

Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

II. Structure & Métabolismes des Lipides

Cours 2^{ème} Année LMD 2016-2017

Dr BENSAPHLA TALET L.

Université Oran1 Ahmed BENBELLA

Fac.SNV. Dpt. Biologie

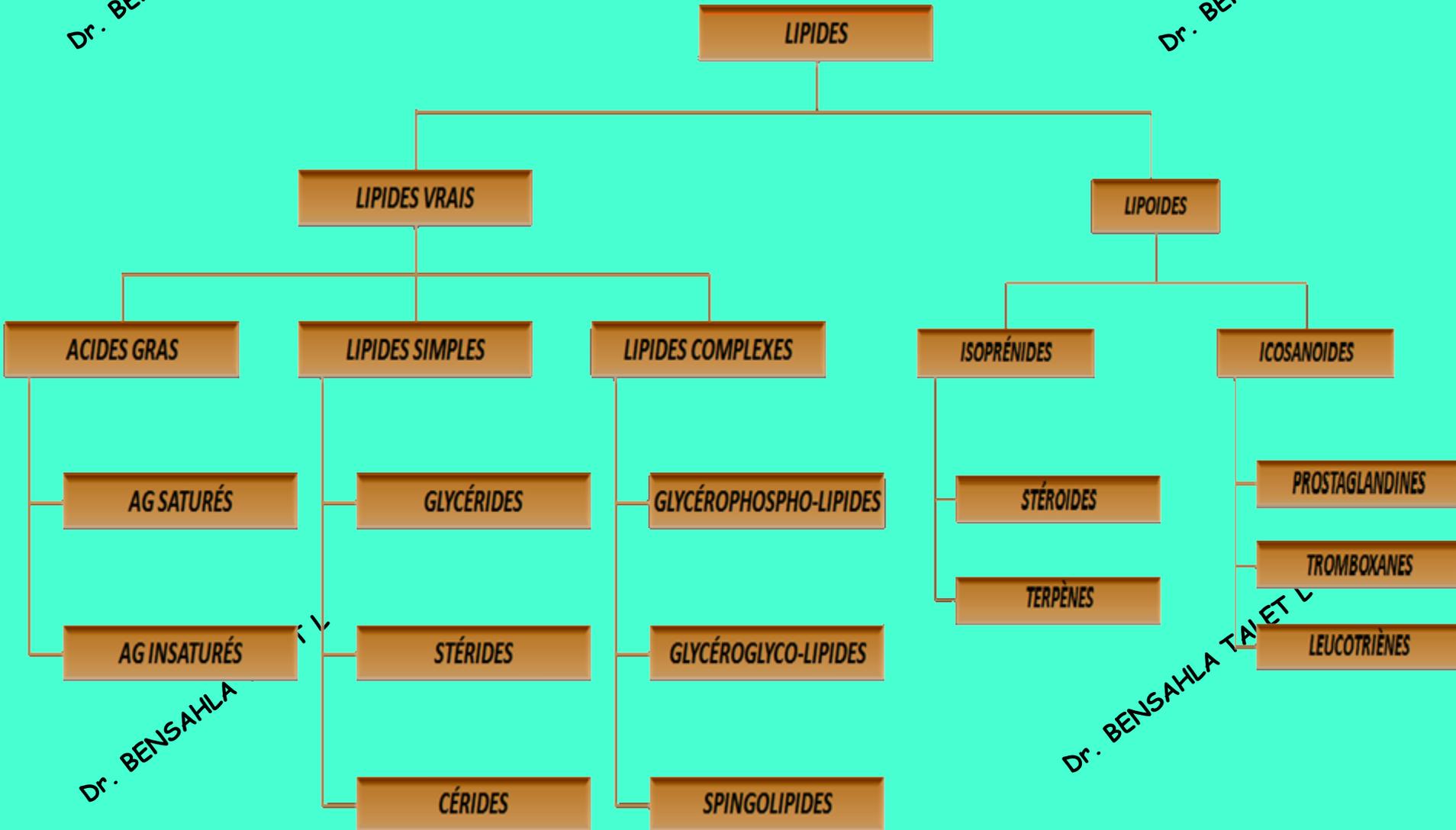
Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

1. Classification

Dr. BENSAHLA TALET L

Dr. BENSAHLA TALET L



Dr. BENSAHLA TALET L

Dr. BENSAHLA TALET L

2. Les lipides saponifiables

2.1. Définition

Les lipides sont des molécules organiques insolubles dans l'eau (lipos) et solubles dans les solvants organiques apolaires comme le benzène et le chloroforme.

2. Les lipides saponifiables

2.1. Les acides gras

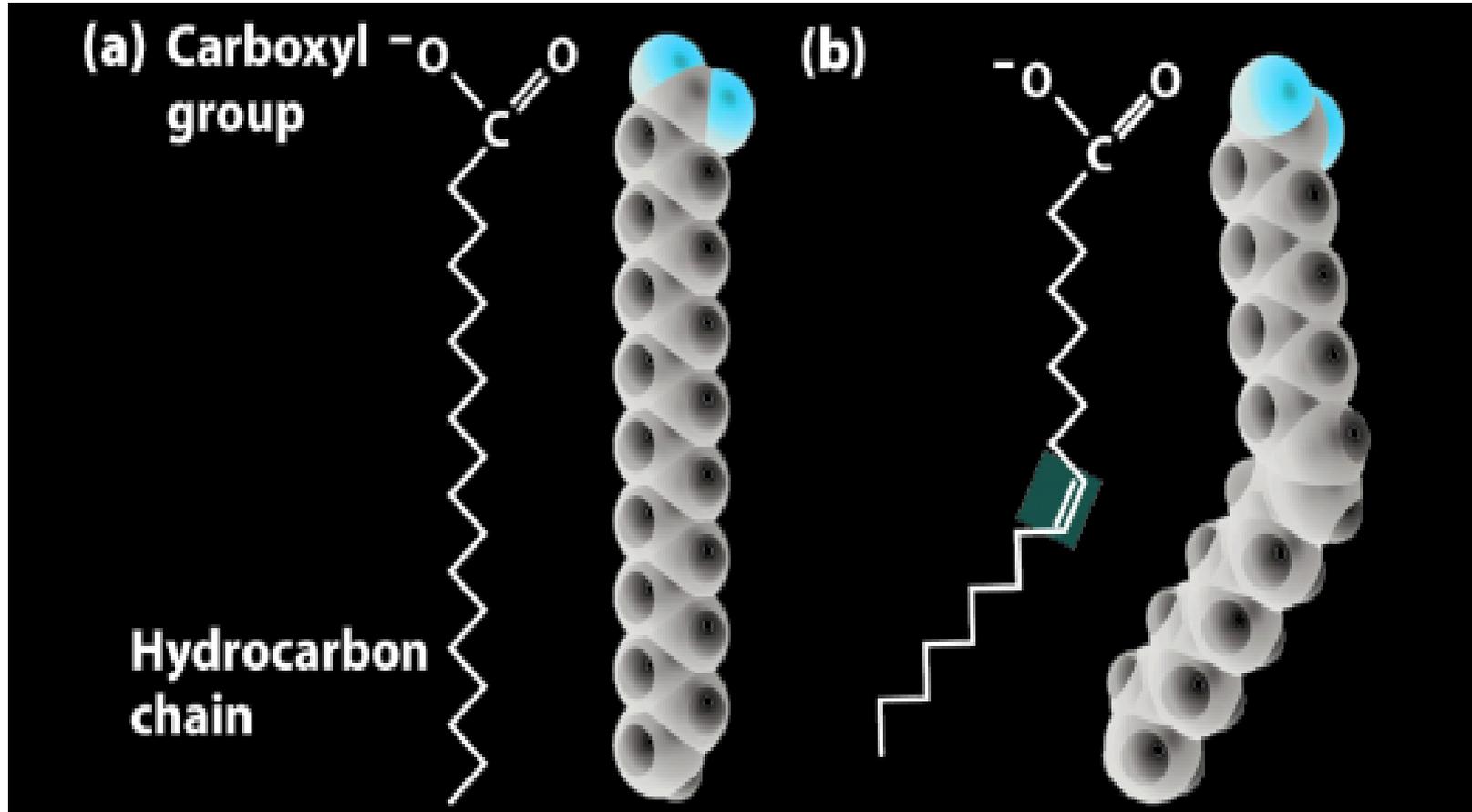
- Dr. BENSALHA TALET L
- ⊙ Les acides gras sont des acides carboxyliques $R-COOH$ dont le radical R est une chaîne aliphatique de type hydrocarbure de longueur variable qui donne à la molécule son caractère hydrophobe (gras).
 - ⊙ La grande majorité des acides gras naturels présentent les caractères communs suivants :
 - ✓ monocarboxyliques (le plus souvent)
 - ✓ chaînes linéaires avec un nombre pair de carbones
 - ✓ saturés ou en partie insaturés avec un nombre de double liaisons maximal de 6
- Dr. BENSALHA TALET L

2. Les lipides saponifiables

2.1. Les acides gras

Dr. BENSALHA TALET L

Dr. BENSALHA TALET L



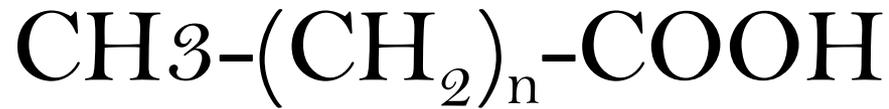
AGS

AGI

Dr. B

Dr.

2.1.1 Les acides gras saturés



ACIDES GRAS	NOMBRE D'ATOMES DE CARBONE	FORMULE CHIMIQUE	SOURCE
Saturés			
Acide butyrique	4	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	Beurre
Acide caproïque	6	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	Beurre
Acide caprylique	8	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$	Noix de coco
Acide caprique	10	$\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$	Huile de palme
Acide laurique	12	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$	Noix de coco
Acide myristique	14	$\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$	Huile de muscade
Acide palmitique	16	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Graisses
Acide stéarique	18	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Graisses
Acide arachidique	20	$\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{COOH}$	Huile d'arachide
Monoinsaturés			
Acide palmitoléique	16	$\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COOH}$	Beurre
Acide oléique	18	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	Huile d'olive
Polyinsaturés			
Acide linoléique	18	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Huile de lin
Acide linolénique	18	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	Huile de lin
Acide arachidonique	20	$\text{C}_{19}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Huile d'arachide

Dr. BENSALHA TALET L

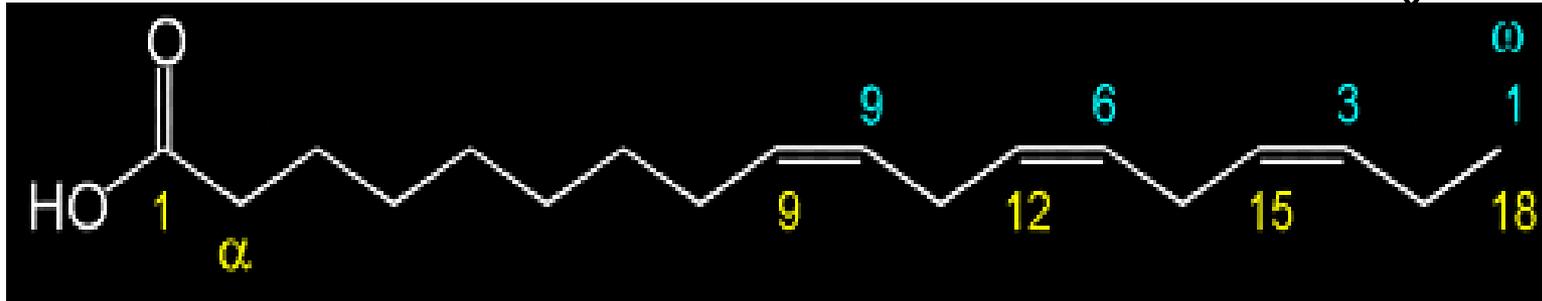
BENSALHA TALET L

Dr. BEN

L

2. Les lipides saponifiables

2.1.2 Les acides gras insaturés



- La plupart des acides gras insaturés ont des longueurs de chaînes de 16 à 20 carbones.
- la première, ou la seule, double liaison est établie entre les C9 et les C10
- les doubles liaisons multiples ne sont pas conjuguées mais séparées par un groupe méthylène, ce qui les place, par exemple, en $\Delta 9$, $\Delta 12$, $\Delta 15$...

2. Les lipides saponifiables

2.1.2 Les acides gras insaturés

⊙ Abbréviation $C_n : x \Delta^{a,b,c}$

- n : nombre de carbones
- x : nombre de double liaisons
- a, b, c : position des doubles liaisons

2. Les lipides saponifiables

2.1.2 Les acides gras insaturés

nC	nom systématique	nom courant	série	
16	cis-9-hexadécénoïque	palmitoléique	$\omega 7$	<i>très répandu</i>
18	cis-9-octadécénoïque	oléique	$\omega 9$	<i>très répandu</i>
	cis-11-octadécénoïque	vaccénique	$\omega 7$	<i>bactéries</i>
	cis, cis-9-12 octadécadiénoïque	linoléique	$\omega 6$	<i>graines</i>
	tout cis-9-12-15 octadécatriénoïque	linoléinique	$\omega 3$	<i>graines</i>
20	tout cis-5-8-11-14 icosatétraénoïque	arachidonique	$\omega 6$	<i>animaux</i>
	tout cis-5-8-11-14-17 icosapentaénoïque	EPA*	$\omega 3$	<i>huiles de poissons</i>
24	cis-15-tétracosénoïque	nervonique	$\omega 9$	<i>cerveau</i>

2. Les lipides saponifiables

2.2. les lipides simples

- ⊙ Les lipides simples, encore appelés homolipides sont des corps ternaires (C, H, O).
- ⊙ Ils sont des esters d'acides gras que l'on classe en fonction de l'alcool :
 - *glycérides* : (acylglycérols) sont des esters du glycérol;
 - *cérides* : sont des esters d'alcools à longue chaîne (alcool gras)
 - *stérides* : sont des esters de stérols (alcool polycyclique)

Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

Digestion & absorption des lipides

Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

Digestion des lipides

- Les triglycérides alimentaires ne sont pas absorbables
- Les substances absorbables sont:
 - Les acides gras libres
 - les monoglycerides
 - Le cholestérol

Les grandes étapes de la digestion des lipides

Dr. BENSAHLA TALET L

Dr. BENSAHLA TALET L

1. Emulsification des graisses

2. Hydrolyse des lipides

3. Formation des micelles

4. Absorption par endocytose du contenu micellaire

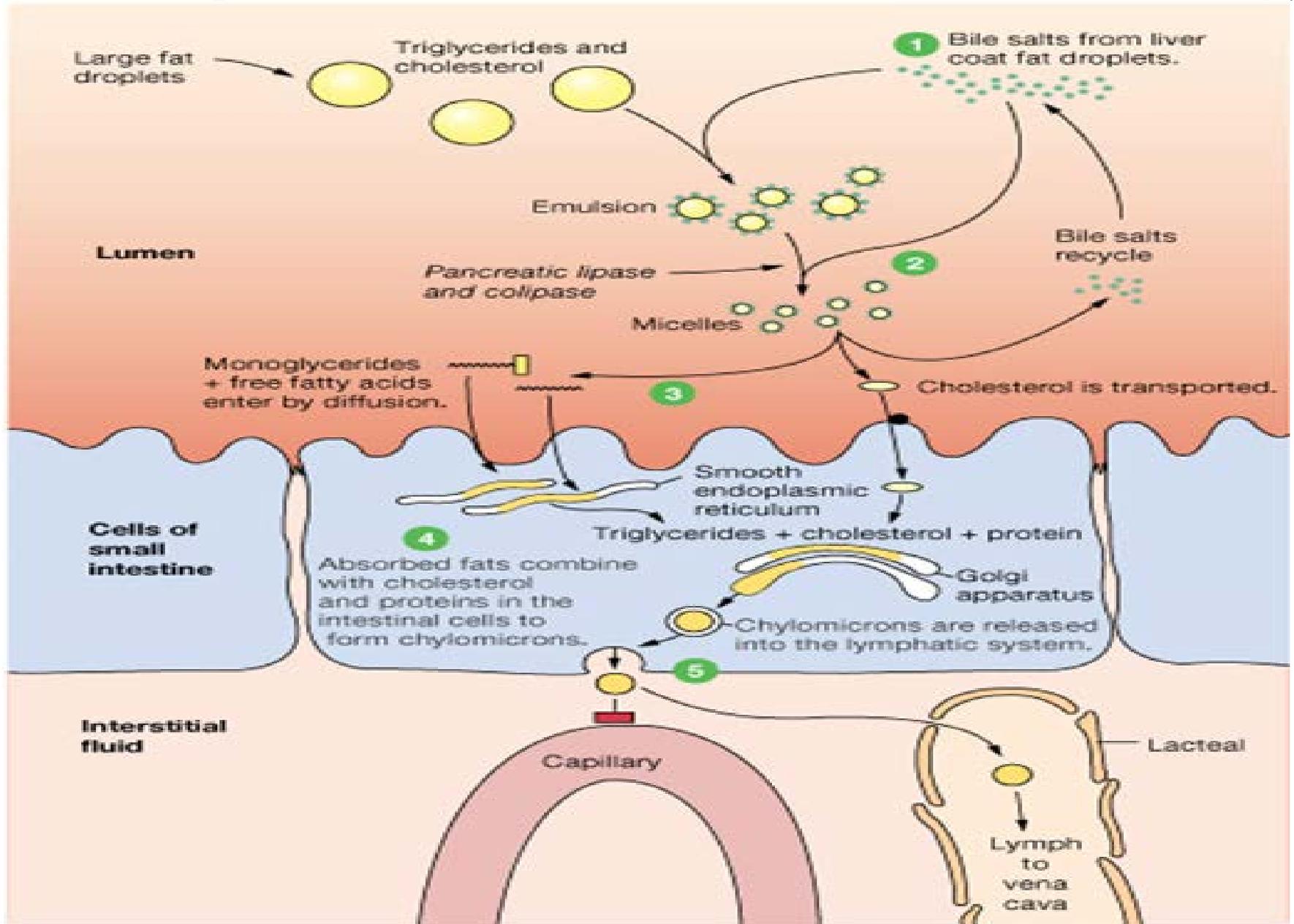
Dr. BENSAHLA TALET L

TALET L

Digestion des lipides

- La digestion implique:
 - Les acides biliaires et leurs sels
 - Des Enzymes
 - Lipases (pancréatiques)
 - Colipase
 - Cholesterol esterase
 - Phospholipase A₂
- La formation de micelles pour pouvoir traverser la bordure en brosse

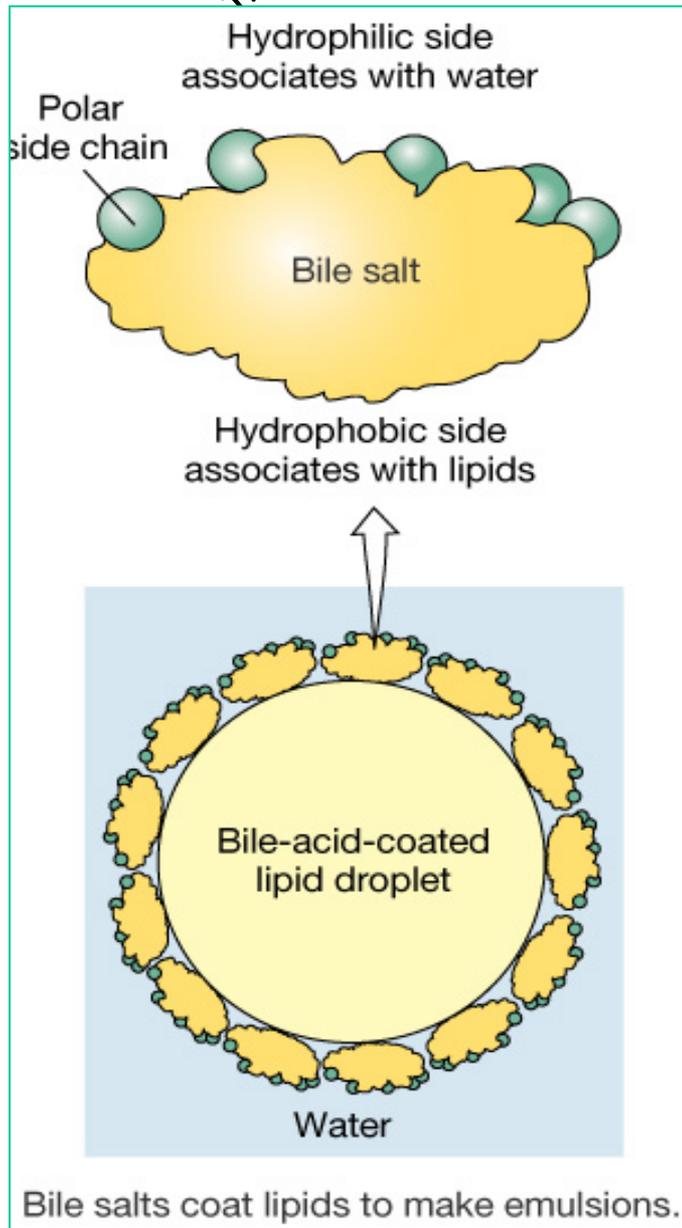
Vue générale de la digestion & de l'absorption des triglycérides



Émulsion et émulsification

- Une émulsion est un mélange hétérogène de deux substances liquides non miscibles comme l'eau et l'huile .
- L'émulsification consiste à disperser l'une des substances (ici les lipides) dans l'autre (la phase aqueuse) sous forme de petites gouttelettes.
- Le mélange reste stable grâce à un troisième analyte appelé émulsifiant qui joue un rôle de tensioactif (ici les sels biliaires).

Action des sels biliaires sur l'émulsification des graisses



Les acides biliaires vont jouer le rôle de détergents (agent de surface) pour solubiliser les lipides dans la phase aqueuse du chyle

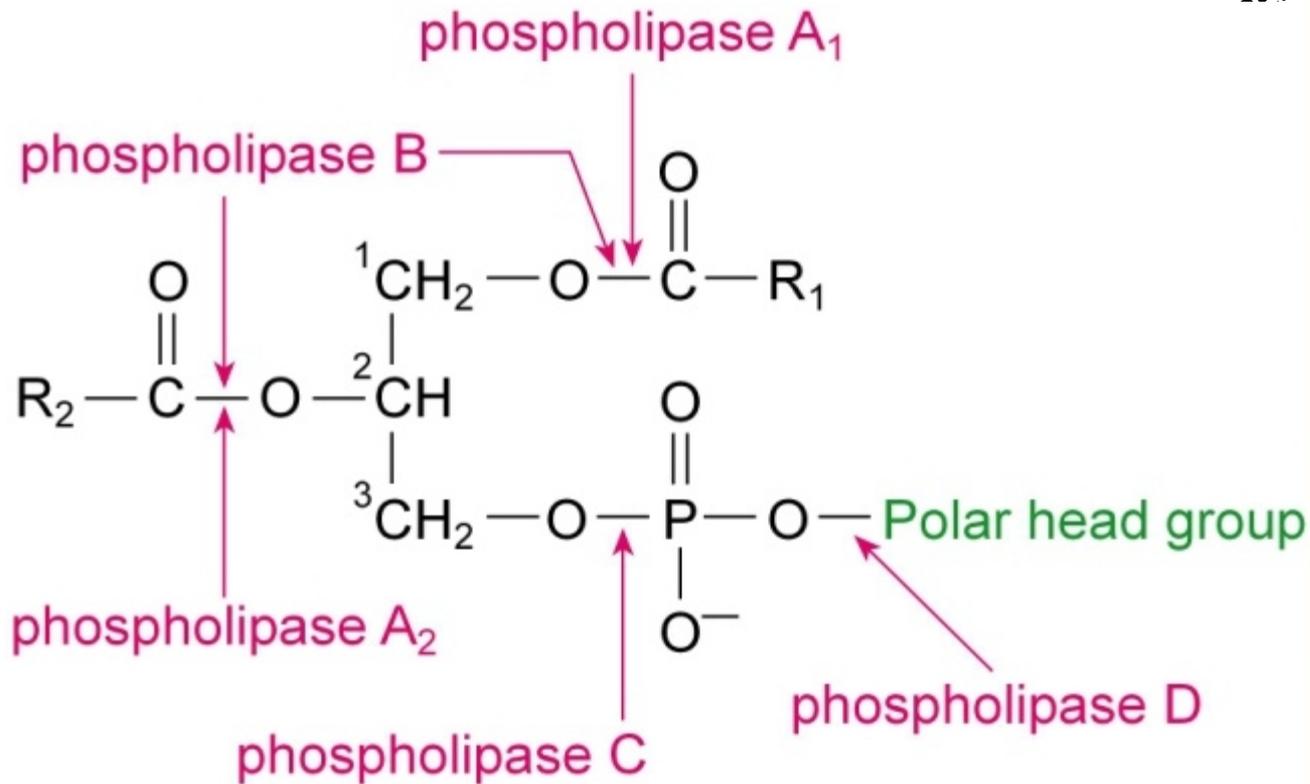
Les acides biliaires sont amphiphiles avec un domaine hydrophile (acide aminé conjugué) et un domaine lipophile (cholestérol)

L'émulsification va rendre les lipides accessibles à la lipase pancréatique

Action de la lipase pancréatique

Dr. BENSALHA TALET L

BENSALHA TALET L



ET L

TALET L

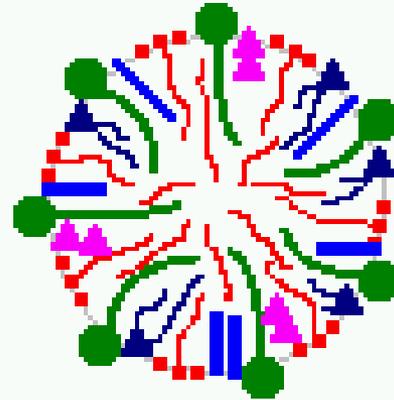
La lipase pancréatique hydrolyse les TG séquentiellement en position 1 puis 3 pour donner des diglycérides (1,2-diacylglycerols) et finalement un monoglycéride (2-acylglycerols)

Les micelles

- Les acides gras libres et les monoglycérides produits par la digestion des lipides forment avec les sels biliaires des complexes hydrosolubles appelés micelles et dont le diamètre est de 4 à 6 nm
- C'est la phase de solubilisation des lipides
- Les micelles permettent le passage en milieu hydrophile de substances lipophiles vers la bordure en brosse par endocytose

Les micelles: structure

La fraction polaire des molécules les plus solubles est tournée vers l'extérieur et forme, avec les sels biliaires une "enveloppe" contenant les composés les plus insolubles



- Bile salts
- Monoglyceride
- Fatty acids
- Phospholipids
- Cholesterol

Devenir des micelles

- Les micelles sont endocytées dans le jéjunum.
- Les AG, les monoglycérides et la lysolécithine quittent les micelles pour entrer dans les entérocytes.
- Les sels biliaires sont exclus de ce processus et ils sont libérés dans la lumière intestinale où ils peuvent participer à la formation de nouvelles micelles ou se trouver absorbés dans l'iléon pour subir un recyclage entérohépatique
- Il y a environ 4 cycles par jour

Devenir des analytes absorbés

Dr. BENSAPHLA TALET L

1. Acides gras:

- Si moins de 10-12 atomes de carbone
 - Plus hydrosolubles que les AG à longue chaîne
 - Absorbé directement dans le sang portal
- Si plus de 10-12 atomes de carbone
 - Absorbé par les entérocytes
 - Reconditionnés sous forme de TG
 - Participent à la formation des chylomicrons
 - Entre dans la circulation lymphatique
 - Gagne la circulation sanguine via le canal thoracique

2. Le cholestérol et la lysolécithine

- deviennent également des éléments des chylomicrons

3. vitamines liposolubles

- deviennent des éléments des chylomicrons

Dr. BENSAPHLA TALET L

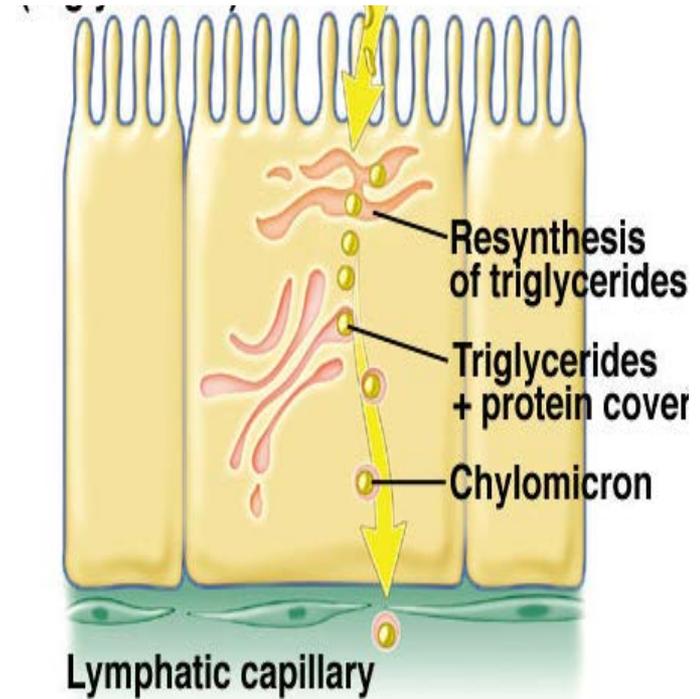
Dr. BENSAPHLA TALET L

Devenir des acides gras et des monoglycérides parvenus dans l'entérocyte

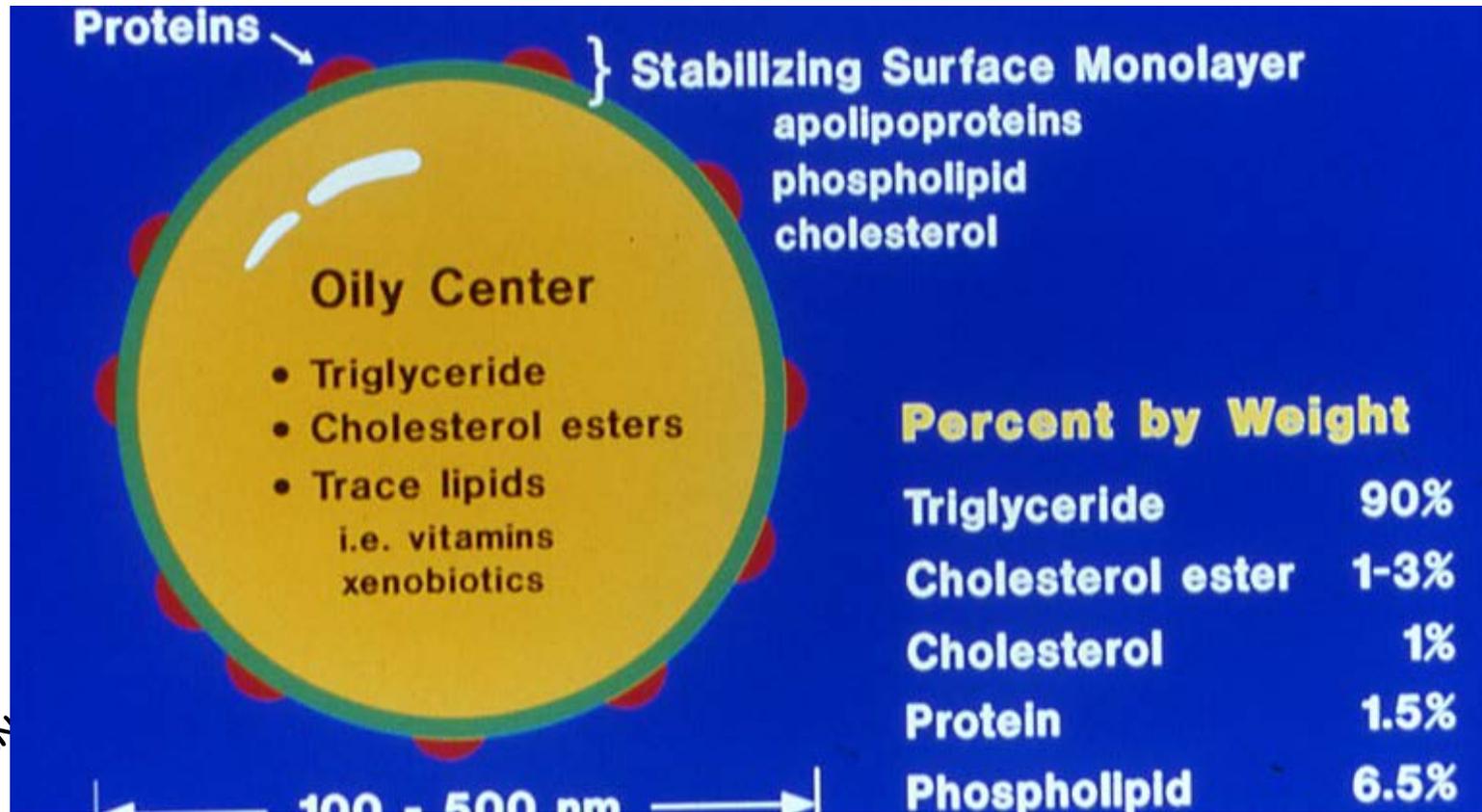
- Les AG à courte chaîne, relativement hydrosolubles, sont directement absorbés dans la circulation sanguine
- Les AG à longue chaîne et les monoglycerides sont trop lipophiles pour être directement sécrétés dans la circulation
- Ils vont devoir être reconditionnés sous forme de chylomicrons pour être transportables par le sang

Les chylomicrons

- Les AG à longue chaîne et les monoglycérides vont servir à la resynthèse de triglycérides et de phospholipides dans le reticulum endoplasmique de la cellule.
- Il y aura ensuite une combinaison de ces lipides avec une protéine (bêta-lipoprotéine) pour former les chylomicrons.



Structure et composition des chylomicrons

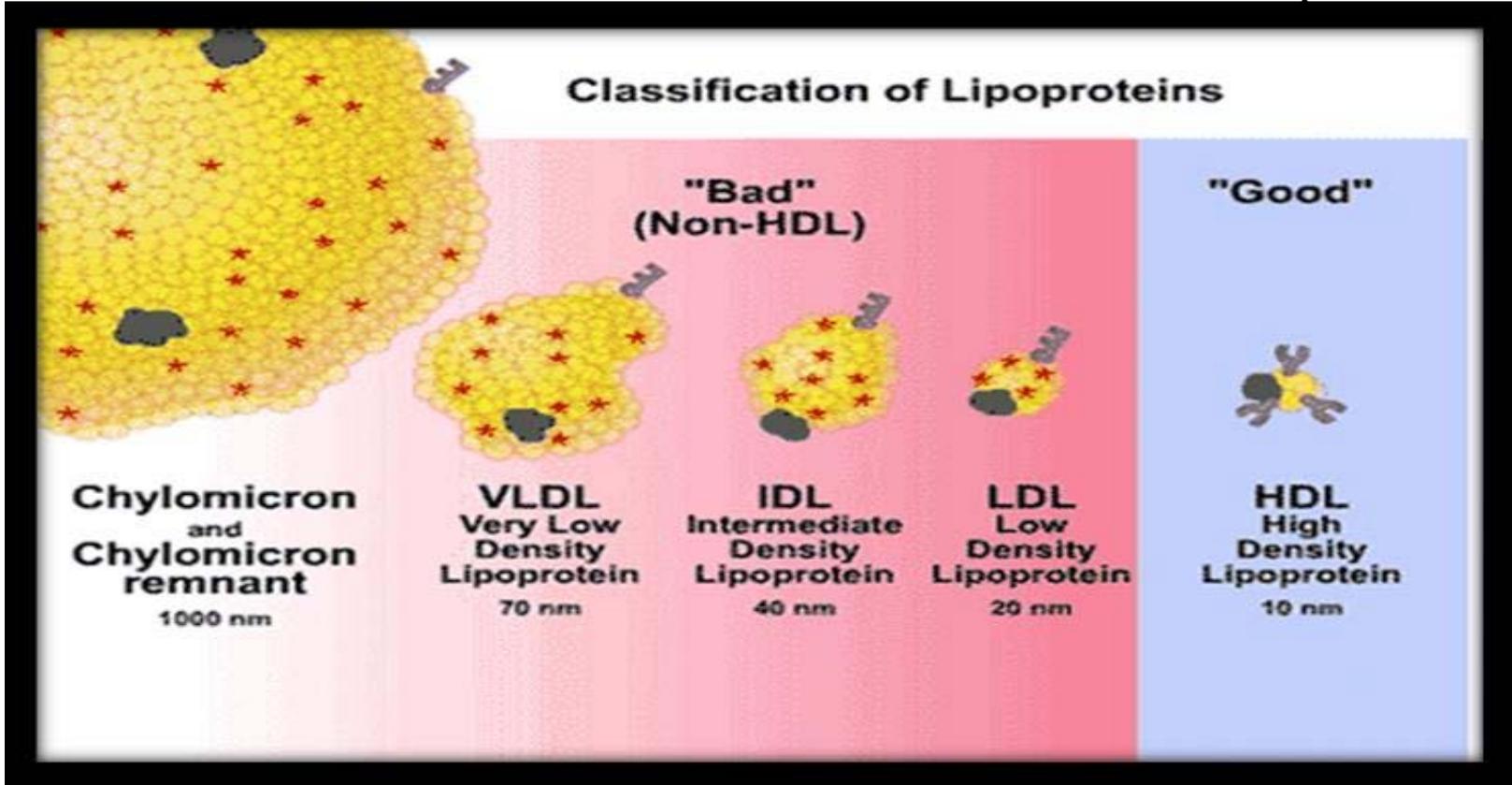


Absorption des vitamines liposolubles

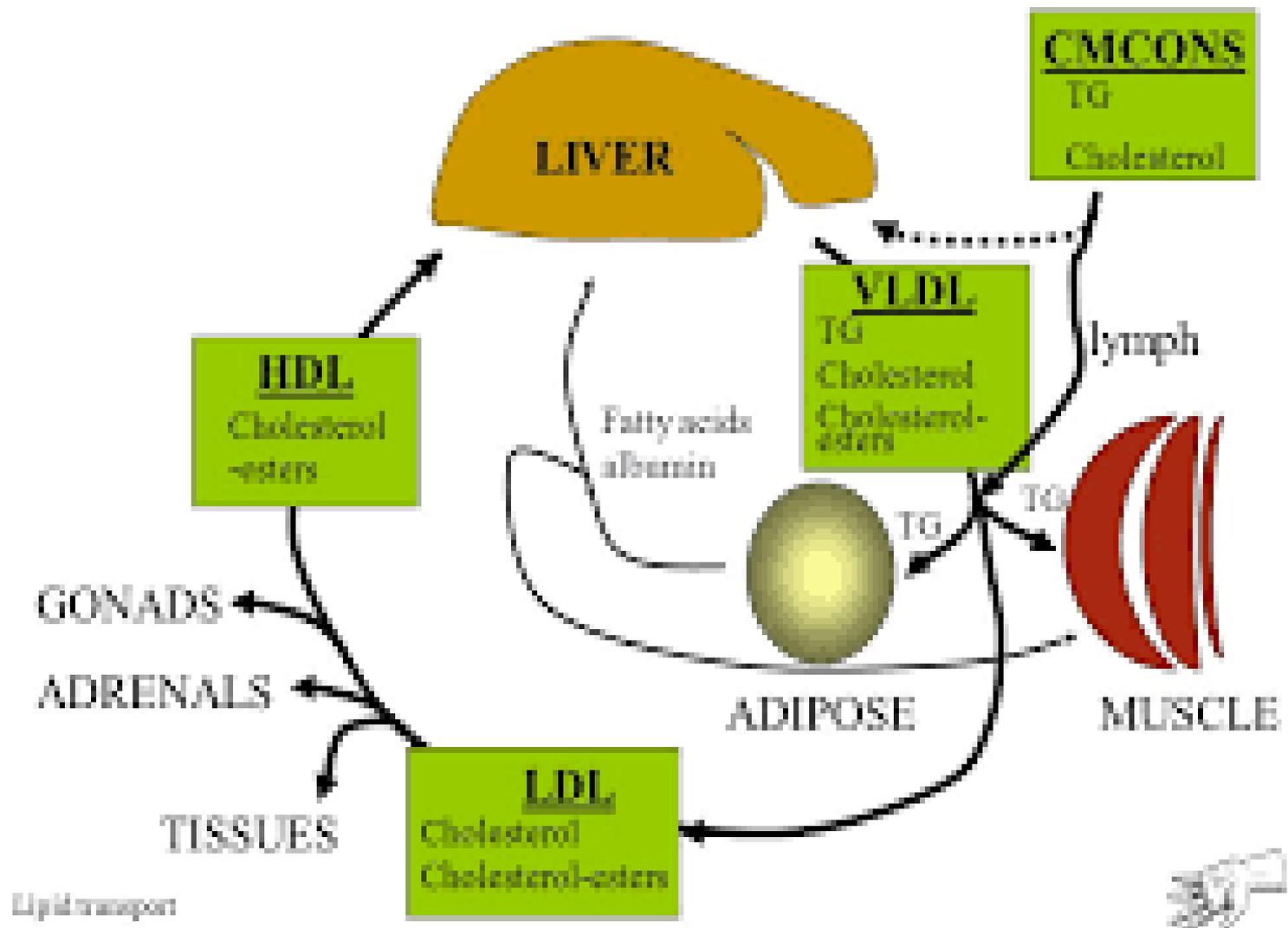
- vitamines A, D, E et K
 - diffusion dans les micelles et les lipides
 - absorption augmentée par la présence d'acides biliaires et de lipides
 - diffusion passive à travers la bordure en brosse de l'épithélium
 - accumulation dans les chylomicrons
 - transport par la lymphe vers le sang

Devenir des chylomicrons

- Les chylomicrons ont une durée de vie très courte dans la circulation sanguine
- les triglycérides des chylomicrons sont hydrolysés en glycérol et acides gras libres sous l'action de la lipoprotéine lipase
- la lipoprotéine lipase est localisée à la surface de l'endothélium des capillaires sanguins essentiellement du tissu adipeux, du cœur et des muscles et de la mamelle en période de lactation



Dr. BE



Lipid transport

Dr. B



A - ACTIVATION ET ENTREE DES ACIDES GRAS DANS LA MITOCHONDRIE

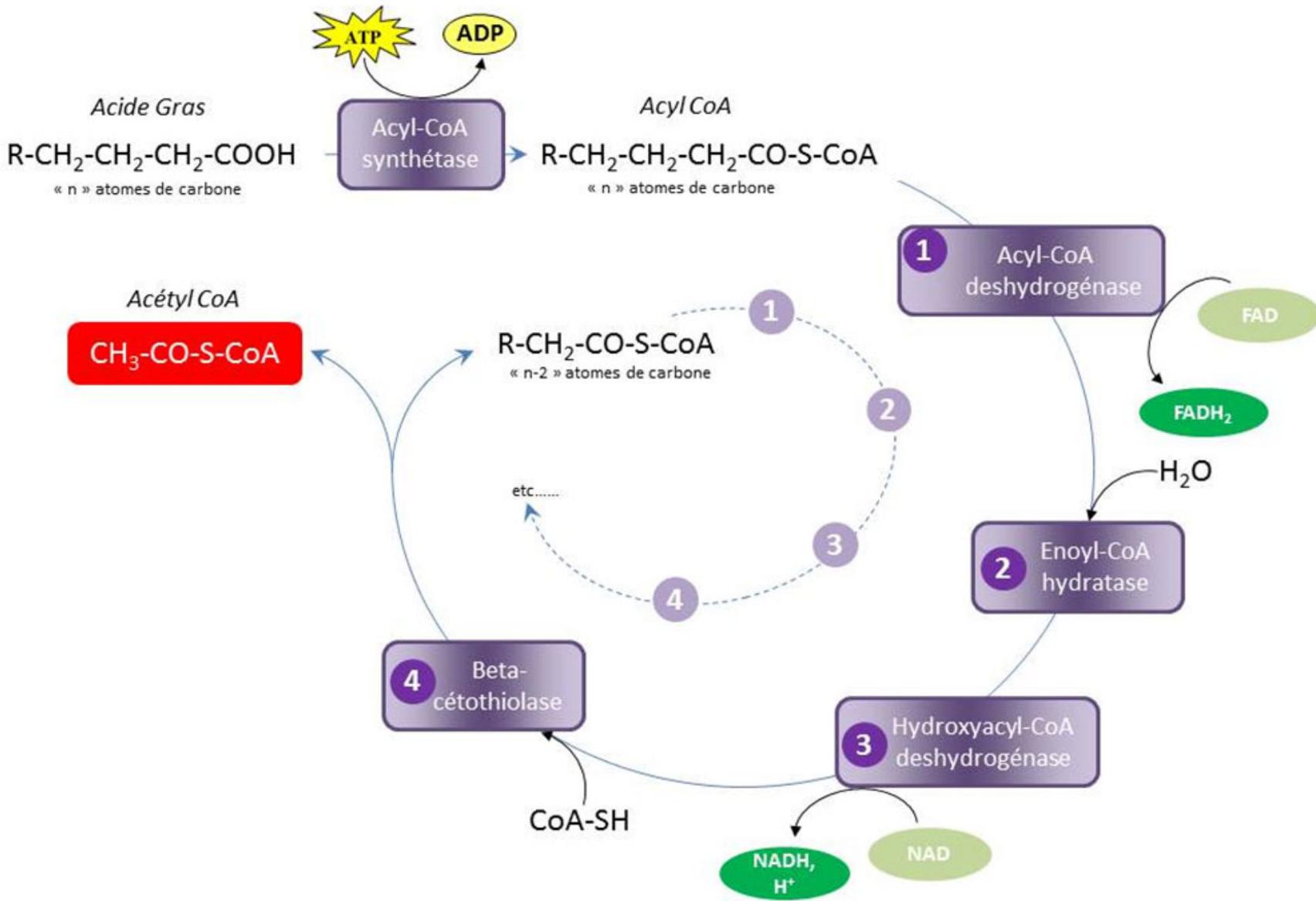
Dr. BENSAHLA TALET

Dr. BENSAHLA TALET

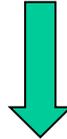
1. Activation de l'acide gras par le coenzyme A
2. Pénétration de l'Acyl CoA dans la mitochondrie
3. Transfert sur le Coenzyme A intra mitochondrial

Dr. BENSAHLA TALET L

Dr. BENSAHLA TALET L



b. Bilan de la β -oxydation des acides gras saturés



Pour un acide gras à n carbones, il y a :

- [(n/2) - 1] tours d'hélice de Lynen
- [(n/2) - 1] NADH
- [(n/2) - 1] FADH₂
- (n/2) acétyl CoA

Exemple :



Dr. BENSAHLA TALET L

La dégradation du C18 aboutit à la formation de :

Dr. BENSAHLA TALET L

- 9 Acétyl CoA 9x12 ATP=**108**

- 8 FADH₂ 8x2 ATP=**16**

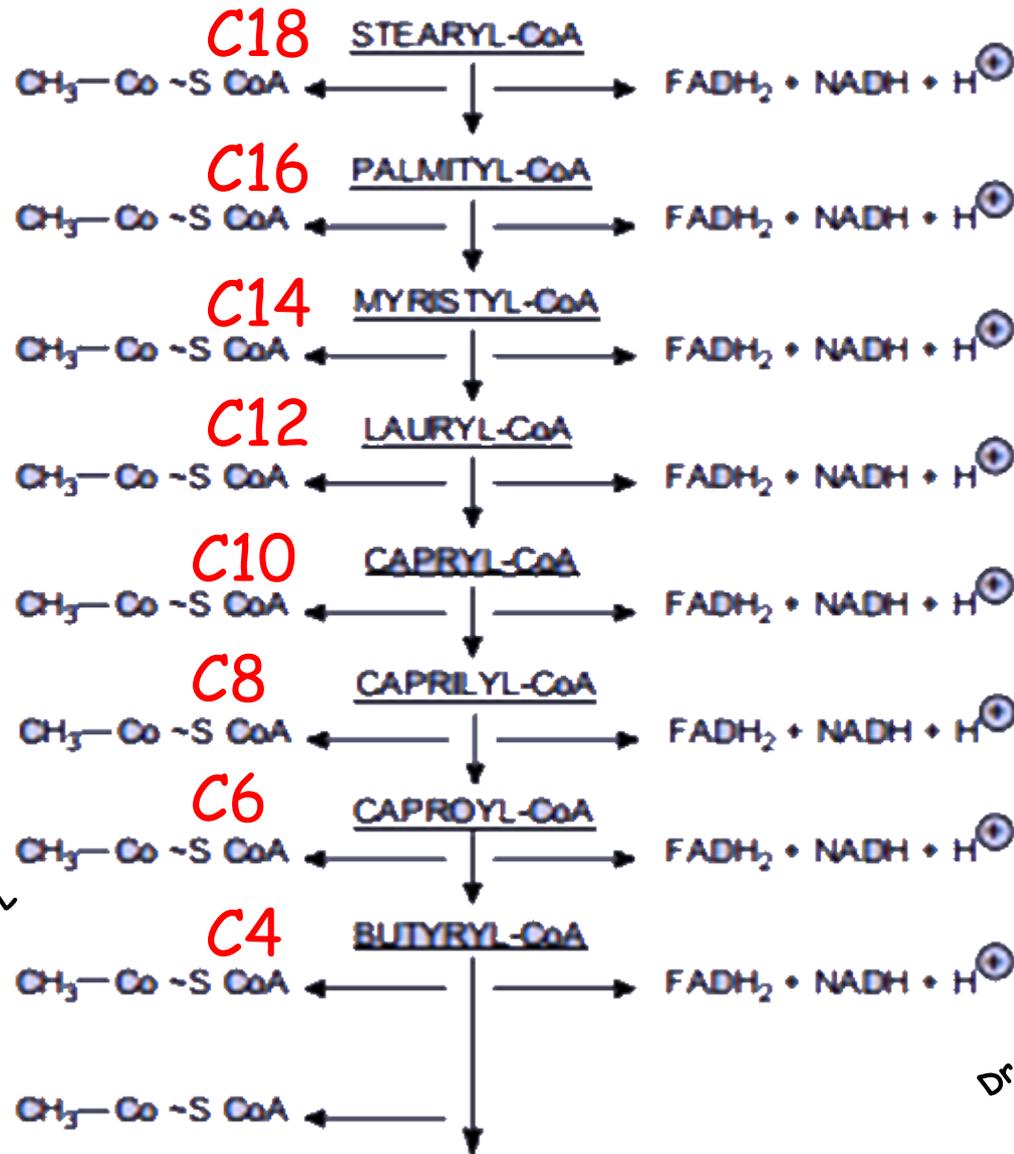
- 8 (NADH + H⁺) 8x3ATP=**24**

Le bilan total **148** ATP - **1**ATP (activation acide gras) = **147** ATP

Dr. BENSAHLA TALET L

Dr. BENSAHLA TALET L

3) Bilan énergétique : ex : dégradation de l'acide stearique en C18.



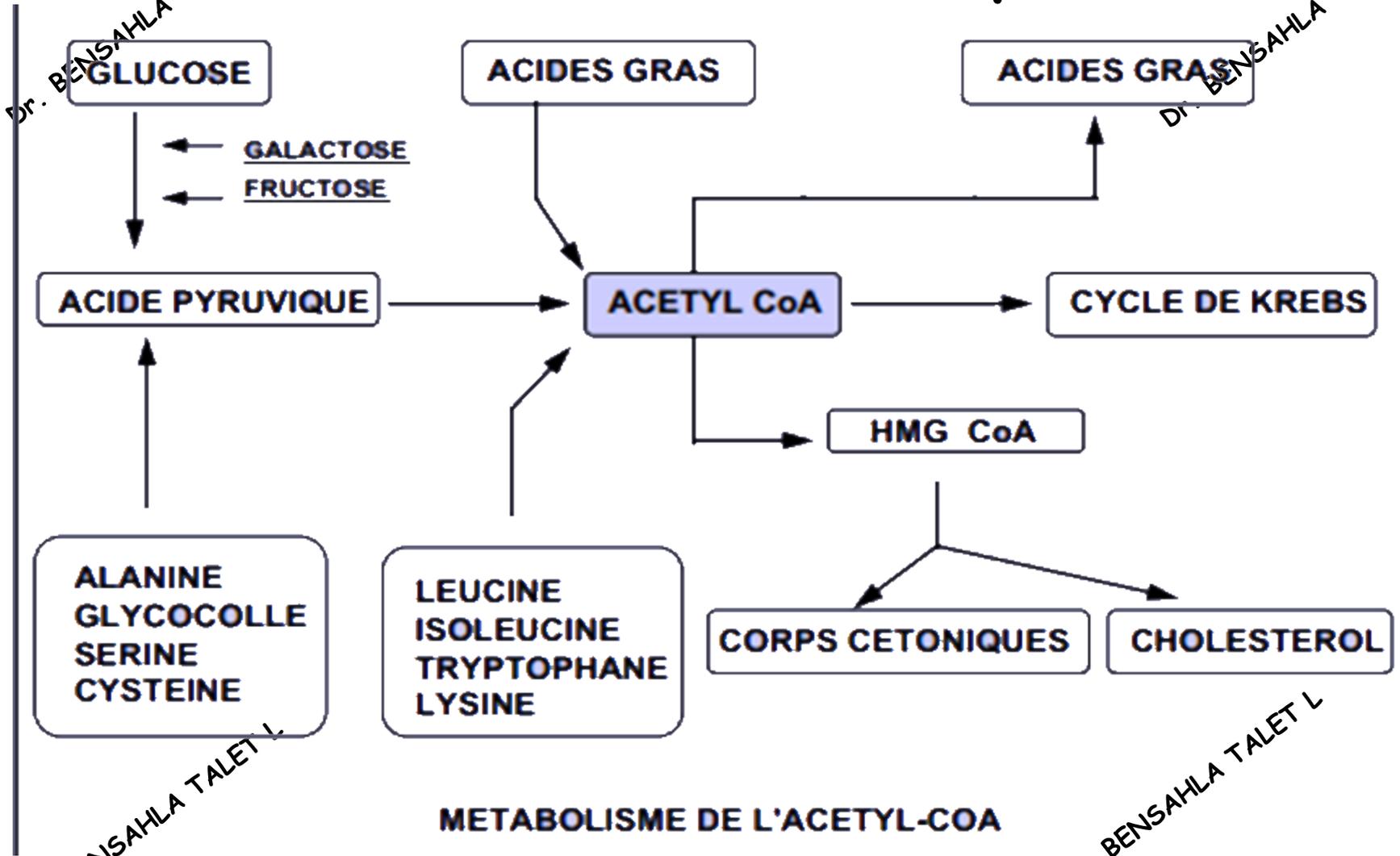
Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

Dr. BENSAPHLA TALET L

Métabolisme de l'acetyl - CoA



METABOLISME DE L'ACETYL-COA

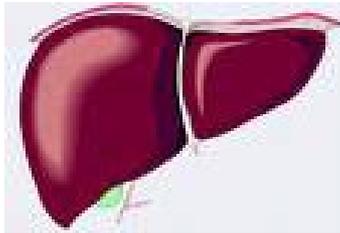
Dr. BENSALHA TALET L

Dr. BENSALHA TALET L

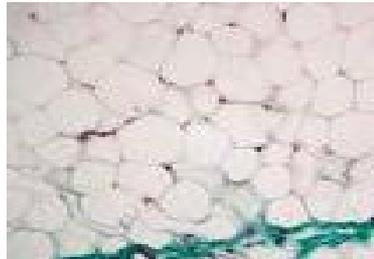
Dr. BENSALHA TALET L

Dr. BENSALHA TALET L

La biosynthèse se déroule en particulier dans :



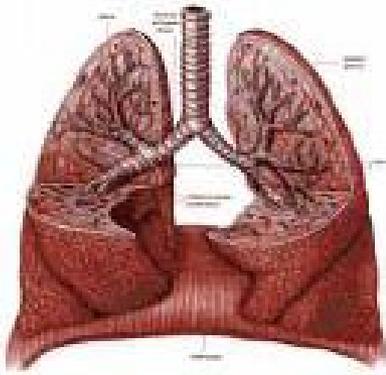
Foie



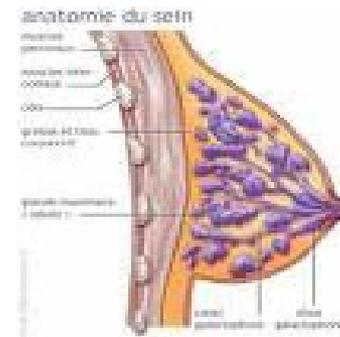
Tissus adipeux



reins



poumons



Glande mammaire

Biosynthèse des acides gras

- Elle s'effectue dans le cytoplasme (cellules hépatiques, adipocytes), à partir de l'acétyl CoA provenant essentiellement de la dégradation des glucides.
- Elle fait intervenir deux systèmes hépatiques :

1- Acetyl CoA-carboxylase

2- le complexe multi enzymatique de l'AG synthétase

Biosynthese AG

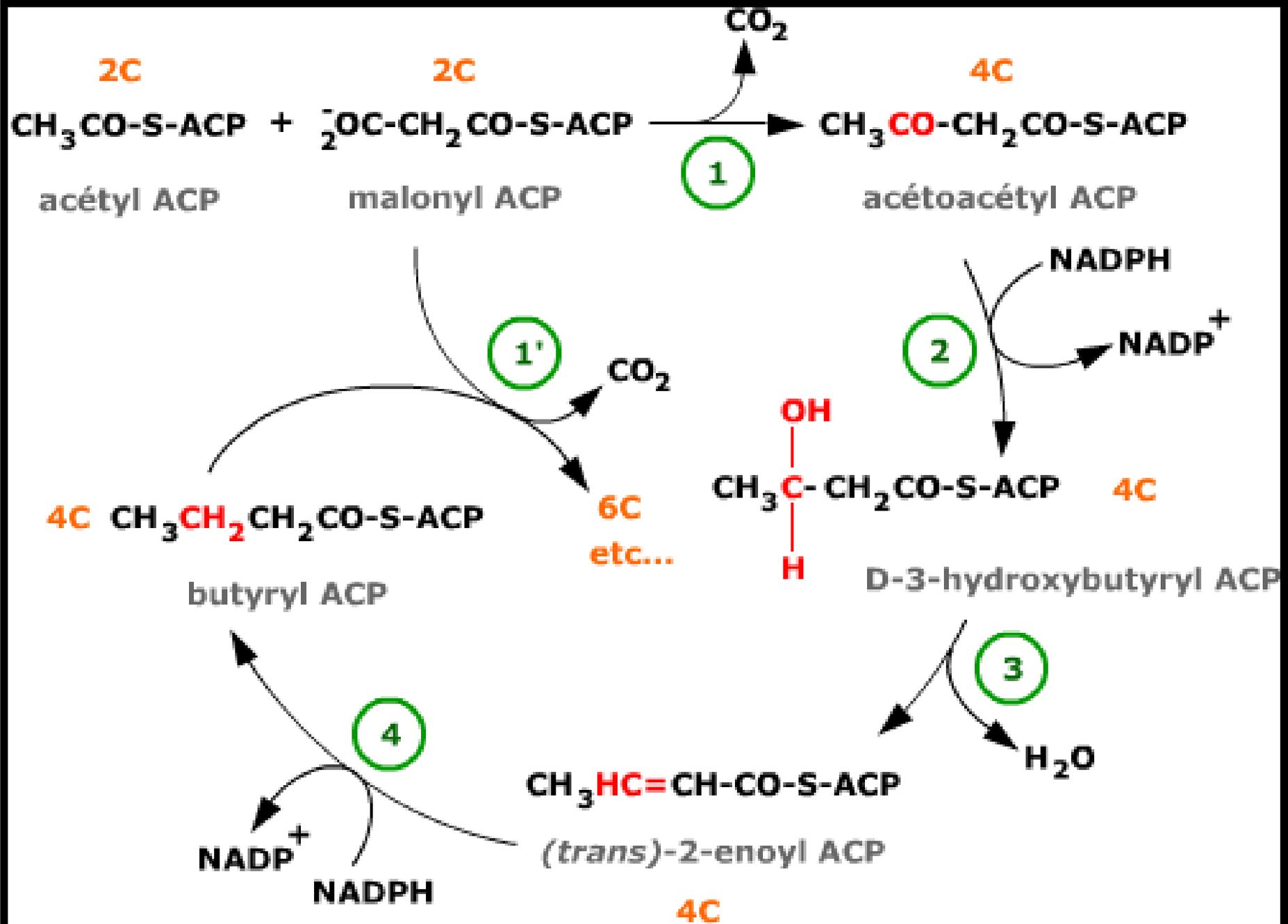
AG < 16 C = Cytoplasme

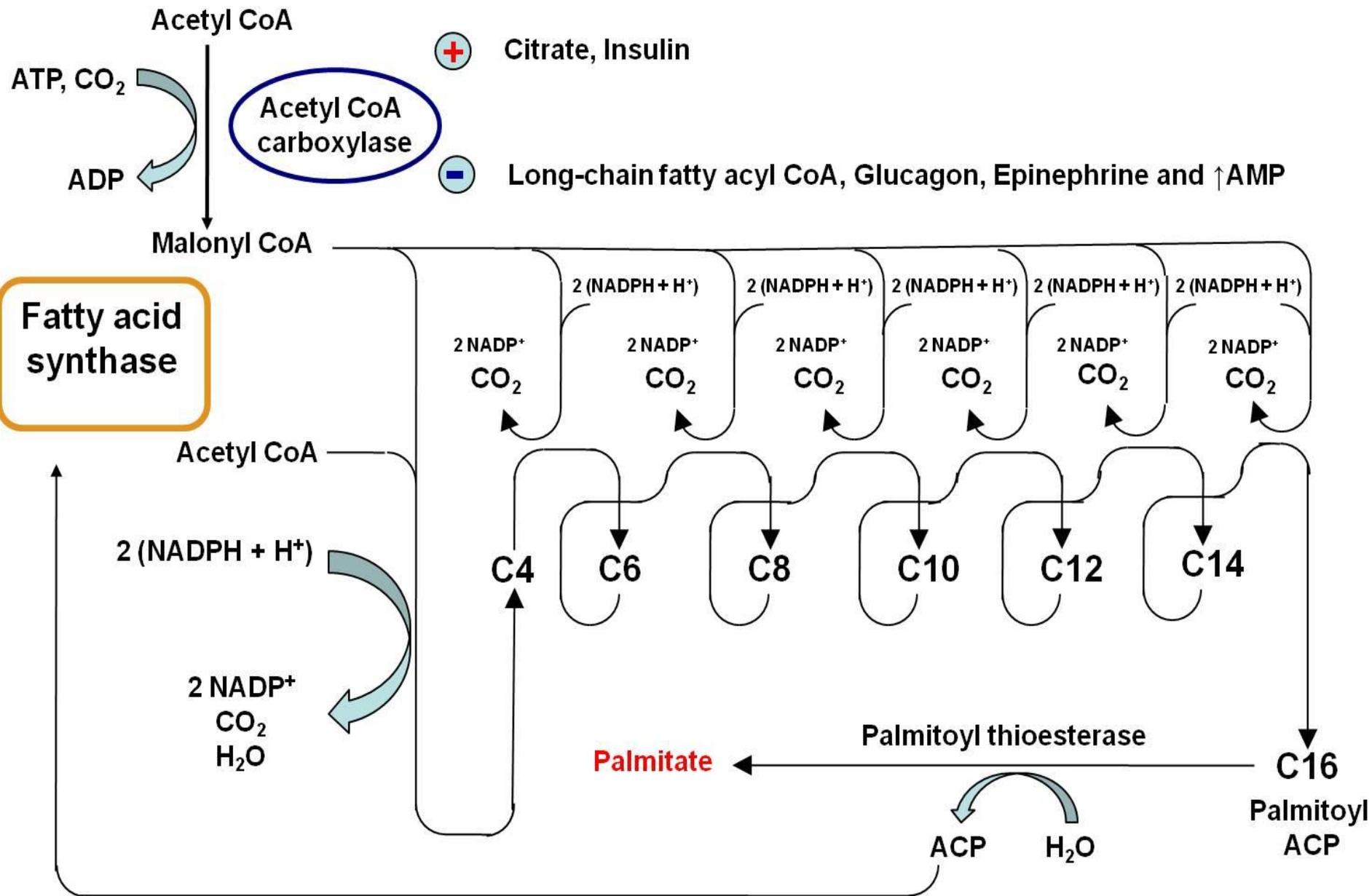
AG > 16 C Reticulum endoplasmique et mitochondries

AGI = membrane du RE (Reticulum endoplasmique)

Au total

- La biosynthèse d'une molécule d'acide palmitique nécessite une molécule d'Acétyl CoA et 7 molécules de Malonyl CoA (provenant de 7 acétyl CoA)
- Cette biosynthèse consomme :
 - 7 molécules d'ATP (carboxylation des acétyl CoA)
 - 14 molécules de NADPH + H⁺





Bilan de la synthèse d'AG paire

- La synthèse de l'acide palmitique est accomplie après 7 tours (ce qui représente (n-1) tours pour un acide gras à 2n carbones. La réaction globale est la suivante :

- $\text{Acétyl-CoA} + \text{HSACP} \longrightarrow \text{Acétyl-ACP} + \text{HSCoA}$
- $7 \text{ malonyl-CoA} + 7 \text{ HSACP} \longrightarrow 7 \text{ malonyl-ACP} + 7 \text{ HSCoA}$
- $7 \text{ Acétyl-CoA} + 7 \text{ CO}_2 + 7 \text{ ATP} \longrightarrow 7 \text{ malonyl-CoA} + 7 \text{ ADP} + 7 \text{ Pi}$
- Lorsqu'on additionne les 4 réactions ci-dessus on obtient :

