



# Ventilation, respiration au Cycle 3

## Séquence 3

### SÉQUENCE 3: LA CIRCULATION DE L'AIR DANS LE CORPS : À LA DECOUVERTE D'ORGANES (CM2)

#### Séance 1 : Ce que je crois savoir et les questions que je me pose sur l'air dans mon corps

##### Faire le point sur le sujet

Le maître écrit « appareil respiratoire » au tableau et, pour éviter toute confusion sur le sens du mot « appareil », explique : *Un appareil est un ensemble d'organes qui contribuent à une même fonction.*

Puis il distribue aux enfants une silhouette humaine vierge, avec la consigne de dessiner l'appareil respiratoire. Pour les aider dans la réalisation de leur dessin, puis dans le commentaire et la mise en place des légendes, il leur posera des questions du type :

- Où va l'air qui rentre dans le corps ?
- Quel est son trajet dans le corps : par où passe-t-il ? Dans quels organes ?

On peut aussi faire travailler les élèves non pas sur une mais deux silhouettes. On leur demandera alors de représenter :

- sur l'une, le trajet de l'air lors de l'inspiration ;
- sur l'autre, celui de l'air expiré.

Certains élèves dessinent alors le gonflement des poches représentant les poumons, d'autres indiquent aussi un gonflement du cœur.

Ce dossier est paru sous le label  
*La main à la pâte* dans la revue  
LA CLASSE ; n° 192, octobre 2008.

##### Enjeux

- Cerner le parcours de l'air dans le corps en observant les organes de l'appareil respiratoire d'un animal dont l'anatomie est proche de celle de l'être humain, et en observant des radiographies pulmonaires humaines (et autres supports documentaires), ainsi que des maquettes.
- Concevoir l'idée que la respiration ne se limite pas à faire entrer de l'air dans les poumons, notamment observer l'interface entre tuyaux de circulation d'air et tuyaux de circulation du sang.

##### Notions visées

- L'air circule dans différents organes : la trachée, les bronches et les poumons. Les enfants en apprennent leur nom, mais aussi leur forme, leur couleur, leur consistance, et quelques éléments de leur structure interne.
- L'air et le sang sont en contact dans les alvéoles et peuvent échanger de l'oxygène et du gaz carbonique.
- Il y a un seul cœur mais deux poumons, chacun étant constitué de plusieurs lobes. Au cours de l'inspiration, ils se remplissent (ensemble) d'air et gonflent; ils dégonflent au cours de l'expiration. Le cœur ne gonfle pas.
- Trajet de l'air: l'air entre par le nez ou la bouche, puis il passe dans le pharynx et le larynx, qui est l'extrémité supérieure de la trachée (cordes vocales, voix). Ensuite il circule dans la trachée, qui se sépare en 2 bronches à l'entrée des 2 poumons. Dans chacun d'eux, les conduits d'air ont des diamètres qui diminuent de plus en plus: les bronches se divisent en bronchioles, pour finir dans les alvéoles, sortes de petites poches invisibles à l'œil nu, qui terminent les voies respiratoires.
- Les deux poumons sont situés dans la cage thoracique. Elle est formée sur les côtés par les côtes (os) et est fermée à sa base par le diaphragme (muscle).
- L'ensemble « poumons, trachée, et cage thoracique » constitue l'appareil respiratoire

L'affichage de ces premiers dessins au tableau montre des propositions de réponses diversifiées :

- Par exemple, l'air entre et sort du corps par le nez seulement, ou par la bouche, ou par les deux orifices.
- Il poursuit son trajet dans un ou deux conduits, vers un ou deux ou trois poumons.
- Ceux-ci sont représentés sous la forme de poches vides ou contenant – rarement – des conduits.
- Le cœur est très souvent représenté.
- L'ensemble est situé dans le thorax ou descend jusque dans l'abdomen.
- La présence du sang est parfois signalée (si l'on a insisté sur le devenir de l'air dans tout le corps).

#### **Remarques concernant la démarche adoptée**

Dans certaines classes, les enfants sont peu habitués à ce mode de fonctionnement, qui consiste à s'exprimer, à émettre des hypothèses sur des questions qui leur sont étrangères.

On constate pourtant qu'ils sont tout à fait capables de produire des réponses, sinon à l'écrit, du moins à l'oral... et c'est le rôle du maître que de les y encourager.

Très souvent, un enfant s'est construit un système d'explication du phénomène qui lui paraît cohérent. Il n'éprouve donc pas la nécessité d'en changer. La confrontation aux idées de ses camarades, grâce à l'affichage, l'obligera à s'interroger sur la pertinence de son explication personnelle (ce qui ne veut pas dire que l'obstacle sera pour autant surmonté !).

On proposera alors aux élèves de classer les dessins selon les idées qu'ils véhiculent. À travers la discussion collective qui va s'instaurer, ils seront amenés à :

- analyser chaque représentation ;
- formuler ses caractéristiques.

On constatera à cette occasion que les élèves ont parfois du mal à percevoir la similitude d'une idée sous la diversité de ses représentations dessinées. Ils ont également du mal à repérer certains détails - qui changent parfois tout - entre deux dessins ! Le maître devra donc les aider à formuler les éléments propres à chaque dessin.

#### **Compléments**

- Il y a environ 300 millions d'alvéoles pulmonaires dans les deux poumons d'un humain. Les plus fines bronchioles ont le diamètre d'un cheveu. Toutes les vésicules ouvertes et étalées couvriraient une surface d'environ 100m<sup>2</sup> (surface d'un court de badminton = 105 m<sup>2</sup>) ; c'est la surface d'échange avec l'appareil circulatoire. Les vaisseaux sanguins ont, autour des alvéoles, des parois très fines qui permettent la diffusion des gaz. Environ 5 litres de sang passent dans cette surface d'échange par minute.

- La présence de ces vaisseaux sanguins explique la couleur rose des poumons. Si les bronches ou les bronchioles sont obstruées par des particules (sécrétions, tabac, pollution externe...) les échanges respiratoires sont gênés.

- Le dioxygène se fixe réversiblement sur le fer de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges du sang, et est ainsi transporté vers tous les organes où il diffuse à toutes les cellules. La consommation du dioxygène dans les réactions de « combustion » produit de l'énergie, et du dioxyde de carbone qui se dissout dans le sang et est ainsi transporté jusqu'aux poumons qui l'évacuent lors de l'expiration.

Étudions quelques unes des représentations parmi les plus fréquentes :

1- Un seul tuyau mène l'air de la bouche à un seul poumon (fig. 1).

2- L'air qui passe par le nez arrive à un poumon, celui qui passe par la bouche à un autre. (fig. 2).

3- Les sinus et le cœur apparaissent, ainsi qu'un tuyau commun à l'alimentation et à l'air.

L'arrivée d'air semble mener au cœur (fig. 3).

4- La bouche et le nez conduisent l'air vers un même tuyau, qui traverse le thorax pour arriver au cœur, situé dans l'abdomen (fig. 4).

À l'occasion de cette séance, on pourra expliquer (ou rappeler) aux élèves que la démarche qu'ils viennent d'adopter s'apparente à celle des chercheurs : ils se posent des questions, ils émettent des hypothèses, ils comparent leurs idées, et ensuite ils cherchent comment ils vont s'y prendre pour tester leurs idées.

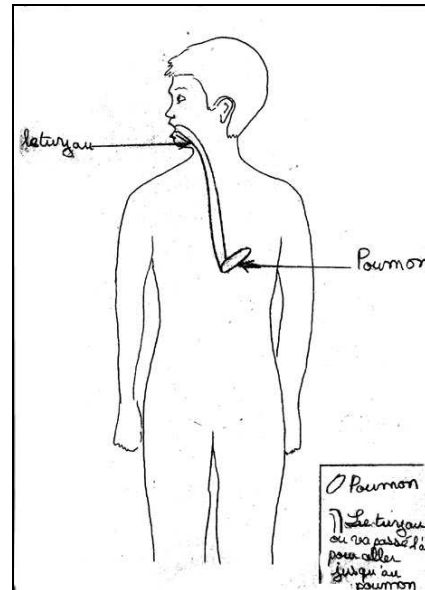


Fig. 1

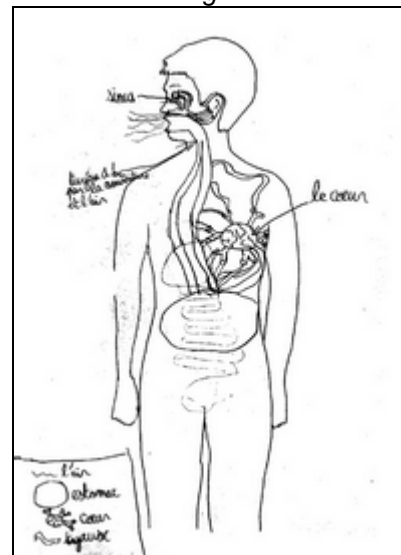


Fig. 3

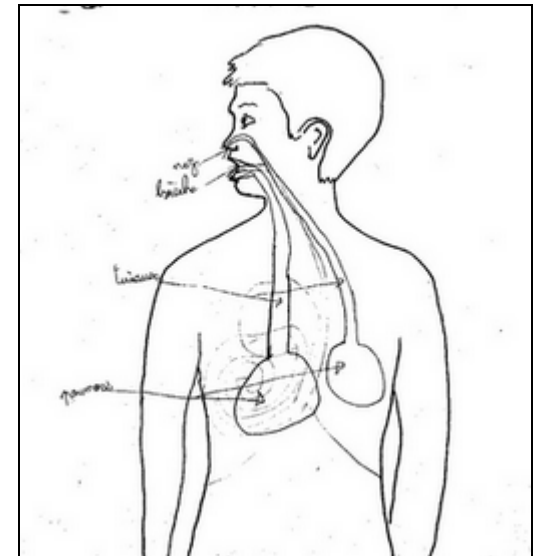


Fig. 2

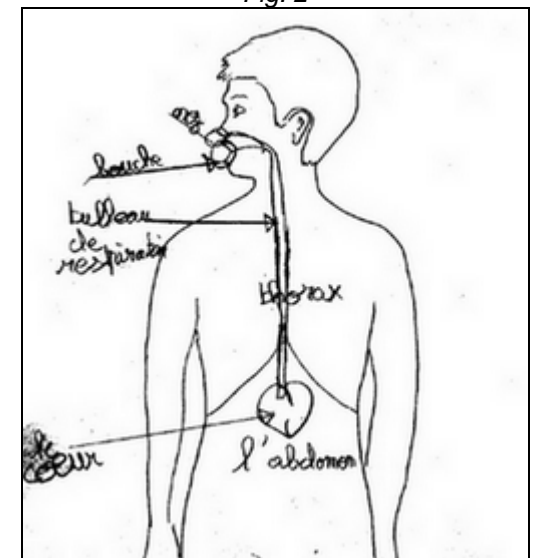


Fig. 4

## Envisager des investigations

L'enseignant demande aux enfants : *Que faudrait-il faire pour savoir comment est constitué l'intérieur de notre corps ?*

Les enfants formulent oralement de nombreuses possibilités :

- *Demander à un scientifique.*
- *Prendre le corps d'un mort, et demander à quelqu'un de le découper (dissection).*
- *Regarder dans une encyclopédie, dans un livre de sciences, sur Internet...*
- *Regarder sur « un mannequin d'exposition », ou sur une carte comme celles qu'ont certains médecins (planche anatomique).*
- *Chercher sur des radios ou des scanners...*

La question des dissections est toujours un sujet délicat à aborder. Il est important d'y consacrer un temps d'échanges où l'on indiquera que cette pratique permet d'observer à l'intérieur du corps d'un animal mort. Les enfants conviendront qu'il n'est pas possible de disséquer un corps humain. On expliquera que seuls les futurs médecins, au cours de leurs études, ont la possibilité d'étudier le corps de personnes mortes qui ont fait don de leur corps à la science. C'est bien de cette manière qu'au cours de l'histoire, on a découvert les organes de l'être humain, mais que de nos jours, même si de nos jours, on dispose d'autres moyens pour « voir » à l'intérieur du corps ! Cette discussion permettra d'aboutir à l'idée de rechercher des informations sur des radiographies ou des scanners, idée qui sera exploitée par la suite.... À la suite de cette discussion, l'enseignant annoncera qu'on observera l'intérieur du corps d'un animal à l'occasion de la prochaine séance. Les élèves devront alors, sur la base des dessins affichés, formuler les questions pour lesquelles ils pensent pouvoir obtenir des réponses par la dissection. On numérottera les dessins affichés pour pouvoir les désigner facilement, et éventuellement les faire classer par idée (ce qui simplifiera le numérotage).

## **Séance 2 : Recherche d'informations par observation de l'appareil respiratoire d'un animal**

### Organisation de la dissection

#### **Qui fera la dissection ?**

Quatre possibilités :

- L'enseignant accompagne ses élèves dans ce passage —délicat— de l'observation externe à l'observation interne, même s'il ne se sent pas expert.
- Il peut aussi avoir recours à une personne ressource, parent d'élève vétérinaire ou étudiant de biologie... La classe sera alors observatrice.
- S'ils en manifestent le désir, les enfants peuvent aussi effectuer eux-mêmes la dissection.
- La dernière solution est la plus simple, qui consiste à projeter un film (ce n'est pas celle qui est préconisée ici).

#### **Que disséquer ?**

Là encore, plusieurs possibilités :

- Un appareil respiratoire d'agneau (ou de porc) suffisamment gros pour que la dissection effectuée par le maître soit visible par tous.
- Un appareil respiratoire de lapin ou d'agneau par groupe.
- Des appareils respiratoires d'animaux différents, ce qui permettra de se livrer à des comparaisons, et se poser la question de l'appareil respiratoire humain.

On choisira de préférence un ensemble sur lequel la trachée est restée la plus longue possible, et où les poumons ne sont pas (trop) entaillés ...

#### **Où ?**

Deux cas de figure sont à envisager :

- Dans le cas d'une dissection effectuée par l'adulte, un préau (ouvert), ou une salle polyvalente, constituera un endroit confortable pour installer les élèves autour d'une table d'observation. Le cas échéant, l'image vidéo sera un complément utile à l'observation directe.
- Dans le cas où les enfants « opèrent » eux-mêmes, on disposera un tractus par bac pour 4 à 6 élèves.

### **Comment ?**

Les élèves se montrent très souvent intéressés par la possibilité qui leur est offerte d'observer de vrais organes, comparables à leur propre corps. Si certains sont impressionnés, il est conseillé de les laisser à distance, sans bien sûr les empêcher de s'approcher lorsqu'ils le décident (en général, ils sont attirés par les exclamations de leurs camarades, au moment du gonflement des poumons)

### **Matériel**

Pour chaque groupe, si les élèves dissèquent

- 5 ou 6 ensembles cœur-poumons d'agneau et/ou de lapin, chacun dans un bac.
- Gros ciseaux et ciseaux assez fins.
- Gants souples.
- 60 cm de tuyau pour aquarium ou tuyau d'arrosage (diamètre 16-12) ou pailles.
- sac poubelle
- chiffons.

Pour la classe si l'enseignant dissèque

- le même matériel en un seul exemplaire
- appareil photo numérique (ou caméra) reliée à une télévision (ou vidéo projecteur).

### Observation externe de l'appareil respiratoire

Les élèves s'installent autour de la table, sur laquelle l'enseignant a posé une cuvette contenant un ensemble cœur-poumons d'agneau.

Munis de gants jetables et d'un chiffon, les enfants vont pouvoir toucher, retourner, manipuler les différents morceaux de ce bloc, repérer les différentes parties nommées, en référence ou non à un schéma donné.



### **Première observation**

Les enfants sont invités à décrire oralement ce qu'ils observent, aidés par l'enseignant (ou la personne ressource) qui reformule la description et nomme les éléments observés (œsophage, trachée... lobes des poumons, cœur). Les différents termes seront écrits au tableau pour compléter la liste déjà établie antérieurement.

Parfois, il reste une partie du diaphragme accrochée à la base du cœur. Il est alors intéressant alors de montrer cet organe, de le nommer, et de dire qu'il s'agit d'une partie d'un muscle qui ferme la base de la cage thoracique

Les élèves seront notamment amenés à

- identifier la graisse sur le cœur ;
- noter la différence de couleur et de toucher entre trachée ou bronches (tuyaux durs avec des anneaux) et vaisseaux sanguins (tuyaux mous et blancs) ;
- observer les lobes des poumons et les étaler pour en repérer la forme. Ils seront ainsi en mesure de répondre à la question : « Comment sont faits les poumons, en extérieur ? » .en attendant d'observer l'intérieur et de voir où va l'air qui y est entré !

## Introduction d'air dans l'appareil respiratoire

Des questions relatives au passage de l'air dans les poumons vont émerger : on les notera même si la réponse n'aura pas forcément de base expérimentale :

- *Que se passe-t-il si on introduit de l'air ?*
- *Qu'est-ce qui se gonfle ?*
- *Les poumons sont-ils « en série » ou « en dérivation » ?*
- *Le cœur reçoit-il l'air des poumons ?*

Arrive le moment de la démonstration : l'enseignant place un tuyau dans la trachée (cartilagineuse, donc assez rigide), souffle une grande bouffée d'air dans ce tuyau, puis retire très vite sa bouche. (On peut aussi utiliser une pompe et un tuyau.)

Lorsqu'ils voient les poumons se gonfler, les enfants s'exclament, expriment ce qui les a surpris. La manipulation est reprise par quelques volontaires, chacun essayant de décrire plus précisément ce qu'il a observé. Ici aussi, l'utilisation de la vidéo de l'action peut être utile, si on ne souhaite pas prolonger la séance.



Certaines réponses aux questions précédemment soulevées sont donc trouvées : l'enseignant guidera leur formulation à partir des observations des enfants :

- *Les deux poumons se gonflent en même temps, ils deviennent quasiment blancs. Ceux dans lesquels on ne souffle pas ne se gonflent pas, et restent roses.* Cela ne constitue pas une réponse suffisante à leur question issue d'une comparaison avec un montage électrique (série ou dérivation) ; il faudra avoir recours à une observation spécifique et à la documentation.
- *Les poumons ne se gonflent pas comme un ballon ou comme un sac.*
- *Le cœur ne gonfle pas lorsque l'on insuffle de l'air dans les poumons ; il est soulevé lorsque ceux-ci sont en mouvement.*
- *Les poumons se vident tout seuls, sans aide. Toutefois on ne peut rien en déduire concernant nos propres poumons, puisque les organes observés ne font plus partie d'un organisme vivant et qu'il a fallu les gonfler artificiellement. Une fois gonflés, nos poumons peuvent se vider passivement car ils sont élastiques.*

L'enseignant rappellera aux élèves qu'ils ont représenté les poumons sous la forme de sortes de poches contenant de l'air. Pourtant, ils ont observé qu'ils ne se remplissaient pas comme un sac. *Comment faire à présent pour savoir ? Il faut couper pour voir dedans !!*

Pendant que les enfants, dans la phase suivante, vont dessiner et légender, l'enseignant passera de groupe en groupe pour couper le long de la trachée.

Sur la plupart des tractus, on ne disséquera qu'un seul poumon : l'autre, resté intact, pourra servir à des explorations complémentaires.

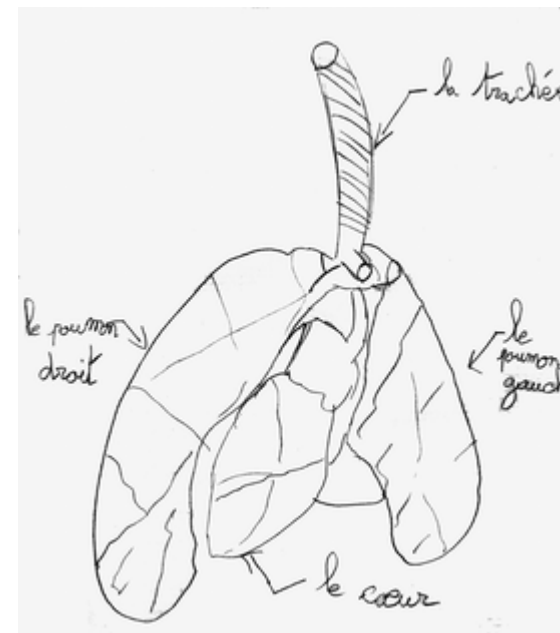
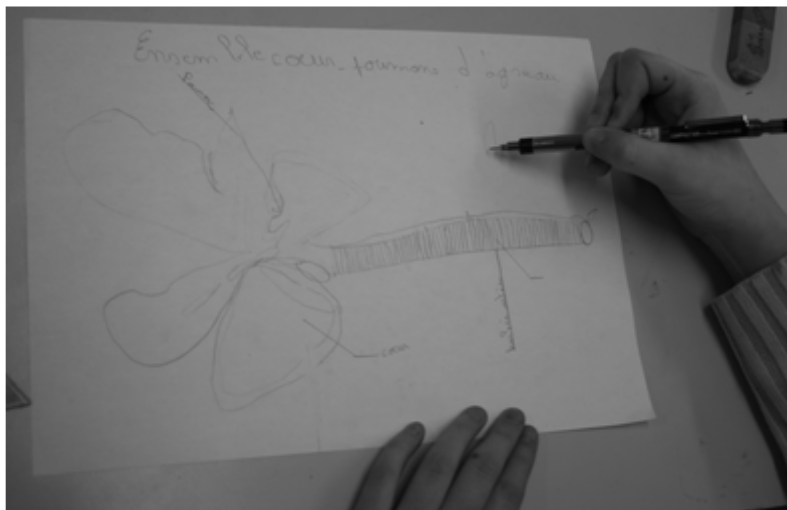
## Dessin et/ou écriture de légendes sur un schéma

Dans la seconde partie de séance, les enfants s'installent à nouveau autour de la table d'observation, ou autour de l'appareil respiratoire de leur groupe. Le but sera de conserver une trace écrite de l'observation à partir d'un dessin (ou d'une photo) fourni que les enfants devront légender pour s'approprier le vocabulaire et l'orthographe des mots employés lors de la séance.

On peut aussi demander aux enfants de dessiner eux-mêmes l'ensemble qu'ils ont sous les yeux et de le légender en utilisant les mots du tableau— c'est plus difficile, mais cela présente l'avantage de les maintenir plus

longtemps sur un travail écrit... le temps que l'enseignant, s'il est seul, passe dans les groupes et commence à faire découvrir à chaque groupe l'intérieur d'un des poumons en les découpant !

S'il s'agit d'un premier dessin à légender, des consignes devront être données : choix des lieux d'écriture, écriture lisible, tracé des traits à la règle.



Observation de l'intérieur de l'appareil respiratoire

### **Un ensemble ramifié**

L'enseignant engage une pointe de ciseaux dans la trachée puis coupe le long de cette voie respiratoire. Il fait décrire ce qui est découvert et nomme les conduits observés.

La dissection permet de montrer que la trachée se divise en deux bronches. À chaque bifurcation, une direction est choisie et poursuivie ainsi jusqu'à l'extrémité visible des voies respiratoires. On peut constater que la paroi des conduits respiratoires est assez rigide (c'est du cartilage), et que leur taille diminue au fur et à mesure de l'avancée de la dissection.

L'enseignant ouvre ainsi plusieurs voies respiratoires. Les enfants découvrent que l'ensemble des voies ainsi « disséquées » forme un ensemble très ramifié, un peu comme les branches d'un arbre. Ils constatent que le poumon n'est pas une poche.



### **Des bronchioles et des vaisseaux sanguins**

On demandera aux enfants de couper la pointe d'un lobe pulmonaire pour examiner l'intérieur d'un poumon.

En soufflant de l'air dans les bronchioles, on peut observer les extrémités des voies respiratoires qui gonflent : ce sont les sacs alvéolaires, où se trouvent les alvéoles, qui ferment les voies respiratoires.

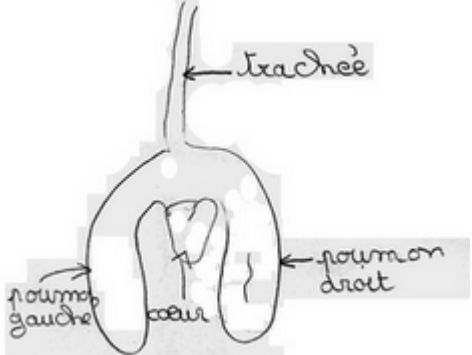
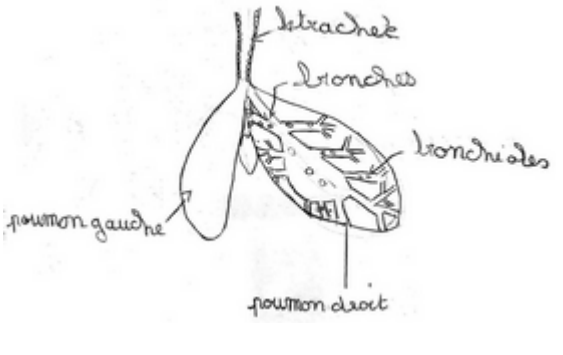
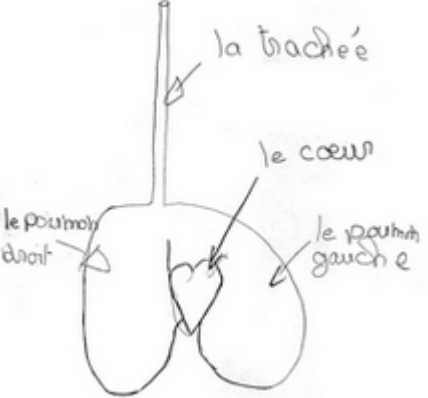
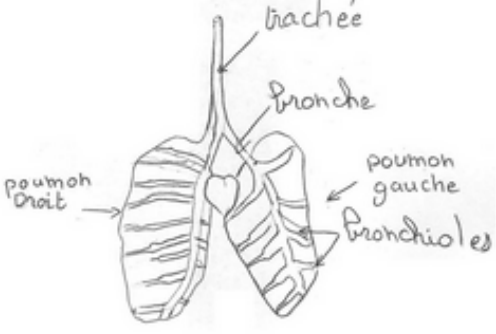
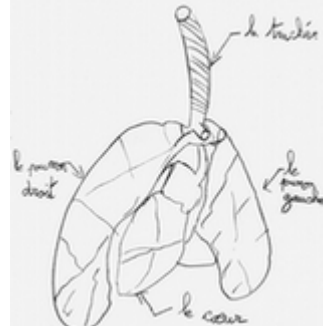



On procédera à une deuxième coupe transversale de la pointe d'un poumon pour obtenir une tranche de 2 cm d'épaisseur. On observera alors les sections des bronchioles sur les deux faces, à l'œil nu et à la loupe.



À la loupe, on notera qu'ils décrivent des petits tuyaux (certains contiennent du sang, d'autres sont dépourvus de sang) : il y a donc côte à côte de très petits vaisseaux sanguins et de très petites conduites d'air, les bronchioles. Les bronchioles terminales ont un diamètre de 0,5 mm. Les enfants, au fur et à mesure, reprendront leur premier dessin pour le compléter.



Dessins en vue externe- Avant dissection	Dessins des voies respiratoires disséquées
	
	
	

Si la plupart des dessins font figurer les conduits, pour la représentation des alvéoles et des vaisseaux sanguins, il faudra donner un schéma plus complet et précis à légender pour réinvestir le vocabulaire employé au cours de la séance et expliquer qu'il s'agit de structures microscopiques.

On pourra aussi tester d'autres idées exprimées :

- *S'il y a beaucoup d'air dans les poumons, est-ce qu'ils flottent ?*

- *Si je mets un poumon dans l'eau et si je presse, est-ce que je verrai des bulles ?*

- *Si je souffle en mettant le poumon dans l'eau, est-ce que je vais voir des bulles ?*

Les enfants savent à présent que l'air entre et sort des poumons par des sortes de tuyaux dans lesquels l'air passe (trachée, bronches, bronchioles) et qui se terminent par de minuscules alvéoles aux parois très fines dans lesquelles se trouvent des vaisseaux microscopiques transportant du sang.

## PROLONGEMENTS

Les expérimentations précédemment menées peuvent être complétées par :

- l'observation de radiographies ;
- la recherche documentaire ;
- la réalisation ou manipulation de maquettes, squelettes ou écorchés.

### Séance 1 : Radios, squelettes et écorchés...

De très nombreux supports documentaires peuvent être utilisés pour répondre aux questions laissées en suspens :

- *Dans quels organes va l'air qui entre dans notre corps ?*
  - *Dans quelles voies circule-t-il ?*
  - *Les poumons se trouvent-ils dans le thorax ou bien dans l'abdomen ?*
- Comment peut-on savoir cela ?*

#### Des radios

Suite aux suggestions de certains élèves, on projettera des radiographies sur écran par rétroprojecteur, un trait matérialisant la position du diaphragme.



Des radios scotchées sur les vitres permettent également une observation efficace.

Il peut être judicieux d'avoir à proximité un modèle réduit de squelette humain, emprunté à une salle de sciences, au cas où les enfants ne repéreraient pas les os de la cage thoracique.

Plusieurs enfants vont décrire ce qu'ils voient et ce qu'ils pensent reconnaître. Ils remarquent très vite la colonne vertébrale, les clavicules, et les côtes. Sur le squelette, on constate que celles-ci sont attachées sur des

vertèbres de la colonne vertébrale à l'arrière, et reliées au sternum à l'avant. On appelle cet ensemble la cage thoracique.

Le maître incitera à l'utilisation d'un vocabulaire précis: *poumons dilatés, cœur, côtes, sternum, cage thoracique...*



La comparaison entre le squelette et les radiographies suscite des questions et des commentaires :

- *Qu'y a-t-il autour des os ? Il n'y a pas de clou pour tenir les os !*
- *Est-ce que les os de la cage thoracique bougent ?*
- *Est-ce que tout ce qui se voit en blanc est des os ?*
- *Pourquoi les poumons sont-ils en noir ?*

Les enfants constatent que les poumons se trouvent à l'intérieur de la cage thoracique, et que leur taille varie selon l'inspiration ou l'expiration.

On en vient ensuite à s'interroger sur ce que représente le trait à la base de la cage thoracique. Les élèves en ont rarement entendu parler, ou ne s'en

souviennent pas. C'est donc l'enseignant qui apporte le nom de ce muscle : le diaphragme. On peut le faire bouger par divers mouvements.

En se contractant, le diaphragme s'abaisse et augmente le volume de la cage thoracique ; c'est l'inspiration. Lorsque le diaphragme se relâche, il remonte et le volume de la cage thoracique diminue ; c'est l'expiration.

### Une maquette de poumons

Pour représenter un poumon dans une cage thoracique, un modèle fréquemment présenté dans les manuels scolaires est celui d'un ballon dans une bouteille plastique tronquée, relié à l'extérieur par une paille.

En tirant sur la membrane souple (tel un morceau de ballon de baudruche) qui ferme le bas de la bouteille tronquée, de l'air pénètre dans la paille puis gonfle le ballon inséré dans la bouteille.

La difficulté de la fabrication de cette maquette réside dans l'étanchéité et la solidité de l'ensemble. Quant à la validité d'une telle représentation, elle peut être discutée. En effet :

- Le flacon devrait être un peu souple pour simuler le gonflement de la cage thoracique, mais s'il est souple, il s'écrase au lieu de se gonfler.
- La paroi qui simule le diaphragme fonctionne en créant une dépression dans l'air ; de l'air est présent autour du ballon dans la bouteille, alors qu'il n'y en a pas autour des poumons !
- Le ballon est ici un sac...
- L'air qui entre dans le ballon est le même que celui qui en sort.



### Montage et de démontage de troncs humains

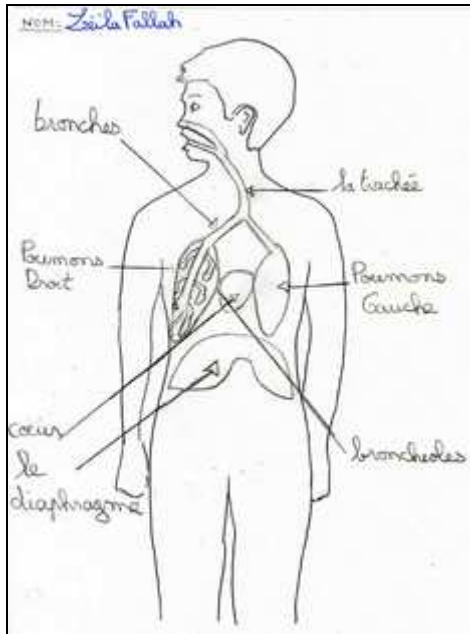
Il sera intéressant se procurer un « écorché » démontable de tronc humain (auprès d'un collège ou d'un centre de ressources en sciences ou d'un muséum) : son démontage, par de petits groupes d'élèves, constitue en effet une opération très instructive sur la forme, la place, la taille des organes dans le corps humain, et leurs positions très ajustées...



## **Séance 2 : Recherche documentaire**

Les élèves rechercheront d'autres schémas (Internet, livres documentaires...) pour se construire une représentation plus juste de l'appareil respiratoire pulmonaire. En particulier, ils s'intéresseront à la position du diaphragme, et à l'extrémité des voies respiratoires qui sont fermées par les alvéoles pulmonaires.

Quant aux mouvements concernant leur abdomen, ils seront mis en relation avec ceux du diaphragme, sans qu'il soit nécessaire à ce niveau d'apprentissage d'en expliquer le mécanisme. Cette étude pourra être réservée à une séquence ultérieure, voire reporté au niveau de classe suivante. À l'issue de cette séance, la classe récapitulera ce qui a été appris. Les éléments principaux sont notés en vue de produire une trace écrite sous forme de texte descriptif, qui sera complété par les différents schémas coloriés et légendés par les élèves.



### Séance 3 : La composition de l'air inspiré et expiré

Un point n'a pas encore été exploré : *L'air qui sort des poumons est-il le même que celui qui y est entré ?* Sans prise de conscience de ce changement, l'idée que la respiration est plus qu'une ventilation ne va pas s'imposer. On s'appuiera sur l'observation que les enfants ont faite de vaisseaux sanguins dans les coupes des poumons pour aborder la question des échanges gazeux. Une recherche documentaire pourra être menée sur ce sujet, en prenant en compte le dispositif dans lequel s'insèrent les poumons. Les enfants liront ainsi que c'est au niveau des alvéoles pulmonaires que s'effectuent les échanges gazeux.

#### Les propriétés et la composition de l'air inspiré et expiré

L'air expiré par la bouche ou le nez est plus chaud que l'air inspiré : cela peut être constaté à l'aide d'un thermomètre de la manière suivante :

- mesurer la température de l'air donc de l'air qu'on inspire : c'est celle de l'air ambiant ;
  - expirer sur le thermomètre : la température indiquée augmente.
- L'air expiré provoque la buée sur une vitre froide alors que l'air que l'on inspire n'en provoque pas : l'air expiré contient plus d'eau, il est plus humide.

#### L'eau de chaux, un détecteur accessible dès le CM2 ?



Plusieurs étapes sont nécessaires au raisonnement.

- Montrer que l'eau de chaux est troublée par du  $\text{CO}_2$ , par exemple en versant de l'eau gazeuse d'une bouteille indiquant la présence de ce gaz dissous
- Montrer que l'air ambiant normal ne trouble pas l'eau de chaux en introduisant de l'air dans celle-ci avec une seringue (on évitera de prélever l'air ambiant de la salle de classe après plusieurs heures de présence sans aération, l'air étant dans ces conditions chargé de  $\text{CO}_2$  !).
- Montrer que l'air expiré trouble l'eau de chaux en soufflant dans l'eau de chaux avec une paille.

On peut alors raisonnablement conclure que l'air expiré contient du  $\text{CO}_2$

L'eau de chaux est une solution saturée d'hydroxyde de calcium ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) préparée en dissolvant de la chaux dans de l'eau et en recueillant le liquide après filtration.

Concrètement on peut chauffer un morceau de craie à l'aide d'une flamme, diluer la poudre obtenue dans de l'eau puis tamiser à l'aide d'un filtre à café. L'eau de chaux se trouble (devient blanchâtre) lorsqu'elle reçoit du dioxyde de carbone. La réaction chimique qui s'opère est :

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Le produit formé est appelé carbonate de calcium. L'eau de chaux sert à tester la présence de  $\text{CO}_2$ .

## Pour aller plus loin

→ **Biologie** : Pourquoi les rythmes respiratoire et cardiaque s'accélèrent-ils lors d'un effort sportif ? Vers l'étude de la circulation, et du rôle du cœur.

→ **Education à la santé** : Que se passe-t-il en haute montagne lorsque l'air inspiré est appauvri en oxygène ? Quels sont les méfaits du tabac ? Qu'est-ce que l'asphyxie ? Comment porter secours ?

Qu'y a-t-il dans l'air ?	Inspiré	Expiré
Dioxyde de carbone	Traces non détectées à l'eau de chaux	4,5 litres
Dioxygène	21 litres	16,5 litres
Azote	79 litres	79 litres
Autres ? en citer ?	Négligeable	Négligeable
Total	100 litres d'air	100 litres