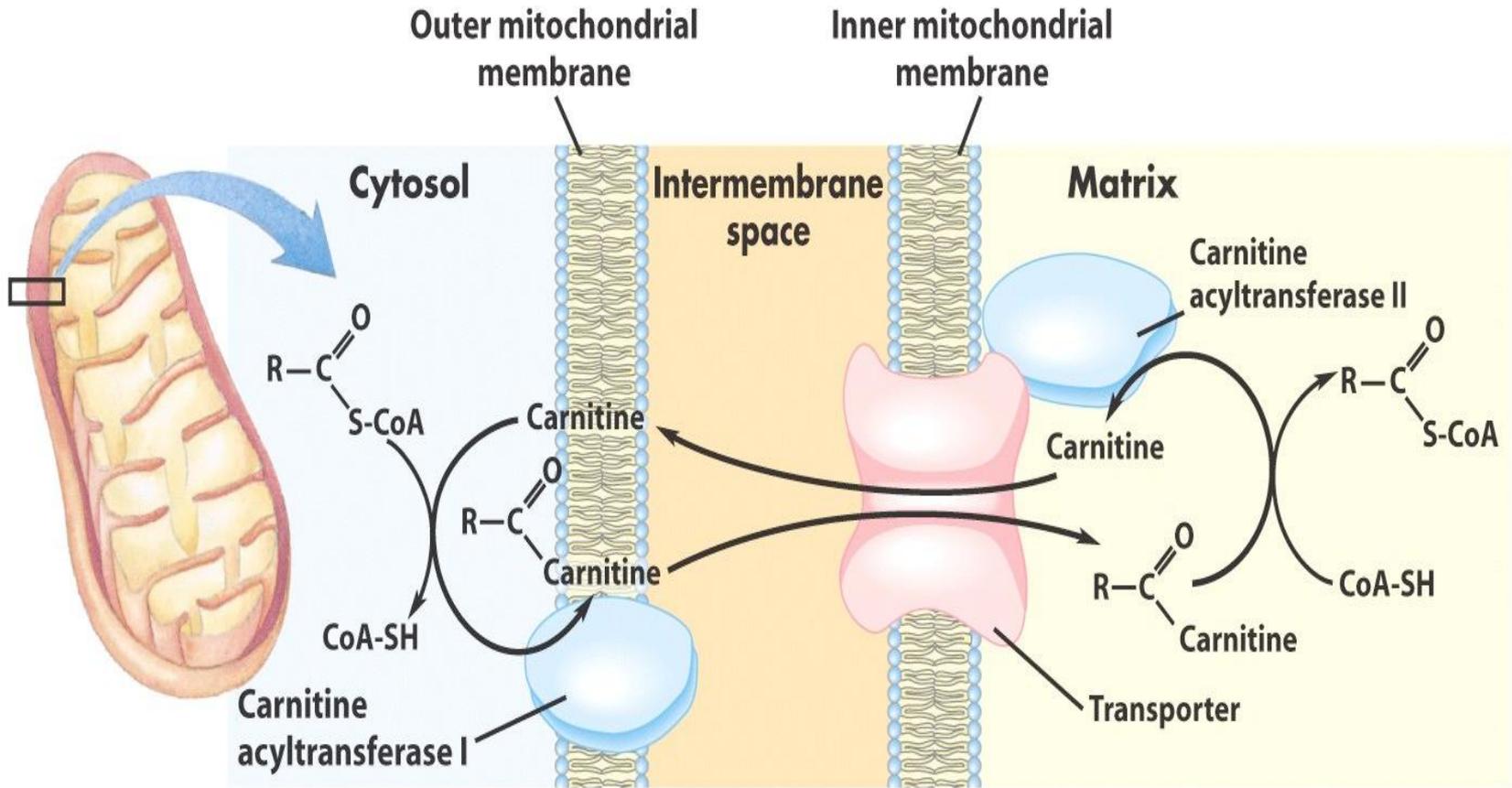
Oxydés dans la matrice

→ Transfert nécessaire :



Transportée par translocase dans la matrice

Réaction réverse dans la matrice \longrightarrow $\text{R}-\text{CO}-\text{S}-\text{CoA}$



**Entrée des acides gras
dans la mitochondrie**

c : oxydation des acides gras saturés

- oxydation liée au FAD
- hydratation
- oxydation liée au NAD⁺
- thiolyse par le CoA



= - 2 carbones

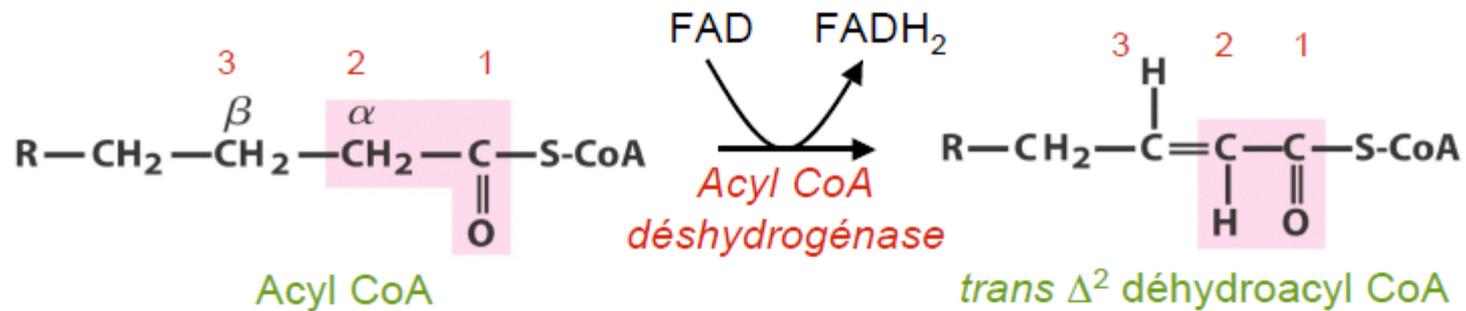


Feodor Lynen,
1911-1979

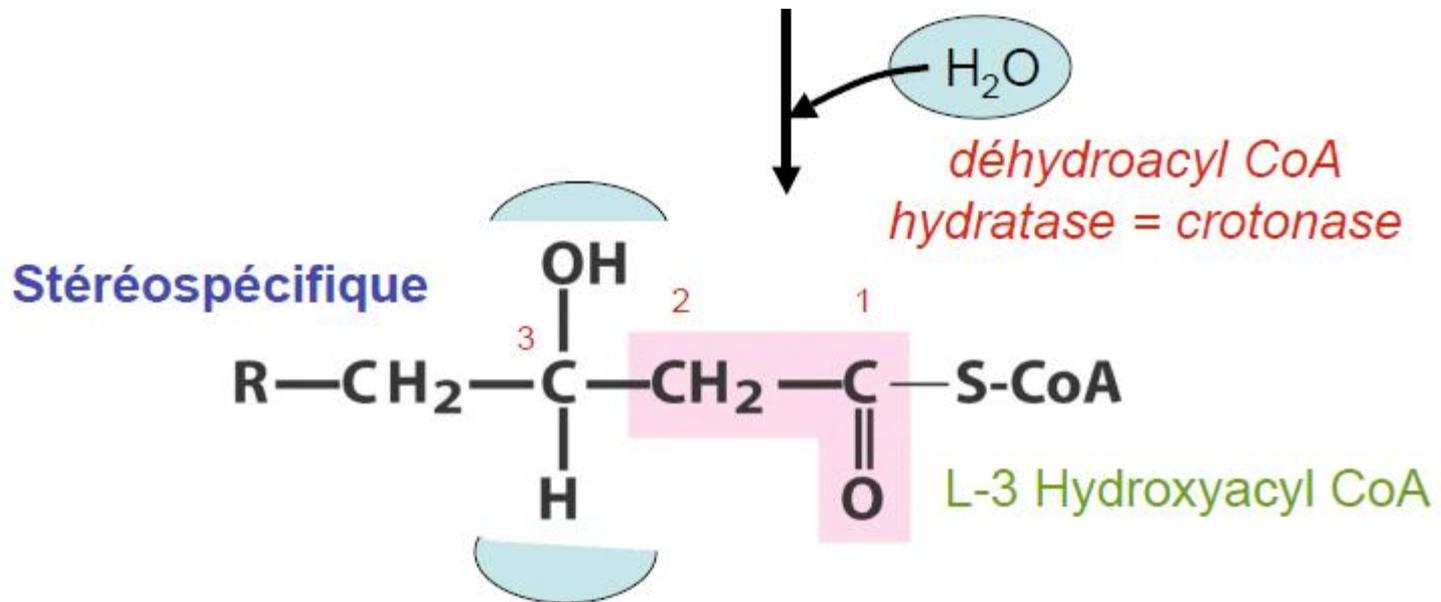
David Green, Severo Ochoa, Feodor Lynen

= voie de la β oxydation

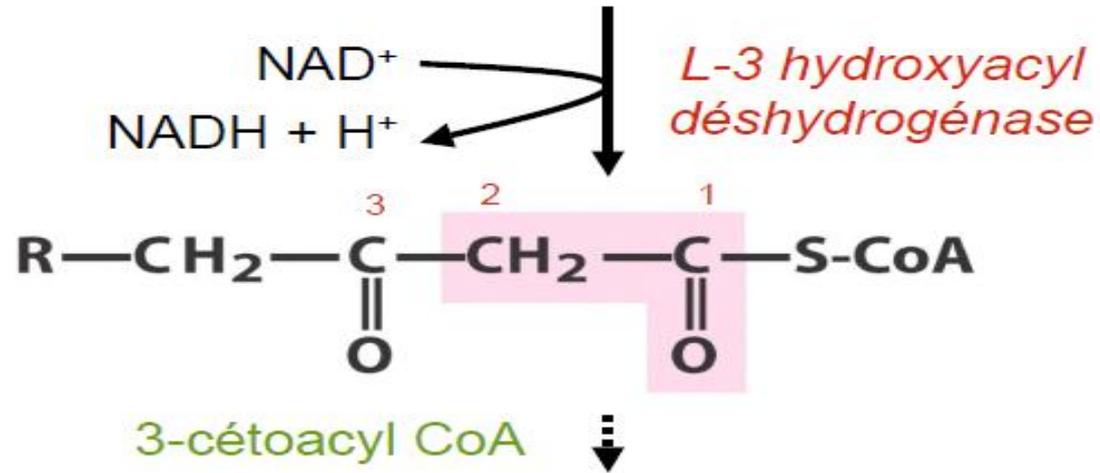
Oxydation liée au FAD



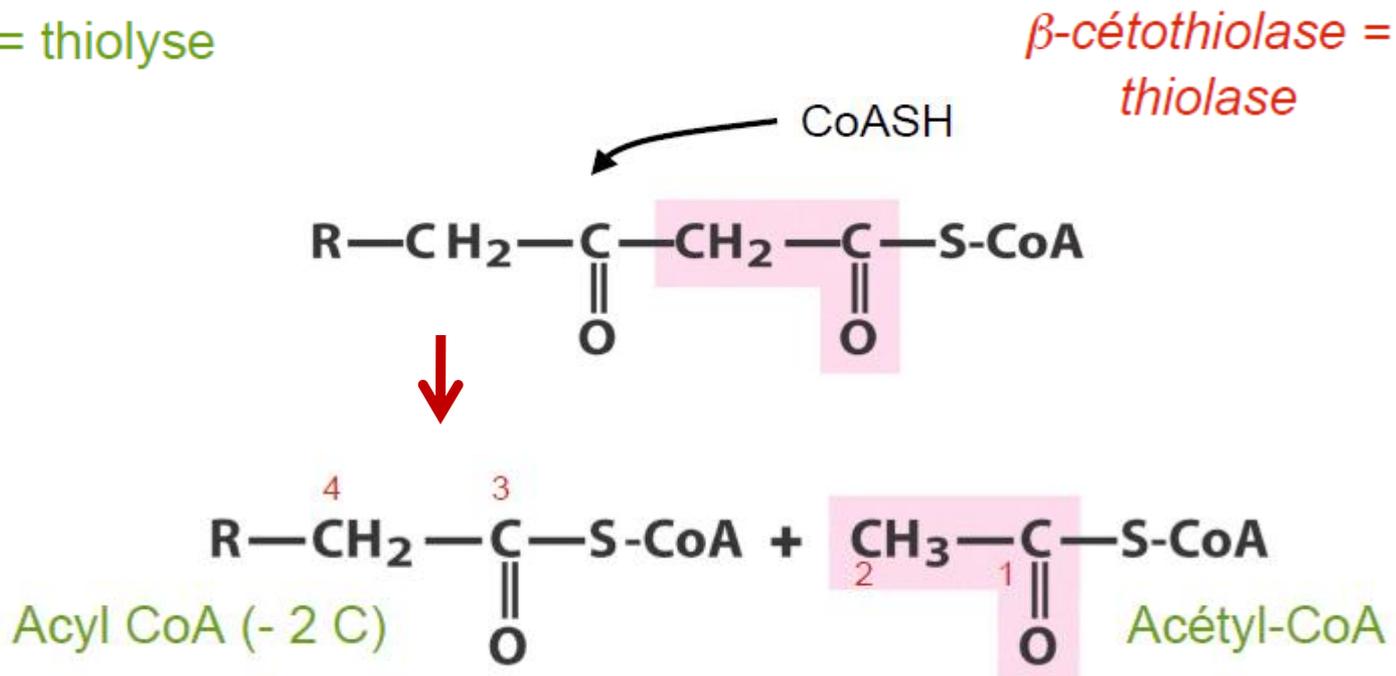
Hydratation de la double liaison



- Oxydation



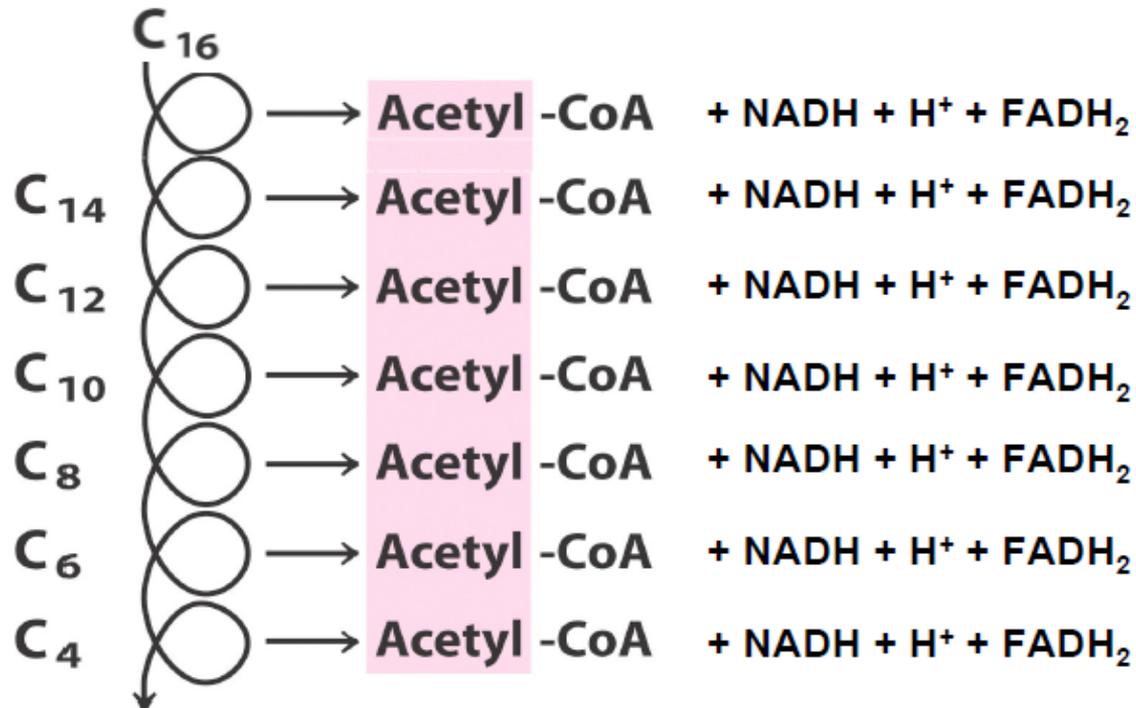
- Clivage = thiolyse



Analogie avec cycle de Krebs :

Acyl-CoA \longrightarrow déhydroacyl-CoA \longrightarrow hydroxyacyl-CoA \longrightarrow cétoacyl-CoA
succinate \longrightarrow fumarate \longrightarrow malate \longrightarrow oxaloacétate

Bilan



Acetyl -CoA

