

Module de formation **à destination des équipes**

Le fonctionnement du corps humain: respiration et circulation sanguine

**Enseignement des sciences
et de la technologie
à l'école primaire**

Cycle 3

Attendus en termes de programme et acquisitions préalables

📌 Programmes du cycle 3 (BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008)

Le fonctionnement du corps humain et la santé

Première approche des fonctions de nutrition : digestion, respiration et circulation sanguine.

Reproduction de l'Homme et éducation à la sexualité.

📌 Socle commun, compétence 3

Grilles de références pour l'évaluation et la validation au palier 2 (janvier 2011)

L'élève rend compte du trajet et de la transformation des aliments dans le tube digestif et de leur passage dans le sang. Il sait mesurer les rythmes cardiaque et respiratoire et les met en lien avec l'activité physique. Il s'appuie sur ses connaissances pour comprendre et mettre en œuvre les gestes de premier secours.

📌 Progressions pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen – Sciences expérimentales et technologie (janvier 2012)

CM1 – Première approche des fonctions de nutrition

Respiration

- Modéliser les mouvements respiratoires (rôle du diaphragme, des muscles...).
- Mesurer des rythmes respiratoires et les interpréter pour comprendre les liens entre respiration et activité physique.

Vocabulaire : poumon, diaphragme, cage thoracique, inspiration, expiration, fréquence respiratoire, échanges respiratoires, air inspiré, air expiré, dioxygène, dioxyde de carbone.

Circulation sanguine

- Aborder le rôle de la circulation sanguine dans le fonctionnement des organes à partir des poumons et du tube digestif.
- Connaître l'appareil circulatoire humain et son principe de fonctionnement (rôle du cœur et des différents vaisseaux).
- Établir des relations entre l'activité physique, les besoins des muscles et la fréquence cardiaque.

Vocabulaire : organes, cœur, sang, vaisseaux sanguins, artères, veines, circulation, pulsations, fréquence cardiaque.

- Savoir que les trois fonctions (digestion, respiration et circulation) sont complémentaires et nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.

Place de cet enseignement dans la progression :

Quelques points du programme des cycles 1 & 2 qui ont été abordés en amont.

CYCLE 1

Le point de vue des programmes de 2008:

Découvrir la matière : « Ils prennent aussi conscience de réalités moins visibles comme l'existence de l'air... »

Découvrir le vivant : « Ils sont intéressés à l'hygiène et à la santé, notamment à la nutrition. Ils apprennent les règles élémentaires de l'hygiène du corps. » (Programmes 2008)

CYCLE 2

Le point de vue des programmes de 2008:

Découvrir le monde du vivant, de la matière et des objets : « Les élèves repèrent des caractéristiques du vivant : naissance, croissance et reproduction ; nutrition et régimes alimentaires des animaux. Ils apprennent quelques règles d'hygiène. (Programmes 2008)

Extraits de « Programmes d'enseignement : modifications » BO n° 1 du 5 janvier 2012

EPS - Natation

CP : - Se déplacer avec une aide à la flottaison tenue à bout de bras et en soufflant dans l'eau.

CE1 : - Se déplacer en position ventrale, voies respiratoires immergées.

On se limitera donc à faire identifier à l'enfant par le biais d'activités variées et adaptées en EPS :

- l'existence matérielle de l'air ;

Fonctionnement du corps humain et de la santé : première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3

- qu'il ne peut s'arrêter de pratiquer des mouvements respiratoires y compris en dormant
- que sa fréquence respiratoire augmente avec l'effort physique.

Extraits de « Programmes d'enseignement : modifications » BO n° 1 du 5 janvier 2012

EPS - Activités athlétiques : - Courir longtemps

CP : - *Développer le sens de l'effort, en accepter les conséquences (essoufflement, temps de récupération...).*

CE1 : - *Courir longtemps (de 6 à 12 minutes), de façon régulière, en aisance respiratoire.*

Par le biais d'activités riches et variées on complètera et précisera les premières notions relatives à la respiration : « l'air entre (inspiration) et sort (expiration) par le nez ou par la bouche. »

Remarques :

L'approche des grandes fonctions correspond au chapitre le plus lourd des programmes des sciences expérimentales, mais étant reprise en 5^{ème} il est donc inutile de se fixer des objectifs trop complexes. Conformément aux programmes 2008 et au BO n° 1 du 5 janvier 2012 « Programmes d'enseignement: modifications », les élèves seront amenés à mobiliser la démarche d'investigation basée sur l'enquête : l'observation du réel, la modélisation, la recherche documentaire seront donc convoquées selon les caractéristiques des points abordés.

D'après les textes, il n'y a pas d'ordre précis pour aborder ce point du programme, mais un travail qui débute par la circulation sanguine avant la respiration présente des avantages facilitant la mise en œuvre de la démarche d'investigation. Pour un enfant le processus commence par le muscle qui fonctionne ce qui symbolise pour lui, la dépense d'énergie du corps. On peut ainsi débiter par des activités en EPS où la fréquence respiratoire et cardiaque varient... l'élève sait intuitivement que cela se produit permettant d'apporter un surplus d'énergie, par rapport au repos. Cet apport supplémentaire est assuré notamment par l'augmentation de la fréquence cardiaque. L'enseignant peut conduire les élèves à mener des investigations en partant du muscle (ou de tout autre organe) pour aboutir à la fonction de circulation sanguine. Cela conduira la classe à aborder ensuite la fonction de respiration et la fonction de digestion... Cette option didactique va à l'encontre du choix courant des manuels scolaires. D'habitude ceux-ci proposent aux enseignants de commencer par la présentation des organes et des grandes fonctions présentées de manière cloisonnée.

Les IO invitent les enseignants à traiter de la première approche des fonctions de nutrition : digestion, respiration et circulation sanguine. Il conviendra donc de ne pas compartimenter les 3 fonctions et tout au contraire de les considérer ensemble dans un contexte global de nutrition.

Représentations et obstacles

👉 Du côté des élèves

Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant :

La respiration est assimilée à la vie (le souffle c'est la vie), respirer est parfois confondu avec sentir. La respiration ne désigne que la ventilation pulmonaire observable. Le rôle actif des muscles respiratoires n'est pas perçu : « c'est l'air qui gonfle la poitrine ». Les battements cardiaques ne sont identifiés que lorsqu'il y a changement de rythme : après un effort, une émotion, on a « le cœur qui bat ». Les expressions construites avec le mot cœur perturbent les enfants « avoir mal au cœur - avoir le cœur qui tourne - donner son cœur... ». Les vaisseaux sanguins sont souvent désignés par le terme de veines dans le langage courant.

Difficultés provenant des idées préalables des enfants :

En dehors de l'alimentation les élèves se représentent peu les fonctions de nutrition des animaux. Chez l'homme l'intérieur du corps correspond à un tout non compartimenté « le ventre », où aliments, fœtus et excréments se côtoient. L'enseignant doit veiller à distinguer les différents appareils : appareil digestif, appareil reproducteur, appareil excréteur. De plus, les enfants se représentent le corps comme un récipient contenant le sang. Leur représentation des vaisseaux n'est pas immédiate. Alors qu'ils ont accepté la notion de vaisseaux remplis de sang, ils ne les connectent pas systématiquement au cœur ne lui conférant pas le rôle de pompe. Ils connaissent le terme de veines, parfois celui d'artères, mais les capillaires sanguins sont pour eux inconnus. L'appareil circulatoire ne peut pas alors, jouer son rôle d'appareil de distribution.

Ils pensent souvent que l'air rentre dans les poumons et les traverse pour aller dans tout le corps. Ils ont des difficultés à concevoir la modification de la composition de l'air inspiré par rapport à l'air expiré.

Quelques écueils à éviter lors des observations, des manipulations et de la schématisation :

Chez les animaux les élèves recherchent la présence d'une respiration par la seule observation d'une ventilation pulmonaire. La dissolution des gaz est mal appréhendée. Lors de l'utilisation d'un poumon d'agneau, au moment du gonflage, le manipulateur simule une ventilation assistée (bouche à bouche), ce qui doit être bien spécifié (l'inspiration normalement est un phénomène actif). La conscience individuelle des mouvements respiratoires et des mouvements cardiaques n'est pas constante. Les battements cardiaques et le pouls sont confondus au niveau du corps.

Lors de la schématisation, l'enseignant doit veiller à ce que l'élève ne plaque pas le schéma de l'appareil circulatoire avec la silhouette humaine, car cela conduirait l'élève à supposer que seule la partie gauche de l'organisme contient du sang riche en dioxygène.

Les codes couleur sont internationaux et désignent du sang riche en dioxygène (rouge) par rapport à du sang pauvre en dioxygène (bleu).

Il est essentiel de s'appuyer sur la notion d'air, abordée au cycle 1 et approfondie au cycle 3 ainsi que sur la nutrition et l'hygiène alimentaire traitées dans les cycles 1 et 2. Un ancrage sur des activités en EPS permettant depuis le cycle 1 de construire les premières représentations de la respiration semble incontournable.

Connaissances des enseignants et trace écrite des élèves

👉 Connaissance des enseignants

Concernant la première approche des fonctions de nutrition :

En biologie, **la nutrition correspond à l'ensemble des fonctions** permettant l'entretien et la croissance de l'organisme en lui fournissant les matières indispensables et l'énergie dont il a besoin en lui permettant également d'éliminer ses déchets. **Il s'agit bien de digestion, respiration et circulation.** L'excrétion urinaire est hors programme à l'école primaire.

Concernant la digestion (ou plus précisément en ce qui concerne le devenir des aliments) :

Les animaux, les champignons et les végétaux au stade non chlorophylliens (graine et plantules) sont obligés de prélever leurs aliments dans leur milieu de vie : **Hétérotrophie**.

Les aliments des animaux peuvent être d'origine animale ou / et végétale sans oublier l'apport minéral.

Chaque espèce a un régime alimentaire qui lui est particulier, notamment permis par des organes divers et adaptés, caractérisant l'évolution de sa lignée.

Dans l'espèce humaine, les aliments progressent dans **un tube digestif**, conduit unique et continu (bouche, cavité buccale, oesophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, rectum et anus). Au cours du trajet, les aliments subissent des **modifications de leur état** (taille, couleur, consistance).

On distingue **deux types de transformations** (digestion, au sens large) :

- **Physique** (broyages, malaxages) : Ce sont des modifications de l'état physique, par action de la mastication et de divers autres muscles malaxeurs.
- **Chimique** (dissolutions en milieu aqueux, correspondant à des **simplifications moléculaires** provoquées par des enzymes digestives (digestion au sens strict)).

Chaque enzyme digestive (constituant partiel des sucs) à **une action spécifique**, sur un type de molécule. Les simplifications moléculaires auront donc lieu, selon la localisation des sucs dans le tube digestif, et dans des conditions de pH et de température strictes et limitées.

Les enzymes digestives sont sécrétées, soit directement dans le tube digestif (enzymes gastriques et intestinales), soit par des glandes qui déverseront ensuite leur suc dans le tube (enzymes salivaires et pancréatiques). Remarque : La bile ne contient pas d'enzyme, mais est un stabilisant d'émulsion lipidique.

Les différentes catégories chimiques d'aliments se présentant sous forme complexe (glucides, protéides, lipides) sont simplifiées respectivement en substances chimiques simples : les nutriments (**glucose, acides aminés, glycérol et acides gras**). **Les éléments minéraux et les vitamines** sont déjà sous forme de **nutriments**.

L'estomac, par son volume, permet de passer d'une prise alimentaire discontinue, en une digestion quasiment continue.

Au niveau de l'intestin grêle, les nutriments, éléments de faible taille moléculaire, passent dans le sang : **Absorption intestinale**. Remarque : il existe certaines possibilités de passage dès l'estomac (eau, substances alcooliques, médicaments)

Les nutriments sont distribués par le sang aux différents organes. L'appareil circulatoire lymphatique (hors programme) participe également au transport, mais de toute manière il rejoint l'appareil circulatoire sanguin.

Les nutriments absorbés peuvent **être utilisés** immédiatement **ou stockés** (un des rôles du foie et des tissus adipeux).

Les parties non digérées sont transformées en « excréments » dans le gros intestin en subissant notamment des processus de digestion par les bactéries intestinales, permettant entre autre la réabsorption d'eau. Les déchets résultants, sont rejetés par l'anus (après rétention momentanée dans le rectum).

Fonctionnement du corps humain et de la santé : **première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3**

Les organes, plus précisément les cellules constituant les organes, **utilisent en permanence les nutriments** (source d'énergie consommable ; matière première de construction ; éléments indispensables au fonctionnement) et produisent des déchets (déchets azotés et dioxyde de carbone). Les déchets, également transportés par le sang, sont éliminés dans l'urine (après filtration par les reins), dans l'air expiré (CO₂), ou encore, par la sueur excrétée par la peau.

En résumé :

La digestion, au sens strict **est une simplification moléculaire des aliments en nutriments**. Ceci leur permet d'avoir une taille compatible avec le franchissement de membranes (absorption intestinale ; absorption cellulaire) et de participer à des réactions chimiques indispensables au fonctionnement de tout être vivant.

Les simplifications moléculaires nécessitent des catalyseurs (enzymes digestives) pour se réaliser.

Concernant la respiration :

La respiration consiste **en l'échange et l'utilisation de gaz**, entre un être vivant et son milieu de vie. Elle se manifeste parfois par un flux d'air ou d'eau et parfois par des mouvements respiratoires.

Chez l'homme, **l'air atmosphérique** suit un trajet aller-retour (air inspiré /air expiré), depuis le milieu environnant, jusqu'aux poumons (**air pulmonaire**) : La cavité nasale (accessoirement buccale), la trachée, les bronches, les bronchioles et les alvéoles pulmonaires sont ainsi parcourues : Ceci correspond à la ventilation pulmonaire.

L'alternance régulière d'inspirations et d'expirations (**mouvement respiratoire**), par unité de temps, définit le rythme respiratoire. **Le rythme respiratoire s'adapte aux besoins**, par exemple au cours d'un effort physique ou intellectuel.

Les mouvements respiratoires sont permis par **l'intervention de muscles** (muscles du diaphragme ; muscles intercostaux ; muscles élévateurs de la cage thoracique), **insérés sur le squelette osseux** (cage thoracique) ou cartilagineux (diaphragme).

La contraction musculaire entraîne l'augmentation du volume de la cage thoracique. Le tissu pulmonaire, solidaire à cette dernière (rôle des plèvres) et extensible, augmente aussi de volume, **entraînant l'inspiration** (entrée d'air).

L'inspiration est un phénomène actif c'est-à-dire qu'il nécessite une dépense d'énergie.

L'expiration est permise par **le relâchement des muscles** et l'élasticité du tissu pulmonaire, qui reprend son volume initial, entraînant avec lui la cage thoracique. L'expiration est un phénomène passif.

Les poumons sont un **ensemble de tuyaux conduisant l'air** (à partir des bronches) et **de vaisseaux sanguins** (artères pulmonaires, capillaires sanguins, veines pulmonaires), étroitement imbriqués, au travers desquels se font les **échanges de gaz (dioxygène (O₂) et dioxyde de carbone (CO₂))**. L'ensemble est maintenu par du tissu pulmonaire extensible et élastique.

Le dioxygène de l'air pulmonaire (alvéolaire) passe dans le sang pulmonaire au niveau des alvéoles, par simple diffusion. La diffusion de chaque gaz à travers un tissu est proportionnelle à la surface du tissu et inversement proportionnelle à l'épaisseur du tissu. Elle est aussi proportionnelle au gradient de concentration de part et d'autre des tissus, ainsi que d'une constante propre au gaz. Elle est 20 fois supérieure pour le CO₂ que pour l'O₂.

Le dioxygène est transporté jusqu'aux organes (jusqu'aux cellules) essentiellement par **l'hémoglobine** (molécules détenues par les globules rouges (**hématies**)). C'est une réaction chimique d'un type assez rare car réversible : fixation au niveau des alvéoles pulmonaires /libération au niveau des cellules des organes. Remarque : le monoxyde de carbone (CO), issu d'une combustion incomplète, en se fixant définitivement à la place du dioxygène sur l'hémoglobine, conduit à la mort.

Le dioxyde de carbone est produit en permanence, par tous les organes (toutes les cellules). Il est transporté, sous forme dissoute dans le **plasma sanguin**, jusqu'aux alvéoles pulmonaires, puis il passe dans l'air alvéolaire, pour ensuite rejoindre l'air atmosphérique, toujours suivant la loi de diffusion des gaz.

Ainsi **l'air** ne fait pas qu'entrer et sortir du corps, mais **sa composition est modifiée** :

Fonctionnement du corps humain et de la santé :
première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3

	Air atmosphérique (Air inspiré)	Air alvéolaire (Air expiré)
Diazote (N ₂)	78%	78%
Dioxygène (O ₂)	21%	16%
Dioxyde de carbone (CO ₂)	0,03%	5%
Autres gaz	Traces	Traces

Le **dioxygène** est utilisé en permanence, par toutes les cellules **pour produire de l'énergie** disponible sous forme d'A.T.P. (adénosine triphosphate). Cette réaction chimique correspond à une oxydation des nutriments, libérant de l'énergie ainsi que de l'eau et du **dioxyde de carbone**.

La **respiration cellulaire** est rendue possible par la coopération de trois appareils spécialisés : appareil respiratoire, appareil circulatoire et appareil digestif.

Le tabac, les polluants atmosphériques jouent un rôle nocif sur la fonction respiratoire et donc la santé.

En résumé :

La **respiration**, au sens strict, **correspond à une réaction chimique intracellulaire**. Elle se manifeste à différentes échelles par des échanges de gaz, notamment au niveau de la ventilation pulmonaire.

Au sens large, la « respiration » englobe les mouvements respiratoires et mécanismes permettant la formation d'énergie sous forme d'ATP, « monnaie énergétique de la cellule ».

Remarque : La respiration est une fonction commune au règne animal et végétal.

En ce qui concerne la circulation sanguine :

L'appareil circulatoire sanguin, est constitué par **le sang, les vaisseaux sanguins et le cœur**.

Le sang est composé **de cellules** (hématies et leucocytes), de fragments de cellules (plaquettes sanguines) et **du plasma** (liquide transparent) contenant **divers constituants solubles** dont le fibrinogène (responsable de la coagulation avec les plaquettes).

On distingue 3 types de vaisseaux sanguins :

- **Les capillaires sanguins** : Ce sont des conduits à paroi très fines, de très faible diamètre (0.009mm) qui établissent la continuité entre les artères et les veines. On les trouve au niveau de tous les organes, à proximité de toutes les cellules. Par l'immense réseau qu'ils forment et leur finesse, ils permettent des échanges de molécules entre le sang et les cellules (par l'intermédiaire du liquide intercellulaire). **Ils constituent une vaste surface d'échange.**

- **Les artères** : Ce sont des conduits à parois béantes, épaisses, contractiles et élastiques, dans lesquels **le sang circule du cœur vers les organes**. Leur diamètre est compris entre 0.02 et 26mm.

- **Les veines** : Ce sont des conduits à parois fines, flasques, distendibles, dans lesquels **le sang circule des organes vers le cœur**. Leur diamètre est compris entre 0.02 et 32mm. Les veines des membres inférieurs présentent des valvules qui empêchent le sang de refluer (selon la loi de la gravité). Leur trop grande sollicitation entraîne des varices.

Le sang est **canalisé** dans les vaisseaux sanguins. C'est un **système clos** (chez tous les vertébrés). Le trajet du sang est donc un circuit fermé, parcouru en **sens unique**.

Le cœur est un **muscle (myocarde)** qui en se contractant met en mouvement le sang.

Fonctionnement du corps humain et de la santé : **première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3**

Le sang traverse rapidement le cœur (**muscle creux**). On distingue **un cœur droit et un cœur gauche, accolés, synchronisés, et sans communication sanguine**.

Comme tout organe, le cœur est parcouru de capillaires sanguins, permettant notamment des échanges nutritifs (O_2 et nutriments). L'obturation ou la rupture de ses vaisseaux est responsable de **l'infarctus du myocarde** (première cause de mortalité en France).

Les valvules cardiaques imposent le sens de la circulation sanguine. Leur fermeture émet un bruit caractéristique de clapet. Leur manque d'étanchéité est repérable par un chuintement (souffle au cœur). Le médecin, grâce au stéthoscope est à l'écoute des bruits du cœur.

La circulation sanguine permet des transports divers (cellules, gaz dissous, nutriments, hormones...) dans tout l'organisme, participant ainsi aux fonctions de nutrition cellulaire, de défense immunitaire, de communication, de thermorégulation, de régulation du pH... au sein de l'organisme.

Selon le point de vue, on distingue :

- Une vision fonctionnelle, de l'organisation de l'appareil circulatoire :

La circulation du sang « riche » en dioxygène (plutôt rouge vif) symbolisée en rouge :

poumons → cœur gauche → organes

La circulation du sang « pauvre » en dioxygène (plutôt rouge sombre) symbolisée en bleu :

organes → cœur droit → poumons

- Une vision historique, de l'organisation de l'appareil circulatoire :

La circulation pulmonaire, (petite circulation)

Cœur droit → poumons → cœur gauche

La circulation générale, ou systémique, (grande circulation)

Cœur gauche → organes → cœur droit

Le **dioxygène (O_2)** est transporté, dans les hématies, par un pigment (hémoglobine) qui le fixe selon une réaction chimique réversible.

Le **dioxyde de carbone (CO_2)** est transporté sous forme dissoute dans le plasma.

Les organes sont généralement **connectés en dérivation** (distribution équitable !), exceptionnellement en série (système porte hépatique : absorption intestinale → stockage par le foie).

Au niveau des artères, le sang circule en permanence sous pression (**pression artérielle** : l'unité internationale de mesure de pression est le pascal (Pa). Toutefois, l'usage fait que la pression artérielle est souvent mesurée en centimètres de mercure (cm Hg), parfois en millimètres de mercure (mm Hg)). Cette pression oscille entre un maxima (**13**) (**contraction du myocarde : systole**) et un minima (**8**) (**relâchement du myocarde : diastole**). Le **pouls** correspond à un durcissement passager des artères, suite à la propagation de l'onde de choc, due à la systole du ventricule gauche.

Le rythme cardiaque s'adapte à l'effort physique.

Les artères sont plus rigides que, les veines et sont placées en profondeur, sous les masses musculaires (ce qui leur permet d'être plus protégées). On peut percevoir les artères au niveau des articulations (là où l'on prend le pouls). Une hémorragie d'une artère pose problème. On peut poser un garrot pour stopper l'hémorragie mais en notant l'heure, on ne le relâchera pas car une forte quantité de CO_2 risque d'arriver massivement au cerveau et être fatale.

En résumé :

La circulation sanguine est un axe **de communication, de transport et de distribution** pour les organismes complexes.

📌 Traces écrites des élèves

Indications pour la formalisation écrite des connaissances - « Résumé-type » du cahier de l'élève (selon le domaine concerné et l'âge des élèves)

L'enseignant veillera à favoriser autant que possible une formulation individualisée de l'élève.

Exemple de trace écrite au **CM1**

La circulation sanguine : Le sang circule toujours dans les vaisseaux sanguins : artères, veines et capillaires sanguins. Dans un vaisseau sanguin le sang circule toujours en sens unique. Ce sont les contractions du cœur qui propulsent le sang. L'appareil circulatoire permet d'apporter aux organes (muscles, cerveau, ...) l'O₂ issu des poumons et les nutriments issus de la digestion.

La ventilation: Les mouvements respiratoires permettent l'entrée (inspiration) et la sortie d'air (expiration). L'air inspiré principalement par notre nez (exceptionnellement par notre bouche) passe dans les poumons. Après modification de sa composition (échanges gazeux), l'air expiré est rejeté. .

Les échanges gazeux respiratoires pulmonaires : Dans les poumons, une partie du dioxygène (O₂) de l'air pulmonaire passe dans le sang pulmonaire alors qu'une partie du dioxyde de carbone (CO₂) passe du sang, dans l'air qui est expiré.

Le devenir des aliments : voir module digestion

L'utilisation de l'oxygène, des nutriments et l'origine du CO₂ : Tous les organes utilisent de l'O₂ et des nutriments pour fonctionner : se contracter pour un muscle, « réfléchir » pour le cerveau. En fonctionnant les organes produisent du CO₂ et d'autres déchets qui seront éliminés.

Une proposition de séquence

Séquence : Circulation et respiration

Niveau : CM

Nombre de séances : entre 12 minimum et 16 maximum

Durée de chaque séance : 1 heure en moyenne

1^{ère} séance : situation déclenchante, exploitation de la blessure ou bleu pendant la récréation par exemple. Observation, description, comment expliquer ce phénomène ?

2^{ème} séance : Investigations, recherches et observations des photos jointes mettant en évidence les capillaires sanguins

3^{ème} séance : Modélisation de la circulation – Transferts de liquides

4^{ème} séance : Dissection du cœur

5^{ème} séance : schématisation du circuit cœur organes cœur poumons à partir des situations vécues

6^{ème} séance : Exploitation du tableau « Composition du sang en amont et en aval des organes »

introduction du code couleur

7^{ème} séance : synthèse et évaluation circulation

8^{ème} séance : situation déclenchante en EPS par exemple. Comment expliquer les changements qualitatifs et quantitatifs ? (recueil des représentations à l'aide de la silhouette humaine)

9^{ème} séance : aller voir le réel, maquette de tronc humain ou dissection de lapin ou dissection fressure d'agneau

9^{ème} séance : modélisation des mouvements respiratoires

10^{ème} séance : exploitation du tableau « air inspiré – air expiré » - expérience eau de chaux – éventuellement modélisation billes

11^{ème} séance : mise en lien avec la circulation, reprise du schéma et renforcement du code couleur

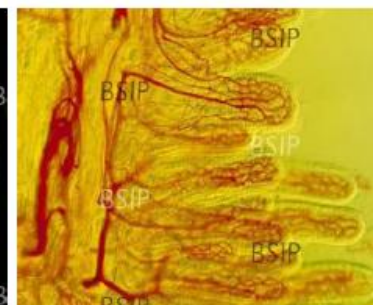
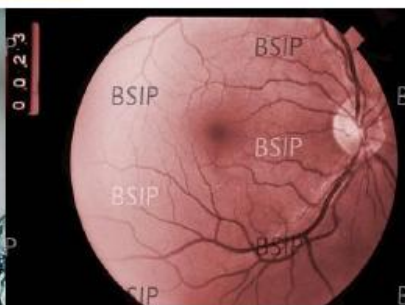
12^{ème} séance : synthèse et évaluation

1- La circulation sanguine :



Il est préférable de commencer par la circulation et d'aborder la respiration après. Il convient dans un premier temps de leur faire représenter à l'aide de la silhouette humaine ce qu'il pense de la circulation. Souvent ils représentent le cœur dissocié des artères et veines. Il sera essentiel de modéliser plus tard ce système.

La référence à une situation de la vie courante, une



Fonctionnement du corps humain et de la santé : première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3

blessure où l'on voit apparaître un peu de sang peut être un excellent point de départ d'investigations (les bleus sont aussi exploitables). Il est important de faire noter ces observations sur le cahier de science. La phase suivante correspond à la recherche de moyens qui permettent de savoir comment expliquer ce phénomène.

Il conviendra alors de faire identifier aux élèves que le sang est contenu dans un contenant, c'est-à-dire les vaisseaux. L'oreille de lapin permet aux élèves de visualiser les vaisseaux ou encore des images de scintigraphie... Les vaisseaux seront alors nommés : artères, veines et capillaires sanguins (- qu'ils ne connaissent généralement pas). Ces vaisseaux correspondent à l'essentiel du système circulatoire qui parcourt les organes et où s'effectuent les échanges de nutriments et de gaz.

A partir des capillaires, on va accéder aux organes. On va identifier ensuite les globules dans les capillaires. A ce stade, on peut utiliser aussi des images vidéo montrant la circulation dans un seul sens vers les organes dont les muscles. Il faudra surtout mettre en évidence qu'ils se déplacent et de plus « dans un sens unique de circulation ». Il est important aussi de mettre en évidence « la boucle fermée » de l'appareil respiratoire. On devrait même parler d'appareil « distributeur » pour distribuer l'O₂ et les nutriments. Il devient alors nécessaire de modéliser cette distribution. Le recours à des analyses sanguines (anonymes) est aussi intéressant. Il est important de leur faire pointer les points communs ; élément liquide plasma et éléments solides hématies et leucocytes et enfin les éléments dissouts.

Dans un premier temps on demande aux élèves de faire circuler l'eau dans un tuyau (acheter de la



feuillette anglaise chez Jeulin), pour transférer déplacer de l'eau d'une bassine à une autre. Différentes solutions sont alors mises en œuvre. Il est important d'identifier qu'il doit y avoir continuité (pas de désamorçage).

Dans un second temps on essaie de faire circuler l'eau en continu d'un point à un autre. La nécessité d'une pompe est évidente, on propose alors un grand nombre de pompes manuelles (à pétrole) afin que les élèves se servent librement. Les solutions sont alors variées et une des solutions permet de faire circuler l'eau en utilisant une pompe pour remonter le liquide et le faire descendre par gravité, ce qui ne peut pas correspondre à la réalité (ex : astronautes en apesanteur) ou encore en cas de blessure, il n'y a jamais de désamorçage. La solution avec deux pompes semble plus proche de la réalité. Le problème du maintien des niveaux dans les récipients se pose (tracer un trait sur le récipient pour introduire la contrainte de maintien du niveau). Cela amène à synchroniser les deux pompes. Et le moyen le plus simple est de les rapprocher. La présence de deux pompes pose problème mais prépare les élèves à l'idée que le cœur est double. On arrive alors à une modélisation proche de celle du cœur avec la mise en évidence de sa structure double mais aussi des clapets qu'on entend lorsqu'ils se ferment. Il est important de bien faire identifier aux élèves la circulation dans un seul sens. On peut aussi utiliser un stéthoscope qui permet d'écouter la fermeture des clapets (valvules). On peut ainsi introduire la dissection pour aller plus loin dans les investigations

Fonctionnement du corps humain et de la santé : première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3

L'étape suivante consiste donc à observer un vrai cœur. Dans un premier temps, il convient d'orienter



le cœur et faire identifier les différences de taille des deux parties (une partie, le cœur droit extérieurement plus petite, qui n'envoie le sang que dans les poumons proches alors que la seconde partie, le cœur gauche, propulse de sang

dans l'ensemble des organes. On oriente cœur pointe en bas, sillon face à l'observateur et on nomme le cœur droit et cœur gauche (inversés) Mettre en évidence les deux cavités, les artères et les veines.

On incise, de part et d'autre, le long du sillon inter-ventriculaire : les enfants identifient que c'est un muscle

mais aussi qu'il est creux, composé de cavités qui ont le même volume. Bien faire observer les différentes épaisseurs des deux parties : le ventricule droit propulse le sang seulement dans les poumons, ses parois sont fines alors que le ventricule gauche, qui alimente en sang tous les autres organes est plus « musclé » et a des parois plus épaisses.

Faire identifier la paroi inter-ventriculaire qui ne permet pas au sang de communiquer d'un ventricule à un autre.

Mettre en évidence les 4 clapets : à l'extrémité de « cordages » on peut identifier les valvules qui sont des clapets qui imposent une circulation dans un seul sens (lorsqu'on y entre un doigt il rentre facilement dans le sens de circulation alors que l'inverse peut être impossible). Les élèves peuvent toucher et éprouver leur solidité... On leur demande alors de reconstituer la circulation du sang à l'aide de brins colorés (fils électriques rouges et bleus). Le sens de la circulation est imposé par les valvules ou clapets. (Voir doc « Protocole de dissection du cœur »)

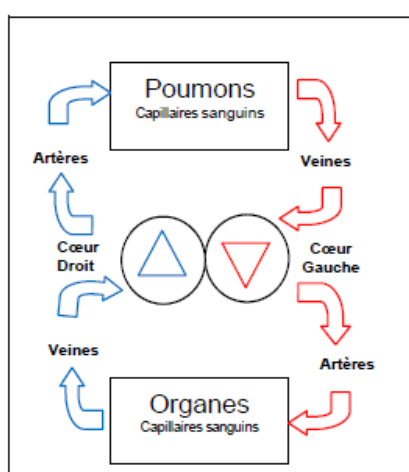
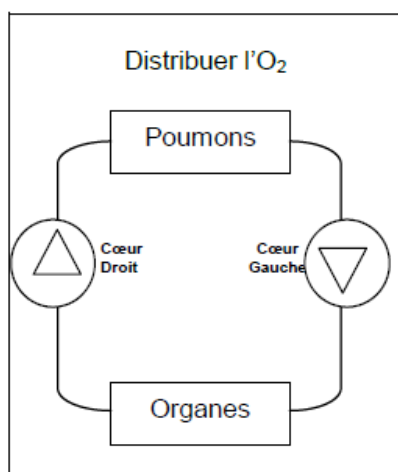
L'utilisation des stéthoscopes permettent d'écouter la circulation sanguine (on entend un chuintement) mais aussi précisément le bruit des clapets qui correspondent aux bruits du cœur (faire le parallèle avec la pompe à pétrole dont on perçoit nettement le bruit de fermeture des clapets). Le médecin écoute les 4 clapets et identifie parfois des souffles au cœur qui corresponde à des défauts d'étanchéité qui engendre des légers reflux avec un bruit caractéristique. L'utilisation d'une salle de classe et d'un couloir (ventricule et oreillettes), avec des portes (clapets), permet de modéliser le fonctionnement du cœur en le jouant. Les élèves jouent le rôle du sang. On peut aussi simuler un souffle au cœur en laissant une porte entrouverte.

Les élèves portent systématiquement sur leur cahier de sciences, leurs questions, hypothèses, observations,... ils construisent ainsi une trace écrite évolutive... A ce stade il est important de leur fournir aussi un schéma du corps qu'ils complèteront. On étendra ce schéma aux organes pour compléter le circuit.

Il faut bien préciser qu'on se place dans une logique de distribution de l'O₂. Il est important de faire évoluer les représentations en vertical comme ci-dessous. On le prolongera en intégrant les nutriments (en ayant recours à nouveau aux analyses sanguines avec la glycémie), donc les intestin

Fonctionnement du corps humain et de la santé : première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3

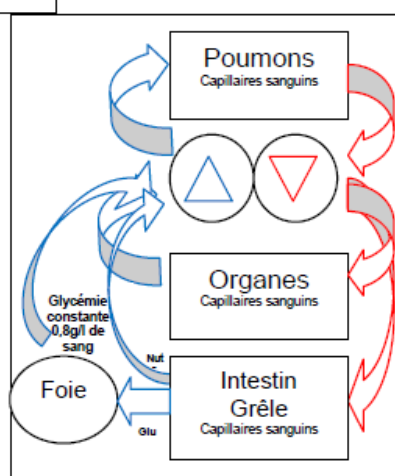
et le foie qui joue un rôle de régulateur de la glycémie.



La problématique suivante est liée au fait que la composition du sang est différente à l'entrée ou la sortie d'un muscle. On peut le mettre en évidence par un tableau qui analyse les différentes compositions en amont et en aval des organes (voir plus bas). On schématise en introduisant Dioxygène et glucose ou nutriment. Les poumons sont mis en évidence par le

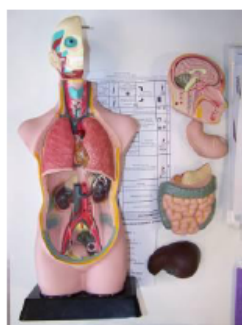
biais de l'O₂ (liens entre poumons et muscle ou organes...). On schématisera le circuit double en référence aux deux pompes qu'on a réuni lors de la modélisation mais aussi suite à la mise en évidence des deux cavités cardiaques. Il est important d'avoir une vision verticale de ce schéma avec introduction des codes couleur rouge et bleu. On complètera à partir du sens de circulation du sang : Veine – Oreillette – Clapet – Ventricule – Clapet - Artère. On peut introduire à ce stade le code couleurs (rouge, bleu) en référence au tableau d'analyse du taux d'O₂ en amont ou en aval des différents organes.

On pourra enfin rapidement aborder les quelques éléments suivants d'hygiène et santé. L'impact du tabac sur les vaisseaux est important, il les fragilise, et peut générer des fissurations voire des ruptures. La suralimentation génère des stockages de graisses dans les vaisseaux et crée une augmentation de la pression sanguine... L'alcool est aussi très dangereux car son élimination est la plus complexe. Sa consommation excessive a un impact négatif sur le foie et le cerveau.



2- La respiration

L'EPS peut constituer une excellente situation déclenchante suite à un effort. Les élèves constatent



des changements qualitatifs puis quantitatifs (fréquence respiratoire et cardiaque). Ces constats doivent déboucher sur des questions à organiser en problématique « comment expliquer » et non pas « pourquoi ? » qui sous-entend un but ultime, une finalité, or en biologie il n'existe jamais de finalité. 'Pourquoi je suis vivant ?', par exemple n'a pas de réponse, contrairement à « comment expliquer que je vis ».

Les éditions Magnard et Retz sont les rares manuels à respecter la démarche d'investigation. On peut critiquer tout de même le fait que le titre de chaque unité d'apprentissage est formulée sous forme d'une question



Fonctionnement du corps humain et de la santé : première approche des fonctions de nutrition (respiration circulation) –Cycle 3

préalable, sans situation déclenchante autre. Suite à l'émission de la problématique, il est important que l'élève puisse expliquer « ce qu'il pense » de la question. L'usage d'une silhouette humaine lui permet de faciliter cette étape. Les élèves pensent souvent que l'air rentre dans les poumons et les traverse pour aller dans tout le corps. L'enseignant doit demander aux élèves comment on peut le prouver... Les élèves proposent d'aller voir le réel. On peut acquérir un tronc humain à moindre coût (d'une taille de 28cm pour 23€ chez Jeulin) et/ou avoir recours à la dissection de lapin par exemple. Il est possible aussi d'avoir recours à la recherche documentaire, penser au site www.bsip.com ou .fr qui renferme de nombreuses ressources documentaires (photographies libre de droits, avec un moteur de recherche intégré). Ces activités n'ont de sens que si elles peuvent donner une réponse à des sous-questions. Il est intéressant de mener plusieurs ateliers bien équilibrés en parallèle. Un atelier peut être consacré aux mouvements respiratoires avec les modélisations du commerce ou « maison ». L'atelier suivant sera consacré aux échanges gazeux à l'aide de l'eau de chaux à appeler « réactif du dioxyde de carbone » et qui peut être trouvé dans le commerce (Jeulin, Pieron) mais peut être réalisé à partir d'eau additionnée de chaux vive que l'on filtre avec des filtres à café jusqu'à obtenir une solution claire. Il faut veiller, entre chaque année, à compléter les niveaux des bouteilles pour que le CO₂ de l'air, ne trouble pas à la longue la solution...

On peut expirer, dans l'eau de chaux, pour mettre en évidence le rejet non négligeable de CO₂ par l'organisme. Une bouteille à double entrée permet de différencier la réaction avec l'air inspiré puis la réaction avec l'air expiré... mais les élèves peuvent proposer des dispositifs plus simples seringues, ballons, pailles. Le dispositif à double entrée, qui permet de faire circuler de l'air ambiant puis de l'air issu des poumons est pratique et est assez spectaculaire (on fait des bulles d'air en inspirant !), ce qui permet aux élèves de bien le retenir.



Un autre atelier avec deux boîtes et des billes permet de modéliser les échanges gazeux de manière quantitative. On place dans la boîte 'air pulmonaire' 21 billes bleues + d'autres couleurs qui représentent les autres gaz. 5 billes bleues (5% de l'oxygène) vont dans la boîte 'sang pulmonaire' et de cette boîte reviennent 5 billes rouges (pour symboliser le CO₂). Faire attention au choix des couleurs qui lors d'une schématisation ultérieure peuvent poser problème... On doit fournir en plus des tableaux quantitatifs qui permettent aux élèves d'évaluer ces échanges de manière précise et chiffrée.

La fressure d'agneau (ensemble cœur-poumons, diaphragme à 5 € pièce) permet aux élèves de bien visualiser les organes.



On la suspend par la trachée. Faire identifier la différence de taille des deux poumons. Les élèves doivent toucher avec des gants et identifier cet aspect spongieux comme des « Chamallows ». En insufflant de l'air avec un tuyau on peut identifier facilement sa propriété extensible et élastique. Il convient ensuite d'en découper un morceau (les élèves identifient que le poumon est

'plein') et le placer dans l'eau afin de constater qu'il flotte (il est plein d'air) et que l'eau se colore en rouge au bout d'un certain temps



d'où la présence de sang. Le concept de poumon est alors construit avec mise en évidence de la mise en relation de l'air et du sang dans le cadre d'échanges.

Analyse du sang entrant et sortant de différents organes

	CO ₂ pour 100 ml de sang		O ₂ pour 100 ml de sang		Glucose pour 100 ml de sang	
	Sang entrant	sang sortant	Sang entrant	sang sortant	Sang entrant	sang sortant
Muscle	49ml	58ml	20ml	11ml	80mg	50mg
Intestin grêle	49ml	56ml	20ml	12ml	80mg	60mg
Foie	49ml	56ml	20ml	12ml	250mg	80mg
Cerveau	49ml	58ml	20ml	11ml	80mg	50mg
Reins	49ml	57ml	20ml	12ml	80mg	60mg
Vésicule biliaire	49ml	55ml	20ml	13ml	80mg	65mg

	CO ₂ pour 100 ml de sang		O ₂ pour 100 ml de sang		Glucose pour 100 ml de sang	
	Sang entrant	sang sortant	Sang entrant	sang sortant	Sang entrant	sang sortant
Poumons	53ml	49ml	15ml	20ml	90mg	60mg

L'évaluation des élèves

L'évaluation est traitée tout au long du module, notamment dans la dimension liée aux apprentissages des élèves en lien avec le scénario conceptuel. Il convient aussi de ne pas perdre de vue l'évaluation de la démarche par le biais des écrits individualisés portés par chaque élève sur son cahier de sciences. Enfin, il semble essentiel de se référer au BO du 5 janvier 2012 qui précise le vocabulaire exigible ; dans cette optique, il conviendra de s'assurer que les élèves ont surtout assimilé en priorité les mécanismes d'échanges en termes de nutrition entre les différents organes et de ne pas mettre l'accent sur des aspects trop techniques qui seront repris en 5^{ème}.