

Proposition de référentiel de 2^{nde} (Groupe académique Créteil)

Ce référentiel constitue un exemple de trace écrite pour les élèves mais n'est en aucune façon une progression pédagogique. Il permet une explicitation des notions du programme et assure une hiérarchisation dans les connaissances. Outil pour l'enseignant, il ne peut donc être donné tel quel aux élèves. Il sert exclusivement au professeur à cibler les différents niveaux de formulation des savoirs à utiliser en fonction de ses choix. A ce référentiel sont associés des exemples de tâches complexes sur le site.

Code de hiérarchisation des idées :

❖ En gras, police 12 : les phrases clés du BO

- En normal, police 12 : ce qui est dans le BO, dans les mots clés, les capacités...
 - En normal, police 10 : ce qui est nécessaire à la compréhension des élèves
 - En italique, police 10 : ce qui permet d'aller plus loin dans les connaissances

THEME 3 CORPS HUMAIN ET SANTE : L'EXERCICE PHYSIQUE

Toutes les connaissances déclinées dans cette partie du référentiel sont au service de : la connaissance du corps et de son fonctionnement est indispensable pour pratiquer un exercice physique dans des conditions compatibles avec la santé. Cela passe par la compréhension des effets physiologiques de l'effort et de ses mécanismes dont on étudie ici un petit nombre d'aspects.

• Des modifications physiologiques à l'effort

- ❖ **Au cours d'un exercice long et/ou peu intense, l'énergie est fournie par la respiration qui utilise le dioxygène et les nutriments.**
 - Le dioxygène et les nutriments sont utilisés par les organes afin de produire l'énergie dont ils ont besoin pour fonctionner.
 - Les nutriments sont oxydés en présence de dioxygène au cours de la respiration.
 - Les nutriments utilisés sont principalement le glucose et les acides gras.
 - Le bilan de la respiration à partir du glucose est :
$$C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{Energie}$$
 - La demande énergétique augmente avec l'activité musculaire.
- ❖ **L'effort physique augmente la consommation de dioxygène.**
 - Plus l'effort est intense, plus le volume de dioxygène consommé augmente.
 - Il y a une limite à la consommation de dioxygène : c'est le VO_2 max.
 - Le VO_2 max est le volume maximum de dioxygène consommé par unité de temps et par unité de masse pour un individu donné.
 - Le VO_2 max s'exprime en ml d'O₂ /min/kg
 - Le VO_2 max dépend du patrimoine génétique de l'individu.
 - La sédentarité, le surpoids et l'âge diminuent le VO_2 max.
 - L'entraînement augmente le VO_2 max.
 - Le VO_2 max conditionne la performance physique
- ❖ **La consommation de nutriments dépend aussi de l'effort fourni.**
 - Plus l'effort est intense, plus la consommation de nutriments augmente.
 - Les muscles consomment des glucides et des lipides.
 - Les nutriments consommés proviennent du sang et des réserves de l'organisme.
 - Les glucides consommés proviennent du sang (glucose) et des réserves glucidiques du muscle (glycogène).
 - Les lipides consommés peuvent provenir des nutriments circulant dans le plasma sanguin (acides gras) ou des réserves lipidiques dans les muscles et les cellules adipeuses (triglycérides).
 - Selon la durée et l'intensité de l'effort, les nutriments consommés changent.

- Les lipides sont davantage consommés lors d'une activité physique de longue durée et d'une intensité modérée.

❖ L'exercice physique est un des facteurs qui aident à lutter contre l'obésité.

- L'obésité résulte du stockage en excès de lipides dans le tissu adipeux.
 - Les glucides et les lipides ingérés et non utilisés par l'organisme sont mis en réserve.
- Une activité physique régulière utilise les nutriments susceptibles d'être en excès.
- Elle limite la mise en réserve des lipides et ainsi les risques d'obésité.
- Une activité physique régulière d'endurance (de longue durée et d'une intensité modérée) utilise les lipides stockés et diminue l'obésité.
 - Une activité est considérée d'intensité modérée quand elle correspond à la valeur équivalente à environ 50% du VO_2max .

❖ Au cours de l'effort, un certain nombre de paramètres physiologiques sont modifiés.

- A l'effort, la fréquence cardiaque et le volume d'éjection systolique augmentent donc le débit cardiaque augmente.
 - La fréquence cardiaque (FC) est le nombre de battements cardiaques par minute.
 - La fréquence cardiaque maximale conditionne le VO_2max .
 - Au repos, la fréquence cardiaque est de l'ordre de 60 à 90 battements/min.
 - Le volume d'éjection systolique (VES) est le volume de sang éjecté par le cœur à chaque battement cardiaque.
 - Le VES s'exprime en ml de sang éjecté/battement.
 - Au repos le VES est de l'ordre de 70 ml/battement.
 - Au cours d'un effort physique, la contraction du myocarde est plus intense et le volume d'éjection systolique est donc plus important.
 - Le débit cardiaque est le volume de sang éjecté par le cœur par unité de temps (une minute) soit $FC \times VES$
 - Au repos il est de l'ordre de 5L de sang/min
 - L'augmentation du débit cardiaque est donc proportionnelle à l'augmentation de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique.
- A l'effort la fréquence ventilatoire et le volume courant augmentent donc le débit ventilatoire augmente.
 - La fréquence ventilatoire (FV) est le nombre de mouvements ventilatoires (inspiration ou expiration) par minute.
 - Le volume courant (V_c) est le volume d'air inspiré (ou expiré) à chaque inspiration (ou expiration).
 - Au repos, ce volume courant est de l'ordre de 300 à 500 ml d'air / inspiration
 - Au cours d'un effort physique, l'inspiration est plus ample et le volume courant est donc plus grand.
 - Le débit ventilatoire (DV) est le volume d'air inspiré (ou expiré) par minute soit : $FV \text{ (cycles/min)} \times V_c \text{ (L/cycle)}$
 - Il se mesure en litres d'air/min.
- La pression artérielle augmente au cours d'un effort physique.
 - La pression artérielle est la pression du sang dans les artères.
 - La pression artérielle est aussi appelée tension artérielle (car cette pression est aussi la force exercée par le sang sur la paroi des artères).
 - Les contractions du cœur assurent la propulsion du sang et sont à l'origine de la pression artérielle.
 - La pression artérielle oscille constamment entre deux valeurs.
 - La pression maximale ou pression systolique résulte de la contraction du ventricule gauche.
 - La pression minimale ou pression diastolique est liée au relâchement cardiaque.
 - La pression maximale est de l'ordre de 120mm d'Hg.
 - La pression minimale est de l'ordre de 80mm d'Hg.

❖ Ces modifications physiologiques permettent un meilleur approvisionnement des muscles en dioxygène et en nutriments.

- L'augmentation du débit cardiaque permet d'augmenter la quantité de sang approvisionnant les muscles en dioxygène et en nutriments.
- L'augmentation du débit ventilatoire permet de maintenir constante la concentration en dioxygène du sang arrivant aux muscles.

- *Elle augmente le réapprovisionnement du sang en dioxygène au niveau des poumons.*
- *Elle compense les prélèvements plus importants des muscles en activité.*
- L'augmentation du débit ventilatoire est complémentaire de l'augmentation du débit cardiaque.

❖ **L'organisation anatomique facilite cet apport privilégié.**

- L'organisation et le fonctionnement du cœur assurent l'approvisionnement de dioxygène et de nutriments aux muscles.
 - Le cœur est un organe creux à 4 cavités : 2 oreillettes et 2 ventricules permettant la mise en circulation du sang à sens unique.
 - *Le sang entre par les oreillettes puis est éjecté par les ventricules.*
 - *Les valves cardiaques (artérielles et auriculo-ventriculaires) permettent la circulation sanguine dans un seul sens.*
 - *Les artères pulmonaires et aorte conduisent le sang du cœur vers les organes.*
 - *Le sang revient au cœur par les veines caves et pulmonaires.*
 - Le cloisonnement du cœur empêche le mélange des sangs riche et pauvre en dioxygène.
 - *La partie droite du cœur permet la circulation du sang pauvre en O₂ vers les poumons.*
 - *La partie gauche du cœur permet la circulation du sang riche en O₂ vers les autres organes.*
- L'organisation de la circulation facilite l'apport de dioxygène et de nutriments au muscle.
 - La circulation générale permet d'apporter le dioxygène et les nutriments aux muscles et aux autres organes.
 - La circulation pulmonaire permet une oxygénation du sang au niveau des alvéoles pulmonaires et l'évacuation de dioxyde de carbone.
 - *Les capillaires permettent les échanges gazeux du sang au niveau des organes.*
 - La disposition en série de la circulation pulmonaire et de la circulation générale permet de conduire la totalité du sang oxygéné au niveau des poumons vers l'ensemble des organes.
 - La disposition en parallèle des organes dans la circulation générale permet de répartir le débit cardiaque.
 - *Cette disposition autorise la modulation des débits sanguins en fonction des besoins des différents organes.*
 - Des variations du diamètre des vaisseaux sanguins au cours de l'effort orientent le débit sanguin prioritairement vers les muscles.
 - *Une augmentation du diamètre des artérioles des muscles permet d'augmenter le débit sanguin musculaire.*
 - *La diminution du diamètre des artérioles des autres organes non prioritaires permet de limiter leur débit sanguin mobilisé prioritairement vers les muscles.*
 - *Les muscles lisses et les sphincters contrôlent ces variations de diamètre des artérioles en se contractant et en se relâchant.*
- L'organisation et le fonctionnement du système ventilatoire facilitent l'apport de dioxygène.
 - Au niveau des alvéoles pulmonaires, les échanges gazeux se font en continu entre l'air et le sang des capillaires.

❖ **Un bon état cardiovasculaire et ventilatoire est indispensable à la pratique d'un exercice physique**

- Un suivi médical est nécessaire pour dépister certaines anomalies de fonctionnement des systèmes cardiovasculaire et ventilatoire contre-indiquées à la pratique certaines activités physiques.
 - *Un test d'effort permet d'évaluer les capacités des appareils cardiovasculaire et ventilatoire.*
- Des pathologies cardiaques, vasculaires ou respiratoires perturbent l'approvisionnement des organes en dioxygène et peuvent limiter l'effort physique.
 - *L'athérosclérose diminue le diamètre des vaisseaux.*
 - *L'hypertension affecte la tension artérielle.*
 - *L'asthme perturbe la ventilation pulmonaire.*

• Une boucle de régulation nerveuse

❖ La pression artérielle est une grandeur contrôlée par plusieurs paramètres.

- La pression artérielle dépend du débit cardiaque
 - Lorsque le débit cardiaque augmente, la pression exercée sur les vaisseaux augmente
- La pression artérielle dépend de la fréquence cardiaque.
 - Quand la fréquence cardiaque augmente, le débit cardiaque et donc la pression artérielle augmentent.
 - La régulation de la pression artérielle correspond donc en partie à un contrôle de la fréquence cardiaque.

❖ Il existe une boucle réflexe du contrôle de la fréquence cardiaque

- Des capteurs de pression, les barorécepteurs, sont sensibles à la valeur de la pression artérielle.
 - Les barorécepteurs sont localisés au niveau de la crosse aortique et des sinus carotidiens.
 - *Les barorécepteurs sont des cellules nerveuses sensibles.*
 - Les barorécepteurs transforment les variations de pression artérielle en messages nerveux.
 - Les messages nerveux sont des signaux de nature électrique.
 - Ces messages issus des barorécepteurs sont véhiculés par les nerfs sensitifs
 - *Le nerf de Cyon part des barorécepteurs aortiques.*
 - *Le nerf de Hering part des barorécepteurs des sinus carotidiens.*
 - *Une variation de la pression artérielle entraîne une variation de l'étirement des barorécepteurs et ainsi une variation de l'activité des nerfs de Cyon et de Hering.*
- Un centre bulbaire intègre les informations issues des barorécepteurs.
 - Ce centre bulbaire est situé dans le bulbe rachidien, entre le cerveau et la moelle épinière
 - Ce centre bulbaire reçoit les messages issus des barorécepteurs par les nerfs de Cyon et de Hering.
 - Ce centre bulbaire traite les messages reçus afin d'élaborer des messages moteurs adaptés, envoyés vers le cœur
- Le centre bulbaire module les messages nerveux en direction de l'effecteur : le cœur.
 - Le cœur est l'organe effecteur dont la fréquence cardiaque est modifiée selon le cas.
 - Le centre bulbaire comprend un centre cardiomodérateur et un centre cardioaccélérateur
 - *Le centre cardiomodérateur commande une diminution de la fréquence cardiaque.*
 - *Le centre cardioaccélérateur commande une augmentation de la fréquence cardiaque.*
- Les informations sont transmises du centre à l'effecteur par des nerfs parasympathiques et des nerfs sympathiques.
 - Le cœur est innervé par des nerfs : les nerfs sympathiques et parasympathiques.
 - Les nerfs sympathiques transmettent les messages du centre bulbaire cardioaccélérateur au cœur.
 - *Le nerf sympathique relie le centre bulbaire au cœur en passant par la moelle épinière.*
 - Le nerf sympathique augmente la fréquence cardiaque.
 - Les nerfs parasympathiques transmettent les messages du centre bulbaire cardiomodérateur au cœur.
 - *Le nerf parasympathique relie directement le centre bulbaire au cœur.*
 - Le nerf parasympathique diminue la fréquence cardiaque.
- L'ensemble de ces messages nerveux constitue une boucle de régulation.

❖ La boucle de régulation contribue à maintenir la pression artérielle dans d'étroites limites autour d'une certaine valeur

- Au repos la pression artérielle est un paramètre réglé autour d'une valeur de consigne
- Cette boucle de contrôle nerveuse est qualifiée de réflexe.

- Les mécanismes mis en jeu sont indépendants de notre volonté.
 - Si la pression artérielle augmente les barorécepteurs sont alors stimulés.
 - La fréquence des messages nerveux, transmis par les nerfs de Cyon et Hering, augmente.
 - Le bulbe rachidien répond en augmentant l'activité des nerfs parasympathiques et en diminuant celle des nerfs sympathiques : la fréquence cardiaque diminue.
 - La diminution de la fréquence cardiaque entraîne le retour de la pression artérielle à sa valeur consigne.
- A l'effort, l'organisme s'écarte de cette situation standard.
- L'effort entraîne l'échappement à la boucle de régulation.
 - La pression artérielle augmente sans être régulée par cette boucle réflexe de contrôle.
 - Après l'effort, la pression artérielle est régulée et revient à sa valeur de consigne.

• Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

❖ Le muscle strié squelettique et les articulations constituent un ensemble fragile qui doit être protégé.

- Le muscle strié squelettique est un muscle relié au squelette et constitué de fibres striées.
- Le muscle est relié aux os par des tendons.
 - *Les tendons sont des cordons fibreux résistants.*
 - Les fibres striées sont les cellules musculaires.
 - *Elles sont regroupées en faisceaux*
 - *Elles sont protégées et soutenues par un tissu conjonctif.*
 - *Chaque cellule musculaire possède plusieurs noyaux et des protéines qui forment les stries dans son cytoplasme*
 - *Les cellules musculaires (ou myocytes) sont de forme allongée et présentent la capacité de se raccourcir.*
- Les articulations assurent l'emboîtement des os entre eux
- Les ligaments relient les os entre eux
 - *Les ligaments sont constitués de tissu conjonctif résistant à de fortes tensions*
 - Les têtes des os sont recouvertes de cartilage articulaire.
 - Le liquide synovial permet le coulissage des cartilages l'un contre l'autre.
 - *Il joue le rôle de lubrifiant*
 - *Il minimise les frottements*
 - La forme de l'articulation conditionne la direction du mouvement
- Une pratique raisonnée du sport choisi en cohérence avec ses possibilités et l'utilisation d'un équipement sportif adapté au sport pratiqué protègent le système musculo-articulaire, fragile

❖ Au cours de la contraction, la force exercée tire sur les tendons et fait jouer une articulation ce qui conduit à un mouvement.

- Lors de la contraction les fibres musculaires se raccourcissent.
- L'addition des raccourcissements cellulaires provoque le raccourcissement du muscle lors de sa contraction
- Le raccourcissement du muscle exerce une traction sur les tendons qui à leur tour tirent sur les os.
- Le déplacement d'un os par rapport à un autre produit un mouvement.
- La contraction des muscles est le moteur des mouvements
- *Le mouvement d'un segment de membre autour d'une articulation nécessite l'action coordonnée de muscles antagonistes : quand l'un se contracte, l'autre se relâche*

❖ Les accidents musculo- articulaires s'expliquent par une détérioration du tissu musculaire, des tendons ou de la structure articulaire

- Toute blessure affectant le système musculo-articulaire empêche la réalisation du mouvement.
- Les elongations, les claquages sont des atteintes du tissu musculaire
 - L'élongation du muscle est l'inverse de la contracture, le muscle a été au-delà de ses possibilités d'étirement.
 - La rupture des fibres musculaires peut être alors partielle ou totale c'est le claquage ou la déchirure musculaire correspondant à la rupture du muscle, accident grave
 - Un claquage est consécutif à la rupture d'une ou plusieurs fibres musculaires provoquée par un effort d'intensité supérieure à ce que le muscle peut supporter.
 - Le muscle est alors incapable de se contracter correctement.
- Les tendinites et ruptures sont des atteintes des tendons
 - Les tendinites sont des inflammations des tendons.
 - Dans le cas d'une rupture, l'attache des muscles est lésée.
- Les luxations et entorses sont des atteintes des articulations.
 - Lors d'une luxation les deux têtes de l'os ne sont plus en contact.
 - Si les ligaments associés à cette articulation sont étirés, c'est l'entorse.
 - Une rupture des ligaments est possible.
- Une fracture touche l'os

❖ Des pratiques inadaptées ou dangereuses augmentent la fragilité du système musculo-articulaire et/ou provoquent des accidents

- Se livrer à un exercice physique nécessite de bonnes conditions de santé.
- La pratique d'une activité physique doit être progressive et régulière.
 - Un effort brutal sans échauffement peut entraîner des déchirures musculaires, des ruptures des tendons, des entorses ou des luxations.
 - L'échauffement prépare le système musculo-articulaire à l'effort.
 - Il amène la température corporelle autour de 38.5 °C
 - Il augmente le rythme cardiaque
 - Il assouplit le système musculo-articulaire.
- L'entraînement améliore les performances sportives et permet aussi de limiter la survenue d'accidents.
 - L'entraînement augmente la VO_2 max, diminue la fréquence cardiaque, augmente la solidité du système musculo-articulaire
- Certains sportifs détournent certaines molécules de leur fonction pour améliorer leur performance : c'est le dopage.
 - Les stéroïdes androgènes anabolisants sont utilisés pour augmenter la masse musculaire (et la confiance en soi.)
 - Des injections de stéroïdes anabolisants font gagner masse musculaire, confiance en soi et agressivité aux sportifs.
 - Les effets secondaires sont multiples: troubles psychologiques, acné, stérilité, cancers, arrêt cardiaque...
 - L'érythropoïétine provoque une élévation du nombre des globules rouges.
 - Elle augmente le VO_2 max des individus
 - L'EPO stimule la production des globules rouges.
 - Le sportif s'essouffle et se fatigue moins vite.
 - Il gagne en endurance.
 - Des caillots peuvent se former dans le sang, devenu plus visqueux
 - Ces caillots peuvent provoquer des accidents vasculaires (cérébraux ou cardiaques).
 - L'hormone de croissance est susceptible d'augmenter la masse musculaire.
- Le dopage a des effets secondaires.
 - Ces effets touchent le système musculo-articulaire.
 - Les systèmes cardiaque, circulatoire, rénal, hépatique et reproducteur sont également lésés.
 - Des troubles psychiques peuvent survenir
- Le dopage est une pratique illégale et est en contradiction avec l'éthique sportive.