* Lipides → lipides proprement dit ... ①
→ lipoïdes (≠ d'acide gras)

Caractère → insolubilité dans l'eau.

① - acides gras lié → glycérol ⇒ glycéride (3C)
→ sphingosine ⇒ sphingolipides (18C)

* $C_n H_{2n} O_2$ ⇒ formule d'un acide gras saturé.

Acide gras → saturé ⇒ ≠ de double liaison.
→ insaturé

$C_n H_{2n-2} O_2$ ⇒ acide gras mono insaturé.

Acide gras essentiels → $C_{18:2}$ linoléique.
→ $C_{18:3}$ linolénique.

↓ l'organisme animal ne peut pas les synthétiser.

$C_{18:3}$ & $\omega 3$ ⇒ première double liaison à partir de CH_3

$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - \underbrace{CH = CH - CH_2 - CH = CH}_{\text{double liaison non conjuguée}} - (CH_2)_7 - COOH$

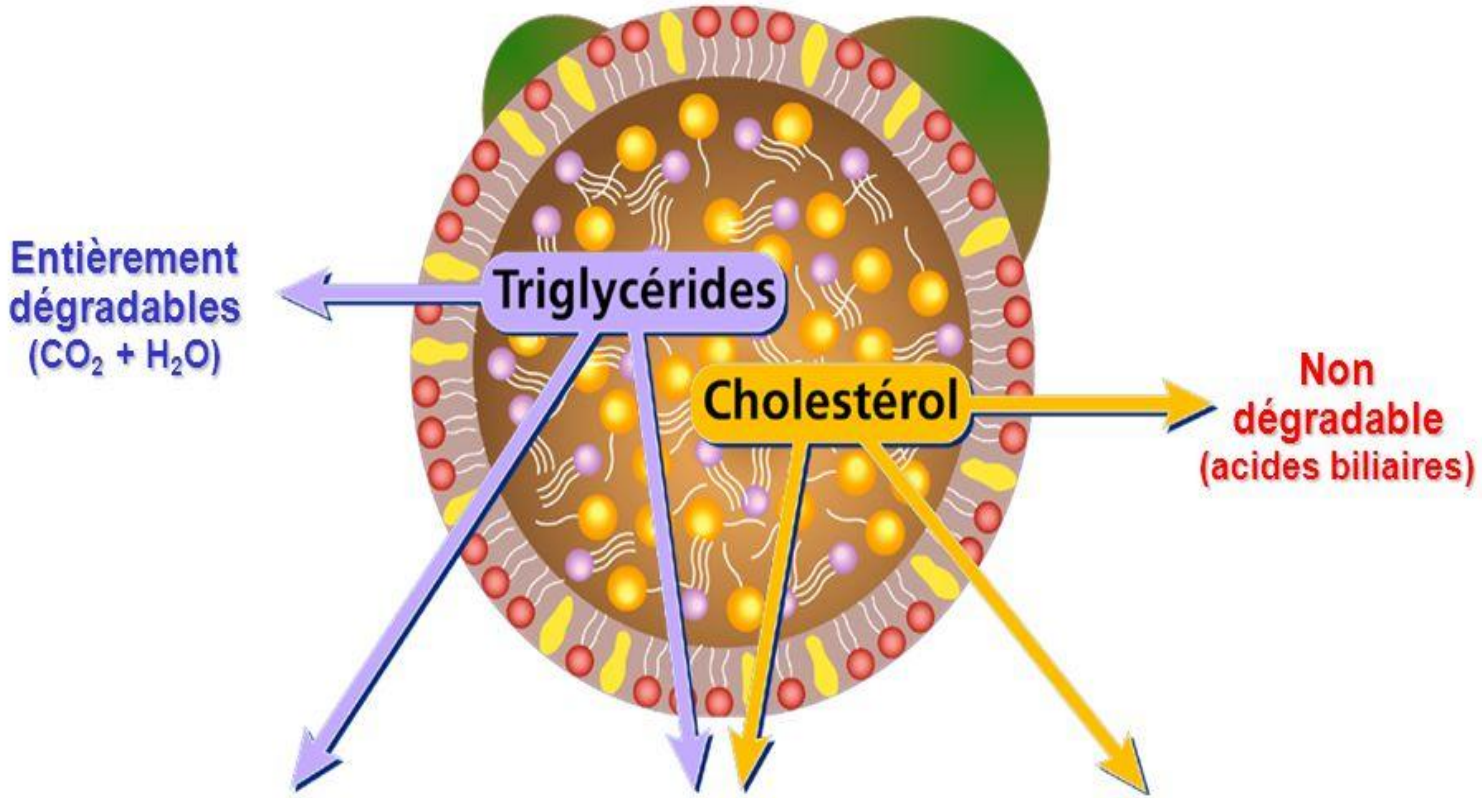
⇒ ($\exists$ CH_2 entre les 2 double liaison)

Les caroténoïdes ⇒ substances végétales qui possèdent des double liaisons conjuguées.

ex: (C_{40}) - β carotène (carrotte).
- Lycopène (tomate).

Lipoprotéines

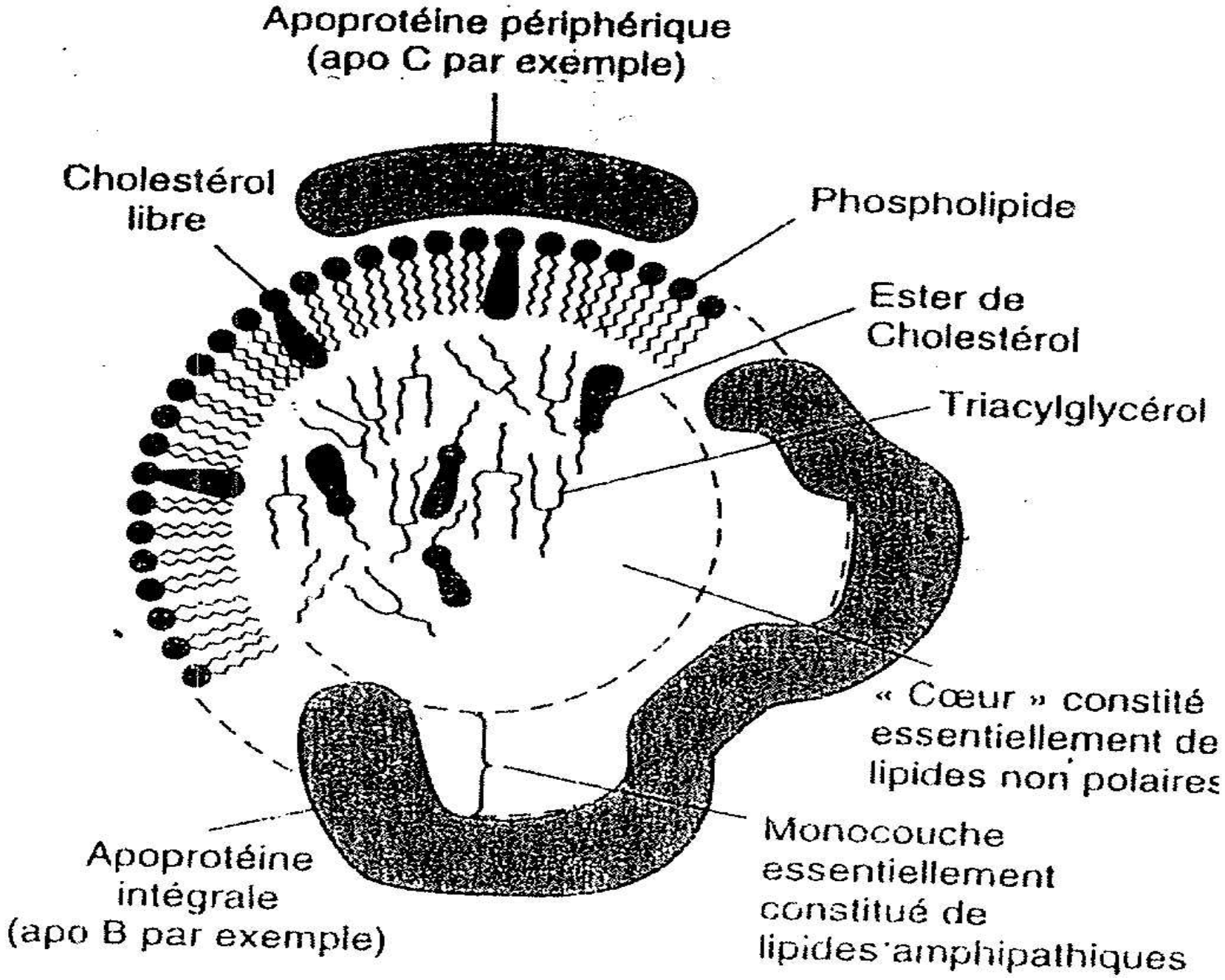
Devenir des lipides transportés

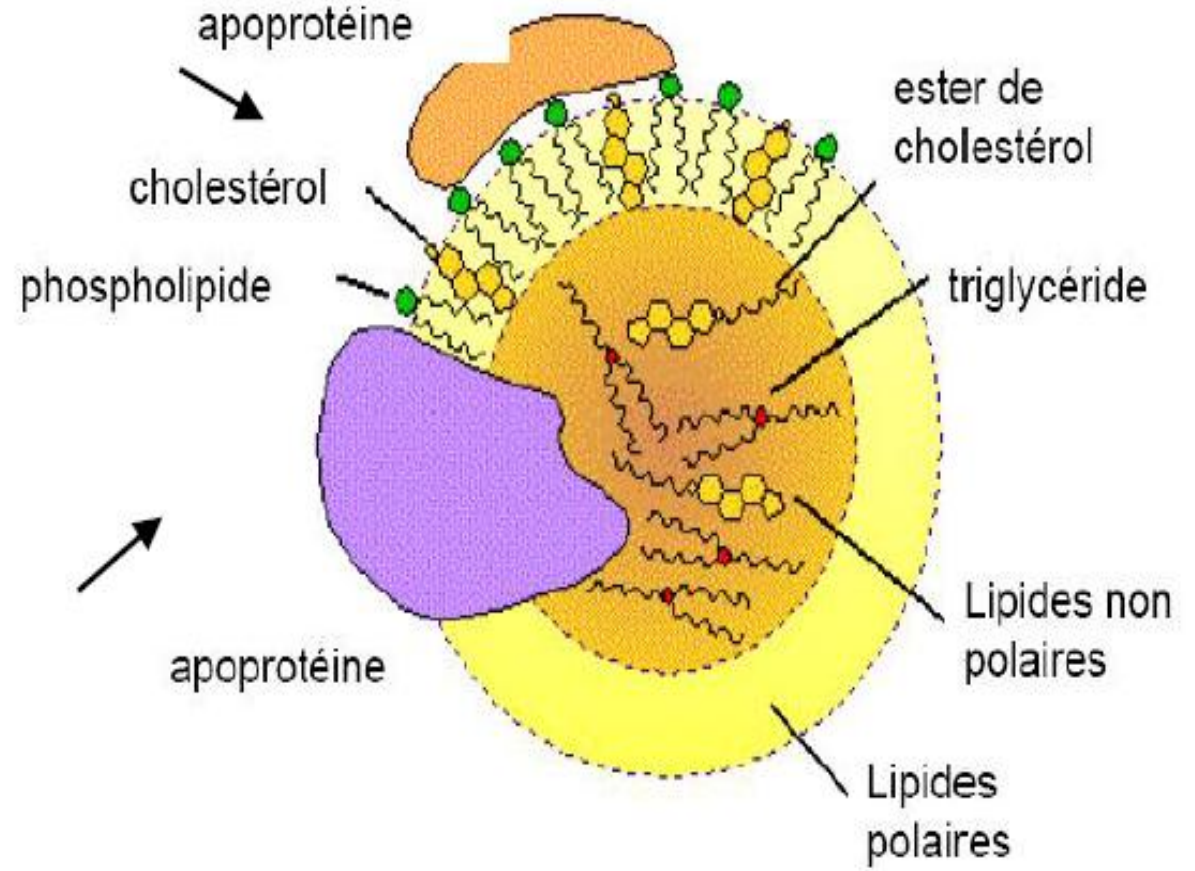


Energie / Signaux
(stockage / consommation)
(messages intracellulaires)

Membranes
(renouvellement cellulaire)

Signaux
(hormones)
(messages intracellulaires)


Apoprotéine périphérique
(apo C par exemple)
Cholestérol
libre
Phospholipide
Ester de
Cholestérol
Triacylglycérol
« Cœur » constité
essentiellement de
lipides non polaires
Monocouche
essentiellement
constitué de
lipides amphipathiques
Apoprotéine
intégrale
(apo B par exemple)



Structure schématique d'une lipoprotéine

Les **triglycérides** et les **esters de cholestérol** sont au **cœur de la lipoprotéine.**

FONCTIONS DES LIPOPROTÉINES

chylomicrons	VLDL+IDL+LDL	HDL
- Transport Des TG et le cholestérol d'origine alimentaire aux autres tissus	- Transport des lipides d'origine endogène du foie vers les tissus utilisateurs.	Transport du cholestérol des tissus vers le foie.

Lipoprotéines plasmatiques

Grâce au sang, tous les tissus de l'organisme sont pourvus en diverses substances nécessaires à leur métabolisme, parmi lesquelles se trouvent des substances hydrophobes (ex : les lipides et les vitamines liposolubles).

Comme le plasma sanguin est constitué en grande partie d'eau et que le plasma est par conséquent un fluide hydrophile, il n'est pas si facile de transporter des substances lipophiles. Pour cette raison, les lipides sont empaquetés dans de petites unités de transport appelées **lipoprotéines**.

Les **lipoprotéines** sont constituées, comme leur nom l'indique, de deux composantes : **les lipides à transporter** et une **portion protéique** qui maintient le complexe, assure sa solubilité dans l'eau et le transporte à destination. Ces protéines amphiphiles sont appelées **apoprotéines** ou **apolipoprotéines**. Il en existe plusieurs : ***Apo A, Apo B, Apo C, Apo D*** et ***Apo E*.**

Lipoprotéines = Lipides + protéines (apoprotéines)

Les lipides transportés sont :

- Les triglycérides ou triacylglycéroles,
- **les phospholipides**,
- le cholestérol,
- **les esters de cholestérol,**
- les acides gras libres en très infimes quantités.

Ester de cholestérol = Acide gras + cholestérol (exemple : oléate de cholestérol).

Phospholipide = glycérol + 2 acides gras + acide phosphorique + alcool

Exemple de phospholipide : Lécithine = phosphatidylcholine

Il existe 4 principales lipoprotéines :

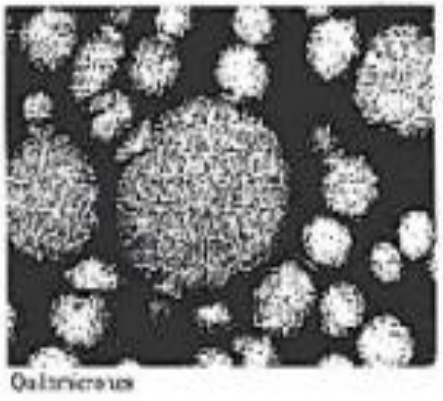
- Chylomicrons.
- VLDL (very low density lipoproteins).
- LDL (low density lipoproteins)
- HDL (High density lipoproteins).

Les **chylomicrons** et **VLDL sont riches en triglycérides ;**

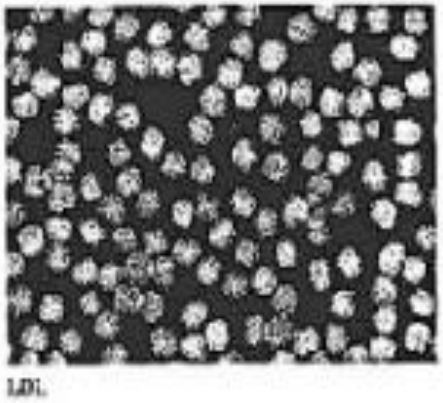
les LDL et HDL sont riches en cholestérol.

Comparaison des différentes LP

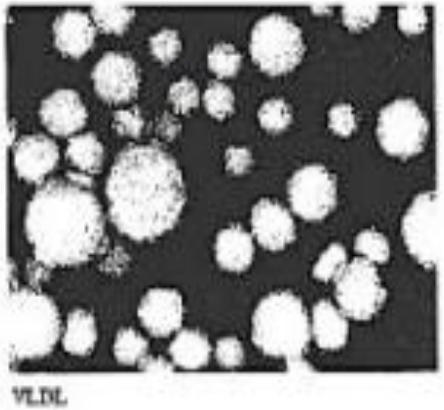
Chylomicrons
100-1000 nm
Protéines : 1-2 %
Lipides :
TG : 86 %
PL : 8 %
Chol Libre : 2 %
Chol est : 3 %



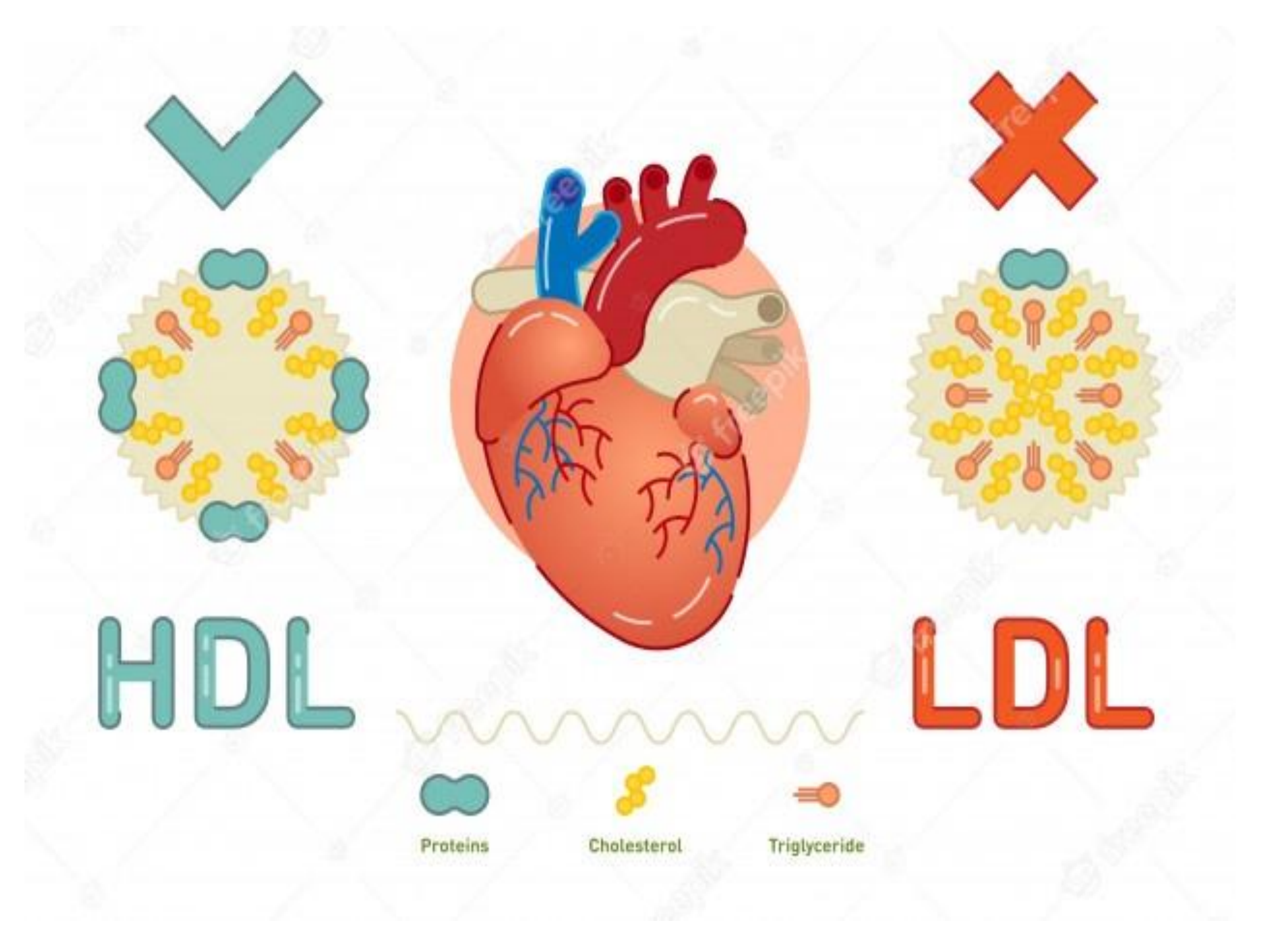
LDL
20-25 nm
Protéines : 20-25 %
Lipides :
TG : 9 %
PL : 20 %
Chol Libre : 8 %
Chol est : 40 %



VLDL
30-80 nm
Protéines : 6-10 %
Lipides :
TG : 55 %
PL : 18 %
Chol Libre : 7 %
Chol est : 13 %



HDL
5-12 nm
Protéines : 35-55 %
Lipides :
TG : 5 %
PL : 33 %
Chol Libre : 5 %
Chol est : 17 %

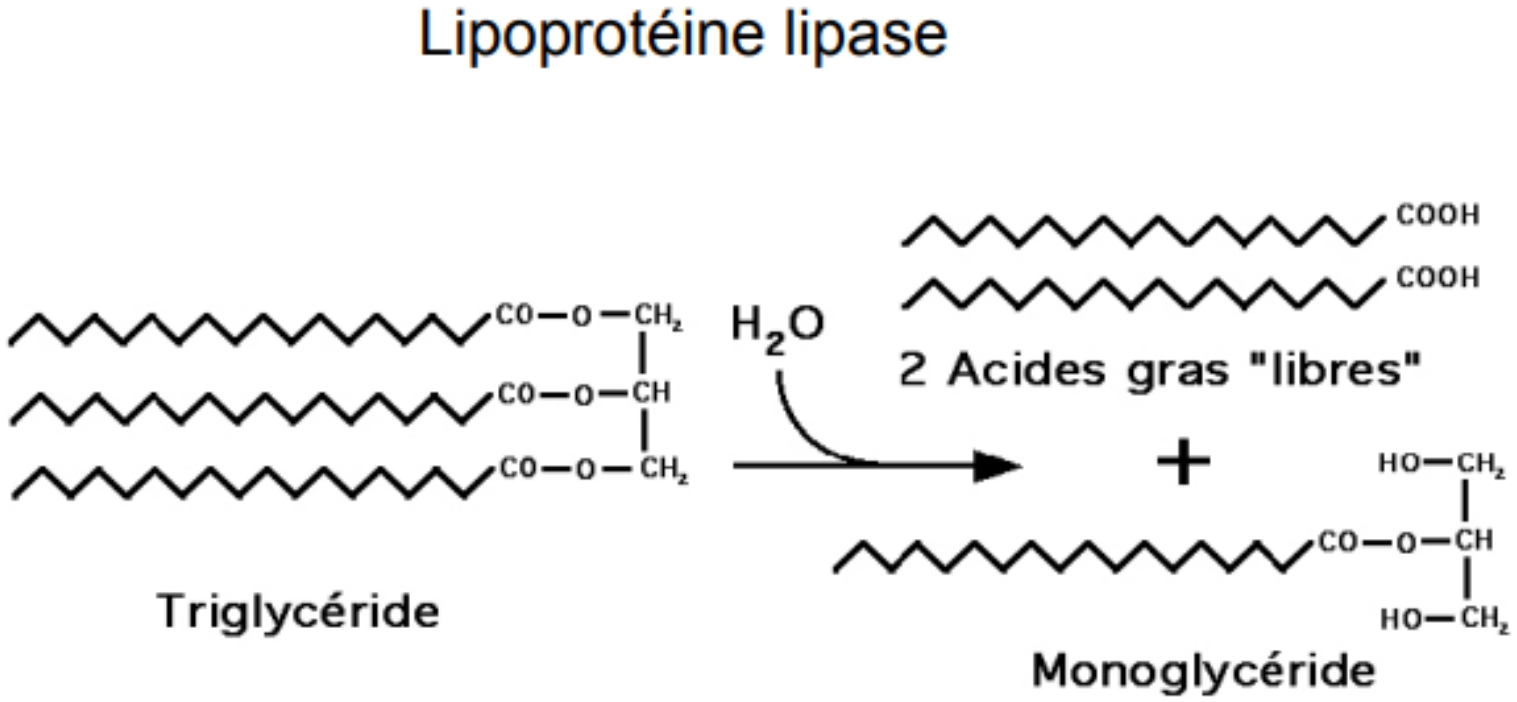

HDL
LDL
Proteins
Cholesterol
Triglyceride

Fractions	Source	Diamètre (nm)	Densité	Composition						
				Protéines (%)	Lipides totaux (%)	Pourcentages des lipides totaux				
						Triacyl-glycérol	Phospho-lipides	Esters de choles-térol	Choles-térol libre	Acide gras libre
Chylomicrons	Intestin	90–1000	<0,95	1–2	98–99	88	8	3	1	...
Remnants de chylomicrons	Chylo-microns	45–100	<0,019	6–8	92–94	80	11	...	4	1
Lipoprotéines de très faible densité (VLDL)	Foie (intestin)	30–90	0,95–1,006	7–10	90–93	56	20	15	8	1
Lipoprotéines de densité Intermédiaire (IDL)	VLDL	25–30	1,006–1,019	11	89	29	26	34	9	1
Lipoprotéines de faible densité (LDL)	VLDL	20–25	1,019–1,063	21	79	13	28	48	10	1
Lipoprotéines de densité élevée (HDL)										
HDL_1	Foie et intestin VLDL Chylo-microns	20–25	1,019–1,063	32	68	2	53	34	11	...
HDL_2		10–20	1,063–1,125	33	67	16	43	31	10	...
HDL_3		5–10	1,125–1,210	57	43	13	46	29	6	6
Préβ-HDL[1]		<5	>1,21	70	30	...	83	...	17	...
Albumine-FFA	Tissu adipeux	...	>1,281	99	1	0	0	0	0	100

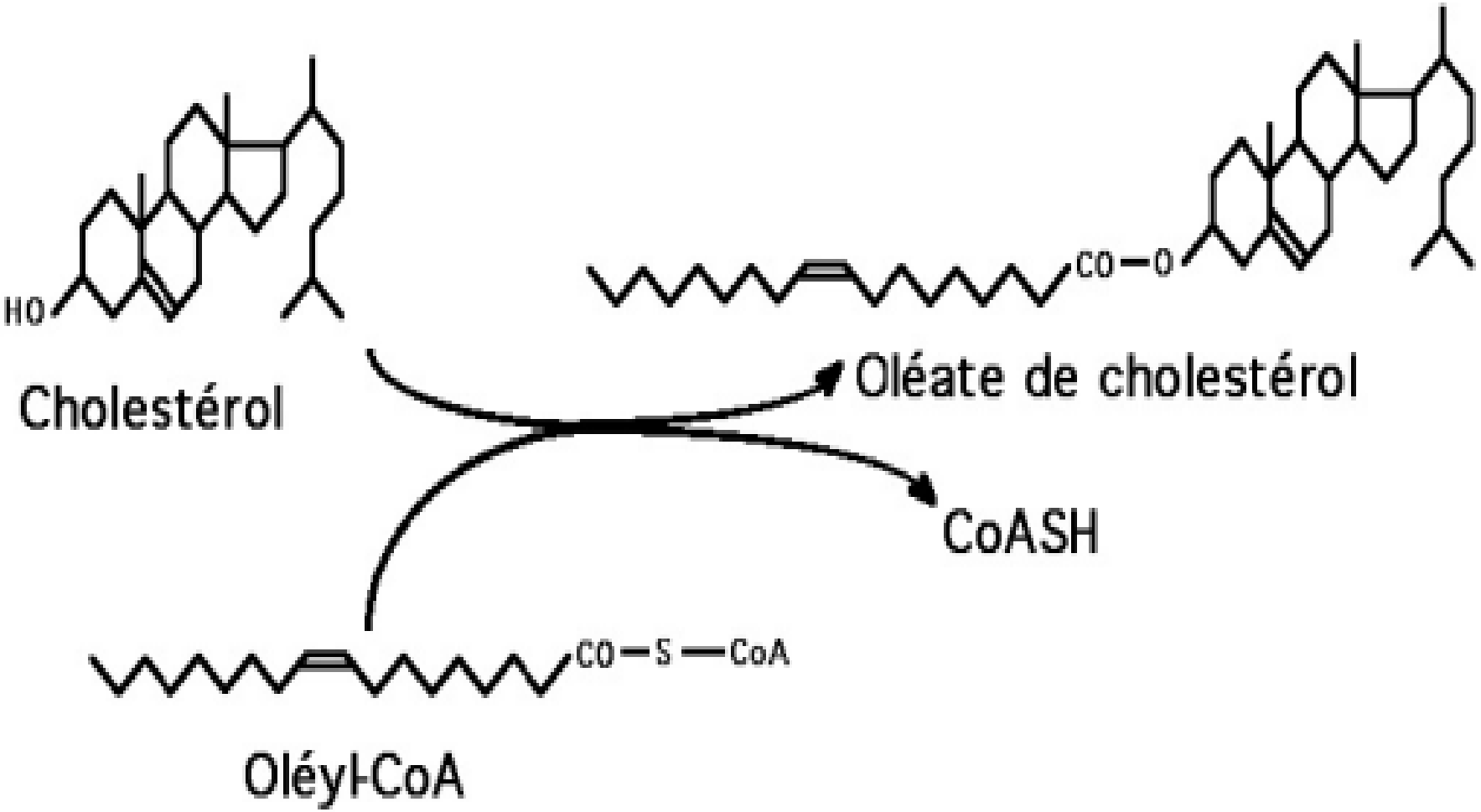
Les apolipoprotéines ont plusieurs rôles :

• structural (forme avec des lipides des lipoprotéines) ;

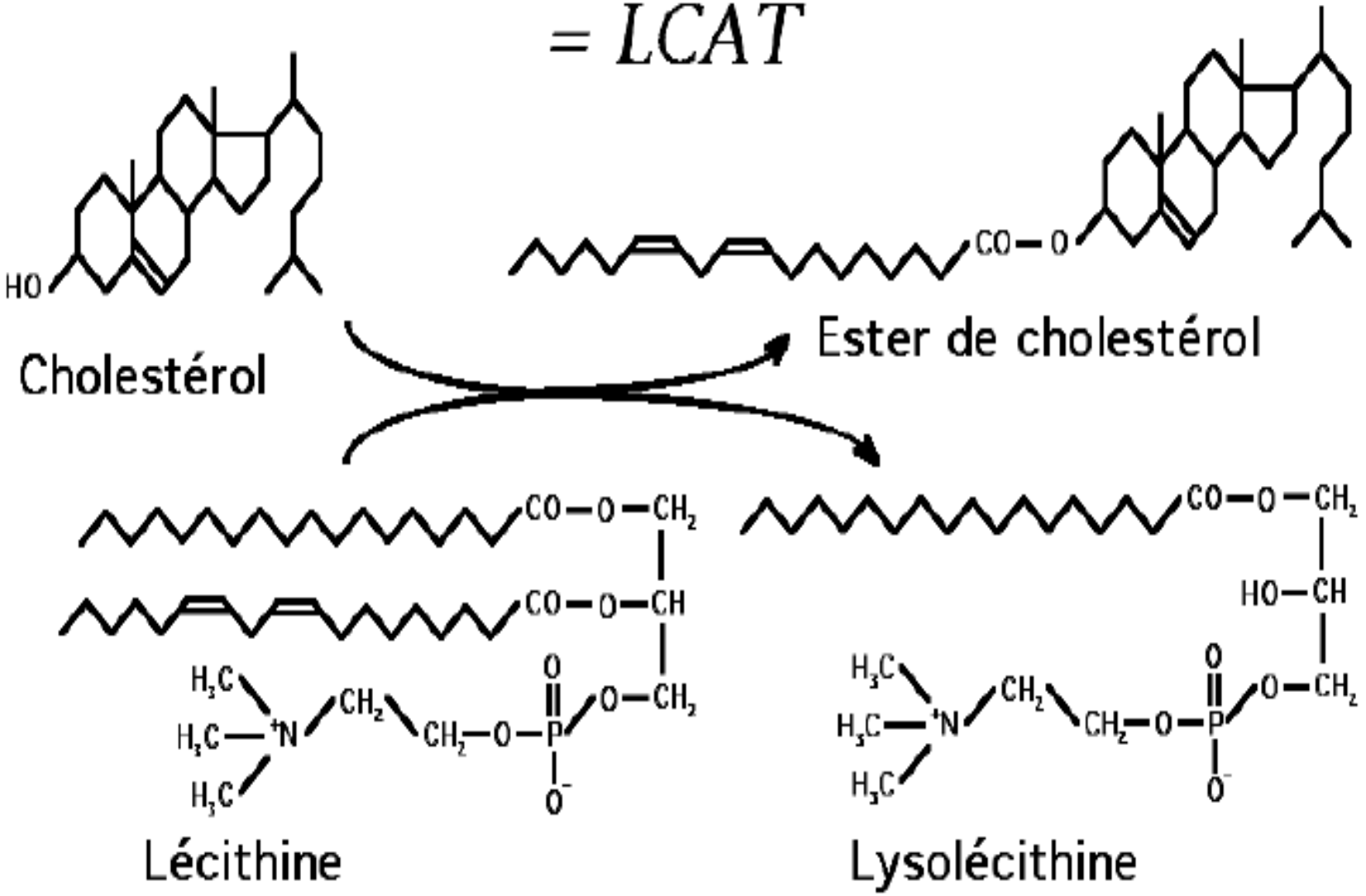
• activatrices d'enzymes (exemples : Apo C-II activatrice de la lipoprotéine lipase ; Apo A-I activatrice de la lécithine cholestérol acyltransférase (LCAT).



Acyl-CoA Cholestérol Acyl Transférase = ACAT



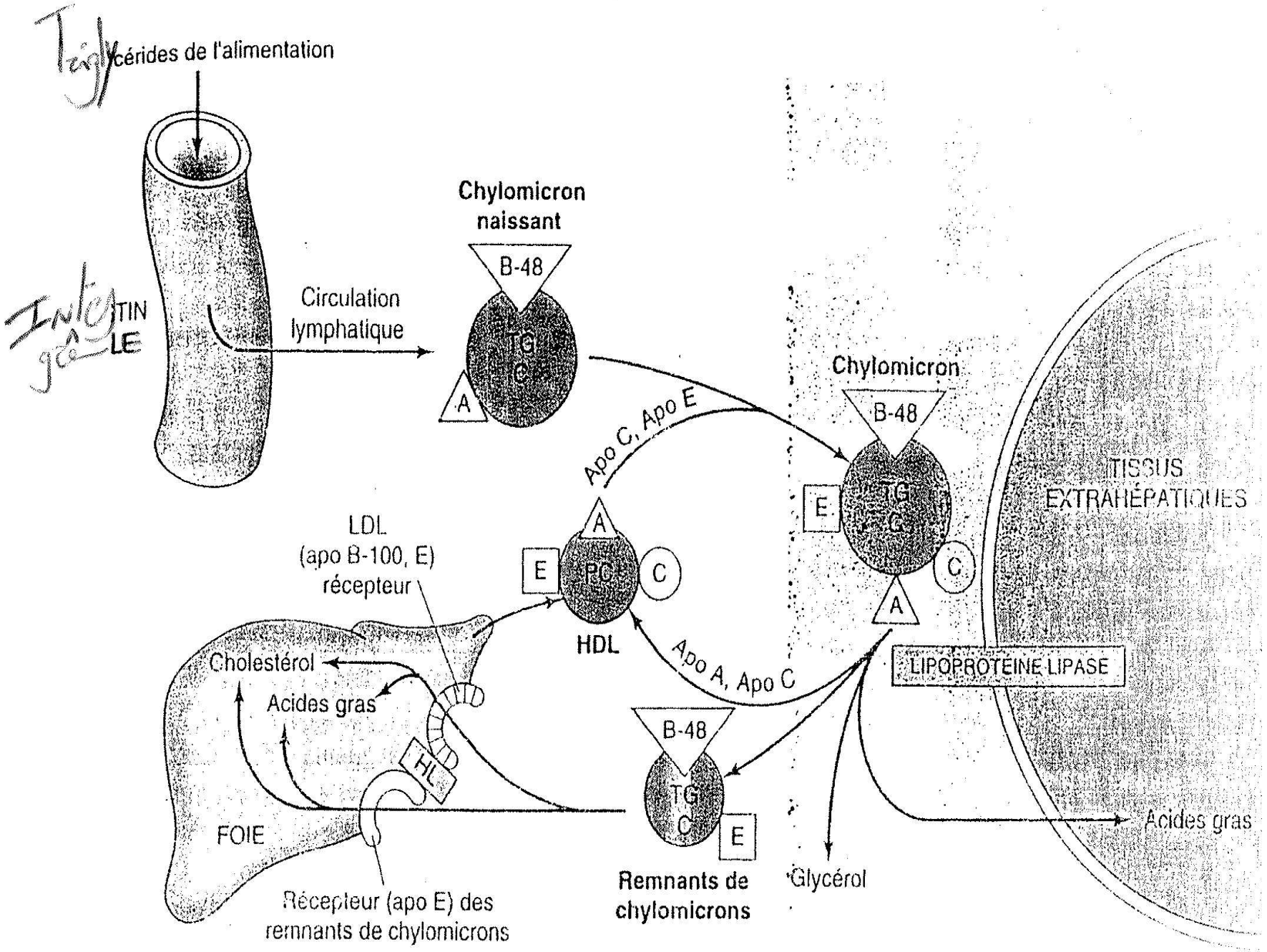
Lécithine Cholestérol Acyl Transférase = LCAT



Catabolisme des Chylomicrons

Les **chylomicrons** naissent dans **l'intestin grêle après un repas gras** et possèdent les **apoprotéines B-48 et A**. *Les HDL leur confèrent les apo C-II et Apo E (protéines transférables)* et elles sont captées par les **tissus extra-hépatiques** (tissus musculaires, tissu adipeux, cœur...) grâce à la lipoprotéine lipase.

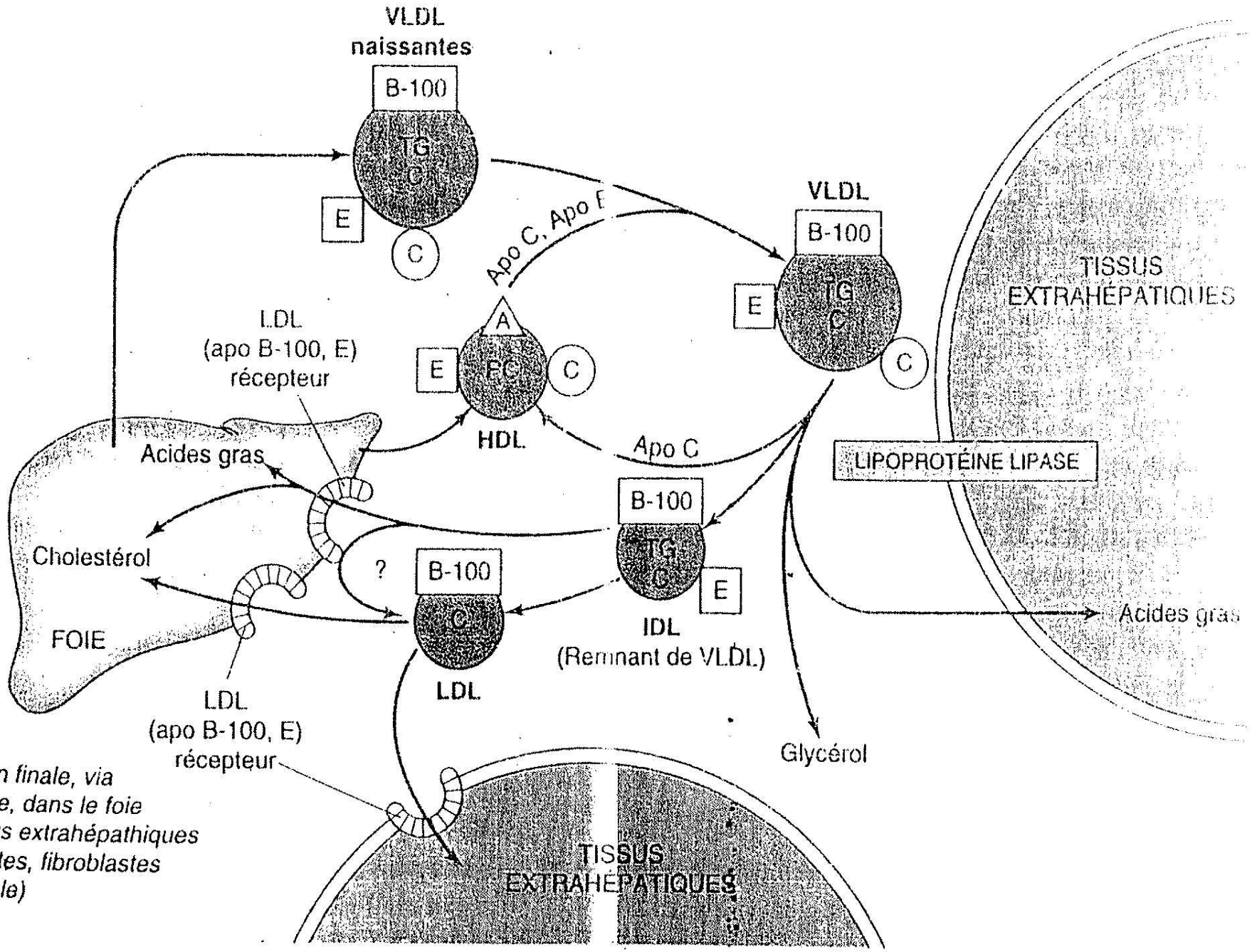
L'apo C-II étant le cofacteur de la lipoprotéine lipase. Cette enzyme libère des acides gras qui sont captés par les cellules avoisinantes et du glycérol qui est transporté vers le foie pour y être métabolisé. **Ce qui reste des chylomicrons (appelé : remnants des chylomicrons) est capté par le foie via le récepteur apo E des remnants de chylomicrons où ils sont complètement dégradés.**


Triglycérides de l'alimentation
INTESTIN GRÊLE
Circulation lymphatique
Chylomicron naissant
B-48
TG
C
A
Apo C, Apo E
Chylomicron
B-48
E
TG
C
A
TISSUS EXTRAHÉPATIQUES
LDL
(apo B-100, E)
récepteur
E
A
PC
C
HDL
Apo A, Apo C
LIPOPROTÉINE LIPASE
Cholestérol
Acides gras
HL
FOIE
B-48
TG
C
E
Remnants de chylomicrons
Glycérol
Acides gras
Récepteur (apo E) des remnants de chylomicrons

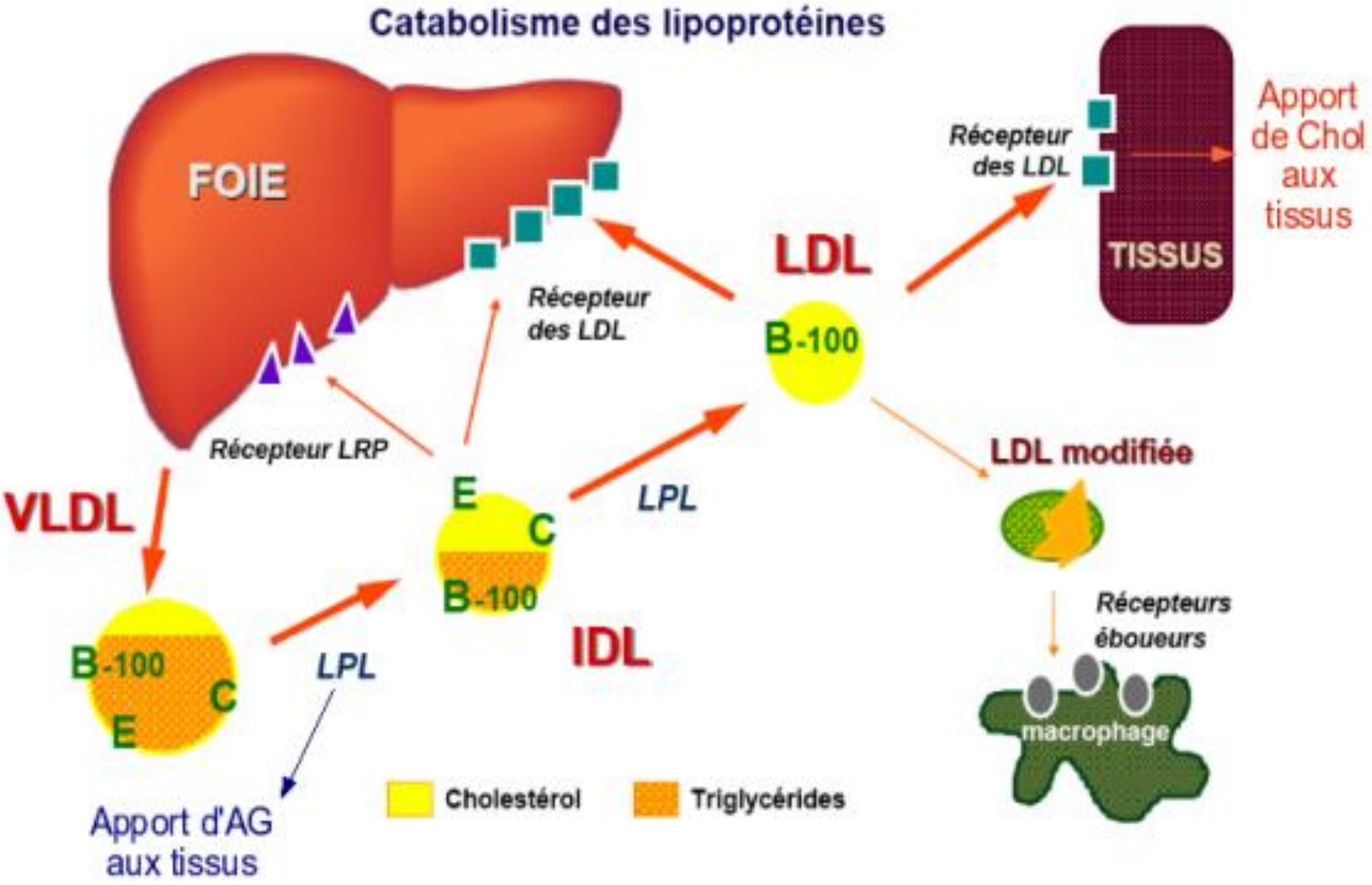
Catabolisme des VLDL

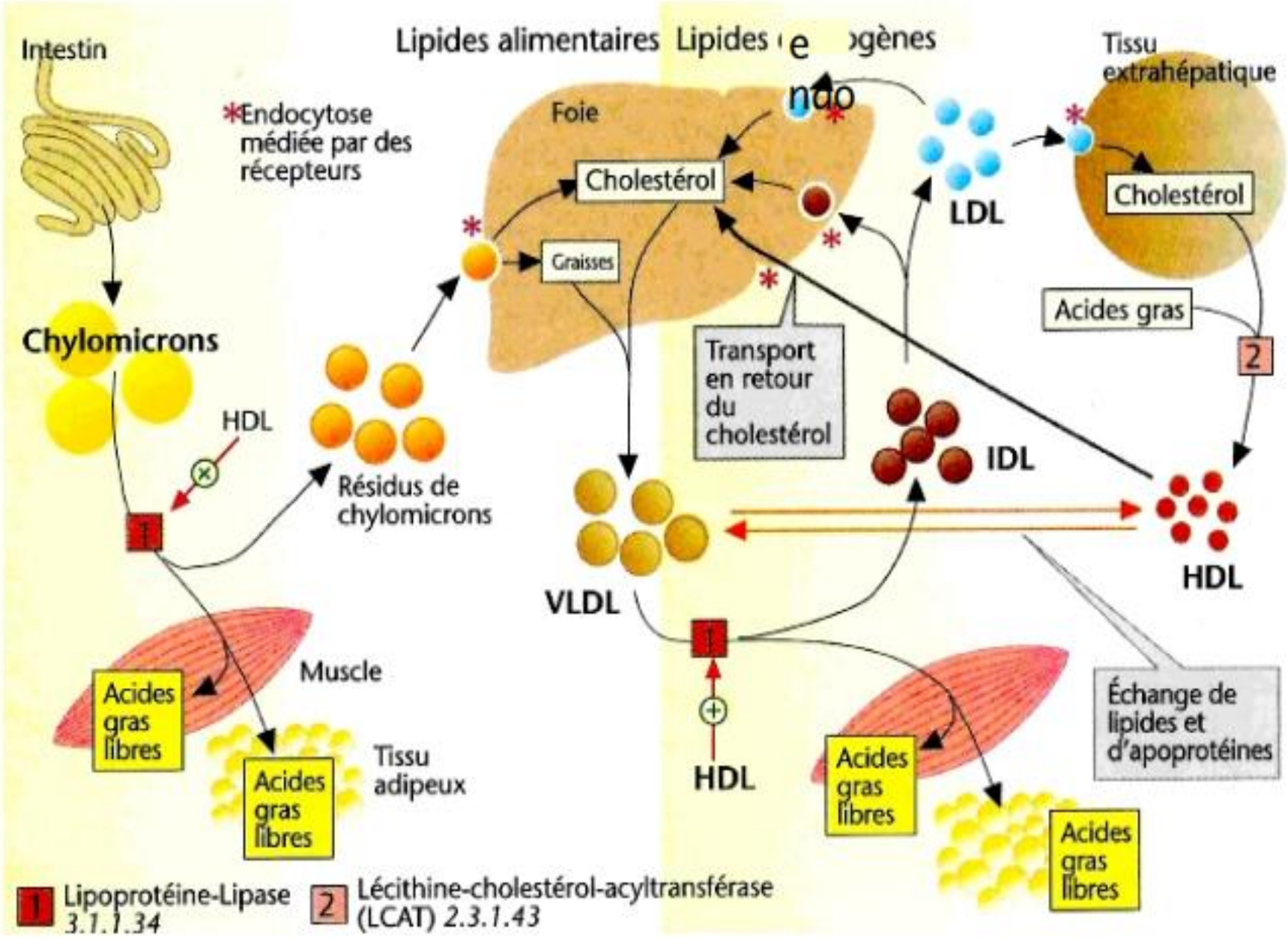
Les **triglycérides sont synthétisés par le foie** et ils sont véhiculés sous forme de **VLDL**. Des Apo C et Apo E s'ajoutent aux VLDL naissantes qui sont captées par la lipoprotéine lipase des tissus extra-hépatiques. Les **remnants de VLDL** appelés **IDL** (intermediate density lipoproteins) sont transformés en **LDL qui sont captés par le foie** ou les tissus extra-hépatiques.

LDL (mauvais cholestérol) : ramène le cholestérol à toutes les cellules.



on finale, via
se, dans le foie
us extrahépathiques
ytes, fibroblastes
ple)


Catabolisme des lipoprotéines
FOIE
Récepteur LRP
Récepteur des LDL
LDL
B-100
Récepteur des LDL
TISSUS
Apport de Chol aux tissus
VLDL
E
C
B-100
LPL
IDL
LDL modifiée
Récepteurs éboueurs
macrophage
B-100
C
E
LPL
Apport d'AG aux tissus
Cholestérol
Triglycérides


Intestin
Lipides alimentaires
Lipides endogènes
Tissu extrahépatique
*Endocytose médiée par des récepteurs
Foie
Cholestérol
LDL
Cholestérol
Graisses
Acides gras
Chylomicrons
Transport en retour du cholestérol
2
HDL
IDL
Résidus de chylomicrons
VLDL
HDL
Muscle
Acides gras libres
Tissu adipeux
Acides gras libres
HDL
Échange de lipides et d'apoprotéines
Acides gras libres
Acides gras libres
1 Lipoprotéine-Lipase 3.1.1.34
2 Lécithine-cholestérol-acyltransférase (LCAT) 2.3.1.43

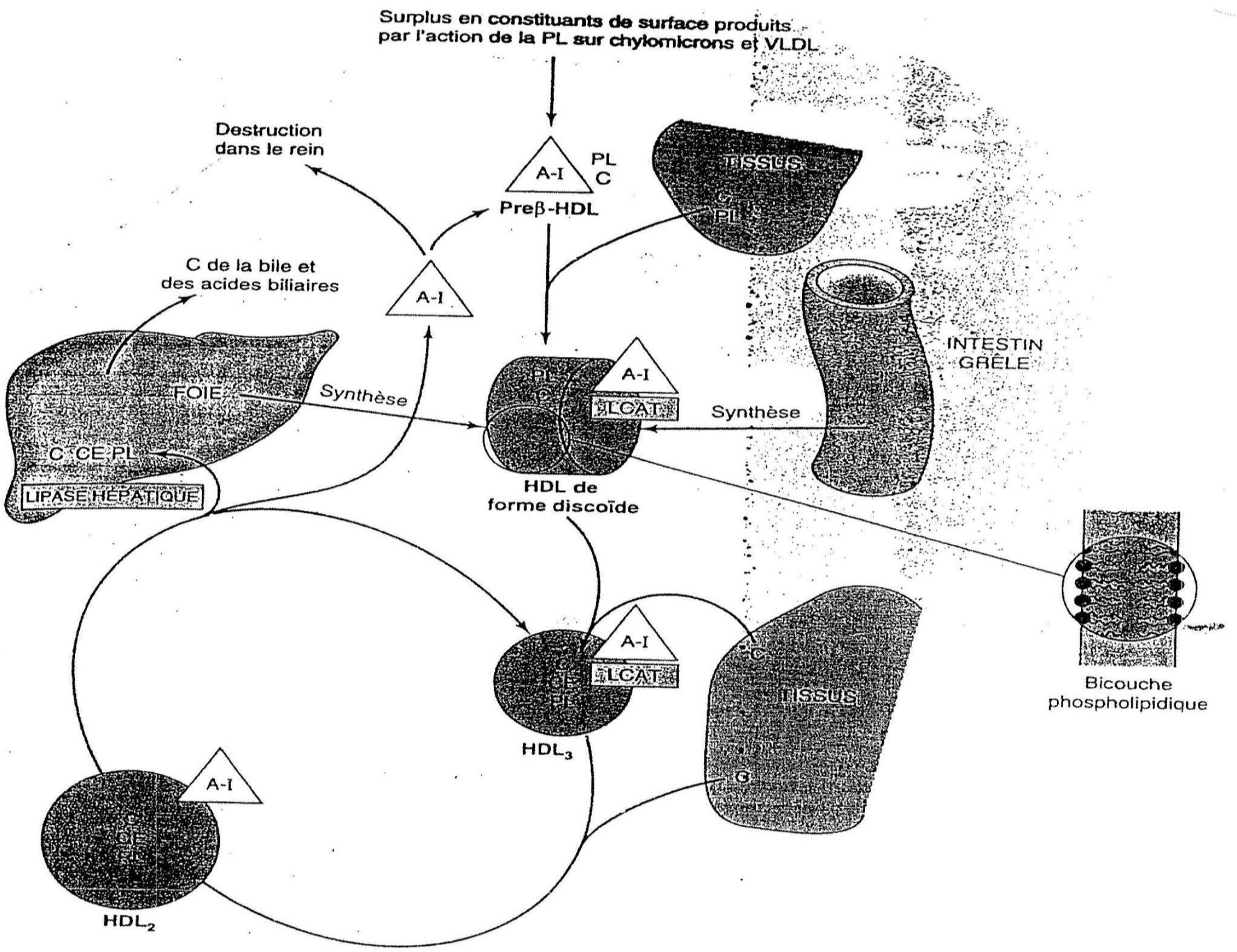
Catabolisme des HDL

• **Le foie et l'intestin grêle synthétisent les HDL de forme discoïde** (**qui n'est pas riche en ester de cholestérol)**. Les HDL contiennent surtout de l'apoprotéine Apo A-I qui est capable de se lier à la LCAT.

▪ **Le cholestérol des tissus est transformé en ester de cholestérol (EC) par LCAT qui s'ajoute au HDL. Ce dernier devient sphérique : HDL3 (grande densité, petite taille).**

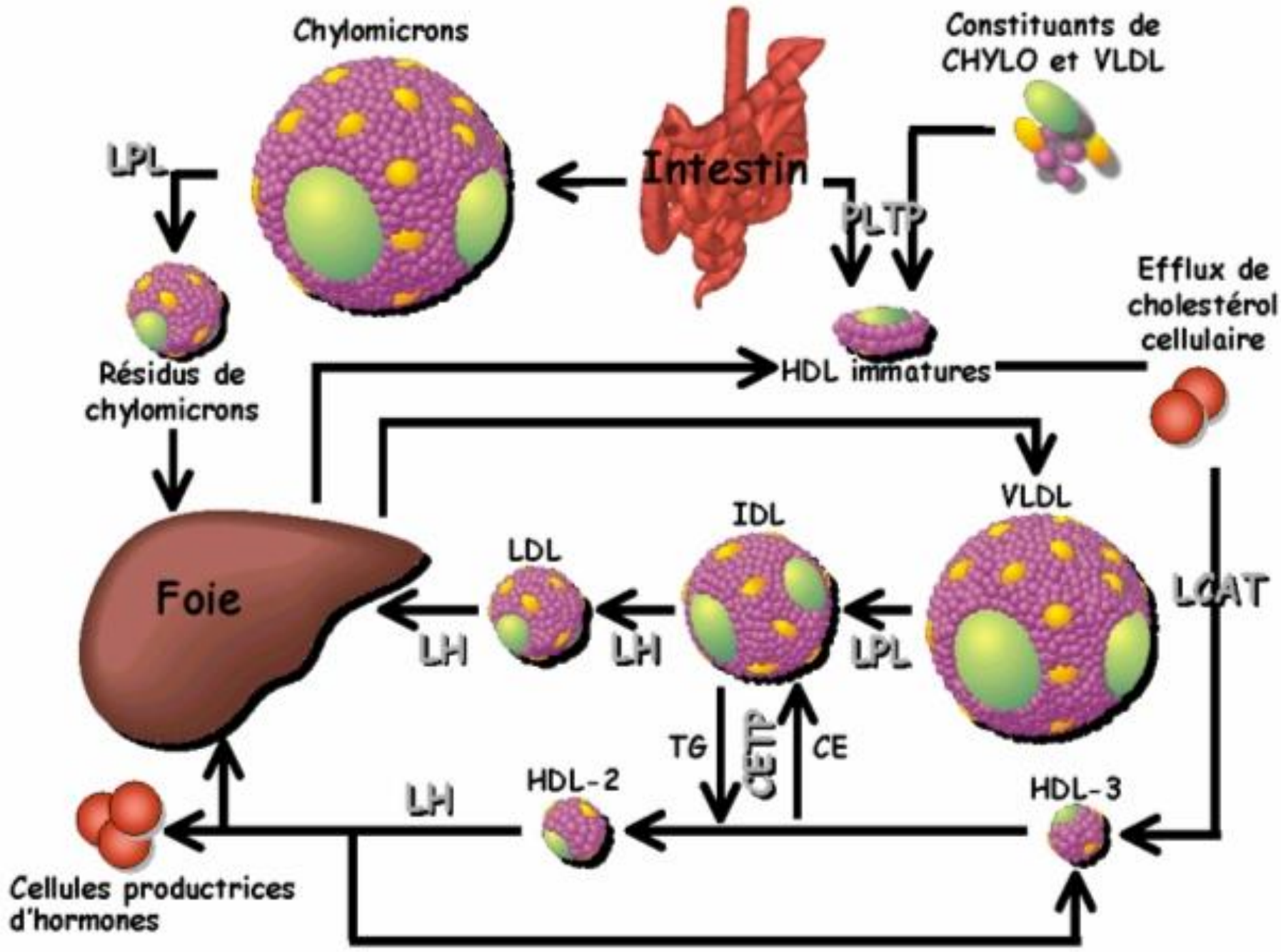
•Au fur et à mesure que l'ester de cholestérol s'ajoute, HDL3 devient HDL 2 (grande taille, petite densité). HDL2 est capté par la lipase hépatique.

HDL est qualifié de bon cholestérol car il le véhicule des cellules au foie pour la dégradation .


Surplus en constituants de surface produits
par l'action de la PL sur chylomicrons et VLDL
Destruction
dans le rein
A-I
PL
C
Preβ-HDL
TISSUS
PL
C de la bile et
des acides biliaires
A-I
INTESTIN
GRÊLE
FOIE
Synthèse
PL
C
A-I
LCAT
Synthèse
C CE PL
LIPASE HÉPATIQUE
HDL de
forme discoïde
Bicouche
phospholipidique
A-I
LCAT
TISSUS
C
G
HDL3
A-I
HDL2

HDL joue un rôle essentiel dans le catabolisme des chylomicrons et VLDL car elle fournit les protéines transférables Apo C et Apo E.

Le cholestérol dans le foie est transformé en **acides biliaires** (constituants de la bile) ou se retrouve libre dans la bile. **Les acides biliaires réduisent le diamètre des gouttelettes lipidiques afin que des lipases puissent y agir.**


Chylomicrons
Constituants de CHYLO et VLDL
LPL
Intestin
PLTP
Résidus de chylomicrons
HDL immatures
Efflux de cholestérol cellulaire
VLDL
IDL
LDL
Foie
LCAT
LH
LH
LPL
TG
CETP
CE
LH
HDL-2
HDL-3
Cellules productrices d'hormones

Les lipoprotéines

Transport et distribution des lipides dans l'organisme :

Voie d'apport exogène : les chylomicrons

Voie d'apport endogène : les VLDL et LDL

Voie de retour : les HDL