



CYCLE III

Domaine d'activité : **CORPS HUMAIN**

RESPIRATION ET CIRCULATION

Point du programme

- Les fonctions de nutrition : respiration et circulation

Objectifs généraux

- Constater l'existence d'une relation étroite entre les deux fonctions.
- Constater la nature différente de l'air inspiré et de l'air expiré.
- Etablir un modèle cohérent du trajet de l'air et du sang dans le corps.

Résumé du module

Après l'étude de la digestion (en 1ère ou 2ème année du cycle 3), les deux thèmes respiration et circulation proposés dans les programmes comme complétant "une première approche des fonctions de nutrition" doivent se mener conjointement sur un même module tant ces deux fonctions vitales sont étroitement liées. Leur étude n'est pas des plus simples et il convient de la réserver à la dernière année du cycle. Le problème à résoudre par les élèves est de comprendre le lien entre respiration et circulation après l'avoir constaté expérimentalement et mesuré. On s'appuie sur l'expérimentation, la dissection et l'observation pour dégager les connaissances de base : le corps a besoin d'un apport important d'air pendant un effort, l'air qui entre dans les poumons n'a pas la même nature que l'air expiré, des vaisseaux sanguins de grosse taille établissent un lien physique entre le cœur et les poumons. Le fonctionnement de ces organes vitaux est observé et défini pour l'essentiel.

A partir de ces acquis, les élèves construisent un modèle intégrant le transport de l'oxygène par le sang vers les organes et l'évacuation du gaz carbonique vers les poumons. Les contraintes de ce cahier des charges imposent un sens de circulation et une séparation physique du sang artériel et du sang veineux de la même façon que sont séparés les circuits d'eau chaude et d'eau refroidie d'un radiateur de chauffage central..

La confrontation collective des hypothèses permet de constater qu'il n'existe qu'une seule possibilité. Après que la classe en ait débattu et l'ait correctement formulée et schématisée, la proposition retenue est validée par la documentation scientifique.

Réalisation : Ecole des sciences

Mention : En débat

Date de Publication : mai 1999

Sommaire

Séance 1 : Mesurer son effort

Séance 2 : Air inspiré, air expiré

Séance 3 : Dissection d'un tractus de porc

Séance 4 : La double circulation

Séance 5 : Education à la santé



SÉANCE 1 : MESURER SON EFFORT

Objectifs de connaissances

- Observer et mesurer les modifications des fréquences respiratoires et circulatoires du repos à l'effort soutenu. Présenter les données et les interpréter.

Objectifs de méthode

- Procéder à des mesures.
- Réaliser des histogrammes.
- Interpréter des données.

Matériel à préparer

- Une simple montre avec le décompte des secondes est suffisante. Un chronomètre permet des mesures plus précises et une plus grande facilité d'emploi. Plusieurs chronomètres permettent un travail des élèves en autonomie. Un cardiofréquencemètre est un instrument utilisé dans les sports d'endurance (vélo, course à pied,...). Il permet une lecture instantanée de la fréquence cardiaque et selon les modèles les mesures minimum et maximum, la fréquence moyenne, ... Le prix d'un modèle de base se situe aux alentours de 60 Euros.

DEROULEMENT

On explique aux élèves qu'on va étudier les modifications que provoque sur eux-mêmes un effort physique dans le cadre d'une étude sur le corps humain. Une discussion permet de rappeler ce qu'ils ont déjà souvent expérimenté : "on respire plus vite, plus fort", "le coeur bat plus vite", ... Le sujet de la recherche doit être alors dégagé : on s'intéresse à la respiration et aux battements du coeur (la circulation n'est pas encore un concept établi). Une discussion faisant apparaître les représentations des élèves montrera que la plupart n'associent pas le coeur à une fonction précise "Ca sert à vivre" et que si les poumons sont associés à la respiration la fonction est mystérieuse.

Comment se faire une idée plus précise ?

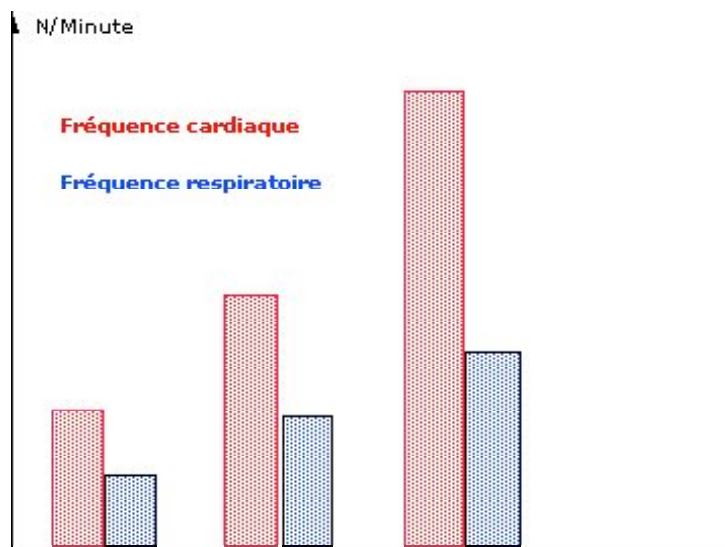
Seule la mesure permettra de mieux comprendre ce qui se passe réellement et de rentrer dans une démarche d'investigation raisonnée.

Il est nécessaire de définir le protocole des mesures à effectuer avant de lancer l'effort notamment en faisant émerger la nécessité de pratiquer au préalable des mesures au repos (ce que beaucoup oublient). Cette première série peut être faite collectivement. Cela permet de familiariser les élèves avec la méthode et de se mettre d'accord sur les modalités pratiques : on mesure par cycles respiratoires inspiration/expiration et non les deux mouvements. La fréquence cardiaque se mesure efficacement au niveau du pouls carotidien. On peut faire des mesures sur 30" et multiplier par deux pour obtenir des fréquences du type nombre de battements / minute. Quand cette première série est effectuée, on continue avec deux séries de mesures : effort modéré et effort soutenu. On peut préparer un tableau pour noter efficacement les mesures.

	FREQUENCE RESPIRATOIRE	FREQUENCE CARDIAQUE
REPOS		
EFFORT MODÉRÉ		
EFFORT SOUTENU		

Les élèves peuvent travailler par deux : un qui court et un qui aide à la mesure puis rotation. Cela permet de faire plusieurs mesures et d'éliminer les erreurs.

La présentation des données en tableau peut très utilement être convertie en un histogramme qui permet de bien visualiser les variations de fréquence et le lien qui existe entre les deux fonctions. C'est l'occasion d'utiliser du papier millimétrique et d'utiliser les mathématiques en situation fonctionnelle.



On devra interpréter les résultats et dégager une conclusion du type : les fréquences respiratoires et cardiaques varient de la même façon selon le niveau d'effort. On peut être tenté de parler de proportionnalité même si il n'y a pas de rapport exact.

On pourra conclure la séance sur un questionnement utile pour la poursuite de la recherche : **Pourquoi et en quoi y a-t-il un lien entre la respiration et les battements du coeur ?**

Notes pour l'enseignant :



SÉANCE 2 : AIR EXPIRÉ, AIR INSPIRÉ

Objectif de connaissances

- L'air inspiré est riche en oxygène, l'air expiré est appauvri en oxygène et contient du gaz carbonique.

Objectifs de méthode

- Interpréter une expérience.

Matériel à préparer

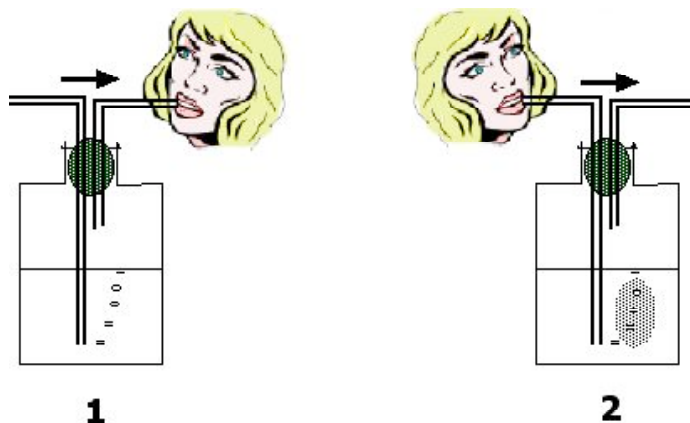
- Eau de chaux
- Flacon
- Bouchon percé de deux trous
- 2 tubes coudés

L'eau de chaux se prépare par dissolution de chaux dans de l'eau, si possible déminéralisée ou distillée. À défaut, on peut utiliser de l'eau du robinet, bouillie au préalable pour éliminer le gaz carbonique, et refroidie. Verser 2 ou 3 cuillérées de chaux vive dans 1 litre d'eau froide et mélanger doucement. On obtient un liquide blanc, le lait de chaux, et on constate un dégagement de chaleur dû à la réaction chimique qui conduit à la formation d'hydroxyde de calcium. Attention, la chaux vive et l'hydroxyde de calcium sont corrosifs : utiliser des gants et des lunettes. Filtrer ensuite le lait de chaux. Le liquide transparent obtenu est de l'eau de chaux. Conserver l'eau de chaux dans un récipient étanche et rempli à ras bord pour éviter la réaction avec le gaz carbonique atmosphérique (Didier Pol / La main à la pâte).

DÉROULEMENT

1. L'expérience du maître

L'expérience est conçue et réalisée par le maître, les enfants n'ayant aucun élément leur permettant de le faire. De plus, l'eau de chaux étant un produit corrosif, il n'est pas souhaitable de la faire manipuler par les élèves qui pourraient en avaler ou s'en projeter dans les yeux.



1. Le maître aspire et fait entrer de l'air dans le flacon. L'air inspiré passe dans le liquide transparent.

2. Le maître souffle et l'air expiré passe dans le liquide qui se trouble.

Pour le maître : Le troublement de l'eau est dû à un précipité de carbonate de calcium qui se forme par réaction chimique entre la chaux et le gaz carbonique



Dans la nature, ce phénomène est à l'origine de la formation des stalactites.

Il peut être nécessaire de réaliser à nouveau l'expérience en laissant le temps aux élèves d'analyser avec attention ce que fait le maître et ce qui en résulte. Il est également nécessaire de préciser que le liquide dans le flacon n'est pas de l'eau mais de l'eau de chaux c'est à dire de la chaux (matière minérale obtenue par cuisson de calcaire) en solution dans de l'eau . Les élèves schématisent et décrivent l'expérience sur leur cahier d'expériences.

2. Que peut-on déduire de cette expérience ?

Une première phase orale fait appel au débat scientifique. Les élèves argumentent, formulent des hypothèses, se justifient ...

La déduction essentielle qui devra être formulée et écrite par les élèves est que l'air inspiré n'est pas de même nature que l'air expiré. Le maître apporte un complément d'information que les élèves notent également : l'air inspiré est riche en oxygène, l'air expiré est appauvri en oxygène et contient du gaz carbonique qui trouble l'eau de chaux.

Une discussion permet d'affiner le questionnement :

Que se passe-t-il au niveau des poumons ?

D'où vient le gaz carbonique ?

Les battements du coeur ont-ils un rapport avec la respiration ?

On note les questions qui guideront la séance suivante.

Notes pour l'enseignant :



SÉANCE 3 : OBSERVATION D'UN TRACTUS DE PORC

Objectifs de connaissances

- De gros vaisseaux sanguins relient le coeur et les poumons.
- Préciser le trajet de l'air dans l'appareil respiratoire.
- Constater que l'air ne va pas dans le coeur et que les gros vaisseaux qui le relient aux poumons conduisent du sang.
- Préciser le rôle du coeur et du sang.
- Notions de base sur le métabolisme (voir plus loin)

Objectifs de méthode

- Observation dirigée et interprétation.

Matériel à préparer

- Un ensemble coeur / poumons (tractus) de porc ou de mouton.
- Bac plastique
- Ciseaux forts
- Tuyau d'arrosage (morceaux de 30 cm)
- Tuyau souple aquariophilie (morceaux de 30 cm)
- Ballon de baudruche.
- Gants plastiques jetables
- Eponges, serpillère, vieux journaux, papier essuie-tout ...

On se procure la pièce à disséquer dans un abattoir. Préciser qu'on la veut intacte car les bouchers la lacèrent pour récupérer le sang. On pourra la laver à grande eau pour éliminer le plus possible le sang contenu dans les organes. Après usage, la congélation permet de la conserver pour une autre séance.

DÉROULEMENT

La dissection-observation d'un tractus de porc (préférable à celui de mouton car sa taille est pratiquement celle de l'homme) est effectuée par le maître devant les élèves rassemblés autour d'une grande table lavable.

L'observation et l'investigation sont dirigées. Il est très rentable de noter collectivement au fur et à mesure les observations sur un tableau ainsi que les questions qui se posent. Les élèves recopieront au final le compte-rendu de la dissection.

Une première observation permet de nommer les organes connus : coeur, poumons mais aussi la trachée artère et de constater que le coeur est relié aux poumons par un ensemble de gros "tuyaux".

Qu'est-ce-qui passe dans les tuyaux ?

Pour le savoir, il faut recréer les conditions habituelles de la vie. A l'aide du tuyau d'arrosage, le maître souffle dans la trachée en pinçant celle-ci sur le tuyau pour obtenir une bonne étanchéité. On observe que les poumons se gonflent et se dégonflent ce qui correspond aux actions d'inspiration et d'expiration. Une observation plus fine avec une nouvelle insufflation effectuée par un élève permet de constater que le coeur ne se gonfle pas d'air. On en déduira collectivement que les gros tuyaux ne conduisant pas de l'air ne peuvent conduire que du sang. Observation et dissection du coeur : Les tuyaux souples sont introduits dans le coeur par des incisions faites au départ des vaisseaux situés sur le sommet du coeur (aorte, artère pulmonaire, veine cave). On constatera que le coeur est creux et que les vaisseaux conduisant

aux poumons ne débouchent pas dans la trachée ce qui confirme qu'il n'y a pas de communication ouverte entre les deux systèmes. Pourtant, l'irrigation sanguine des poumons est manifestement très importante.

Le rôle du cœur corrélé à son mode de fonctionnement par contraction peut être bien visualisé et compris en utilisant un ballon de baudruche et un morceau de tuyau d'arrosage.

A ce stade, la dissection ne montrera plus grand chose. Les élèves ne pouvant pas tout découvrir par eux-mêmes, il sera nécessaire que le maître donne quelques explications ou valide les hypothèses correctes que les élèves seront amenés à formuler. L'objectif de la séquence suivante étant d'établir le schéma de la circulation sanguine cœur/poumons et cœur/reste du corps dite double circulation, on ne dévoilera pas le trajet du sang dans le corps mais on s'efforcera de faire émerger les connaissances nécessaires à cette construction. Celles-ci seront le cahier des charges qui permettra de reconstituer la double circulation.

On peut situer le niveau de formulation autour de :

- le cœur propulse le sang dans le corps (on ne rentre pas plus dans les détails) en se contractant. C'est un muscle. Il peut être comparé à une pompe.
- le sang et l'air se rencontrent dans les poumons sur la paroi de tout petits sacs appelés alvéoles.
- Au niveau des alvéoles, le sang prend (dissous) de l'oxygène dans l'air et rejette du gaz carbonique.
- la combustion des nutriments (rappel du module digestion) se fait au niveau des organes (muscles notamment) en présence d'oxygène qui est transformé en gaz carbonique. On peut sans problème introduire les symboles O₂ et CO₂. Cette combustion produit de l'énergie qui permet au corps de fonctionner (analogie avec la combustion de l'essence dans le moteur d'une voiture ou du gaz d'un briquet allumé devant les élèves).
- C'est le sang qui amène l'O₂ et les nutriments dans les muscles. C'est encore lui qui ramène le CO₂ vers les poumons. Le sang est un transporteur.
- L'activité physique intense augmente la combustion et donc la demande en O₂ ce qui accroît la fréquence respiratoire et cardiaque.
- Cette combustion produit de la chaleur. C'est pour cela qu'on a chaud quand on court (rappel séquence 1).

On peut différencier sur le cahier les synthèses écrites :

- Ce que nous avons appris par la dissection.
- Ce que nous a appris le maître.

Une photo (prise pendant la dissection) à légender peut constituer un exercice personnel différé.

Notes pour l'enseignant :



SÉANCE 4 : LA DOUBLE CIRCULATION

Objectifs de connaissances

- La double circulation sanguine

Objectifs de méthode

- Schématiser pour comprendre.

Matériel à préparer

- Par groupes : grandes feuilles, feutres couleur.

DÉROULEMENT

A partir des acquis de la séquence précédente, les élèves doivent reconstituer le schéma de la double circulation sanguine.

Le problème à résoudre doit être formulé en début de séance : Quel est le trajet de la circulation du sang dans le corps ? Qu'est-ce qui se passe ? (Quels sont les fonctions en jeu ?)

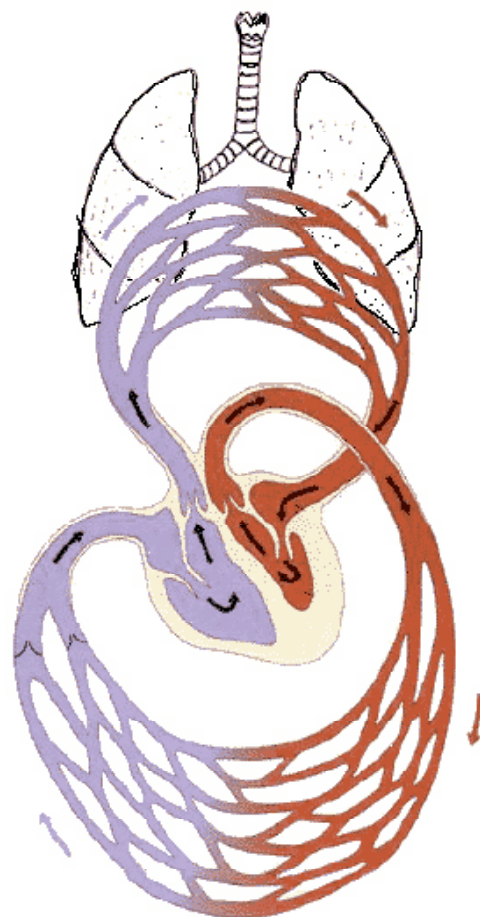
Les élèves par groupes de 3 ou 4 doivent schématiser le trajet du sang dans le corps en tenant compte du cahier des charges constitué par les connaissances acquises lors de la dernière séquence. Ce cahier des charges devra donc être à la disposition des élèves (cahier d'expériences). On pourra en rappeler collectivement les points essentiels. Les élèves doivent impérativement s'appuyer sur la schématisation pour faire avancer leur réflexion et dégager une solution fonctionnelle. C'est le schéma qui permet de faire apparaître les problèmes et les solutions.

Les groupes présentent leurs propositions (grandes feuilles ou directement au tableau). Celles-ci sont critiquées et contre-argumentées en fonction du cahier des charges. Il n'est généralement pas utile que tous les groupes fassent leur présentation car un problème apparaît assez rapidement : le sang riche en oxygène ne doit pas se mélanger au sang chargé en CO₂.

La recherche de la solution technique se poursuit par des allers retours entre les présentations en grand groupe et la recherche en petits groupes.

Il n'existe bien sûr qu'une possibilité qui est celle de la séparation des flux au niveau du cœur et du système circulatoire. L'hypothèse d'un cœur en deux parties qui ne communiquent pas pourra être rapidement validée si on a pris soin de garder au moins un cœur intact après la séquence précédente. On fera également appel à la validation des ouvrages documentaires ou à la vidéo (Delagrave).

Le schéma correct est peu à peu constitué au tableau. Il est bien sûr recopié par les élèves et identifié comme étant une production collective (EX : Ce que nous avons compris).





SÉANCE 5 : EDUCATION À LA SANTÉ

Objectifs de connaissances

- Le tabac a des conséquences graves sur la santé par son action sur le coeur et le système respiratoire.
- Une alimentation équilibrée et la pratique du sport est la meilleure prévention des maladies cardiaques, circulatoires et respiratoires.

Objectifs de méthode

- Recherche documentaire.

Matériel à préparer

- Ressources de la BCD.

DÉROULEMENT

Mener l'ensemble du module aura déjà pris pas mal de temps mais il serait pourtant dommage de ne pas en consacrer encore un peu à faire de l'éducation à la santé sur le sujet "Respiration/ Circulation" notamment parce que les élèves sont à l'âge où ils vont être confrontés au tabagisme. On sait que c'est à l'adolescence que se recrutent les bataillons des futures victimes du tabac.

On pourra procéder à nouveau par une discussion préalable qui permet de cerner le champ de la recherche et de faire émerger les connaissances.

La phase essentielle est comme toujours de bien identifier le champ de la recherche pour que les élèves ne soient pas perdus face à la masse de la documentation.

Un des objectifs transversaux de la recherche documentaire étant le (re)traitement de l'information, il est important que les élèves rédigent ce qu'ils ont réellement retenu. Leur première réponse à la demande du maître consiste systématiquement à recopier des passages des documents disponibles selon une logique (?) qui échappe généralement aux adultes. Pour éviter cela, on devrait toujours exiger une lecture très attentive des documents sélectionnés (avec possibilité d'une prise de notes), une oralisation du contenu en grand groupe (qui n'est pas une lecture à voix haute) et une écriture document fermée de ce qui a été retenu.

On pourra faire réaliser par les élèves une fiche synthèse et/ou demander à un groupe de faire une présentation à la classe.



MALLE : RESPIRATION ET CIRCULATION

Matériel fourni

- Eau de chaux
- Flacon
- Bouchon percé de deux trous
- 2 tubes coudés
- Bacs plastiques
- Ciseaux forts
- Tuyau d'arrosage (morceaux de 30 cm)
- Ballon de baudruche
- Tuyau souple aquariophilie (morceaux de 30 cm)
- Gants plastiques jetables
- Eponges, serpillère, vieux journaux, papier essuie-tout ...

Matériel complémentaire

- Ensemble coeur / poumons (tractus) de porc ou de mouton.