



Ventilation, respiration au Cycle 3

Séquence introductive, séquences 1 et 2

SÉANCE INTRODUCTIVE : IDÉES DES ÉLÈVES ET QUESTIONS QU'ILS SE POSENT SUR LA RESPIRATION

Les enfants associent la respiration à « une entrée et une sortie d'air », ce qui sous-tend qu'ils accordent une matérialité à l'air. Ainsi, autour de nous, il n'y a pas « rien », mais « il y a de l'air » (même si ils ne savent pas encore très bien ce qu'est l'air, et quel est son rôle dans notre vie...).

Collecte de « questions » ou de réflexions

On invitera les enfants, réunis en groupes, à :

- s'exprimer d'abord librement ;
- noter quelques questions ou réflexions par écrit de façon individuelle ;
- enfin, rassembler la liste des questions par groupe.

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

Exemple de collecte de « questions » ou « réflexions » au niveau d'une classe

- Qu'y a-t-il dans mon corps ?
- Est-ce quand je respire je me gonfle d'air comme un ballon ?
- Où va l'air qui entre dans notre corps ?
- Combien de temps peut-on rester sans respirer ?
- S'étouffer, c'est avaler de travers, c'est ne plus respirer, c'est manquer d'air.
- L'œsophage, c'est aussi pour respirer ?
- Si j'arrête de respirer mon cœur s'arrête ?
- Quand on est dans le coma est-ce qu'on respire ? On n'a plus de cerveau pour penser à respirer...
- Est-ce qu'on respire avec un ou deux poumons ?
- L'air entre-il dans les deux poumons en même temps, ou dans l'un puis l'autre ?
- Est-ce vrai que ce qu'on respire va au cerveau ? (*Allusion relative au tabac.*)
- Quand je respire, c'est pour sentir.
- Est ce que c'est le même air qui entre et qui sort ?
- Pourquoi nous faut-il de l'air ?
- Est-ce que les poumons filtrent l'air ?
- Comment les poissons font-ils pour respirer ?

Si l'on demande aux enfants de trier leurs idées selon les catégories « ce que je sais » ou « ce que je crois savoir », rien ne garantit la pertinence d'un tel tri : on trouvera des propos erronés dans les « savoirs » énoncés, et des propositions justes dans les idées émises sans certitude !

Les enfants ne peuvent pas non plus sélectionner sans l'aide de l'enseignant les propos qui seraient prioritaires à étudier, car cela suppose qu'ils aient suffisamment de connaissances pour les hiérarchiser, les classer, et qu'ils aient une idée du type d'investigation à mener pour y répondre !

C'est pourquoi, pour orienter cette collecte d'idées préalables et d'interrogations, l'enseignant pourra soumettre aux élèves un questionnaire, tel que ci-dessous.

Exemple de questionnaire

1. Où va l'air que nous respirons ? Explique.
2. Dessine le trajet de l'air dans ton corps.
3. Pose ta main en haut de ton estomac et décris ce que tu ressens lorsque tu respirez.
4. A ton avis, combien de fois un adulte inspire-t-il en une minute ? et un enfant ?
5. Que se passe-t-il si on arrête de respirer ?
6. Quelles sont les questions que tu te poses sur la respiration ?

La liste des idées et questions émises sera présentée sous forme écrite : c'est à partir de ce document que les enfants repèreront leurs acquisitions au fur et à mesure de l'avancée de la séquence.

SÉQUENCE 1: OBSERVATIONS ET MESURES DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES (CE2-CM)

Enjeux

- Faire identifier et verbaliser ce que l'on ressent après un effort : ce qui relève de la ventilation, ce qui relève du rythme cardiaque.
- Mettre en relation les entrées et sorties d'air du corps avec les mouvements du thorax et les associer aux termes d'inspiration et d'expiration.
- Décrire le plus précisément possible les mouvements respiratoires perceptibles (amplitude, fréquence), et se constituer un lexique spécifique.

Séance 1 : Inspirer, expirer

En une séance courte ou à divers moments de la semaine.

Notion visée

La ventilation est un acte qui s'effectue sans qu'on ait à y réfléchir, c'est une fonction automatique, involontaire.

Fréquence cardiaque ou fréquence respiratoire ?

Après une activité sollicitant la respiration, on demande aux enfants de décrire ce qu'ils ressentent, et les modifications qu'ils observent sur leur corps. Après une course, ils évoquent inmanquablement les perceptions de leur rythme cardiaque, qu'ils ressentent généralement au moment d'un changement de rythme significatif : « *Mon cœur bat vite...* » Mais à ces remarques, se mêlent aussi des propos relatifs à la ventilation : « *On respire plus vite, plus fort, on est essoufflé, on manque d'air...* »

Le maître orientera le questionnement des élèves sur les entrées et sorties d'air, et sur leur relation aux mouvements ressentis à divers moments :

- juste après un effort ;
- lorsque la respiration est redevenue « normale » ;
- à un autre moment de la journée ou de la semaine lors d'une respiration « habituelle ».

Entrée et sortie de l'air

On s'attachera en particulier à vérifier que les enfants ressentent bien ce qui se passe au moment de la sortie d'air, notamment au niveau de la cage thoracique. Le but est que chacun prenne conscience :

- de sa propre respiration ;
- que celle-ci fonctionne de façon permanente, même s'il n'y pense pas ;
- que les mouvements « volontaires » ne sont pas forcément efficaces : pour inspirer, les épaules n'ont pas à se soulever, le ventre ne doit pas être rentré (cf. fig.1 et fig.2, page suivante) ;

- mais qu'on peut apprendre à les rendre efficaces : travail lors de séances de musique par exemple (chant, utilisation d'instruments à vent), mais aussi natation (si l'on en a l'opportunité).

Il conviendra également de s'intéresser aussi à ce que l'on perçoit de la respiration d'autrui : quels en sont les signes extérieurs ?

« **À quoi vois-tu que quelqu'un respire ?** »

« -Les épaules, le ventre se soulèvent.

- Son ventre se gonfle et se dégonfle.

- L'abdomen bouge.

- Il y a de l'air qui sort de sa bouche. »

Ces activités permettent de premières observations, et suscitent l'emploi du vocabulaire dont disposent à ce moment les élèves. Les termes *inspiration*, *expiration*, *respiration*, *poumons*, *cage thoracique*... quand ils sont utilisés, ne le sont pas toujours à bon escient.

Le maître prendra soin de regrouper les observations en trois thèmes pour se prêter à des investigations distinctes.

- Deux premiers aspects, directement observables, peuvent donner lieu à des mesures : **l'amplitude thoracique** et **la fréquence respiratoire**.

- Le calcul du **volume d'air maximum expiré**, qui nécessite un dispositif plus élaboré, fera l'objet d'une autre séquence, éventuellement reportée dans l'année ou le cycle.

Séance 2 : Amplitude thoracique

Notions visées

- Au cours de l'inspiration, l'air entre par la bouche ou le nez ; le périmètre du thorax augmente.
- Au cours de l'expiration, l'air sort par la bouche ou le nez ; le périmètre du thorax diminue.
- Une inspiration et une expiration constituent un cycle respiratoire.

Les élèves constatent d'abord que le volume du thorax « augmente » au cours de leur inspiration, et « diminue » au cours de l'expiration.

Pour leur faire préciser ce constat, on peut proposer aux enfants d'avoir recours à des mesures. Il leur faudra alors chercher une procédure pertinente : que peut-on mesurer et comment ?

Inspiration et expiration : quelles modifications ?



◀ Fig 1

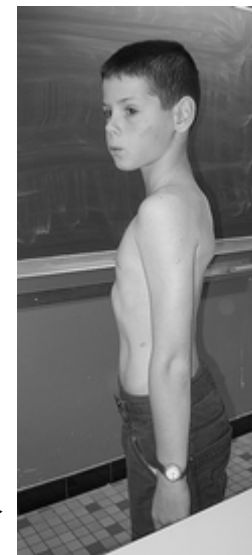


Fig. 2 ▶

Il n'est pas évident de contrôler sa respiration : l'enfant a inspiré « le plus possible » (fig. 1) ; il maintient son ventre et monte les épaules (seul son thorax a gonflé). Lors de l'expiration (fig. 2), il a dégonflé son thorax, et son ventre est resté rentré.

Mesurer le périmètre thoracique d'un ou deux élèves

Quelques élèves acceptent de se faire mesurer le « tour de poitrine ». Une discussion peut alors de nouveau s'engager sur l'ampleur du mouvement respiratoire à réaliser au moment de la mesure : mesurera-t-on une inspiration

« normale » ou bien la plus « grande » possible ? C'est le moment d'introduire les termes d'*inspiration forcée* (c'est-à-dire, le fait d'inspirer jusqu'à ce qu'on ait « l'impression qu'on ne peut pas en faire rentrer davantage »), et d'*expiration forcée* (en essayant d'expulser tout l'air contenu dans les poumons).

On évoquera également l'*inspiration profonde*, qui est plus importante qu'une inspiration au repos, mais pas autant que l'inspiration forcée.

Pour procéder aux mesures, l'enseignant préparera divers instruments.
Si le mètre de couturière n'est pas connu, c'est le moment de le faire découvrir, en le comparant avec celui de bricolage (longueurs différentes, rigidité/souplesse, adaptation à la fonction annoncée: bricolage ou couture).
On peut aussi utiliser de la ficelle avec report sur un mètre.

Faire réaliser les mesures par tous les enfants

Réaliser les mesures en situation de mouvement respiratoire forcé s'impose : le seul fait de penser à expirer engendre un mouvement plus ample que le mouvement naturel.

On prévoira un instrument de mesure pour 2 à 4 élèves, chacun notant les résultats des différentes mesures prises sur plusieurs de ses camarades.

Traitement des données recueillies (séance de mathématiques)

Les mesures réalisées sur l'ensemble de la classe peuvent faire l'objet d'un traitement mathématique :

- Tableau de mesures prises pour différents enfants dans les mêmes conditions,
 - Tableau de mesures prises pour un même enfant à différents moments de la semaine (certaines lors de moments calmes, d'autres après un effort).
- Au CE2, les enfants utilisent les unités de mesure (cm et mm). Ils pourront calculer :
- l'écart entre les valeurs à l'inspiration et à l'expiration pour un même enfant ;

- l'écart entre les plus petites valeurs (ou les plus grandes) dans une même phase, pour des enfants différents.

Si l'enfant le plus menu a le périmètre thoracique le plus petit, il peut cependant avoir un écart plus grand que d'autres enfants entre inspiration et expiration.

Au CM1, on pourra sensibiliser les élèves à la notion de moyenne.

Au CM2, on abordera la notion d'écarts à la moyenne, ou de pourcentage d'augmentation de la valeur du tour de poitrine à l'inspiration par rapport à l'expiration.

Enfant	Inspiration	Expiration	Écart
A	82	72	10
B	85	75	10
C	78	72	6
D	71	68	3
E	92	83	9

Séance 3 : La fréquence respiratoire (CM)

Notions visées

- Une inspiration et une expiration constituent un cycle respiratoire ; la mesure de la fréquence respiratoire consiste à compter le nombre de cycles respiratoires par minute.
- La fréquence respiratoire au repos est différente selon l'âge et les individus : généralement plus de 20 chez un enfant de fin d'école primaire.
- La fréquence respiratoire peut être travaillée, le but étant de contrôler sa respiration pour la rendre plus efficace.

Au départ, certains enfants comptent seulement les expirations, seulement les inspirations, d'autres les deux...

Attention ! Tous les élèves ne sont pas encore persuadés que les mesures obtenues ne sont comparables que si elles correspondent à une même durée... (Penser aux séquences relatives aux sabliers ou clepsydre, ou aux mouvements d'un pendule...)

Comme pour les mesures de périmètre thoracique, les mesures de *fréquence respiratoire au repos* sont difficiles car le *mouvement volontaire* prend la place du *mouvement réflexe* dès qu'on prête attention à ce mouvement. On peut demander aux élèves de compter combien de cycles respiratoires ils effectuent en une minute, au repos et après avoir couru. Une durée suffisamment longue est requise pour qu'il ne soit pas possible d'imposer une fréquence particulière à sa respiration.

Ce travail peut se poursuivre à la maison, où les enfants mesureront la fréquence respiratoire de leurs parents ou grands-parents, ou des frères et sœurs.

Ces mesures permettront de rendre objective la différence de rythme pour une même personne, mais aussi de faire apparaître la diversité des fréquences au repos pour différents groupes de personnes.

Constat sera alors fait que l'on respire même quand on n'y pense pas, mais qu'il est possible de « retenir sa respiration » - pas très longtemps, volontairement ou non (en cas de peur ou d'étonnement par exemple, comme le suggère l'expression « avoir le souffle coupé »).

On n'a jusqu'ici parlé que d'air inspiré, et expiré.

En lançant la discussion sur le thème : « À quoi sert la ventilation ? À quoi sert la respiration ? » Le mot *oxygène* apparaîtra alors sûrement.

On cherchera à ce propos des informations sur les plongeurs en apnée et leurs « records ».

Les athlètes de haut niveau ont une fréquence respiratoire faible alors que leur consommation d'oxygène est très grande pendant l'effort ; ils ont appris à contrôler leur respiration pour la rendre plus efficace.

On peut aussi s'essayer à ne pas respirer quelques instants, et constater que notre cœur continue de battre. Mais attention ! Une absence de respiration

prolongée entraîne des lésions cérébrales irréversibles dans un délai très court, voire entraîne la mort. (Ce sera l'occasion de mettre en garde les enfants contre les « jeux » dangereux qui amènent l'asphyxie : strangulation, sacs en plastique, jeu du foulard.) Notre cerveau utilise à lui seul 20% de l'oxygène fourni à notre corps. Nos cellules cérébrales sont très « gourmandes en dioxygène ». En manque d'oxygène, on « tombe en syncope », ce qui correspond à une perte de connaissance brutale, mais réversible.

Séance 4 : Mise en commun et synthèse de la séquence

Le moment est venu de récapituler les observations et mesures réalisées et de faire le point sur les connaissances acquises. Il s'agira pour cela de :

- Chercher collectivement des titres pour traduire la ou les points traités (ceux qui relèvent de la description des mouvements respiratoires, de leur fréquence...), que l'on pourra situer par rapport aux questions initiales affichées.

- Élaborer oralement un texte commun, qui sera ensuite reformulé à l'écrit.

Le texte pourra être pris en note par quelques-uns, qui trouveront un moment opportun pour le saisir à l'ordinateur, en vue de le distribuer à tous. Quelques photos pourront être ajoutées.

Le maître distribuera un récapitulatif des connaissances complet ou lacunaire. Dans ce dernier cas, il sera complété par les élèves.

Les mots pour le dire

Les termes de lexique sont aussi à préciser. Si les « poumons » sont cités, dès les premières séances, rien ne dit qu'au départ les élèves associent au mot un sens juste. Les enfants devront s'approprier progressivement d'autres termes que l'enseignant introduira. Ils pourront être étudiés en séance de vocabulaire et d'orthographe.

Des mots d'usage courant	Des mots spécifiques à classer selon qu'ils relèvent...	Quelques mots repérables par leur curiosité orthographique
amplitude apnée automatique expiration fréquence inspiration involontaire odorat record respirer rythme sentir ventilation volontaire	de l'anatomie diaphragme thorax cage thoracique abdomen, abdominal trachée oesophage de la biologie alvéoles cellule surface d'échange de la chimie oxygène dioxyde de carbone	Ils contiennent un h thorax marathon athlète œsophage diaphragme trachée un y oxygène et dioxygène syncope les deux rythme asphyxie

Séance 4 : Le mou, le dur... et autres pistes ; vers d'autres activités pour d'autres séances ...

Ces activités sont l'occasion pour les élèves de sentir leur thorax et de constater qu'il est constitué des côtes sur les côtés et à l'avant.

On pourra préciser que les côtes sont des os attachés sur certaines vertèbres de la colonne vertébrale à l'arrière, et reliées au sternum à l'avant. C'est cet ensemble qu'on appelle la cage thoracique.

L'abdomen ne comporte pas d'éléments durs.

Vers une étude du squelette

L'observation de radios, la manipulation de squelettes humains permettront une première visualisation de l'intérieur du corps.

Vers une étude des muscles

Dans une situation d'expiration forcée, les enfants expérimenteront, en posant une main sur l'abdomen, le durcissement du ventre. On mettra en relation ce durcissement avec la contraction des muscles, appelés à cet endroit les muscles abdominaux, qu'ils connaissent sous le nom d'« abdos » !



Vers une étude de la circulation

On peut mettre en regard, sur un même graphique, la fréquence respiratoire et la fréquence cardiaque : avant un effort, juste après, et lors de la récupération.

Vers un travail du souffle

Le travail de contrôle de la respiration pourra être repris lors d'activités musicales ou sportives.

Etude du volume d'air inspiré (séquence suivante)

Si cela n'est pas apparu en cours de séance, on pourra attirer l'attention des élèves, sur la quantité d'air qui entre et qui sort au cours des mouvements respiratoires, et leur proposer de chercher comment la mesurer.

SÉQUENCE 2: MESURES DU VOLUME D'AIR

Séance 1 : Se familiariser avec un dispositif de mesures

Enjeux

- Se familiariser avec un dispositif de mesure
- Evaluer le volume d'air expiré en assurant la possibilité de comparaisons

La question de la mesure du volume expiré est posée :

« Comment récupérer l'air que l'on a expiré ? Comment peut-on mesurer la quantité d'air que l'on peut expirer en une seule fois ? »

Cette activité nécessite d'utiliser certaines notions relevant de l'étude de la matière : l'air peut être emprisonné sous l'eau, transvasé, il occupe tout le volume qu'on lui offre, il peut être comprimé...

Faire proposer ou présenter un dispositif ?

Dispositifs à l'initiative des enfants

Souffler dans un ballon ou dans un sac en plastique sont parmi les premières réponses proposées par les élèves. Ces manipulations ne permettent pas de répondre directement à la question : se posent les problèmes de comparaison de volumes d'air plus ou moins comprimés, ou de la pesée de l'air contenu...

Dispositif induit ou présenté par l'enseignant

L'enseignant présentera aux élèves le matériel suivant:

- une bassine (ou aquarium) remplie d'eau ;
- du tuyau (transparent) de section 1cm et des pailles
- des bouteilles en plastique (ou récipients transparents) de différentes contenances..

A la vue de ce matériel, certains avanceront sans doute quelques idées intéressantes. Mais, l'expérience montre que plusieurs séances seront nécessaires avant d'aboutir au dispositif recherché. Il faudra donc débattre avec les élèves, orienter leurs réflexions par un questionnement approprié et procéder à de nombreux essais pour les amener au montage final (sorte de spiromètre).

Toutes les propositions émises (ex. : « Le réservoir doit être rempli d'eau », « On doit le plonger dans la bassine d'eau, avec l'ouverture vers le bas », « Il faut un tuyau pour faire entrer l'air dans le réservoir... ») devront être précisées et argumentées par leurs auteurs.

(<http://rustrel.free.fr/spirometre.htm>)

On peut également imaginer que le maître présente un dispositif déjà réalisé, et qu'il demande aux élèves de le reproduire. Il montrera en même temps la façon de recueillir l'air dans un bocal (au départ non gradué), en expirant légèrement (pour ne pas induire d'idée de quantité maximale). Plusieurs problèmes resteront néanmoins à résoudre :

Taille du réservoir

La plupart des élèves optent pour un petit format de bouteille, qui leur paraît suffisant... Le choix éventuel d'un gros bidon relève davantage d'une envie de démesure et d'originalité que d'une estimation réelle de la place que prendra l'air expiré !

La graduation

Comment estimer, mesurer le volume de l'air expulsé ? Ceux qui auront pris de petites bouteilles (0,5 L ou 1 L) se rendront compte qu'ils peuvent en chasser la totalité de l'eau qu'elles contenaient. Combien de petites bouteilles retournées dans un même bac peut-on ainsi « vider » de leur eau ? A partir de quelle taille de bouteille n'est-il plus possible de chasser toute l'eau ? Où faut-il mettre des repères sur les gros bidons ? Comment les étalonner ? Les élèves doivent prévoir que l'air se retrouve dans la partie haute de la bouteille retournée donc du côté opposé à son goulot.



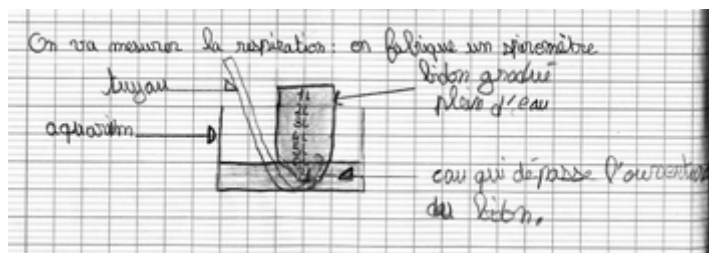
Séance 2 : La préparation de l'expérience

Avant la réalisation de mesures systématiques, on demande aux élèves de schématiser le montage

- soit en dessinant eux-mêmes un croquis ;
- soit en légendant correctement un croquis distribué par le maître.

Dans les deux cas, ils devront indiquer où se trouve l'eau, (y compris dans le tuyau transparent) avant de souffler et après avoir soufflé.

Cela nécessite des va-et-vient entre le dessin et l'observation... C'est une fonction d'« aide à l'observation et à la réflexion » que l'écrit assure alors.



Exemple de représentation enfantine

Intérêts et limites du dispositif

Les élèves réalisent alors que l'air que nous expirons occupe un certain volume. Il n'est pas forcément le même à chaque expiration, et il peut varier aussi d'un élève à l'autre.

On ne peut comparer les volumes des gaz qu'en les mesurant dans les mêmes conditions de température et de pression. (Le fait qu'une même quantité de gaz puisse occuper des volumes différents sous des pressions différentes est bien sûr hors de portée des enfants.)

En toute rigueur, le maître devrait imposer une procédure de lecture de volume d'air après ajustement de la position du récipient retourné, de façon telle que l'eau de la bassine et celle du récipient retourné soient à un même niveau. On peut négliger cependant cette étape dans le contexte de travail de l'école primaire, l'erreur étant minime.

Séance 3 : A vos marques, prêts soufflez !

On prévoira pour cette séance un dispositif spiromètre par groupe, et un tuyau (ou embout jetable) pour chaque élève.

A noter que constituer des groupes en fonction des périmètres de thorax mesurés lors de la séquence précédente permet de faire percevoir que ces deux informations (périmètre thoracique / volume d'air expiré) ne sont pas forcément corrélées !

Plusieurs points sont à discuter avant de commencer les mesures

Les élèves devront-ils expirer l'air de façon normale (inspiration normale suivie d'une expiration normale dont l'air sera envoyé exclusivement dans le tuyau) ou de façon forcée (inspiration forcée suivie d'une expiration forcée - opération contrôlée en se bouchant le nez à l'expiration) ?

Comment retenir les mesures effectuées : de tête, ou bien à l'écrit ? Valeurs écrites en lignes, en colonnes ? dans un tableau ? sous forme de phrases ? relevées sur brouillons intermédiaires ? Les enfants devront opter pour une forme d'écrit adaptée à l'usage qu'ils auront à faire de leurs notes.

A partir des mesures, plusieurs tâches possibles

A partir des mesures réalisées, plusieurs travaux pourront être proposés :

- Calculer une moyenne à partir de plusieurs essais d'un même élève.
- Calculer une moyenne à partir des mesures des expirations de chacun des 4 élèves d'un groupe (ou réaliser la somme pour 4 élèves).

Il faudra toutefois garder à l'esprit que cette situation peut donner lieu à des valeurs de cumul ou des moyennes proches malgré la diversité des volumes individuels. Mais on peut tout aussi bien constater des différences importantes.

L'intérêt de ce type de calcul est qu'il prépare à la compréhension de ce qu'est une moyenne, et d'amener à comprendre des formulations du type :

« Pour une expiration forcée, le volume maximum moyen pour un adulte est d'environ 1,7L. » (Il s'agit là d'une moyenne obtenue pour un groupe d'adultes, pour lesquels on a aussi effectué une moyenne de plusieurs mesures lors d'expirations.)

Quelques données statistiques

Le volume d'air couramment mis en jeu au cours des mouvements respiratoires normaux est d'environ 0,5 L pour un adulte.

Le volume d'air au cours d'une inspiration forcée peut atteindre plus de 3 L.

Pour une expiration forcée, le volume maximum moyen est d'environ 1,7 L.

Il reste toujours une environ 1,3 L d'air non expulsable, dans nos poumons (bien sûr, cet air se renouvelle).

Au repos nous consommons environ 15 L d'oxygène par heure, d'où la nécessité d'aérer une pièce pour renouveler l'air.

Un marathonien a besoin d'environ 150 L par heure.

Des questions subsistent

Que devient l'air qui entre dans notre corps ? Comment le savoir ?

L'air expiré est-il le même que celui que nous expirons ? Quelle explication à cela ?