



LE 13/01/2024



ACTIVITÉ PHYSIQUE APPROPRIÉE et SYNDROME METABOLIQUE

BEN EZZEDDINE LAMIA / IKRAM BEN AYED / ABDERAOUF BEN MANSOUR



Alimentation équilibrée,
Activité physique
Prédispositions génétiques

Apport nutritionnel trop important,
alimentation énergétiquement trop
dense (gras et glucides), **sédentarité**,
et prédispositions génétiques...

Mais attention, il est possible :

- 1) de souffrir du syndrome métabolique sans être obèse,
- 2) Être obèse sans souffrir du syndrome métabolique

=

Gain en masse grasse: souvent associé
au syndrome métabolique ... :
risques accrus de maladies cardiovasculaires,
espérance de vie diminuée...

**COMMENT AMELIORER LES INDICATEURS
DES MALADIES METABOLIQUES ET CARDIOVASCULAIRES :
SYNDROME METABOLIQUE ?**

DEFINITION :

LE SYNDROME METABOLIQUE (ou *syndrome X*, ou encore *SM*)

Désigne l'association d'une série de problèmes de santé ayant en commun un mauvais métabolisme corporel dont l'origine reste controversée :

Sédentarité + nutrition inappropriée + dérèglement des cibles métaboliques avec des mécanismes communs... ?

Malgré les nombreuses définitions qui ont varié dans le temps et selon les organismes de santé ou selon les pays,

OMS, 1998 ;

EGIR, 1999 (*European Group for the study of Insulin Resistance*);

NCEP-ATPIII 2001 et 2005 (*National Cholesterol Education / Program-Adult Treatment Panel III*);

IDF 2005 (*International Diabetes Federation*)

Il y a consensus pour parler de « **syndrome métabolique** » dans la cas où au moins 3 des problèmes suivants sont associés chez la même personne :

| FACTEURS DE RISQUE | NORMES LIMITES |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Obésité viscérale (Tour de taille) | Homme > 100 cm; Femme > 88 cm |
| Hypertriglycéridémie | Homme > 1,75 g/L (> 2 mmol/L) Femme > 1,6 g/L (> 1,7 mmol/L) |
| Hypercholestérolémie | Homme < 1,04 mmol/L (0,4 g/L) Femme < 1,29 mmol/L (0,5 g/L) |
| Hyperglycémie à jeun | ≥ 5,6 mmol/L (1,1 à 1,26 g/L) |
| Hyper insulinémie permanente | Dépend de la masse corporelle |
| Hypertension artérielle (dépend de l'âge) | ≥13-14mmHg systolique; ≥ 8,5-8,9 diastolique |

Aujourd'hui, Il y a cependant consensus sur le fait que **le syndrome métabolique** détecté chez une personne n'ayant déclaré aucun symptôme particulier correspond à un **risque d'accident cardio-vasculaire multiplié par trois** par rapport à un individu réellement en bonne santé.

Le syndrome métabolique décrit un état qui est considéré comme préfigurant plusieurs maladies graves :

diabète de type 2 (DT 2), avec par exemple un risque 7 fois plus élevé chez les porteurs de SMET que pour le reste de la population.

troubles cardiovasculaires

artériopathie des membres inférieurs

accident vasculaire cérébral (AVC) ; risque 1,26 à 2,2 fois plus élevé selon l'OMS,

Cancers ? notamment cancer du côlon et du sein.

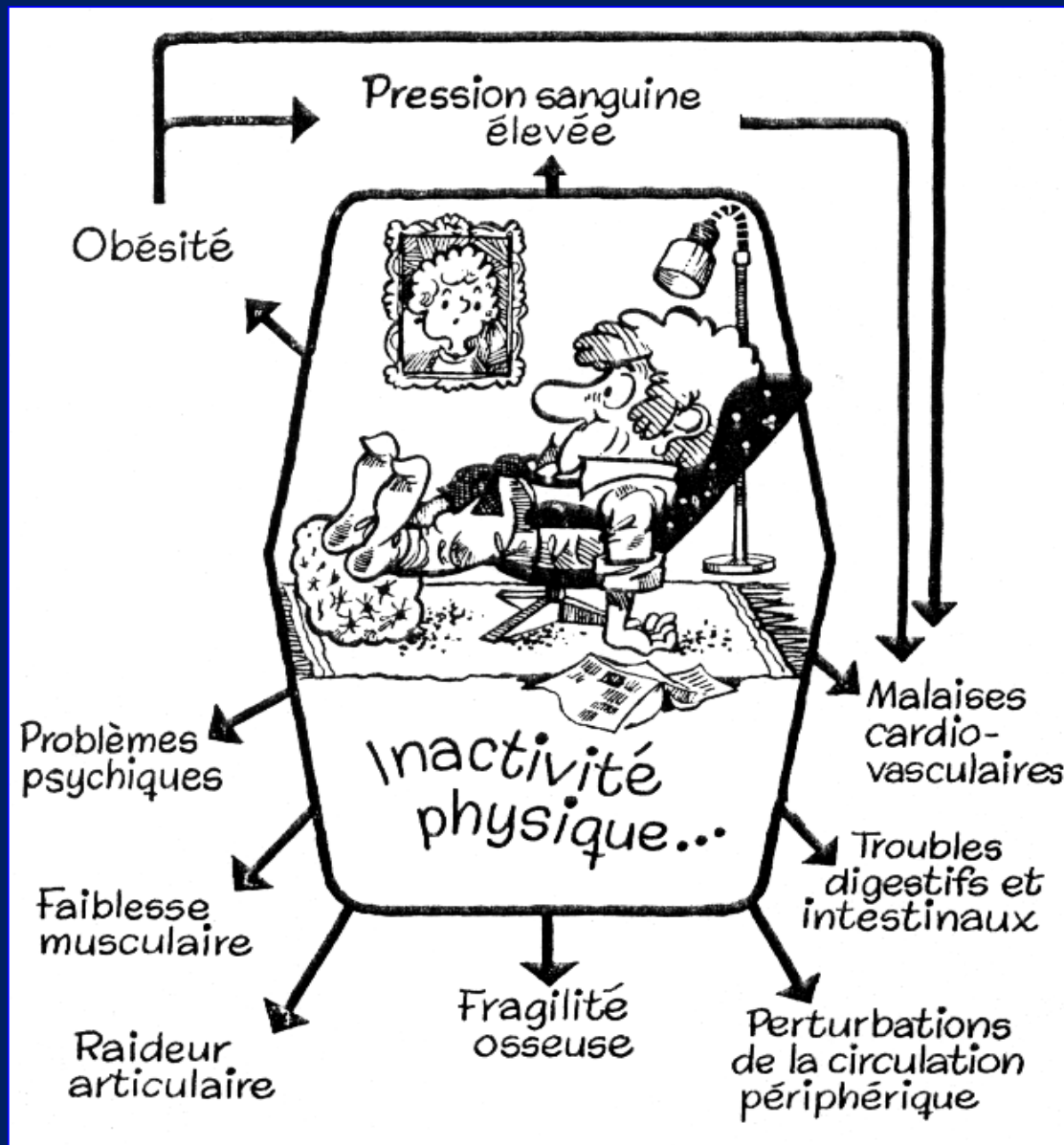
Pourraient s'y ajouter :

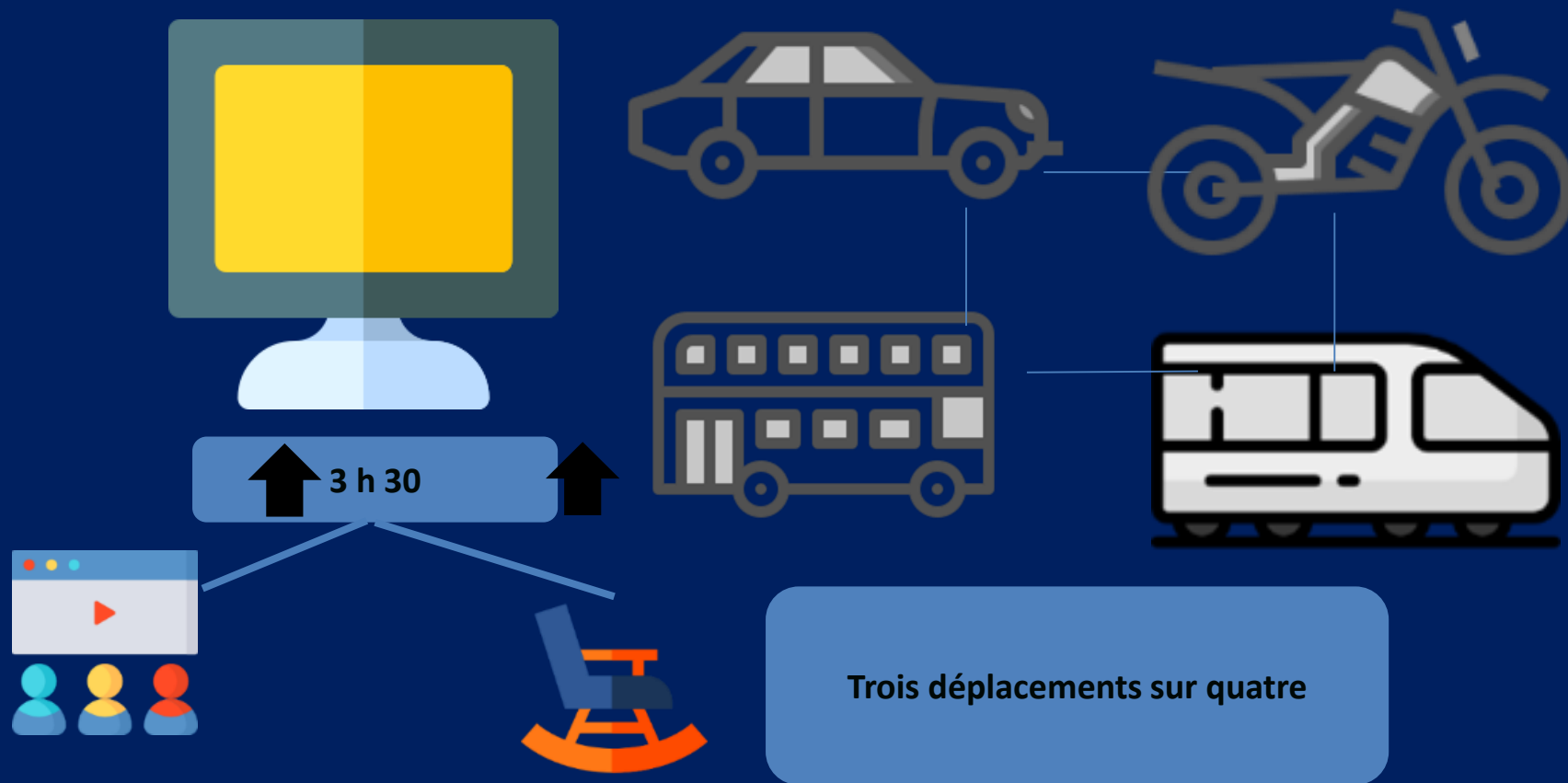
dépression ou anxiété

déclin cognitif et peut-être démence, voire même maladie d'Alzheimer, ou d'autres maladies en cours d'étude...

Tabagisme et/ou alcoolisme augmentent encore le risque cardiovasculaire et de cancer

Les conséquences de la sédentarité





Qui sont les coupables ?

Mortalité liée à l'inactivité physique/sédentarité VS tabac dans le monde



5,3
millions †



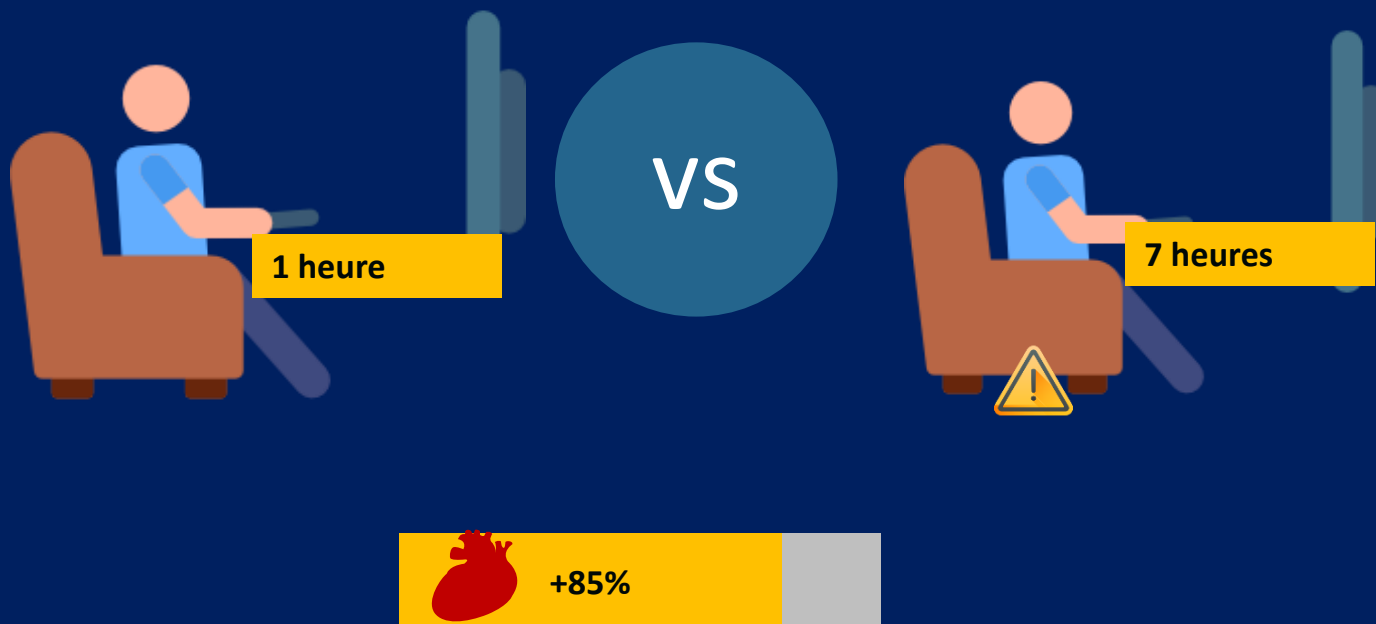
5,7
millions †

Nombre de décès dans le monde attribuables à la sédentarité

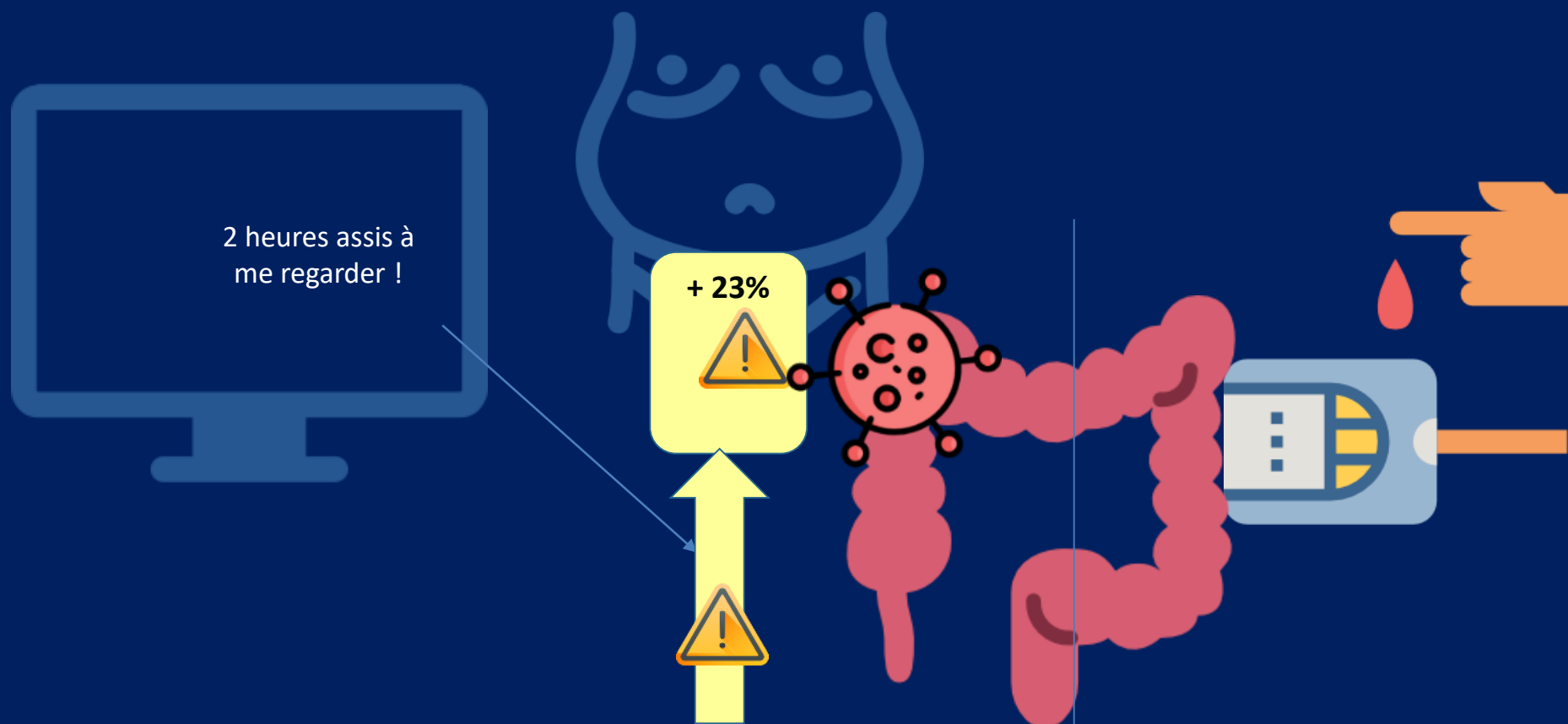
Nombre de décès dans le monde attribuables à la consommation de tabac*

ou à l'inactivité physique*

Augmentation du risque cardiovasculaire



Augmentation du risque de maladies chroniques



***Bénéfices d'une pratique régulière
des APS***

CE QUE L'ON CONNAIT DÉJÀ...

Risques et bénéfices en relation avec les niveaux d'activité physique

Bénéfices de l'exercice sur la santé

Bénéfices

Entraînement pour le sport

Exercices pour la condition physique santé et sport

Activité physique pour la santé

Activité physique de la vie courante

Risques et préjudices

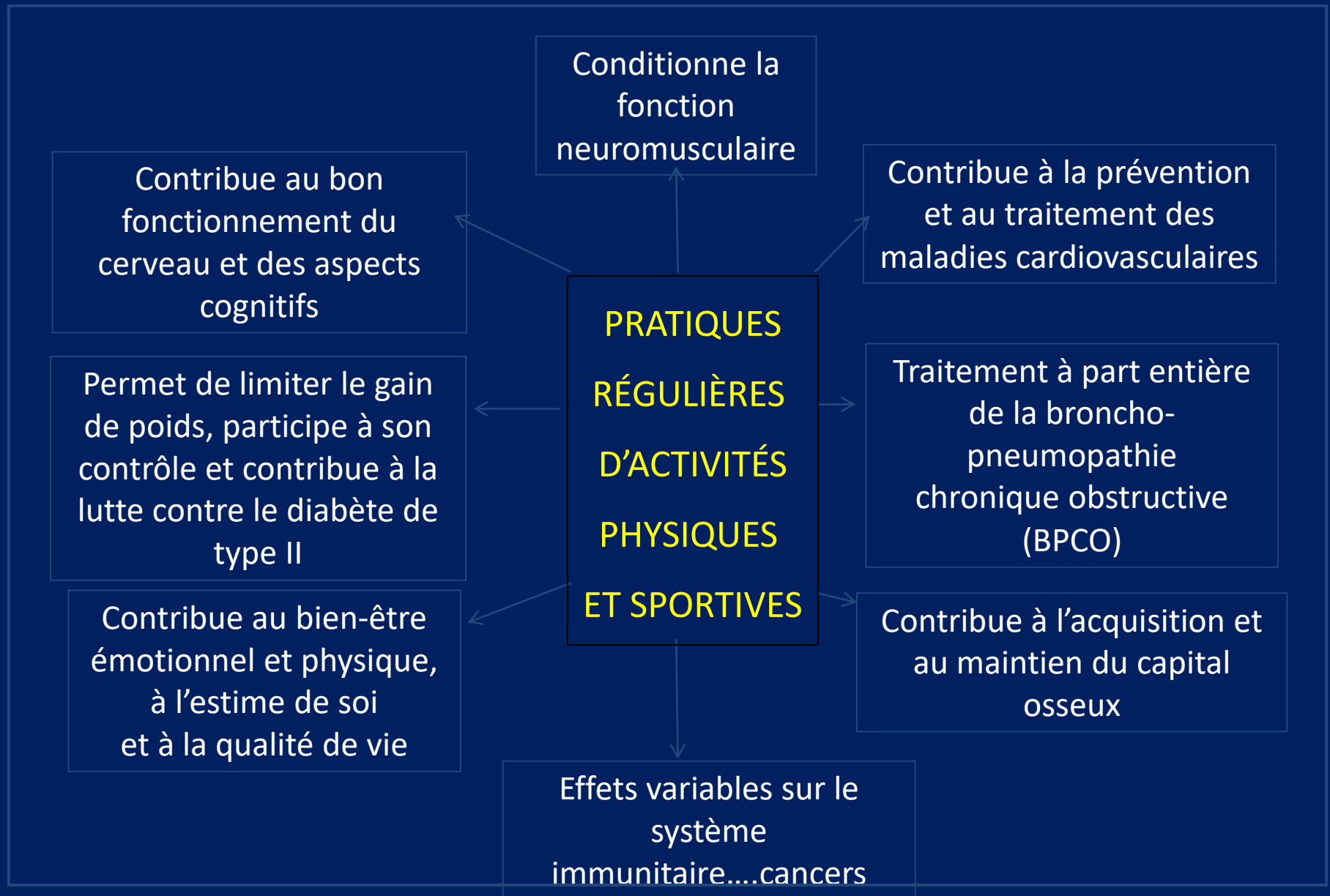
Fatigante, plusieurs fois par semaine variable selon le sport et le niveau

Quotidienne et modérée : de 10 min à 1 h

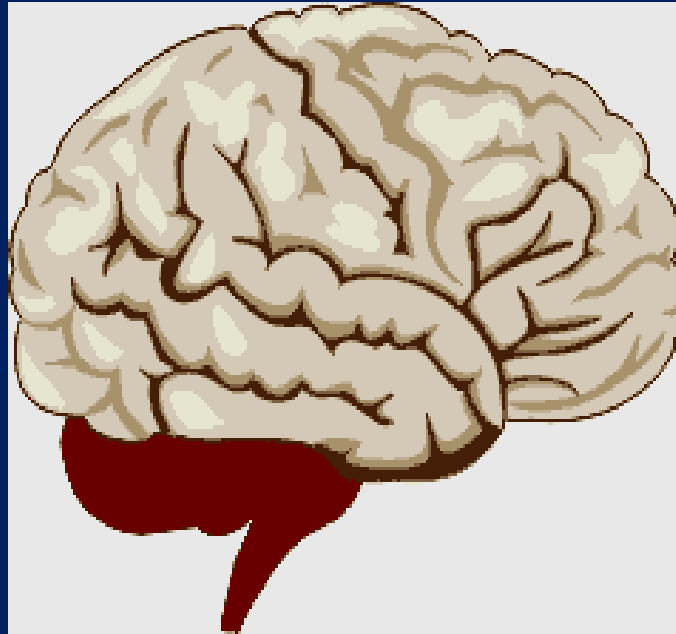
Quotidienne et Intensité sensiblement supérieures : pas en dessous de 30 min

De modérée à vigoureuse 3 fois par semaine : pas moins de 20 min

Ubiquité des bienfaits de la pratique régulière de l'activité physique



↑ APS →



Effets des AP sur les fonctions du cerveau et les aspects co

1- Sur l'anxiété et la dépression

2- sur le bien-être

3- sur les fonctions cognitives

1- Sur l'humeur, l'anxiété et la dépression

L'entraînement physique est significativement associé à la réduction des traits d'anxiété et à ses indicateurs physiologiques et peut réduire la prévalence de la dépression sur de grandes populations.

2- sur le bien-être ressenti après des exercices de longue durée peu et moyennement intenses (action des endorphines ?)

Il est admis, l'action des endorphines peut-elle expliquer la notion de bien-être induite par l'exercice musculaire de longue durée ?

L'action exclusive de ce mécanisme a été mise en doute sous l'effet de l'administration de la **naloxone** (blocage des récepteurs des endorphines).

Et ce blocage pharmacologique de l'action des endorphines **ne modifie pas** les effets comportementaux résultant de l'exercice musculaire.

Aujourd'hui nous savons que les axes neurochimiques influencés par l'exercice musculaire sont en outre :

- l'axe sérotoninergique,
- les voies dopaminergiques
- et le métabolisme du GABA : acide γ -aminobutyrique : $C_4H_9NO_2$

3) Sur les fonctions cérébrales et cognitives

- ↑ du **BDNF** + ↑ **NGF** ⇒ ↑ plasticité synaptique (↑ synaptogénèse) +
↑ neurogénèse

AP ⇒ - ↑ **IGF-1** ⇒ Effets médiateurs : ↑ l'entrée du calcium, du glucose au cours de
l'exercice musculaire , ↑ angiogénèse ⇒ ++ O₂;
- Abaisse le seuil d'induction de **la LPT**

Ce que l'on savait...

AP ⇒

Neurotrophines

BDNF (*brain derived neurotrophic factor*)

NGF (*nerve growth factor*)

NT-3 (*neurotrophine 3*)

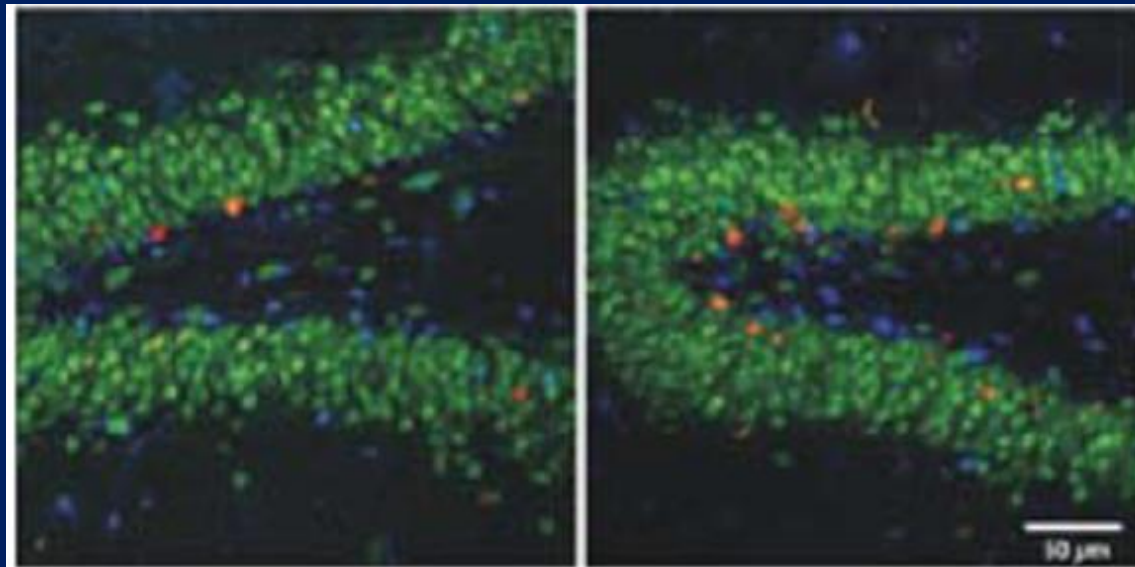
NT-4/5 (*neurotrophine 4/5*)

IGF-1 : (*Insuline growth factor 1*)

LPT : (*long term potentiation*)

Activité physique et neurogénèse

La stimulation par le BDNF augmente les réseaux neuronaux.



DE NOUVEAUX NEURONES (points rouges) se forment en plus grande quantité dans le cerveau d'un rat adulte qui a une activité physique régulière (à droite) que dans celui d'un animal témoin plus sédentaire (à gauche). C'est la preuve que l'entraînement musculaire favorise la formation neuronale.

↑ APS →



POUR RESUMER...

↑ **BDNF**, (*brain derived neurotrophic factor*) + ↑ **NGF** (*nerve growth factor*)

⇒ ↑ plasticité synaptique (↑ synaptogenèse) + ↑ neurogenèse

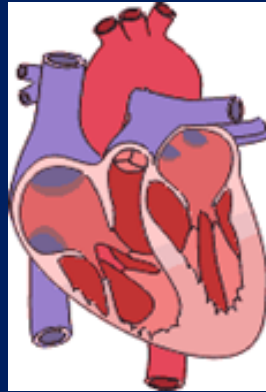
↑ **IGF-1** (*Insuline growth factor 1*) ⇒ ↑ angiogenèse ⇒ ↑ O₂, ↑ glucose, ⇒

↑ capacité cognitive, ↑ mémoire. ↑ BDNF + ↘ seuil d'induction de la **LTP**

(*long term potentiation*) ⇒ ↑ mémoire, ↑ capacité d'apprentissage,

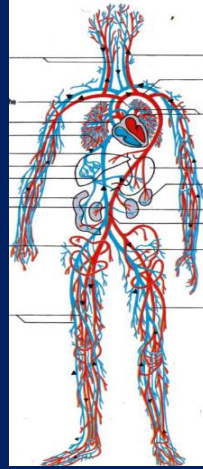
↑ commande neuromotrice.

↑APS →



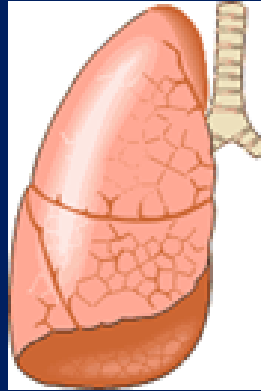
↑ Volume cardiaque, ↑ volume d'éjection systolique, ↑ cavitaire et pariétale, ↑ débit cardiaque, ↑ perfusion myocardique, ↑ du rendement cardiaque, ↓ fréquence cardiaque de repos et à une intensité donnée d'exercice, amélioration de la fréquence cardiaque de récupération...

↑APS →

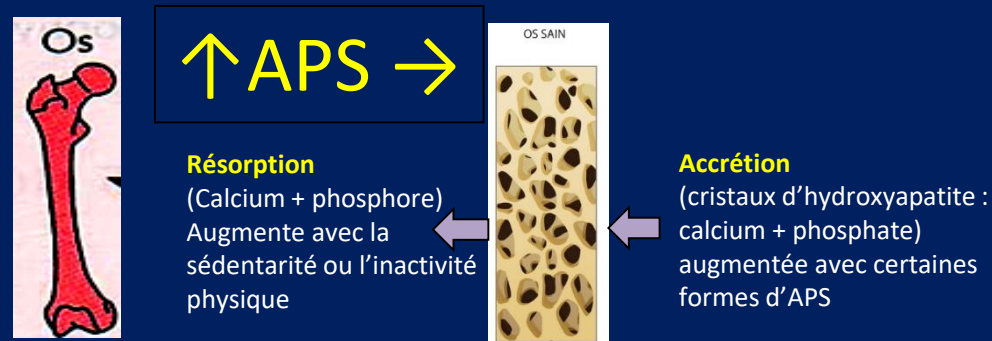


↑ Volume plasmatique, amélioration de la fonction endothéliale et de la régulation rhéologique, ↑ **NO** (*monoxyde d'azote*) ⇒ vasodilatation, ↘ hypertension, amélioration des troubles hémorhéologiques et l'hypercoagulabilité,

↑ APS →



↑ Puissance et endurance des muscles respiratoires, ↑ nombre
d'alvéoles fonctionnelles ↑ rapport ventilation/perfusion,
amélioration de la broncho pneumopathie chronique obstructive
(BPCO), de l'asthme,



Au cours de la croissance : accrétion +++ avec APS > résorption

Effet ostéogénique (dépend de la qualité des contraintes mécaniques). Effet très important en période pré, pubertaire et post pubertaire : activités physiques multiformes + musculation.

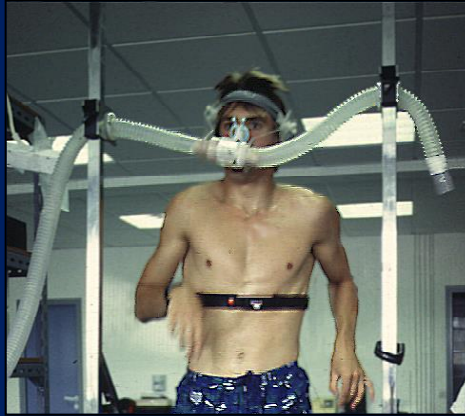
↑ de la DMO, lutte contre l'ostéoporose

↑ APS →



↑ IGF-1* : hypertrophie : ↑ Force, puissance et endurance musculaire,
↑ coordination neuromotrice, ↑ pouvoir oxydatif, ↑ des réserves
en glycogène, amélioration de la qualité de l'utilisation des différents
substrats : PCr, Glycogène, acides gras libres (↑ [enzymes]),

↑ APS →



↑ du $VO_2\max$, ↑ de la vitesse aérobie max (VAM), ↑ de la puissance aérobie max (PAM), ↑ de l'endurance aérobie, ↑ de l'économie de locomotion

↑ APS →



↑ Dépense d'énergie + amélioration diététique + facteurs environnementaux favorables ⇒ ↑ de la concentration en leptine, √ de la taille des adipocytes, ↑ pouvoir oxydatif musculaire ⇒ amélioration de l'utilisation des lipides, ↑ de la masse maigre.

↑ APS



Amélioration des comportements psychologiques :

Meilleure estime de soi, maîtrise de l'anxiété, voire de la dépression...(voir ce qui précède)

Amélioration des fonctions immunitaires :

Attention aux intensités et durées des exercices : Courbe en J

Risques immunitaires

Au dessus de la moyenne

Activité à intensité et durée moyennes

☐ Immunité innée :

↑ macrophages, ↑ cellules polynucléaires, ↑ NK (Natural Killer).

☐ Immunité adaptative :

↑ cellules dendritiques, ↑ lymphocytes qui vont synthétiser + d'anticorps



Moyens



En dessous de la moyenne

Sédentaire

Modéré

Très élevé

Quantité et intensité des exercices

Courbe en « J » de Nieman (1994)

SYNTHESE DES BIENFAITS DES L'APS REGULIEREMENT PRATIQUÉES

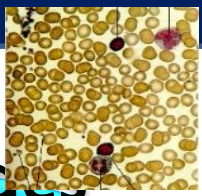
Obésité

Pour se résumer :
ce que l'on sait...

Maladies
cardiovasculaires
et ventilatoires

Bienfaits des
activités
physiques et
sportives
régulières

Amélioration de la
composition corporelle



Amélioration du profil lipidique
sanguin et fonction vasculaire



Augmentation de l'endurance et
de la force musculaire

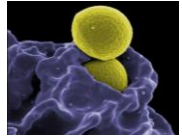
Amélioration de la
pression artérielle



Augmentation de
l'accrétion osseuse :
Lutte contre
l'ostéoporose



Renforcement des fonctions
du système immunitaire



Amélioration de la
sensibilité au glucose et
à l'insuline



Amélioration de la
condition physique

Augmentation du pouvoir
oxydatif cellulaire



Diabète de type II

Cancers

CE QUE L'ON DECOUVRE ACTUELLEMENT...

QU'ELLES EN SONT LES EXPLICATIONS ET LES

MÉCANISMES BIOLOGIQUES SYSTEMIQUES ?

CE QUE L'ON COMMENCE A DECOUVRIR...

En réponse aux contractions musculaires, les fibres musculaires produisent et libèrent des centaines de cytokines spécifiques ou autres petites protéines, **des substances solubles de signalisation cellulaire***, qui se lient à leurs récepteurs spécifiques situés sur de multiples sites de notre organisme. Les chercheurs ont immédiatement donné à ce groupe de substances un nom de circonstance: **les myokines**, du terme Myss – muscle et Kinesis – mouvement.

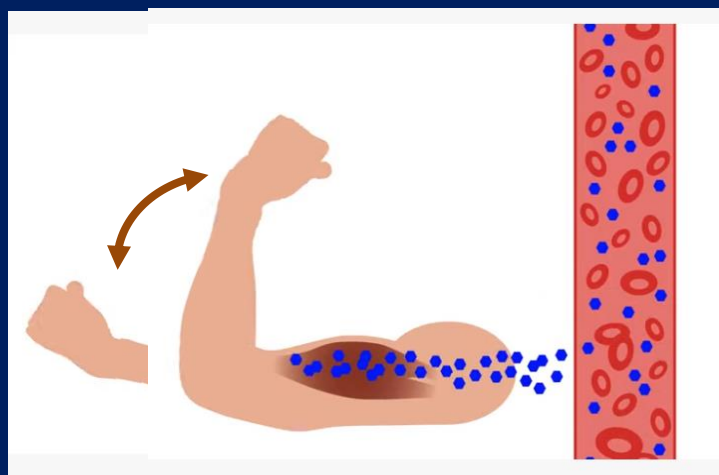
** La signalisation cellulaire est un système complexe de communication qui régit les processus fondamentaux des cellules et coordonne leur activité*

Les myokines, une découverte du siècle

Bente K. Pedersen, directrice du centre de recherche musculaire à l'Université de Copenhague, avec son équipe ont résolu une énigme. En effet, durant des décennies, les scientifiques n'ont su expliquer pour quelle raison l'activité physique bien dosée était bénéfique pour la santé.

Aujourd'hui, on ne se demande plus si l'activité physique, musculation comprise, est bonne pour la santé. On a trouvé la bonne clé qui ouvre la serrure !!!

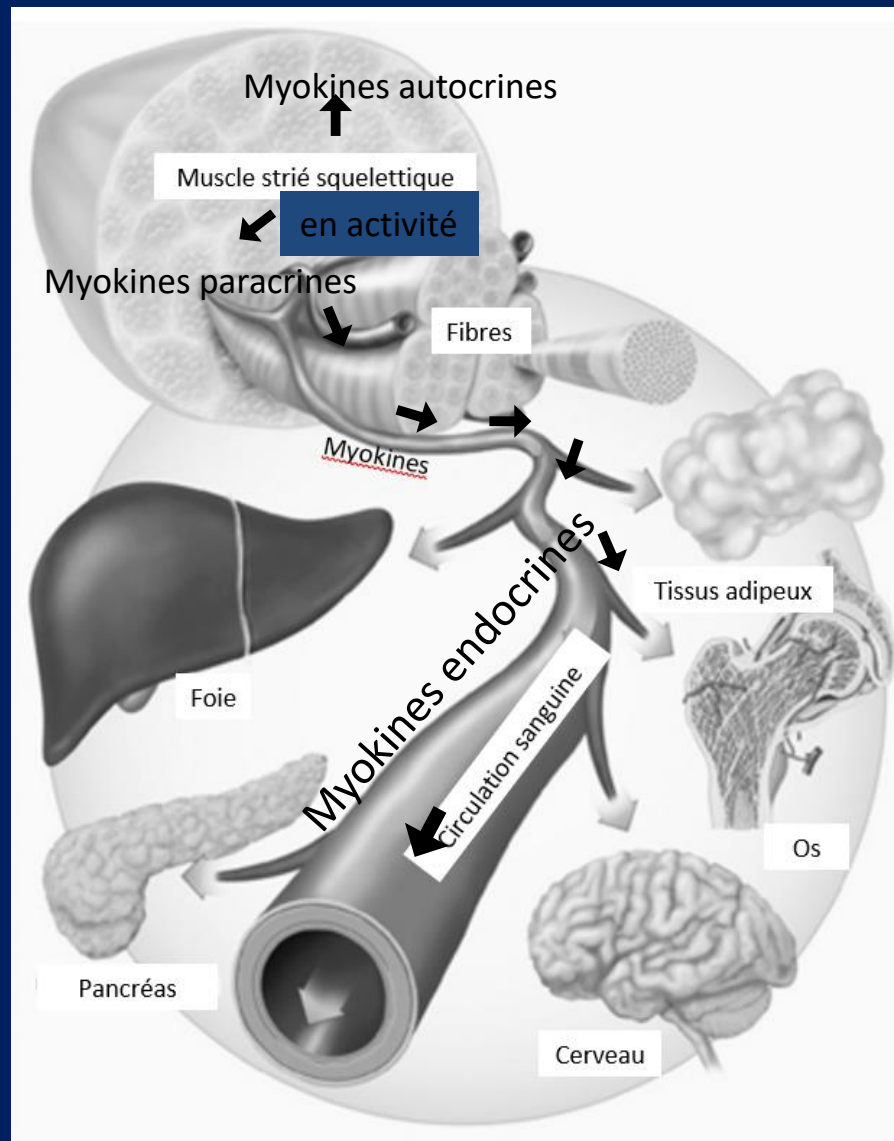
Plus un muscle est activé plus il produit de myokines



Les myokines produites par les muscles actifs ont des effets **autocrines**, **paracrines et/ou endocrines** ; leurs effets systémiques se produisent grâce à leur impact sur leurs récepteurs spécifiques à des concentrations très faibles... de l'ordre des pico molaires.

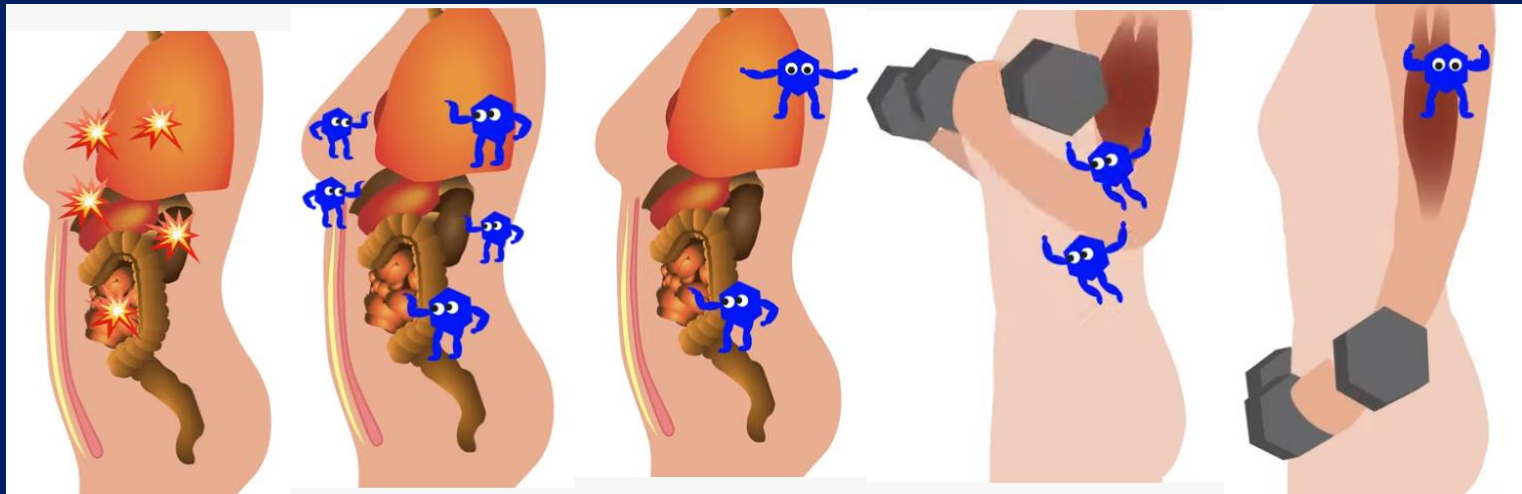
Les récepteurs des myokines se trouvent sur et dans les cellules musculaires, adipeuses, hépatiques, pancréatiques, osseuses, cardiaques, immunitaires et cérébrales.

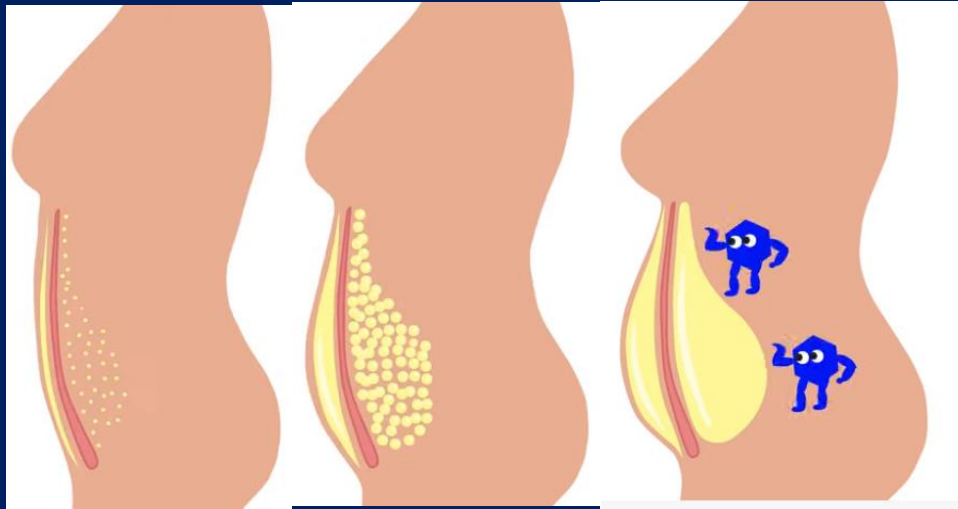
L'emplacement de ces récepteurs reflète le fait que les myokines ont de multiples fonctions.



Comment fonctionnent les myokines dans l'organisme ?

Myokine + récepteur spécifiques → réactions en cascade





Tout d'abord, elles sont :

- **associés directement à l'exercice**, ainsi que dans les changements métaboliques
- **après l'adaptation chronique à l'entraînement.**

Elles participent également à la régénération et à la réparation des tissus, au maintien d'un fonctionnement sain du corps, à l'immunomodulation ; à la signalisation, à l'expression et à la différenciation cellulaire.

Jusqu'à présent, l'analyse sécrétome du milieu de culture des fibres musculaires humaines a révélé plus de 600 myokines.

Pour le moment seules une quinzaines d'entre elles sont les plus étudiées.

Examinons les à partir de leurs rôles autocrines / paracrines et enfin endocrines.

QUELQUES MYOKINES AUTOCRINES ET PARACRINES

La myostatine a été la première myokine identifiée en 1997. La myostatine est un régulateur **négatif** de la croissance musculaire menant à l'inhibition de la myogenèse par la différenciation et la croissance de cellules de muscle.

La follistatine est un inhibiteur naturel de la myostatine, la croissance en résulte.

l'IL-6 et l' IL-7 : hypertrophie musculaire et myogenèse après des séances de musculation, et de séances de haute intensité physique.

BDNF, (*brain derived neuro factor*) : dérivé des muscles est important pour réguler la régénération musculaire juste après une blessure musculaire.

IL-6 : oxydation des graisses médiée par l'**AMPK** (*adénosine monophosphate kinase*),
semble également avoir des effets systémiques sur le foie, le tissu adipeux et le système immunitaire et médie la diaphonie entre les cellules « L » intestinales et les îlots pancréatiques.

QUELQUES KYOKINES... ENDOCRINES

L'irisine : 1 - brûleuse de graisse, libérée pendant l'activité physique.

Cette myokine, aide notre corps à éliminer les graisses et les empêche avant tout de se former.

2 – booste le cerveau par l'intermédiaire de récepteurs situés dans l'hippocampe > BDNF... (Boström et al. 2012)

L'IL-6 : Rôles multiples en fonction de son mode de production et de la situation de ses récepteurs spécifiques (voir plus loin...).

L'IL-8 : L'IL-8 (ou CX-CL8) fait partie des chimiokines les plus importantes.

Elle est essentiellement connue pour sa capacité à favoriser l'adhésion des monocytes et des neutrophiles présents dans la circulation sanguine, aux cellules endothéliales qui constituent les vaisseaux sanguins, les aidant ainsi à passer du sang au tissu enflammé où ils vont agir. Elle pourrait aussi participer à l'angiogenèse

L'IL-10 : est une myokine anti-inflammatoire

L'IL-15 : Cette myokine stimule l'oxydation des graisses, l'absorption du glucose, la biogenèse mitochondriale et la myogenèse dans le muscle squelettique.

QUELQUES MYOKINES **ENDOCRINES** (suite)

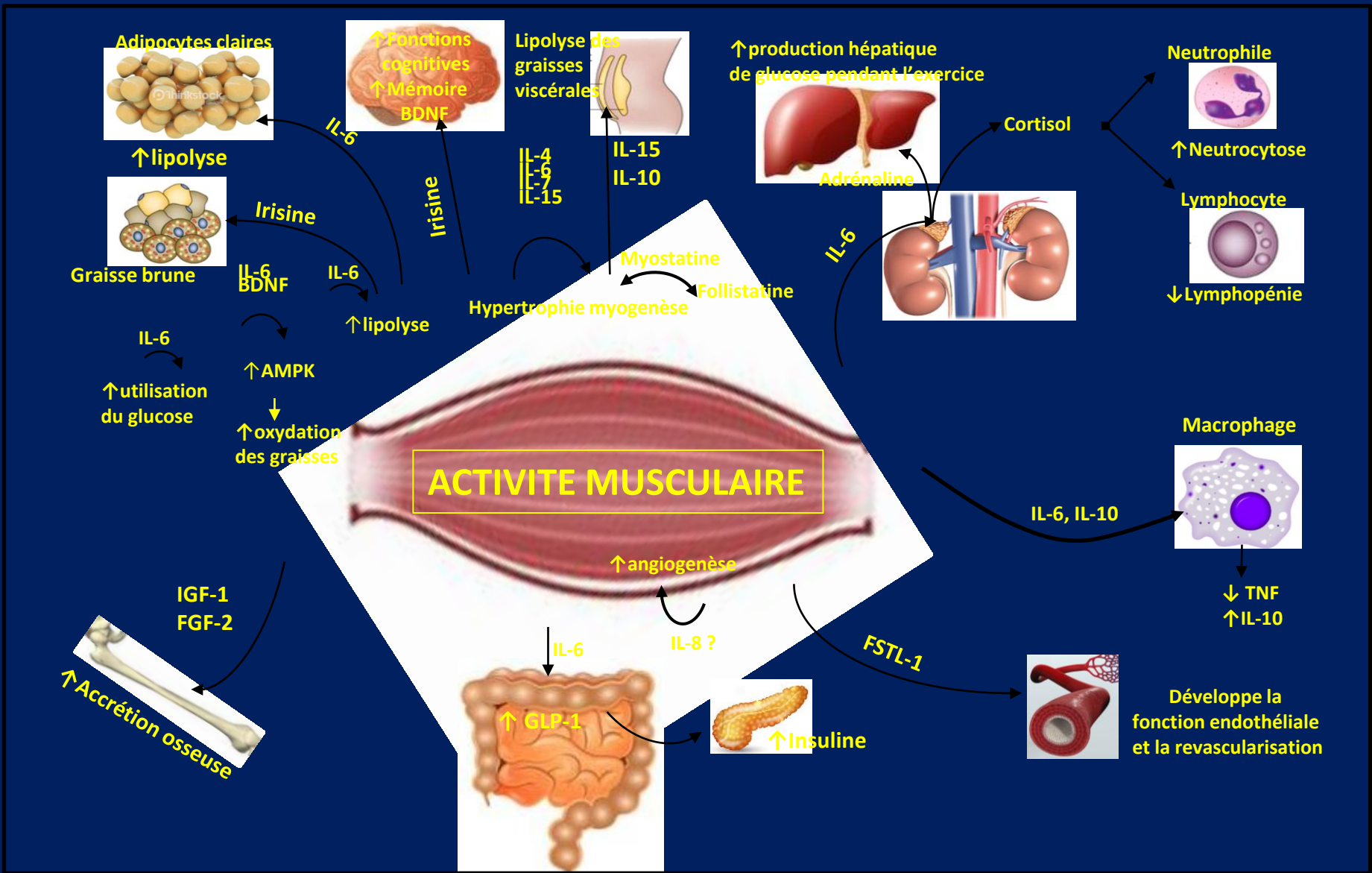
FGF-2 : (*Fibroblast growth factor 2*) connu sous le nom de facteur de croissance des fibroblastes.

IGF-1 (*Insulin-like growth factor-1*) : facteurs ostéogéniques.

FSTL-1 : (follistatine like 1) améliore le système endothélial et la fonction du système vasculaire : angiogenèse. **l'IL-6 et l' IL-7** : hypertrophie musculaire et myogenèse

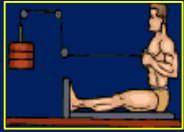
La cathepsine B (CTSB) améliore les niveaux de [neurotrophine](#) dans les [cellules souches](#) adultes hippocampiques pour conduire à l'amélioration des performances de la mémoire

Recherches et publications poursuivent actuellement leur développement...



IL : Interleukines ; BDNF : Brain derived neurotrophic factor; AMPK : Adénosine monophosphate protéine kinase; GLP-1 : Glucagon-like peptide-1 ; FSTL-1 : Follistatine-like-1; TNF : Tumor necrosis factor; IGF-1 : Insulin-like growth factor-1; FGF-2 : Fibroblast growth factor-2;

Pour Résumer



Entraînement en musculation
Intensité ++



Endurance
Aérobie = durée
Intensité modérée

Tissu adipeux du sujet obèse



↑ **Système anti oxydatif**
↑ **Flux sanguin dans le tissu adipeux clair**

↓ **Stress oxydatif**
↓ **Hypoxie**
↓ **Macrophage infiltration**

↓ **TNF-α**
↓ **MCP-1**
↓ **IL-6**
↑ **Adiponectine**

↑ **Métabolisme de base de repos**

↑ **Fibres type 1**
↑ **Métabolisme lipidique**

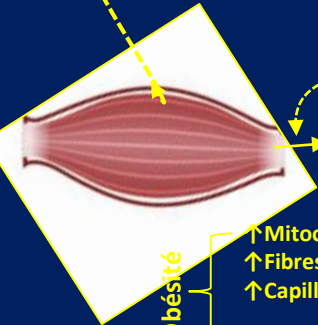
↑ **Dépense d'énergie**

Catécholamines

↓ **Taille des adipocytes**

↓ **Leptine**
↓ **MCP-1**
↓ **IL-6**

↑ **Fibres type 2**
↑ **Métabolisme glucidique**



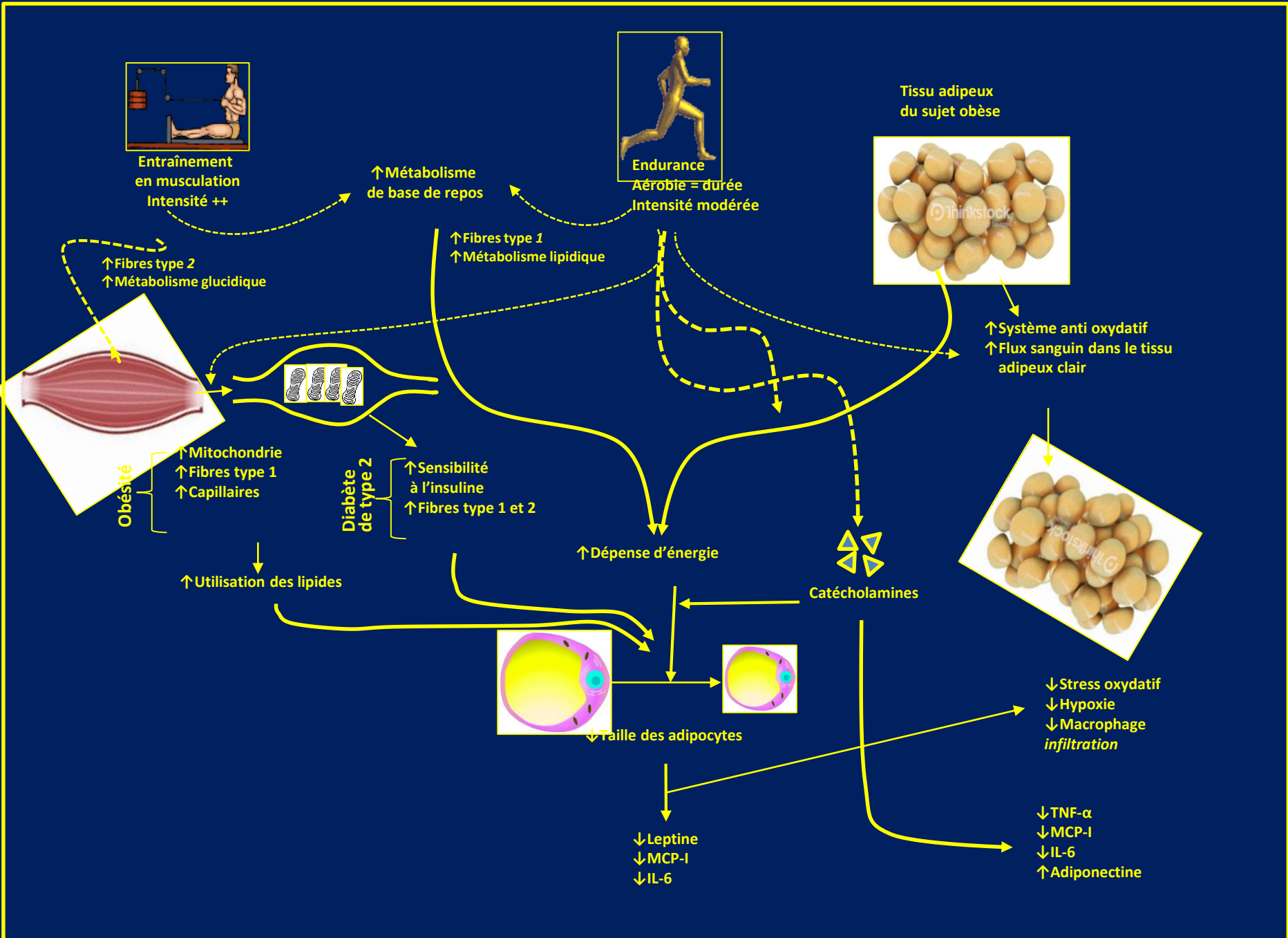
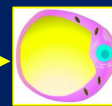
Obésité

↑ **Mitochondrie**
↑ **Fibres type 1**
↑ **Capillaires**

↑ **Utilisation des lipides**

Diabète de type 2

↑ **Sensibilité à l'insuline**
↑ **Fibres type 1 et 2**



Stratégie

Prévention

Prise en charge

Reprise de poids

Réduction des comportements sédentaires

Education nutritionnelle

Promotion de l'activité physique

Augmentation de l'activité physique

Favoriser
l'activité
physique

Personnalisation -
progressivité

Schématisation des éléments de stratégie

En conclusion, les maîtres mots : l'activité physique
doit être multiforme, multi intensité et multi durée
sans oublier de prendre du plaisir...

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Stratégie

Prévention

Prise en charge

Reprise de poids

Réduction des comportements sédentaires

Education nutritionnelle

Promotion de l'activité physique

Augmentation de l'activité physique

Favoriser
l'activité
physique

Personnalisation -
progressivité

Schématisation des éléments de stratégie

MECANISMES POSSIBLES

Adaptations résultant de l'entraînement aérobie

Neurohumoral

↘ effets vasoconstricteurs du système sympathique :
↘ niveau catécholamine

Vasculaire

Cœur : ↗ remplissage diastolique ventriculaire; ↗ vasodilatation endothélium-dépendante.
Vaisseaux : ↗ production monoxyde D'azote (NO) par l'endothélium d'où relâchement des fibres lisses et vasodilatation vasculaire

Structurelle

Angiogenèse périphérique, débit capillaire augmenté, « lit » périphérique plus important