

UE2B – La cellule et les tissus

ACTUALISATION Fiche de cours n°4

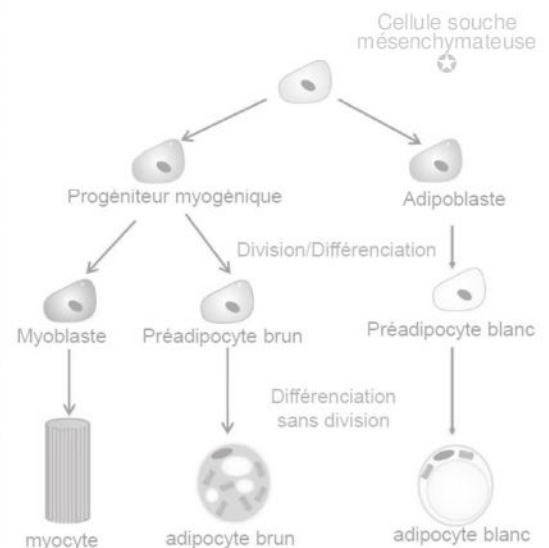
Les tissus adipeux

- ★ Notion tombée 1 fois au concours
- ★★ Notion tombée 2 fois au concours
- ★★★ Notion tombée 3 fois ou plus au concours

GENERALITES

- Les tissus adipeux sont des tissus conjonctifs **spécialisés** à prédominance **cellulaire** ⚡ : les **adipocytes**.
- Il existe deux types de tissus adipeux qui ont des propriétés différentes :
 - Le **tissu adipeux brun multiloculaire** : **graisse brune**.
 - Le **tissu adipeux blanc uniloculaire**, le plus **abondant** ⚡ : **graisse blanche**.
- La **graisse brune** est un peu plus pigmentée (contenu cellulaire un peu plus dense) que la **graisse blanche**, dont le contenu cellulaire est **translucide** (plus ou moins jaune si accumulation de dépôts).

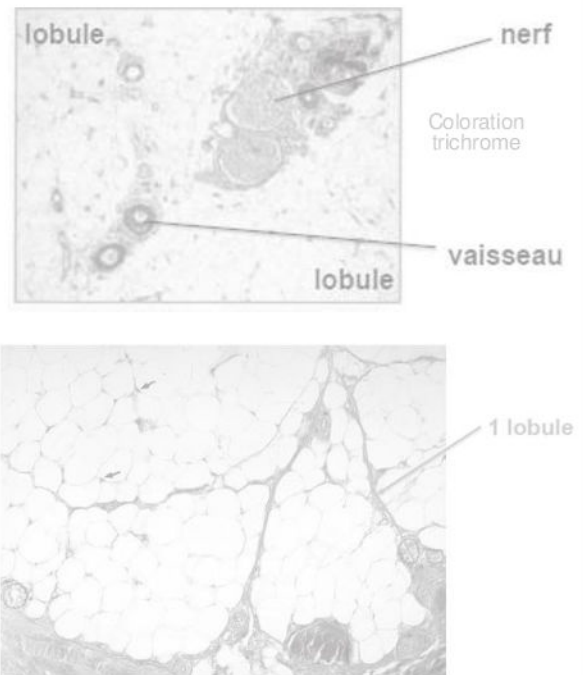
- L'**adipocyte brun** provient d'un **progéniteur myogénique** alors que l'**adipocyte blanc** provient d'un progéniteur appelé **adipoblaste**.
- Il y a deux étapes, l'une de **division et différenciation**, et l'autre de **différenciation sans division**.
- Durant les périodes **prénatale, périnatale et péri-pubertaire**, les processus de **division** et de **prolifération** des **adipoblastes** en **préadipocytes blancs** sont **importants** et sont régulés par :
 - Des **facteurs de croissance adipocytaires**,
 - L'**œstradiol**,
 - Le **neuropeptide Y**.



Le tissu adipeux blanc uniloculaire
ORGANISATION

- Le tissu adipeux blanc uniloculaire est le **tissu adipeux commun**.
- La proportion de tissu adipeux uniloculaire dépend d'une combinaison de plusieurs paramètres et sa répartition est variable selon :
 - Le **sexe** :
 - Le tissu adipeux représente **15 à 20% de la masse corporelle** chez l'**homme** et **20 à 25% de la masse corporelle** chez la **femme** en moyenne.
 - Chez la femme, le tissu adipeux va être responsable des caractères sexuels secondaires : par exemple le volume mammaire qui augmente sous l'influence des hormones ♀ sexuelles à la puberté.
 - L'**âge**,
 - L'**activité physique** ♂,
 - La **prise alimentaire**.

- Les tissus adipeux blancs uniloculaires sont composés d'**adipocytes blancs** organisés en **lobules** ♂ **séparés par de fines cloisons conjonctives**.
- Autour des adipocytes se trouvent des **fibres de réticuline**, des **mastocytes**, des **terminaisons nerveuses** ♂♂, des **vaisseaux sanguins capillaires** ♂♂ et **quelques cellules souches**.



Le tissu adipeux blanc uniloculaire

DISTRIBUTION

- Le tissu adipeux se trouve dans l'ensemble de l'organisme en quantité variable (ex : glandes mammaires).
- Il existe quatre localisations principales qui ont des fonctions différentes.

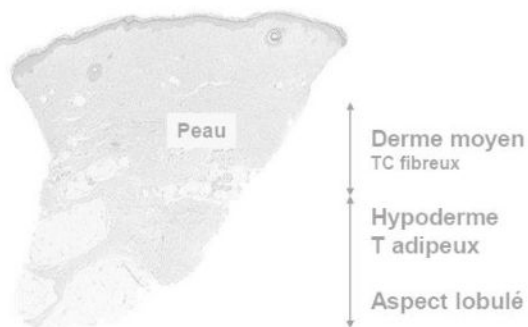
- Il s'agit du tissu graisseux sous-cutané (sous la peau, **en continuité avec** l'hypoderme) d'aspect lobulé.

Rôles :

- Stockage des triglycérides (TG) ☼,
- Isolant thermique ☼.

Localisation différente selon le sexe :

- Répartition **androïde** chez l'homme : haut du ventre, nuque et épaules.
- Répartition **gynoïde** chez la femme : hanches, cuisses et fesses.

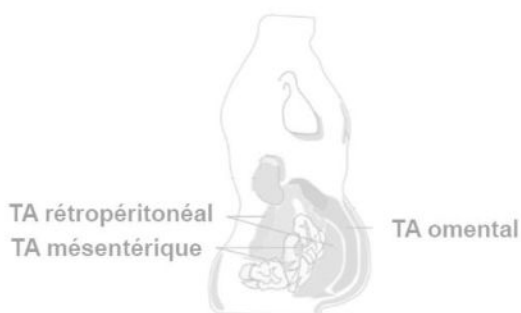


- Tissu d'emballage autour des viscères.
- Concerne des régions profondes, il y a 3 grands types :

- Le tissu adipeux **mésentérique** (mésentère).
- Le tissu adipeux **rétropéritonéal**.
- Le tissu adipeux **omental** (épiploons).

Rôles :

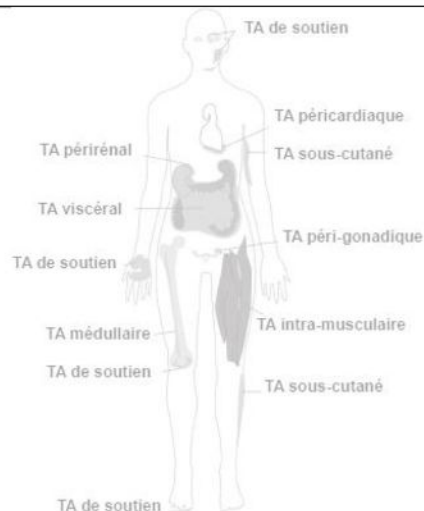
- Remplir l'espace entre les organes,
- Stocker des triglycérides.



- **Localisation** : orbites des yeux, face, plantes des pieds, paumes des mains, genou.



Rôle principal : amortisseur de choc.

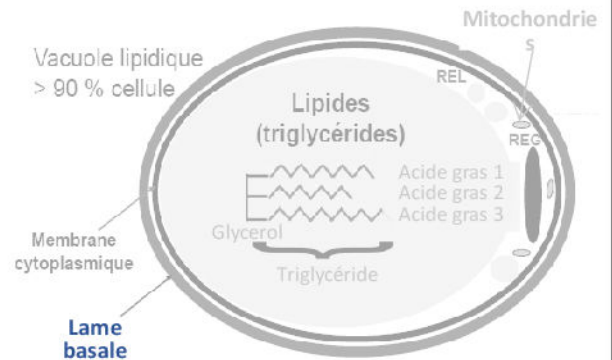
- Ces tissus sont **insensibles au jeûne** ☼ : par exemple en cas d'anorexie, les tissus adipeux vont s'atrophier mais le tissu adipeux de soutien sera le dernier à le faire.



Localisation : la moelle jaune (**diaphyse des os longs**).

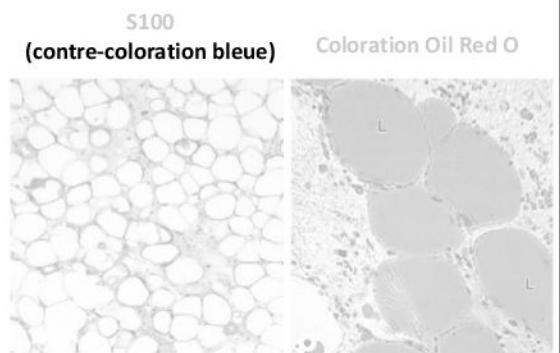
Le tissu adipeux blanc uniloculaire
LES ADIPOCYTES UNILOCULAIRES

- Sa taille est de l'ordre de **100 à 200 μm** .
- Il possède une **lame basale**, une **membrane plasmique**, une **seule vacuole lipidique** entourée d'un **cytoplasme fin**, avec un **noyau excentré et aplati**.
- Les organites cellulaires sont regroupés autour du noyau en périphérie de la cellule : **mitochondries** , **réticulums endoplasmiques lisse et rugueux**.
- La **vacuole lipidique** représente plus de **90% de la cellule** et contient des **lipides** sous forme de **triglycérides** .



- Le triglycéride est une chaîne de **glycérol** qui porte **trois acides gras** .
- C'est la forme de **stockage d'acides gras** et de **glycérol** (énergie) du tissu adipeux.
- Cette énergie peut être mobilisée selon les **besoins** de l'organisme.

- **Immunohistochimie (IHC, coupe en paraffine)** :
 - Les cellules sont positives pour la **vimentine** et pour la **protéine S100** (vimentine⁺, protéine S100⁺) : S100 est exprimée sur le **pourtour des adipocytes**.
- **Coloration Oil Red-O** (coupe après congélation **pour éviter la dissolution des vacuoles lipidiques par les solvants lors des étapes d'inclusion et d'enrobage**)

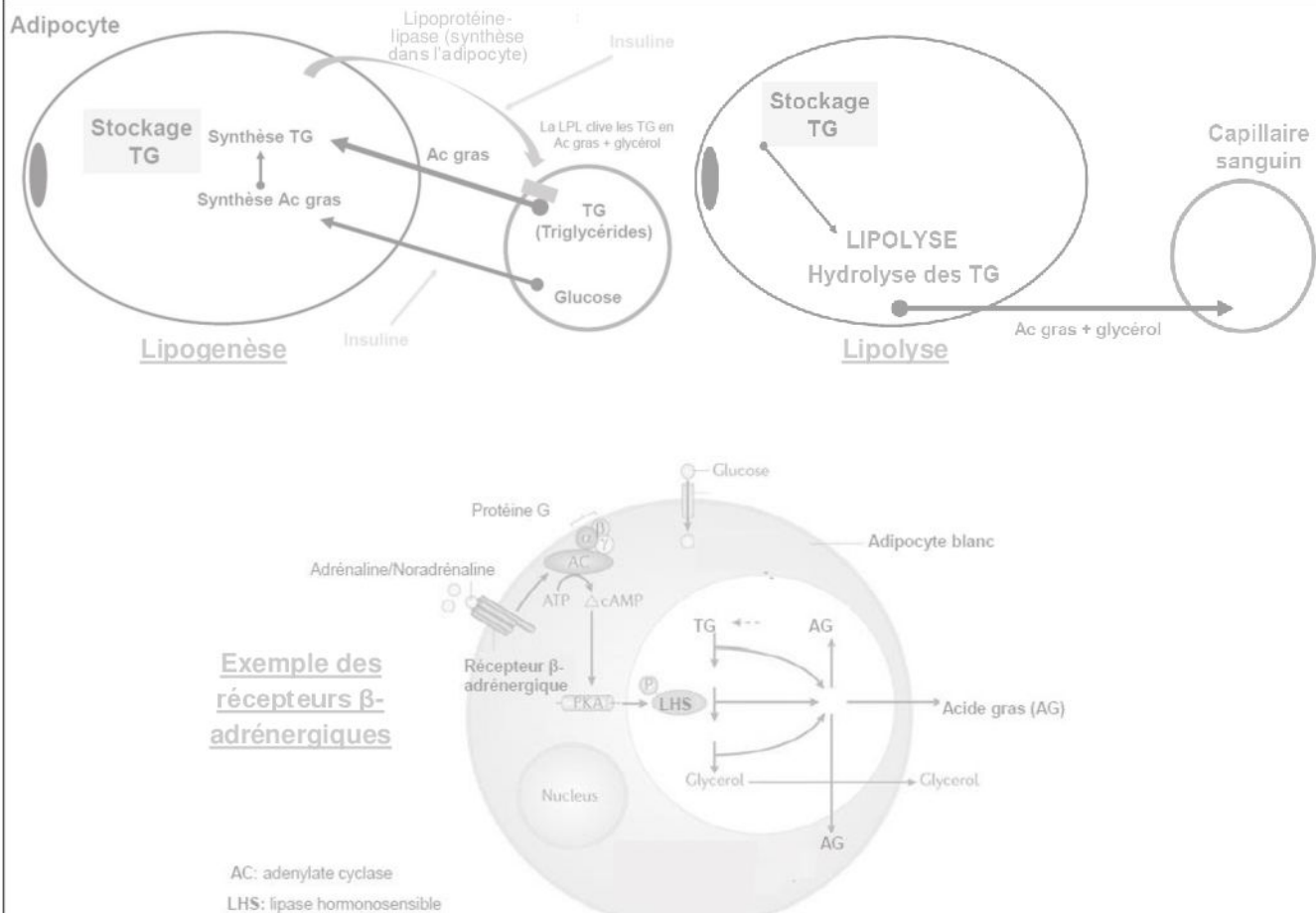


Les adipocytes uniloculaires
FONCTIONS METABOLIQUES

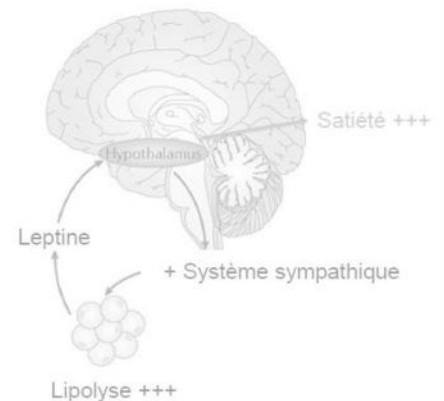
- C'est l'une des **fonctions majeures** de l'adipocyte uniloculaire.
- La lipogenèse consiste à **synthétiser** et **stocker** des **triglycérides** :
 - Après un repas, du **gras** et du **sucre** sont véhiculés dans la **circulation sanguine**.
 - L'adipocyte est capable de **capter** le **glucose** mais pas les **triglycérides**.
 - L'adipocyte synthétise une **protéine**, la **lipoprotéine-lipase** (LPL) qui est **transférée** vers la **cellule endothéliale** des **vaisseaux**.
 - La **lipoprotéine-lipase** **clive** les **triglycérides** en **acides gras** et en **glycérol** ☺☺ qui peuvent être captés par l'adipocyte (*via* des récepteurs et des transporteurs).
 - A partir du **glucose** présent dans l'adipocyte sont **synthétisés** des **acides gras** puis les **acides gras** et le **glycérol** sont transformés en **triglycérides** qui sont **stockés** dans la vacuole lipidique.
- La lipogenèse est **régulée** par l'**insuline** ☺ sécrétée lors des repas ☺.
- L'insuline est une hormone hypoglycémiante : elle **favorise l'entrée** de **glucose** ☺☺ et d'**acides gras** dans les adipocytes et **active** la **synthèse** de la **lipoprotéine-lipase**.

- Les adipocytes sont capables de **libérer** des stocks de **triglycérides** en fonction des **besoins** de l'**organisme**.
- La **noradrénaline** ou l'**adrénaline** activent le phénomène de **lipolyse** ☺, donc d'**hydrolyse** des **triglycérides** en **acides gras** et **glycérol** par la lipoprotéine lipase ☺ : exemple des récepteurs **β-adrénergiques**.

- Il existe une **régulation nerveuse** et **hormonale** du stockage de l'énergie notamment *via* l'**adrénaline**, la **noradrénaline**, l'**insuline**, les **hormones thyroïdiennes** (T3) et l'**hormone de croissance**.



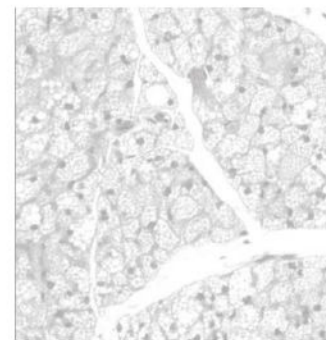
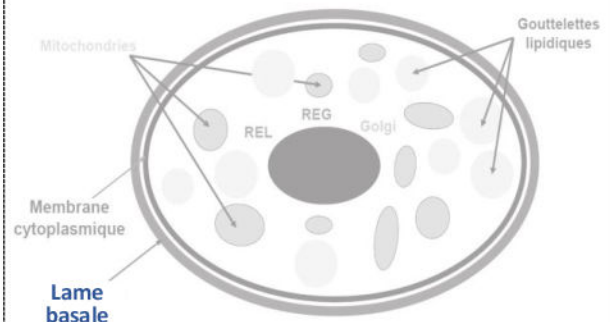
Les adipocytes uniloculaires FONCTIONS ENDOCRINES	
	<ul style="list-style-type: none"> Le tissu endocrine sécrète des hormones et des facteurs impliqués dans : <ul style="list-style-type: none"> La régulation du métabolisme du corps en général, La régulation du système immunitaire et de l'hématopoïèse, La régulation du système cardiovasculaire.
	<ul style="list-style-type: none"> La leptine est l'hormone ⚡ de la satiété ⚡ et elle agit sur l'hypothalamus. Elle est produite et sécrétée par les adipocytes uniloculaires du tissu adipeux ⚡, gagne la circulation sanguine et se fixe sur des récepteurs au niveau du système nerveux. <ul style="list-style-type: none"> La leptine peut aussi être d'origine digestive Elle active la voie anorexigène coupe-faim et elle inhibe la voie orexigène qui ouvre l'appétit. Le système nerveux sympathique est également activé et entraîne la lipolyse. Expérimentation chez le modèle murin (souris <i>ob/ob</i>) : la mutation et l'invalidation du gène de la leptine provoquent une non-sécrétion de la leptine, donc pas de satiété, et une prise alimentaire accrue entraînant une obésité.



Le tissu adipeux blanc uniloculaire AUGMENTATION DU VOLUME DU TISSU ADIPEUX ET OBESITE									
	<ul style="list-style-type: none"> Hyperplasie : le nombre d'adipocytes augmente (contrairement à l'<i>aplasie</i> = plus de multiplication : disparition des cellules). Hypertrophie : la taille des adipocytes augmente (contrairement à l'<i>atrophie</i> = diminution de la taille). 								
	<ul style="list-style-type: none"> Il s'obtient par le calcul : $IMC = \frac{\text{poids (en kg)}}{\text{taille}^2 \text{ (en m)}} \star \star$ Selon l'indice de masse corporelle on distingue : <table> <tr> <td>IMC < 18,5 :</td><td>Maigre</td></tr> <tr> <td>18,5 < IMC < 25 :</td><td>Normal</td></tr> <tr> <td>IMC > 25 :</td><td>Surpoids ⚡</td></tr> <tr> <td>IMC > 30 :</td><td>Obésité</td></tr> </table> 	IMC < 18,5 :	Maigre	18,5 < IMC < 25 :	Normal	IMC > 25 :	Surpoids ⚡	IMC > 30 :	Obésité
IMC < 18,5 :	Maigre								
18,5 < IMC < 25 :	Normal								
IMC > 25 :	Surpoids ⚡								
IMC > 30 :	Obésité								
	<ul style="list-style-type: none"> Obésités hyperplasiques : origines génétiques. Obésités hypertrophiques (la plupart des obésités) : origines nutritionnelles. Obésités mixtes : anomalies génétiques et nutritionnelles. 								

Le tissu adipeux brun multiloculaire
CARACTERISTIQUES

- Ce sont des **adipocytes multiloculaires** de 50 μm .
- Ils ont une **lame basale**, une **membrane cytoplasmique**, du **réticulum endoplasmique rugueux et lisse**, du **Golgi**, de multiples petites **vacuoles lipidiques** (gouttelettes lipidiques) et ils sont très riches en **mitochondries** ☼.
- **Leur noyau est central ou para-central et arrondi.**
- Le tissu adipeux brun multiloculaire est **lobulé** avec **vascularisation** ☼ et **innervation** ☼.



TA Brun
interscapulaire

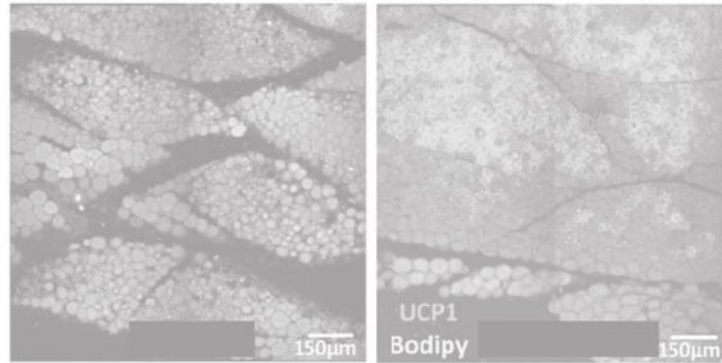
Nouveau-né

- Les adipocytes multiloculaires permettent la **production de chaleur** : « **tissu d'hibernation** ».
- Le mécanisme de production de chaleur se fait *via* la **thermogénine** ☼☼ (ou UCP1) qui se trouve dans la **membrane interne des mitochondries** ☼.
- La **thermogénine** est une **protéine** ☼ **découplante** qui facilite le **transport des protons** (H^+) dans la matrice **sans passer par l'ATP synthase** ☼ :
 - Le **gradient de protons** produit par la **chaîne respiratoire mitochondriale** et présent dans l'espace intermembranaire ne passe pas par l'**ATP synthase** pour rentrer dans la matrice et produire de l'énergie (ATP), mais passe par la **thermogénine**.
 - Ce phénomène accélère la chaîne respiratoire et l'énergie produite est dissipée sous forme de **chaleur** et véhiculée *via* la **circulation sanguine**.

- **Immunofluorescence** : **Anticorps** dirigé contre la **thermogénine** (anti-UCP1).

ADIPOCYTES BRUNS DISSEMINES DANS LE TISSU ADIPEUX BLANC

- Au sein d'un **tissu adipeux blanc**, des **adipocytes bruns** peuvent être retrouvés disséminés.
- Mise en évidence par une **immunofluorescence** avec un anticorps qui reconnaît **UCP1** (vert) et le marqueur **Bodipy** qui permet de mettre en évidence les vacuoles des adipocytes uniloculaires (jaune).



AUTRES LOCALISATIONS DES LIPIDES

- Les lipides ne sont pas stockés uniquement dans les adipocytes, ils interviennent également dans le métabolisme d'un grand nombre de cellules : cellules nerveuses, cellules qui emballent les cellules nerveuses (gaine de myéline), etc.
- Dans le cas de maladies, les lipides peuvent être **stockés** dans d'autres tissus qui normalement ne stockent pas les triglycérides, comme dans les **hépatocytes du foie**.
- L'observation par **coloration HES** de coupes de foie montre une **surcharge en graisse** avec des **inclusions lipidiques** dans le tissu de souris ayant un régime alimentaire **riche en graisses** (condition HFD) contrairement à des souris contrôles (régime alimentaire standard : condition SD).
- Avec une coloration à l'**Oil Red-O**, les hépatocytes de souris ayant un régime **riche en graisses** présentent des **inclusions lipidiques**.

