

Le tissu adipeux

CSM → Progéniteur multipotent → Progéniteur commun aux cellules musculaires, cartilagineuses, osseuses, fibrocytes, cellules endothéliales, cellules réticulocytaires → Adipoblastes → Adipocytes

I. Le tissu adipeux blanc

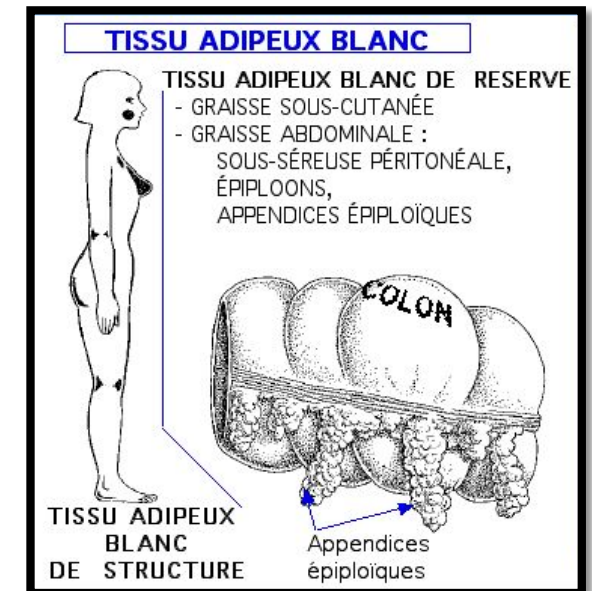
1) Tissu adipeux blanc de structure

- ✚ Il constitue un support adaptatif face à des **contraintes mécaniques et de pressions** au niveau des très nombreux organes qu'il entoure (*reins, ganglions lymphatiques, graisse péri-orbitaire des yeux*, etc).
- ✚ Le tissu adipeux possède ainsi un **rôle de protection, ou de répartition des charges** (*coussinets palmo-plantaires, zones périphériques des grosses articulations*).
- ✚ **Genoux, fessiers, seins, plantes des pieds**
- ✚ Le tissu adipeux peut aussi représenter un **tissu de comblement** transitoire dans des organes ou tissus soumis à remaniements. C'est le cas des *seins* chez la femme, où le tissu adipeux occupe une grande part volumique en dehors des épisodes de grossesse *mais surtout pendant la lactation*.
- ✚ Par définition, le tissu adipeux de structure est **peu sensible aux conditions nutritionnelles** ; il ne varie que peu, même dans des conditions d'amaigrissement extrême : il ne disparaît jamais totalement. +++

- ✚ C'est un **tissu esthétique**, qui subit également des pressions.
- ✚ C'est une **continuité des contraintes** et des forces physiques qui vont entourer les *ganglions lymphatiques*. Toute modification de force sera transmise par ce tissu adipeux blanc de structure.

2) Tissu adipeux blanc de réserve

- ✚ Le tissu adipeux de réserve est **très largement répandu**. Il occupe principalement les *zones sous-cutanées* ainsi que la *cavité abdominale*. C'est un tissu particulièrement **sensible aux conditions métaboliques**,
 - s'hypertrophiant dans les conditions d'hyper-anabolisme, et au contraire
 - s'hypotrophiant au cours des carences d'apport où il peut quasiment disparaître laissant place à des cellules de type réticulaire ou fibroblastique.
- ✚ Le tissu adipeux est en effet une **réserve calorique et d'énergie** (*voir les différentes voies de la lipogénèse et de la lipogénolyse dans vos cours de biochimie et de physiologie*).
- ✚ Le tissu adipeux blanc joue également un rôle dans l'**équilibre hydrique** de l'organisme. ++
- ✚ Enfin ce tissu possède de fortes capacités d'**isolement thermique** contre l'agression par le **froid**.

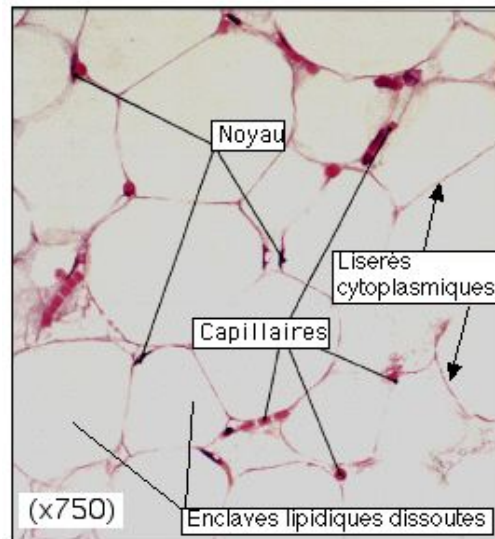


STRUCTURE DU TISSU ADIPEUX BLANC (COUPES)

Aspect en microscopie optique à fort « grossissement »

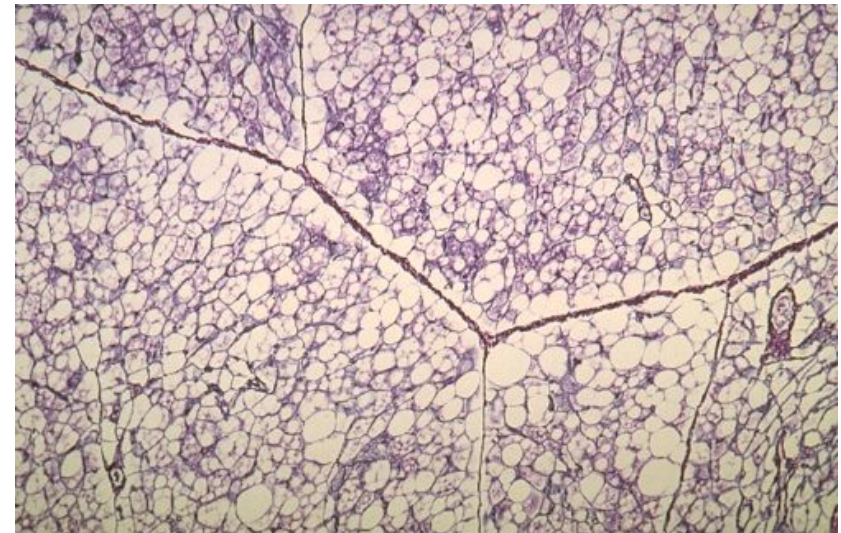
En microscopie optique, sur une préparation standard, le tissu adipeux est facile à reconnaître à fort grossissement :

- ♥ Les noyaux sont refoulés par l'enclave lipidique à la périphérie de la cellule. Ils sont fortement aplatis.
- ♥ Le **cytoplasme** des adipocytes est réduit à sa plus simple expression et apparaît sous forme d'un **fin liseré périphérique**. Les cellules sont souvent déformées par les cellules adjacentes.
- ♥ Le tissu adipeux est **riche en capillaires sanguins**, reconnaissables à la présence des globules rouges.
- ♥ Les adipocytes possèdent de nombreux récepteurs :
 - à l'hormone de croissance,
 - aux hormones thyroïdiennes,
 - aux glucocorticoïdes,
 - aux adrénérergiques, etc



Dans le tissu adipeux coloré à l'argent, seules les fibres réticulées sont mises en évidence.

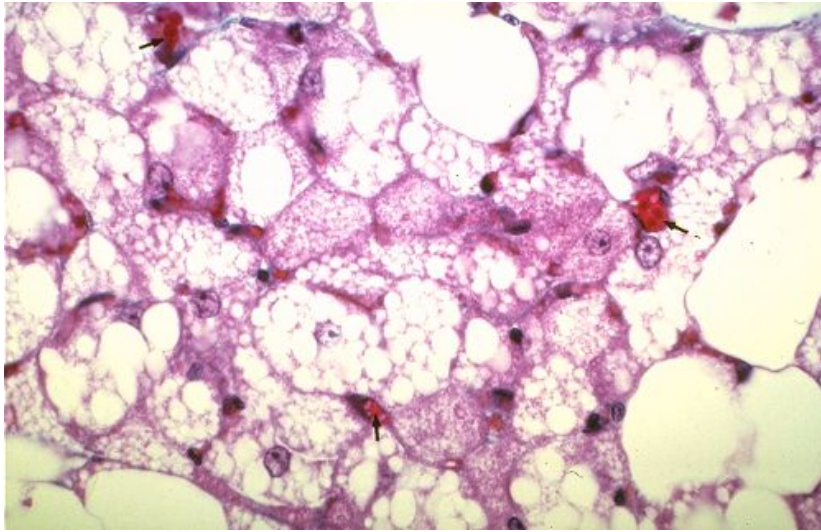
- ✚ Les travées de tissu conjonctif dense délimitent cinq lobules.
- ✚ Dans chacun d'eux, l'emplacement des adipocytes est délimité par les fibres réticulées. *(En gros les fibres de réticuline vont entourer chaque adipocyte).*



Répétition (rappels)

- ✓ Au sein des cloisons conjonctives denses, on aura des vaisseaux qui vont arriver et se dispenser entre les cellules.
- ✓ On peut voir également un squelette de fibres plus fines qu'on va retrouver autour des adipocytes qui sont des fibres de réticuline. Elles ne sont visibles qu'avec une **coloration à l'argent** car elles sont trop fines pour être visible en MO classique.

Lorsque les adipocytes sont jeunes et ne contiennent que peu de lipides, ceux-ci sont dispersés dans le cytoplasme sous forme de petites gouttelettes.

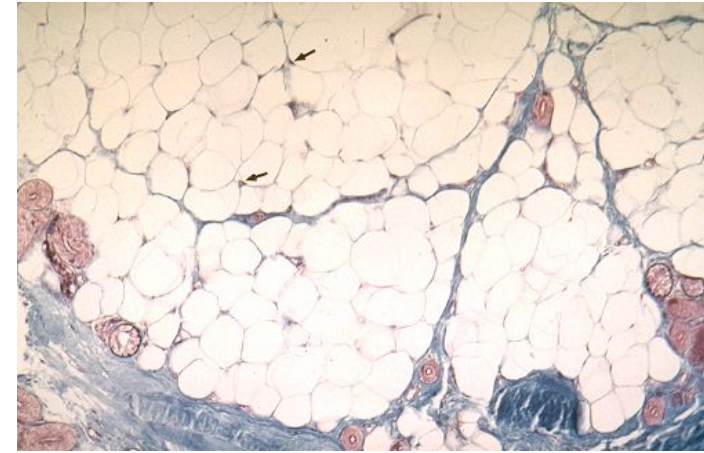


⇒ Au fur et à mesure que la quantité de lipides augmente, les gouttelettes confluent pour finalement donner à la cellule son **aspect uniloculaire** caractéristique.

⇒ La taille des cellules dépend de la quantité de lipides accumulés. Les vaisseaux peuvent être identifiés grâce à la présence de globules rouges, indiqués par des flèches.

A l'oeil nu, le tissu adipeux paraît **homogène et nacré**; il est, pour cette raison, appelé **graisse blanche**.

En voici dans la peau; les cellules sont groupées en lobules séparés par des travées de **tissu conjonctif dense**.



Le cytoplasme des cellules est presque entièrement occupé par une **volumineuse goutte lipidique qui refoule le noyau**, désigné par une flèche, contre la membrane plasmique, d'où son nom de *graisse uniloculaire*.

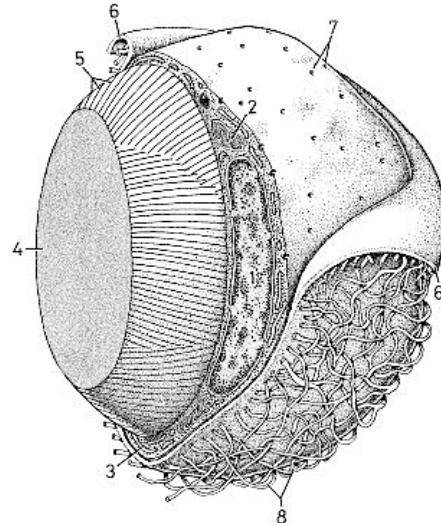
- ✓ Chaque lobule est desservi par une petite artère qui se divise en un riche **réseau capillaire intralobulaire**. La vascularisation n'est pas visible sur cette image.
- ✓ Le tissu adipeux est un tissu conjonctif où prédominent des cellules spécialisées dans l'accumulation des triglycérides, appelées cellules adipeuses ou adipocytes. Chaque adipocyte est entouré d'un réseau de **fibres collagènes de type III. (réticuline)**

✚ La graisse blanche est d'abord un **réservoir d'énergie**. En effet, les graisses ingérées lors d'un repas sont stockées sous forme de triglycérides dans les adipocytes, puis libérées dans le sang selon les besoins en énergie entre les repas. Elle permet donc une ***alimentation intermittente***.

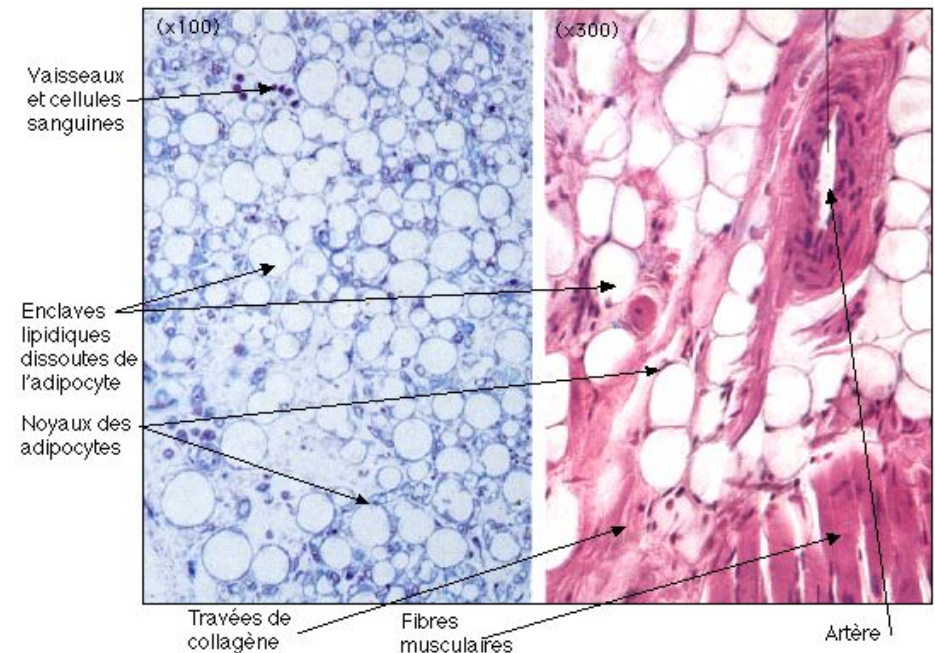
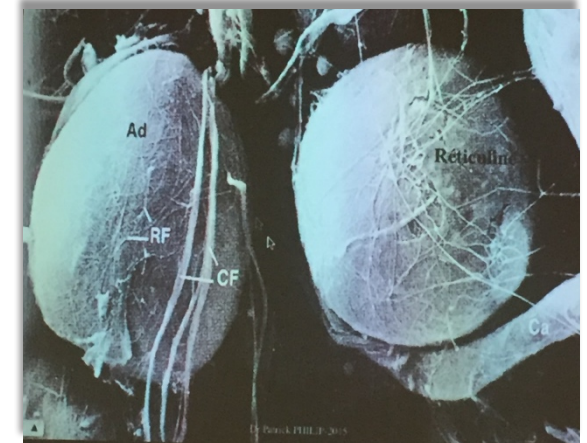
✚ Elle joue aussi un **rôle d'isolant thermique et de protection mécanique**. (Logique lorsqu'on est gros on a moins froid et on a moins mal quand on tombe :D)

Aspect schématique de l'ultrastructure de l'adipocyte (ME) ++

- ✓ Le noyau (1) est refoulé à la périphérie par l'enclave lipidique (4).
- ✓ C'est uniquement dans la zone juxta-nucléaire que le cytoplasme est clairement visible : il contient de nombreuses mitochondries (2), du réticulum granulaire et surtout du réticulum lisse. Ces éléments sont absolument nécessaires pour la **synthèse/dégradation des lipides neutres** qui forment l'enclave lipidique.
- ✓ Les adipocytes contiennent souvent des **pigments**, conférant au tissu adipeux sa **couleur plus ou moins jaunâtre ou brunâtre**.
- ✓ L'enclave lipidique est **directement au contact du cytoplasme** : il n'y a **pas de bicouche membranaire limitante**. L'enclave lipidique est simplement revêtue par une densification du réseau microfibrillaire cytoplasmique (5)
- ✓ Enfin notons que chaque adipocyte est entouré par une trame ayant valeur de membrane basale (6).
- ✓ Elle l'isole du réseau périphérique des fibres de réticuline (8).



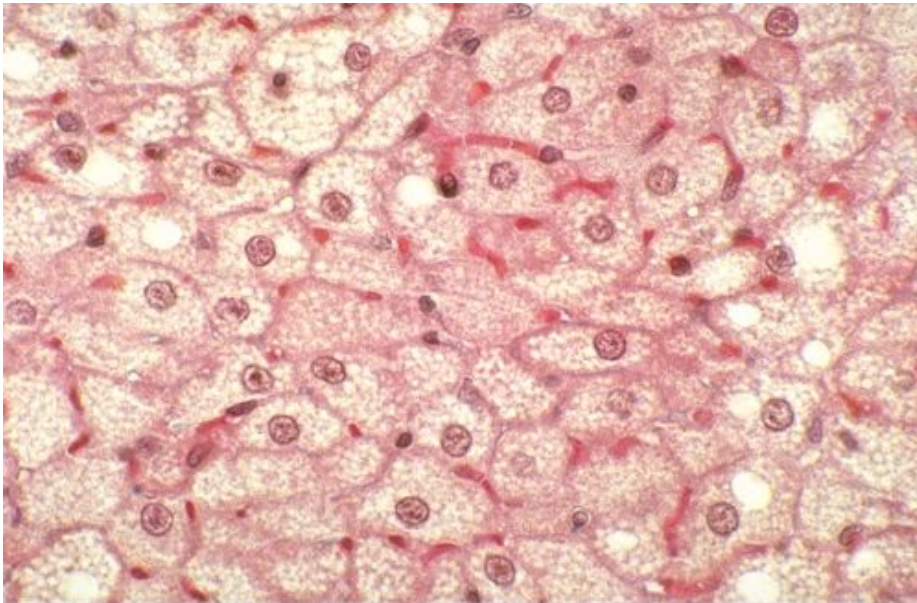
- ✓ Le volume de l'enclave lipidique est éminemment variable en fonction des conditions nutritionnelles : dans les grands amaigrissements l'enclave peut disparaître et l'adipocyte retrouve un aspect de cellule réticulaire ou fibroblastique.



II. Le tissu adipeux brun (multiloculaire)

- ✚ Dans la **graisse brune**, les adipocytes diffèrent des précédents.
- ✚ Ils sont **plus petits** et contiennent de **nombreuses gouttelettes** lipidiques qui confluent rarement en une goutte unique.
- ✚ Ce sont des adipocytes de la graisse **multiloculaire**, appelée aussi graisse brune à cause de sa **couleur naturelle, due aux cytochromes des nombreuses mitochondries**.

Photo concours 2013



- ✚ La graisse brune est **surtout abondante chez l'embryon**. Elle diminue au cours de la croissance et est réduite à presque rien chez l'adulte.

Petit conseil : voyez votre biochimie métabolique (lipidique + mitochondriale) avant :P

- ✚ Les adipocytes de la graisse brune contiennent de **très nombreuses mitochondries capables d'oxyder les acides gras très rapidement**.
- ✚ L'énergie d'oxydation n'y est **pas utilisée pour la synthèse d'ATP**, mais est dégagée sous forme de **chaleur**.
- ✚ Ceci explique le rôle de la graisse brune dans l'**adaptation au froid chez le nourrisson et chez les animaux qui hibernent**. ++
- ✚ Il est **largement répandu chez les animaux hibernants** ou semi-hibernants.
- ✚ En effet ce tissu, par lipolyse, est susceptible de **produire directement des calories**.
- ✚ Cette **thermogénèse** permet à ces animaux de conserver un minimum de température dans l'attente du réveil.
- ✚ Dans ce tissu **les mitochondries sont découplées sous l'action hormonale** (adrénergiques, hormone thyroïdienne), et **la chaîne de phosphorylation produit directement de la chaleur** au lieu d'accumuler l'énergie par synthèse de l'ATP à partir du gradient de proton provenant des déshydrogénations du cycle de Krebs (voir vos cours de biochimie) .
- ✚ Chez l'homme le tissu brun est bien développé chez le **nouveau-né**.

L'aspect général est peu différent de celui du tissu adipeux blanc. Néanmoins plusieurs points l'en distinguent :

⇒ les lobules sont souvent mieux individualisés ; sûrement parce que les cloisons (1) sont **plus riches en vaisseaux capillaires (2)** et en trajets nerveux.

⇒ Les cellules (3) sont nettement **plus polygonales** que dans le tissu adipeux blanc.

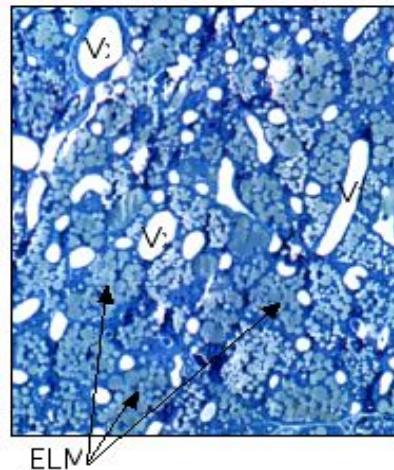
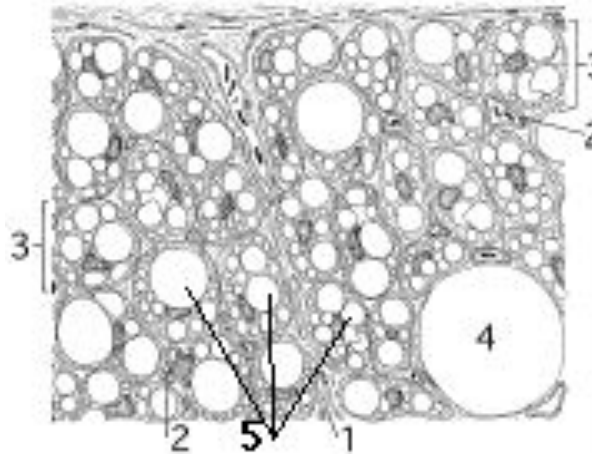
Quelques adipocytes blancs (4) peuvent être observés.

⇒ Le **noyau** est ici souvent **central** car on ne retrouve pas la volumineuse enclave lipidique unique du tissu adipeux blanc.

⇒ Le cytoplasme de l'adipocyte brun est au contraire occupé par de **nombreuses enclaves lipidiques (5)**. → tissu multiloculaire.

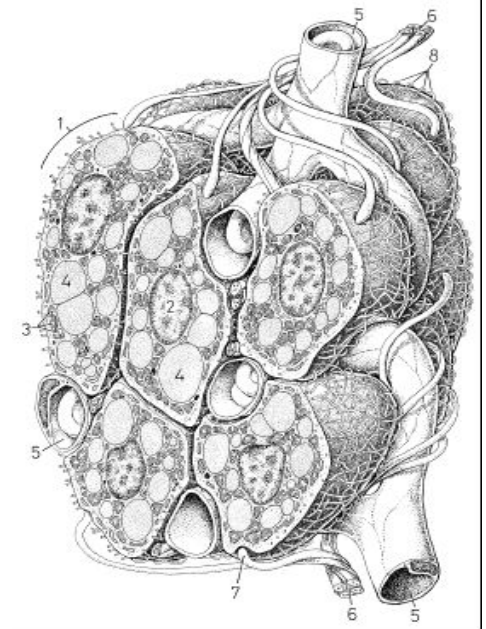
Sur une microphotographie optique après inclusion en résine (figure de droite), on note l'**abondance de vaisseaux capillaires (Vx)** dont on aperçoit bien la lumière dilatée.

Les enclaves lipidiques multiloculaires (ELM) sont également bien visibles.



Interprétation schématique d'une image électronique

- ♥ Le **noyau (2)** est **central** dans la cellule (1).
- ♥ Les **enclaves lipidiques** sont nombreuses et disséminées dans le cytoplasme. Elles sont de taille variable et entourées, comme pour l'adipocyte blanc, par un réseau de microfilaments. (*densification*)
- ♥ Il n'y a **pas non plus de bicouche membranaire limitante** : il s'agit bien d'une **enclave et non d'une vacuole ou d'un organe cellulaire**. (QCM +++)



- ♥ Les mitochondries, le réticulum granuleux et lisse (3) sont **largement représentés** dans le cytoplasme (eu égard au **métabolisme très actif de cette cellule**).

- ♥ C'est le **découplage de la chaîne de phosphorylation dans la membrane interne mitochondriale qui sera producteur de chaleur à partir du cycle de Krebs**.

- ♥ Comme pour l'adipocyte blanc, la cellule est entourée par une **trame ayant valeur de membrane basale** (non représentée sur ce schéma) et le **réseau de réticuline** est abondant (8). L'innervation est très riche. Elle est faite de différents types de fibres nerveuses (6), avec la présence de véritables **terminaisons nerveuses sur les cellules (7)**.

- ♥ Enfin, les **vaisseaux** sont également très nombreux (5)