

# Transport et stockage des lipides

## Introduction

**TriGlycéride (TG)** ou **TriAcylGlycérol (TAG)** : source énergétique la plus importante dans l'alimentation des pays occidentaux (30 à 60% des réserves énergétiques)

Ils constituent la forme principale de stockage de l'énergie dans l'organisme, principalement stocké dans le **tissu adipeux**



Les lipides sont transportés dans le sang :

- Les **TG** par les **lipoprotéines**
- Les **AGNE** (Acide Gras Non Estérifié) ou **AGL** (Acide Gras Libre) par l'**albumine**, qui peut lier jusqu'à 10 **AG**



Les **TG** et les **AG** étant **hydrophobes**, ils ne peuvent **pas circuler librement** dans le sang

## Digestion des TG

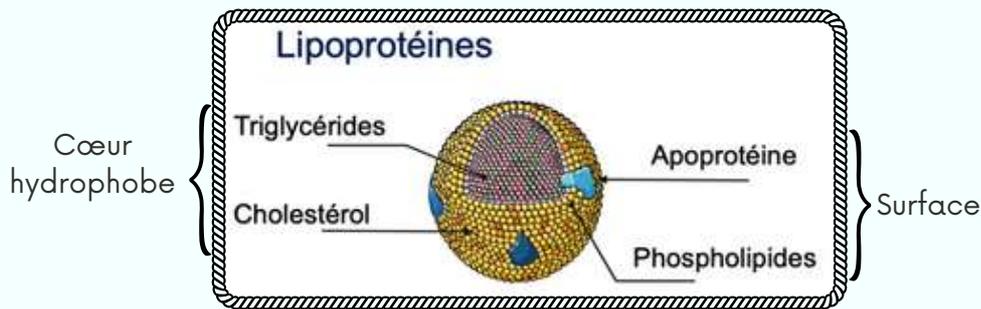
- Les **TG** sont digérés par l'action des **sels biliaires**, formant des **micelles mixtes**
- Ils sont alors dégradés par les **lipases pancréatiques** en **AG** et en **MAG** (Mono-Acyl-Glycérol)
- Ils sont absorbés par l'**épithélium intestinal** et reforment les **TG**

Les graisses dégradées par le tractus digestif sont majoritairement composées de **TG** à **chaîne aliphatique longue**

# Les lipoprotéines

Les lipoprotéines représentent la **seule forme de transport** :

- Du **cholestérol** et de ses **dérivés**
- Des **TG**
- Des **phospholipides**
- Des **vitamines liposolubles**



Leur **densité** dépend du rapport lipides/protéines, selon lequel on compte 5 classes :  
(les lipides étant moins denses que les protéines)

► Les **chylomicrons**, synthétisés dans les **intestins**



**Très grande taille**

Faible densité  
>90% de lipides

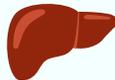
Ils sont impliqués dans le transport des lipides **EXOgènes** :



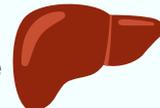
➡ Les **TG** dans le **tissu adipeux** et les **muscles**



➡ Les **cholestérol** dans le **foie**



► Les **VLDL** (Very Low Density Lipoprotein), synthétisés dans le **foie**



Faible densité ~60% de TG / ~10% de protéines  
(mais plus que les chylomicrons)

Ils sont impliqués dans le transport des lipides **ENDOgènes** :



➡ Vers les **muscles** pour la **génération d'énergie**

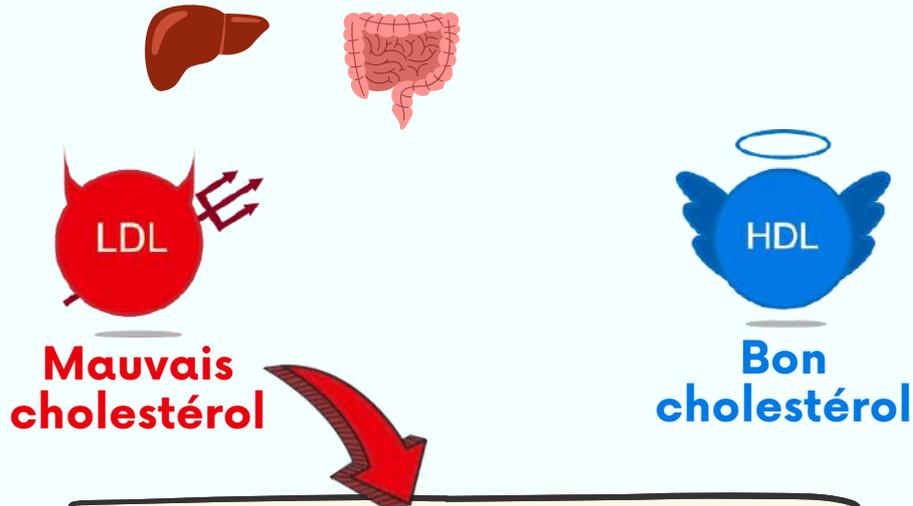


➡ Vers le **tissu adipeux** pour le **stockage d'énergie**



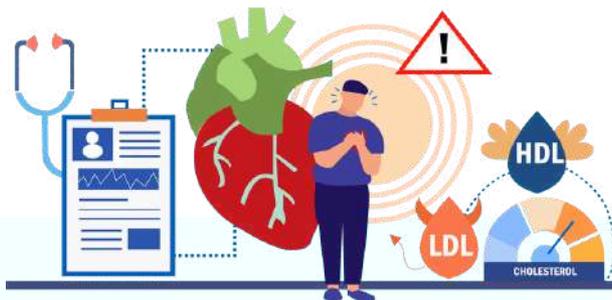
- ▶ Les **IDL** (Intermediary Density Lipoprotein)
- ▶ Les **LDL** (Low Density Lipoprotein)  
Fortement chargé en **cholestérol** estérifié (à 50%)
- ▶ Les **HDL** (High Density Lipoprotein)  
Fortement chargé en **protéines** estérifié

⇒ Synthétisés dans le **foie** et les **intestins** = **métabolisme mixte**



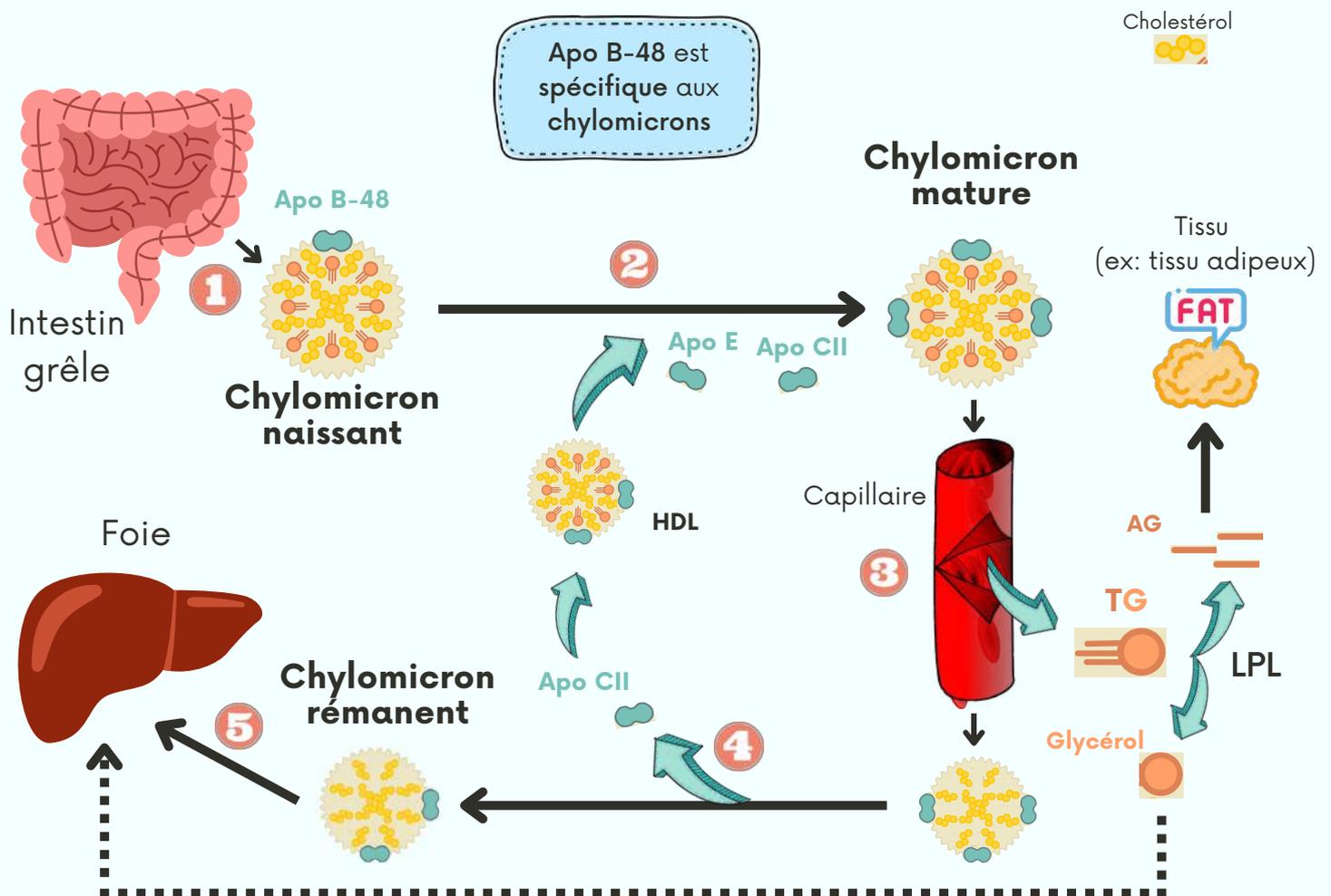
Les LDL participent à la formation de **plaques d'athéromes**, ce qui **bouche les vaisseaux**, c'est l'athérosclérose

Un rapport HDL/LDL élevé est associé à un **moindre risque d'accident cardio-vasculaire**



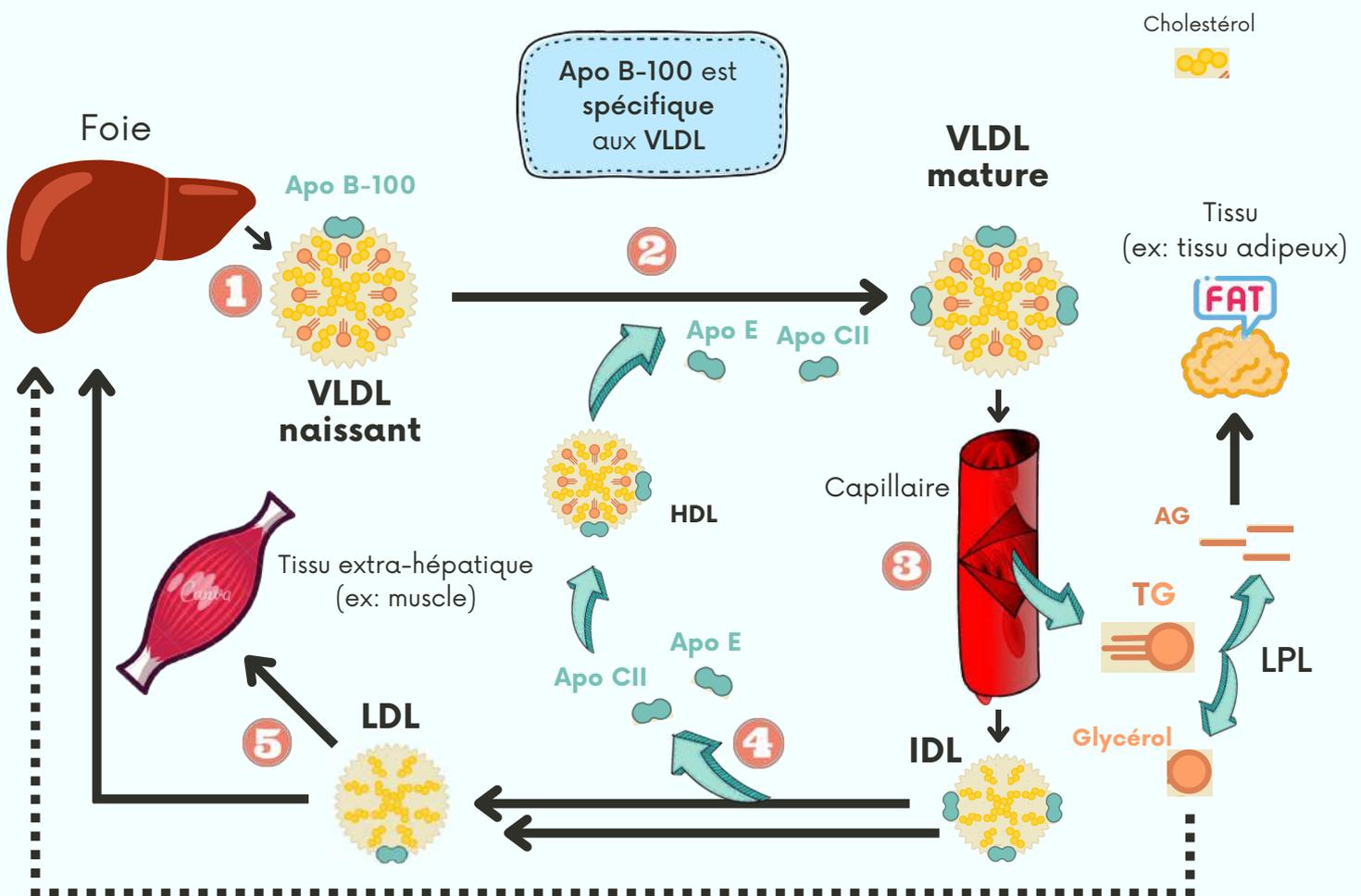
# Métabolisme des chylomicrons

1. Les **entérocytes** sécrètent les **chylomicrons naissants**, enrichis en TG, qui se dirigent ensuite dans la **lymphe**
2. Ils rejoignent ensuite la **circulation sanguine**, où **Apo CII** et **Apo E** leurs sont transférés depuis les **HDL**, ils deviennent ainsi les **chylomicrons matures**
3. Une fois dans la **circulation périphérique**, les chylomicrons passent en **extracellulaire**, **Apo CII** active les **Lipoprotéines Lipase (LPL)** du tissu, pour **dégrader les TG** des chylomicrons en :
  - **AG**, qui vont être stockés dans le **tissu adipeux** 
  - **Glycérol**, qui va être utilisé dans le **foie** 
4. **Apo CII** retourne aux **HDL**, ils deviennent alors les **chylomicrons rémanents**
5. L'**Apo E** des chylomicrons est reconnu par les **récepteurs spécifiques des hépatocytes**, pour qu'ils soient **endocytés** par le foie



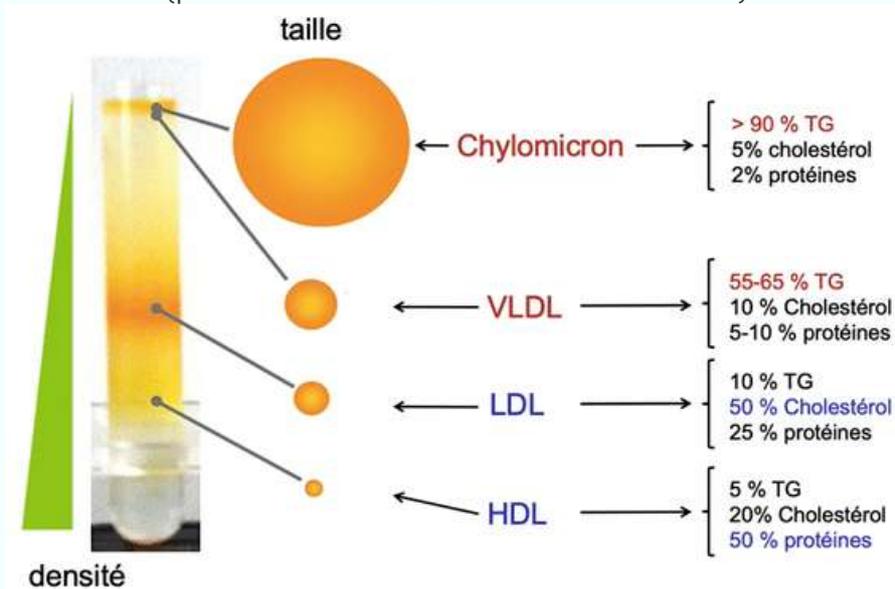
# Métabolisme des VLDL-LDL

1. Le **foie** sécrète les **VLDL naissants**, enrichis en TG (à 60%), directement dans la **sang**
2. **Apo CII** et **Apo E** leurs sont transférés depuis les **HDL**, ils deviennent ainsi les **VLDL matures**
3. Une fois dans la **circulation périphérique**, les VLDL passent en **extracellulaire**, **Apo CII** active les **Lipoprotéines Lipase (LPL)** du tissu, pour **dégrader les TG** des VLDL en :
  - **AG**, qui vont être stockés dans le **tissu adipeux**
  - **Glycérol**, qui va être utilisé dans le **foie**
 On obtient alors des **IDL**
4. **Apo CII** et **Apo E** retournent aux **HDL**, ils deviennent alors les **LDL**
5. L'**Apo B-100** des LDL est reconnu par les **récepteurs spécifiques** du **tissu hépatique** ou des **tissus périphériques**



# Explorations

Après **centrifugation**, on observe cette répartition des lipoprotéines :  
(plus denses en bas, moins dense en haut)



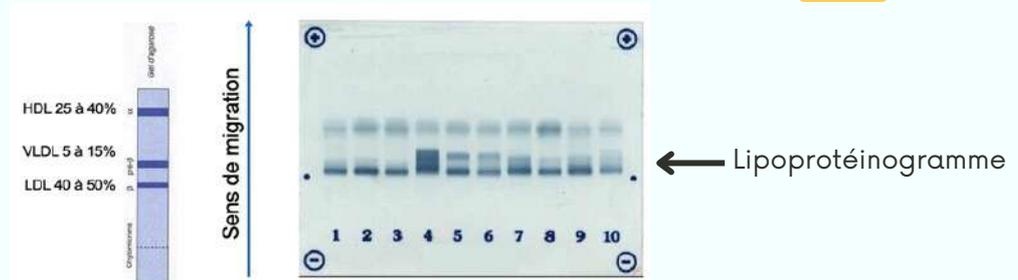
Le dépistage d'une **dyslipidémie** repose sur la détermination, sur un sérum prélevé à jeun, de :

- **Cholestérol total**
- **Triglycérides**
- Cholestérol **HDL**
- Cholestérol **LDL** (calculé ou dosé directement)

Comme on est à jeun, la fraction des chylomicrons est absente, puisque ils transportent les TG exogènes

On réalise également un **lipoprotéinogramme**, qui consiste en une **électrophorèse des lipoprotéines** qui

**! N'A DE SENS QU'ASSOCIÉ À UN DOSAGE LIPIDIQUE !**



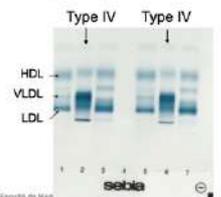
On classifie les différents types de dyslipidémie selon la **classification de Fredrickson**:

Je vous est mis la diapo complète, mais la prof dit : "je ne vous demande pas de retenir évidemment ces différents types, c'est pour vous donner une notion des dysfonctionnements qu'on peut avoir et qu'on peut visualiser grâce à la densité de ces lipoprotéines"

Donc pas d'inquiétude, la classification n'est pas à apprendre, je vous la met quand même pour votre information 😊

**Classification de Fredrickson**

- > Type I: hyperchylomicronémie ou hypertriglycéridémie dépendante des graisses alimentaires
- > Type IIa: hypercholestérolémie pure par augmentation des LDL+++
- > Type IIb: hyperlipidémie combinée LDL et VLDL
- > Type III: hypercholestérolémie par augmentation des IDL
- > Type IV: hypertriglycéridémie par augmentation des VLDL (ou hypertriglycéridémie endogène, dépendante des glucides, de l'alcool ou d'une obésité)+++
- > Type V: hyperchylomicronémie et VLDL



# Transport des lipides

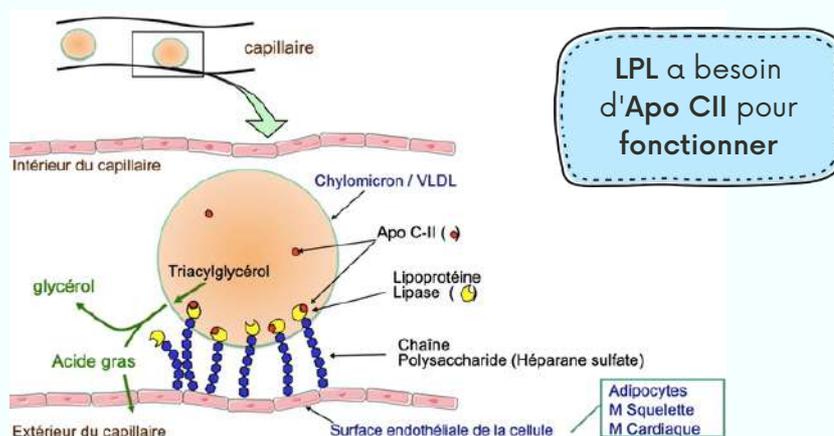
Au niveau du sang, on va retrouver :

- Des **chylomicrons** (TG exogènes)
- Des **VLDL** (TG endogènes)
- De l'**albumine** (AGNE)

Action de la **Lipoportéine Lipase** (LPL)



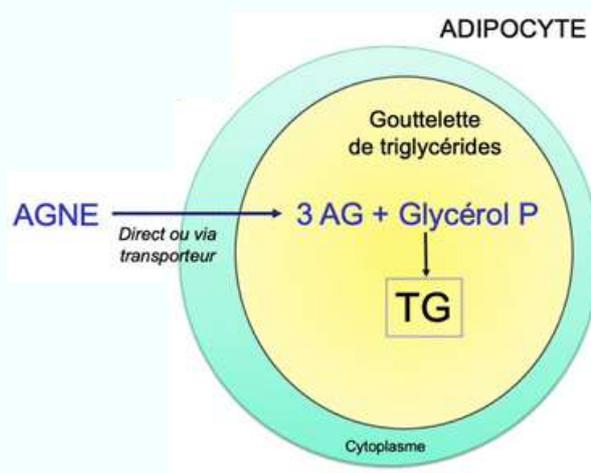
La **LPL** présente sur la **membrane des capillaires**, elle est ancré à une chaîne de d'**héparane sulfate** (polysaccharide), elle reconnaît l'**Apo CII** des **chylomicrons** et des **VLDL**, elle va alors **hydrolyser les TG**, libérant **AG** et **glycérol** (cf. métabolisme chylomicrons et VLDL-LDL)



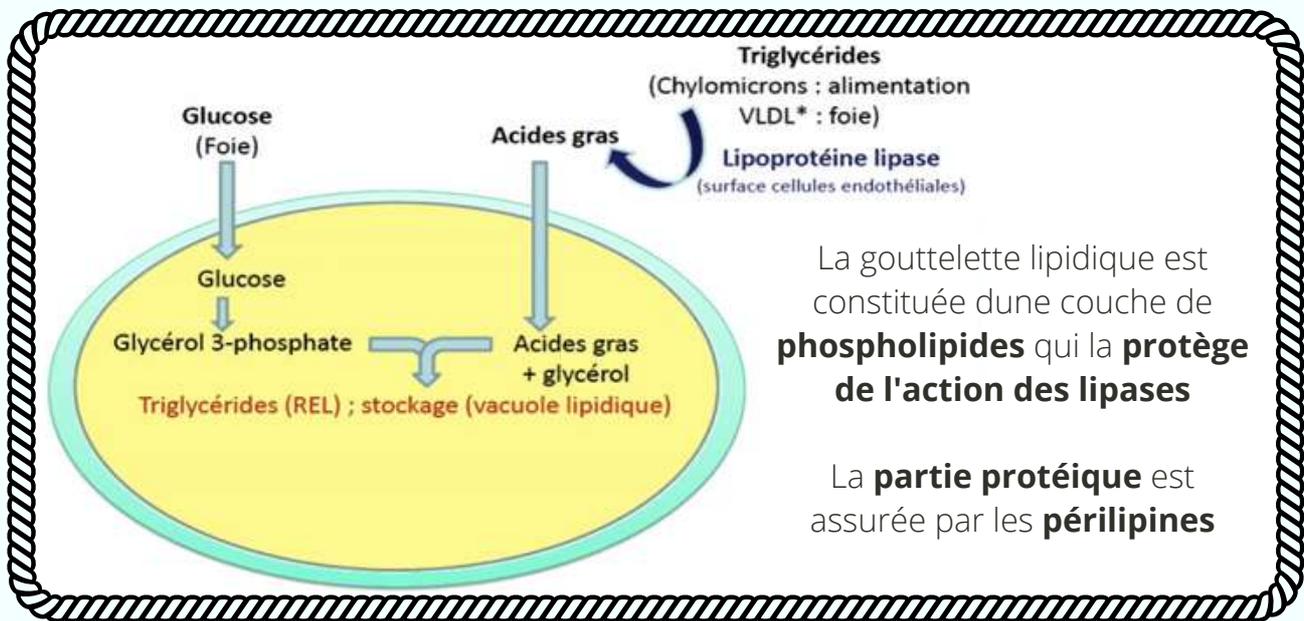
# Stockage des lipides

En situation **post-prandiale**, les **lipides** vont être stockés dans les **gouttelettes/vacuoles lipidiques** du tissu adipeux

Après action de la LPL, les **AGNE** entrent dans l'**adipocyte** (**directement** ou par un **transporteur**) et sont estérifiés sous forme de **TG**



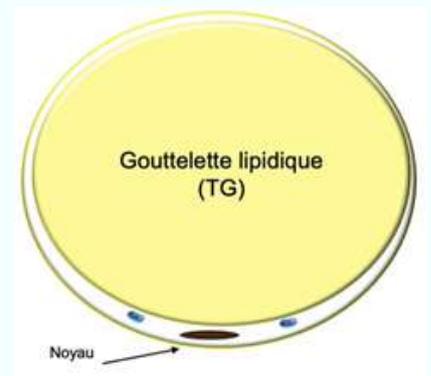
Dans les **gouttelettes lipidiques des adipocytes** on retrouve également de la **lipogénèse en plus faible proportion** : formation de TG à partir de glucose



Dans notre organisme on retrouve 2 types d'adipocytes :

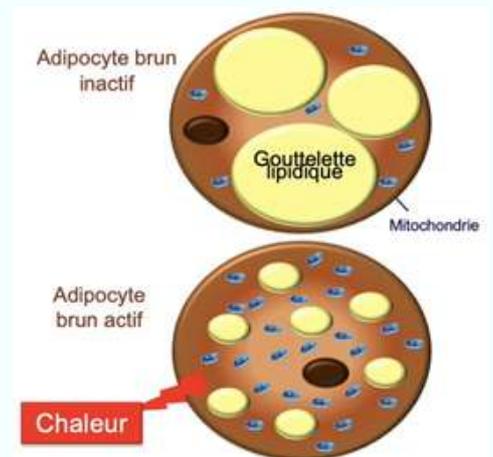
### Les adipocytes blancs :

- Présents dans la cavité **abdominale** et **sous-cutané**
- Ils possèdent une **vacuole uniloculée**
- Ils assurent le **stockage de l'énergie**

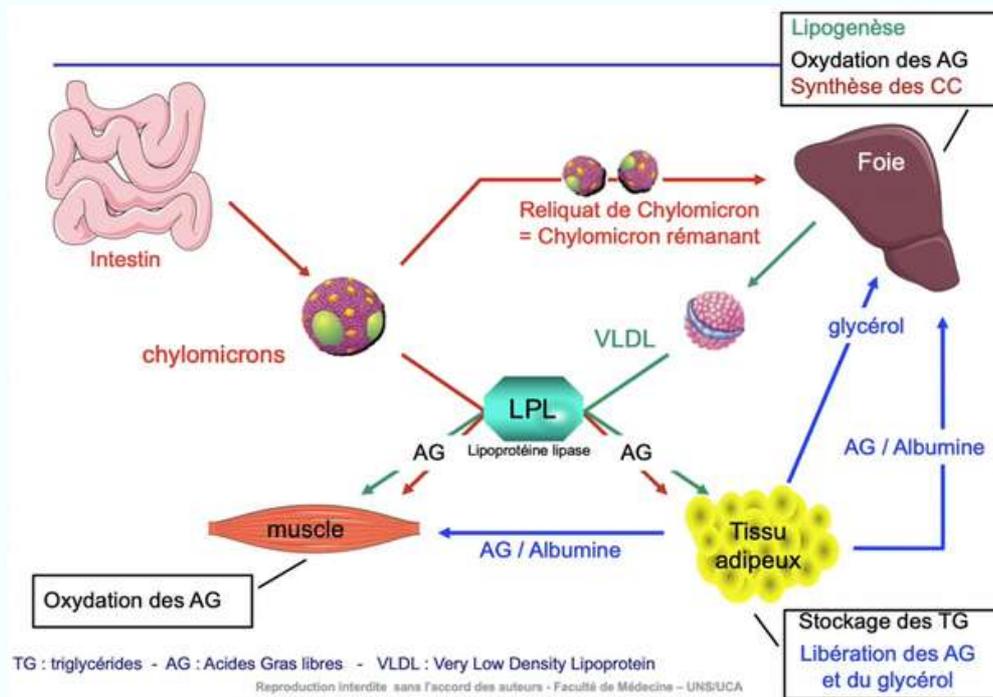


### Les adipocytes bruns :

- Présents en **inter-scapulaire** (dans l'**épaule** et le **cou**)
- Riches en **mitochondries**
- Ils peuvent être **inactif** ou **actif**, dans ce cas ils **consomment des TG** pour assurer la **thermogénèse** (dissipent l'énergie)



# Schéma récap



## Instant QCM

Fait par la prof +++

**QCM** : Concernant le transport et le stockage des lipides, indiquez la ou les propositions(s) exacte(s) :

- A) Les chylomicrons sont des lipoprotéines de très faible densité qui servent uniquement au transport des lipides provenant de l'alimentation
- B) Les lipoprotéines VLDL naissantes reçoivent les apoprotéines CII et E des HDL circulants dans le sang
- C) Les triglycérides requièrent des molécules d'albumine pour être transportés dans le sang
- D) Le lipoprotéinogramme permet de séparer les lipides simples des lipides complexes présents dans le sang
- E) Les adipocytes blancs stockent les lipides dans des gouttelettes lipidiques

Ne vous inquiétez pas, oui normalement vous n'avez pas d'item E, la prof a fait ça pour que vous ayez plus d'entraînement, c'est tout !

### Correction :

ABE

C'est tout pour ce petit cours facile qui vous introduit le métabolisme lipidique (un gros morceau, mais pas d'inquiétude c'est trop cool vous allez voir), comme vous pouvez le voir, la prof conclue avec un schéma récap, perso je le trouve pas forcément pertinent (en tout cas moi il m'aidait pas en P1, à vous de voir) donc je sais pas encore si je vous ferez une fiche récap dessus, à voir.

Bref, maintenant place au meilleur moment de la fiche : les dédis !!!!

- Déjà dédié au cours sur la **régulation de la prise alimentaire**, une minute de silence s'il vous plaît 🍌
- Dédi à mes fillots : **Ilias, Théo, Juliette et Missarha**, je crois en vous, vous allez tout déchirer 🍌
- Dédi à **Margo**, qui m'a dit qu'elle adorait mes fiches ! Vous aussi n'hésitez pas à me dire si vous aimez mes fiches (ou pas 😞)
- Dédi à **Manon et Aurélie**, les meilleures étudiantes en sage-femme que je connaisse (et les seules 😂) mais je vous aime quand même 😊
- Dédi à toi **Molka**, parce que t'es incroyable, cœur sur toi ❤️
- Dédi à **Axel**, t'es vraiment un gars en or, je suis ravi de t'avoir rencontré (le destin askip 😊), surtout ne change pas 😊
- Enfin dédié à vous les **PI**, la Biochimie est de votre côté, travaillez-la et elle vous le rendra 😊