

ÉVALUATION EXTERNE NON CERTIFICATIVE 2012

SCIENCES

# PISTES DIDACTIQUES

## 3<sup>e</sup> ANNÉE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE



SCIENCES  
BIOLOGIE CHIMIE  
PHYSIQUE CORPS  
CORPS PUR CHLOROFORME  
LABORATOIRE CIRCULATION  
MÉLANGE LIQUIDE SOLIDE GAZ  
EXPÉRIENCE LABORATOIRE  
VEINE ARTÈRE ŒSOPHAGE  
DÉMARCHE SCIENTIFIQUE DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME  
ÉTHANOL DIAPHRAGME SQUELETTE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME  
DIGESTION HOMOGÈNE HÉTÉROGÈNE MASSE SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE ÉTHANOL DIAPHRAGME SQUELETTE  
CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTÈRE ŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANIQUE  
SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE ÉTHANOL DIAPHRAGME SQUELETTE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME  
DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME  
DÉCANATATION ÉVAPORATION EXPÉRIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTÈRE ŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANIQUE  
CAPILLAIRE VEINE ARTÈRE ŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANIQUE  
ORGANE DIGESTION HOMOGÈNE HÉTÉROGÈNE MASSE SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE ÉTHANOL DIAPHRAGME SQUELETTE  
DIAPHRAGME SQUELETTE DÉCHET MUSCLE  
BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE



# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>TRANSPORT DE L'OXYGÈNE PAR LE SANG</b>	<b>9</b>
1.1	Les constats issus de l'épreuve	9
1.2	Comment expliquer les difficultés des élèves ?	12
1.3	Proposition d'activité	13
1.3.1	Ce qui est visé	13
1.3.2	Description de l'activité	13
<b>2</b>	<b>MÉCANISME DE LA RESPIRATION</b>	<b>19</b>
2.1	Les constats issus de l'épreuve	19
2.2	Comment expliquer les difficultés des élèves ?	21
2.3	Proposition d'activité	22
2.3.1	Ce qui est visé	22
2.3.2	Description de l'activité	22
2.3.3	Fiches pour les élèves	23
2.3.4	Corrigé des fiches pour les élèves	32
<b>3</b>	<b>SUPPORTS VISUELS</b>	<b>41</b>
3.1	Les constats issus de l'épreuve	41
3.2	Comment expliquer les difficultés des élèves ?	44
3.3	Proposition d'activité	45
3.3.1	Thème 1 : le point sur la symbolique des schémas	47
3.3.1.1	Ce qui est visé	47
3.3.1.2	Description de l'activité	47
3.3.1.3	Fiches pour les élèves	48

3.3.2	Thème 2 : transfert d'un schéma à un autre, d'un texte à un schéma et d'un schéma à un texte	54
3.3.2.1	Activité 1 : la circulation du sang	54
3.3.2.1.1	Ce qui est visé	54
3.3.2.1.2	Description de l'activité	54
3.3.2.1.3	Fiches pour les élèves	56
3.3.2.2	Activité 2 : la digestion	58
3.3.2.2.1	Ce qui est visé	58
3.3.2.2.2	Description de l'activité	58
3.3.2.2.3	Fiches pour les élèves	59
3.3.2.3	Activité 3 : le cycle de vie	60
3.3.2.3.1	Ce qui est visé	60
3.3.2.3.2	Description de l'activité	60
3.3.2.3.3	Fiches pour les élèves	61
3.3.3	Complément : grille d'analyse de schémas permettant de faire le point sur la symbolique des schémas	62
3.3.3.1	Les différents types de schémas	62
3.3.3.2	Les pictogrammes et les signes conventionnels ou particuliers	62
3.3.3.3	Les éléments représentés : quantité et couleurs	63
3.3.3.4	Les titres, les légendes et les annotations	63
3.3.3.5	L'échelle, les proportions, la perspective	64



Ce document de pistes didactiques a été élaboré par le groupe de travail chargé de la conception de l'évaluation externe 3<sup>e</sup> secondaire en sciences :

Martine ADAMI, inspectrice ;

Philippe DELFOSSE, inspecteur coordonateur ;

Isabelle DEMONTY, chercheuse au Service d'analyse des Systèmes et Pratiques d'enseignement de l'ULg ;

Myriam DI STEFANO-FRUSCH, inspectrice ;

Martine DUPONT, conseillère pédagogique ;

Michel GASTELBLUM, conseiller pédagogique ;

Guy-Michel JACQUES, inspecteur ;

Mélissa JONHEN, conseillère pédagogique ;

Léopold KROEMMER, chargé de mission au Service général du Pilotage du Système éducatif ;

Benoît LESTRADE, enseignant ;

Dominique MAUCLET, enseignante ;

Dominique OBLINGER, conseillère pédagogique ;

Stéphanie PATTE, conseillère pédagogique ;

Fabienne SION, enseignante ;

Michel WAELKENS, enseignant ;

Marc WATHELET, enseignant ;

Nadjia ZAGHLAL, enseignante.



# INTRODUCTION

Ce document fait suite aux résultats de l'évaluation externe en sciences menée en novembre 2012 dans les classes de 3<sup>e</sup> secondaire. Cette évaluation avait une visée essentiellement diagnostique et formative. L'épreuve avait en effet pour objectifs d'établir un bilan précis des acquis des élèves, de déceler les aspects moins bien maîtrisés et qui devraient faire l'objet d'une attention particulière.

**Dans l'enseignement général, technique et artistique de transition et de qualification**, les élèves semblent bien maîtriser les savoirs relatifs aux corps purs et aux mélanges. Ils ont également des représentations assez réalistes concernant les types de tâches qui incombent aux scientifiques. En revanche, des difficultés se manifestent au niveau de la compréhension du mécanisme précis des mouvements respiratoires, des échanges entre les différents systèmes (surtout ceux qui ont lieu au niveau musculaire) et de la distinction entre les actions chimiques et mécaniques de l'estomac et de l'intestin grêle. De manière assez générale, il apparaît également que la mobilisation de savoirs dans le cadre d'activités variées (analyse d'un phénomène, description d'une expérience, regard scientifique sur un fait divers,...) pose problème.

**Dans l'enseignement professionnel**, les élèves ont des représentations assez réalistes des tâches remplies par les scientifiques. Les questions portant sur les conceptions essentielles relatives aux systèmes digestif et respiratoire sont en général bien réussies également. Les élèves éprouvent par contre de grandes difficultés dans l'exploitation de documents à caractère scientifique ainsi que dans la compréhension du fonctionnement du diaphragme dans le cadre des mouvements respiratoires.

C'est sur la base des constats présentés dans le document « Résultats et commentaires » que ce recueil de pistes didactiques a été élaboré. Il s'adresse aux enseignants de troisième année mais aussi à ceux du premier degré, puisque l'épreuve portait sur des aspects à certifier au terme de la deuxième secondaire. Vous y trouverez des activités concrètes et des ressources didactiques dans certains domaines pointés comme posant problème à de nombreux élèves.

Le document se présente en trois parties :

- la première vise à travailler une conception erronée que près de deux tiers des élèves ont : « le sang transporte de l'air » ;
- la seconde envisage une approche approfondie des mécanismes respiratoires ;
- la troisième est centrée sur l'analyse et la compréhension des supports visuels (en particulier les schémas).

En fonction des difficultés plus spécifiques de vos élèves, vous pourrez donc cibler l'un ou l'autre thème. Ce document est reproduit en noir et blanc. Toutefois, vous trouverez sur [www.enseignement.be](http://www.enseignement.be) une version couleur, particulièrement utile dans le cadre de l'exploitation de la première partie.

Chacun des thèmes abordés se structure de la manière suivante :

- quelques grands constats issus de l'épreuve ;
- une réflexion sur des pistes d'explications des difficultés des élèves ;
- des propositions concrètes d'activités ; elles sont souvent accompagnées de fiches pour les élèves qui, nous l'espérons, vous donneront quelques idées pour développer, un peu différemment peut-être, ces domaines qui doivent encore être retravaillés dans les classes.

# 1

## TRANSPORT DE L'OXYGÈNE PAR LE SANG

### 1.1 | LES CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE

Plusieurs questions de l'épreuve destinée aux élèves de l'enseignement général, technique et artistique de transition et de qualification visaient à relever les conceptions des élèves concernant le passage de l'oxygène dans le sang.

Question



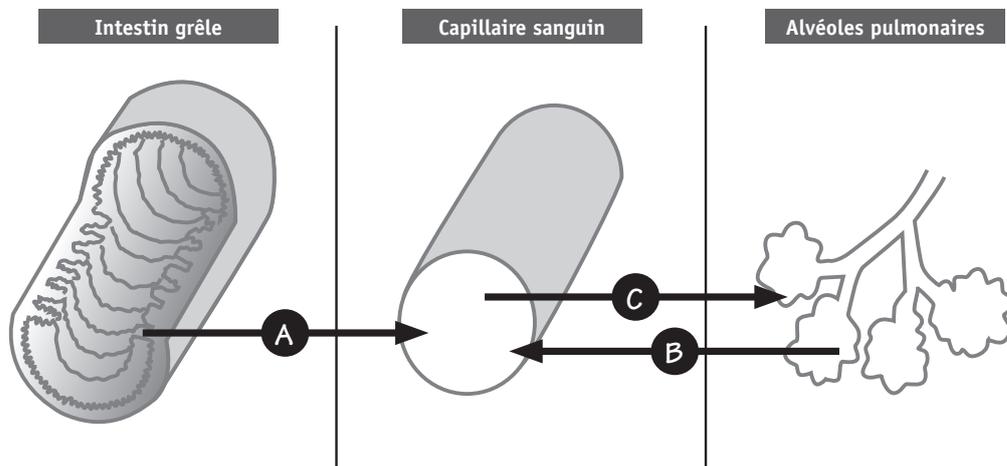
Entoure « VRAI » ou « FAUX » pour chacune des affirmations.

Les poumons sont des muscles.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 28
Le sang transporte de l'air.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 29
L'air arrive dans le poumon droit et ressort par le poumon gauche.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 30
C'est au niveau des poumons que l'oxygène passe dans le sang.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 31

Pourcentage de réussite		
	3G/3TT	3TQ
Item 29	33 %	32 %
Item 31	71 %	68 %

Question **13**

Voici des schémas mettant en évidence des échanges entre différents appareils.



a) À quel appareil ou système appartient :

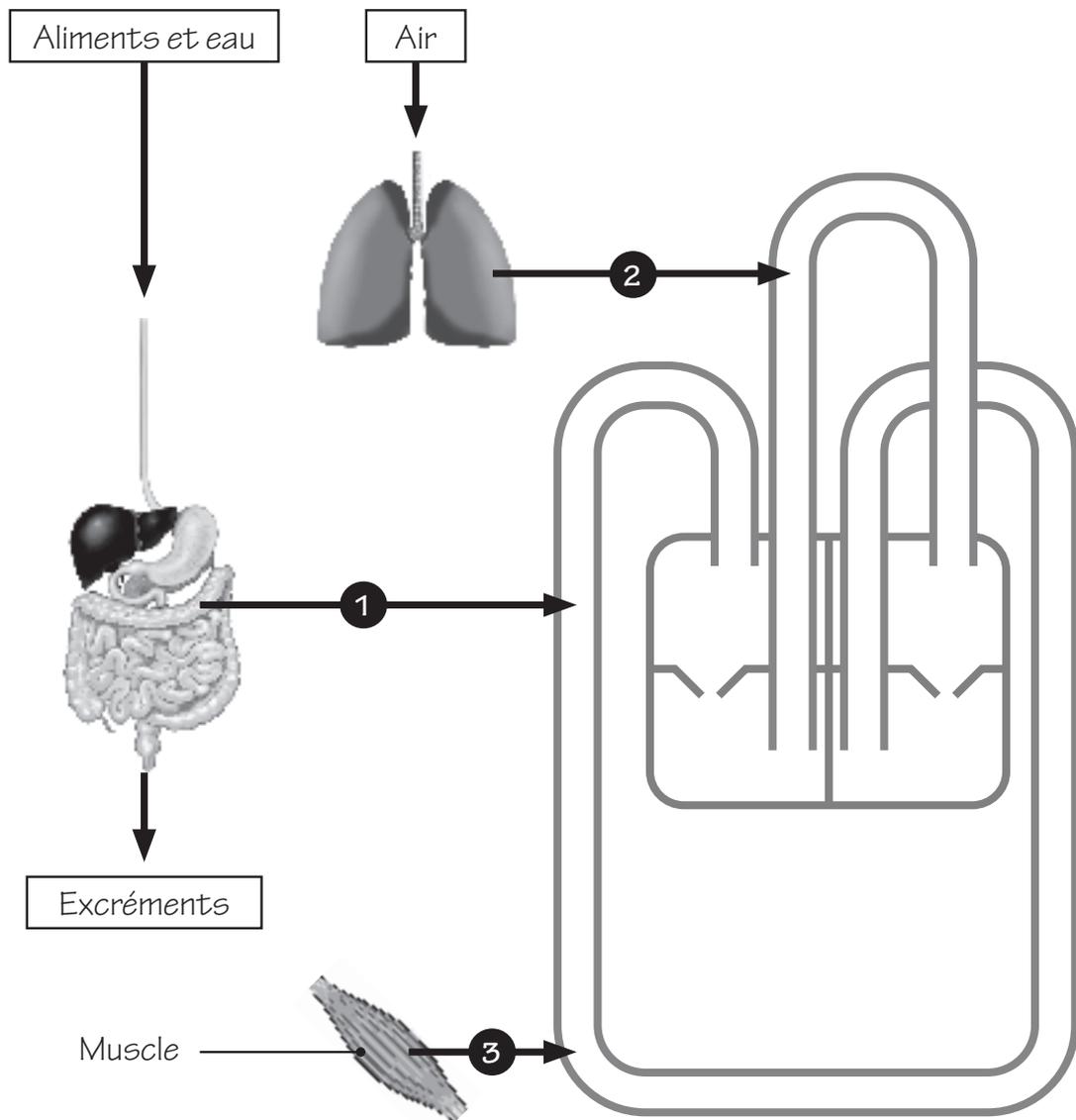
- l'intestin grêle ? .....  33
- un capillaire sanguin ? .....  34
- une alvéole pulmonaire ? .....  35

b) Sur le schéma, les flèches désignées par les lettres A, B et C représentent des échanges. Pour chaque flèche, **note** une substance échangée.

- : .....  36
- : .....  37
- : .....  38

	Pourcentage de réussite	
	3G/3TT	3TQ
Item 37	55 %	30 %
Item 38	33 %	15 %

Question **15**



En **2**,

des nutriments passent dans le sang.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 46
de l'oxygène passe dans le sang.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 47
des déchets de la digestion passent dans le sang.	VRAI - FAUX	<input type="checkbox"/> 48

	Pourcentage de réussite	
	3G/3TT	3TQ
Item 46	85 %	73 %
Item 47	93 %	85 %
Item 48	91 %	82 %

Les résultats sont contrastés : lorsqu'on les questionne à travers un format de question VRAI – FAUX, une majorité d'élèves considère que de l'oxygène passe dans le sang au niveau des poumons (items 31, 46, 47 et 48 entre 68 % et 91 % de réussite). En revanche, les résultats chutent considérablement lorsque les questionnements s'affinent : nommer les substances échangées et non plus simplement les reconnaître (items 37 et 38 entre 15 % et 55 % de réussite) ou distinguer air et oxygène (item 29 – 32 % et 33 % de réussite).

Ce constat ne peut qu'interpeller : bien qu'ayant des conceptions assez justes sur le fait que des échanges gazeux ont lieu entre le sang et les poumons, près de 2/3 des élèves pensent que le sang transporte de l'air, et ce, quelle que soit la filière fréquentée.

## 1.2 | COMMENT EXPLIQUER LES DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES ?

La façon dont on enseigne généralement la notion d'échanges gazeux entre le milieu extérieur et le sang n'entretient-elle pas cette erreur ? C'est la question que nous nous sommes posée.

En effet, habituellement, on commence par l'air et sa composition pour ensuite ne retenir qu'un seul de ses composants : l'oxygène. Or, il semble que, malgré tout, les élèves continuent à confondre air et oxygène.

Une autre explication peut être avancée en référence à l'histoire même de cette découverte par les scientifiques. La préconception affirmant que le sang transporte de l'air n'est pas un hasard : historiquement, elle a prévalu durant des siècles jusqu'au début du siècle passé.

### Un peu d'histoire des sciences...

Les dissections pratiquées par les médecins grecs au V<sup>e</sup> siècle av. J.-C., sur des animaux égorgés induisent des erreurs de représentation : les artères sont retrouvées vides, on pense donc qu'elles transportent de l'air.

Galien (129-201) identifie le sang des veines (rouge foncé) et celui des artères (plus brillant et moins épais), chacun d'eux ayant des fonctions distinctes et séparées.

Richard Lower (1631-1691) montre que le sang veineux devient rouge vif du fait de son mélange avec l'air inspiré dans les poumons.

Joseph Priestley (1733-1804) découvre l'oxygène et met en évidence le fait que celui-ci ne constitue qu'une partie de l'air.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, on découvre que c'est l'oxygène et non l'air qui est responsable de la coloration rouge vif du sang.

Ce n'est qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle que Julius Lothar Meyer (1830-1897) démontre que le sang sert à transporter l'oxygène indispensable à la vie. Parfois il en contient plus, parfois il en contient moins.

## 1.3 | PROPOSITION D'ACTIVITÉ

L'idée développée ci-après consiste à inverser l'ordre habituel de la construction de cette notion en commençant par ne parler que de l'oxygène pour ensuite se demander comment l'organisme s'en procure.

Après une mise en situation, où l'observation de photos permettra de mettre en évidence le fait que le sang peut avoir deux couleurs, l'activité s'organisera autour de trois questions :

- Pourquoi le sang peut-il avoir deux couleurs ?
- Quelle est la source d'oxygène du sang ?
- Où le sang se charge-t-il en oxygène dans notre corps ?

En fin d'activité, un exercice est proposé. Il amène les élèves à anticiper la couleur du sang à l'entrée et à la sortie des poumons et des muscles.

Cette séquence s'organise autour d'observations de photos et d'expériences. Dans ce document, tous les supports visuels apparaissent en noir et blanc. Nous vous invitons donc à consulter la version électronique de ce document ([www.enseignement.be/index.php?page=25162&navi=2024](http://www.enseignement.be/index.php?page=25162&navi=2024)) en vue de disposer des versions en couleur de ces illustrations.

### 1.3.1 | CE QUI EST VISÉ

L'objectif est de montrer **expérimentalement** aux élèves que l'air n'est ici qu'une source d'approvisionnement en oxygène.

### 1.3.2 | DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

#### Mise en situation

L'observation de photos permet de constater que le sang qui circule dans notre corps n'a pas toujours la même couleur.

- Lors d'une blessure superficielle, il s'écoule un sang de couleur rouge foncé.

Par contre, comme on peut le voir sur la photo ci-contre, s'il s'agit d'une blessure plus profonde, il jaillit un sang de couleur rouge vif.

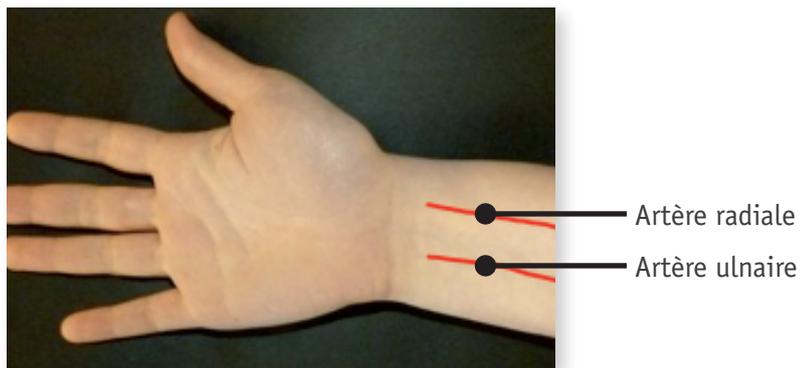


© Crystal (Cystl) from Bloomington, USA - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bleeding\\_finger.jpg](http://http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bleeding_finger.jpg)

- Lorsque l'on fait une prise de sang (**photo A**) ou encore un don de sang (**photo B**), celui-ci est prélevé dans une veine du bras. Il est de couleur rouge foncé.



- Parfois, pour des examens particuliers, on est obligé de prélever du sang dans les artères : dans ce cas, il est rouge vif.



## Pourquoi le sang peut-il avoir deux couleurs ?

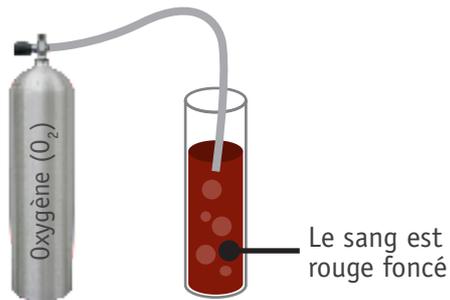
### Expérience

On fait « barboter » de l'oxygène dans un tube à essai contenant du sang<sup>1</sup>.

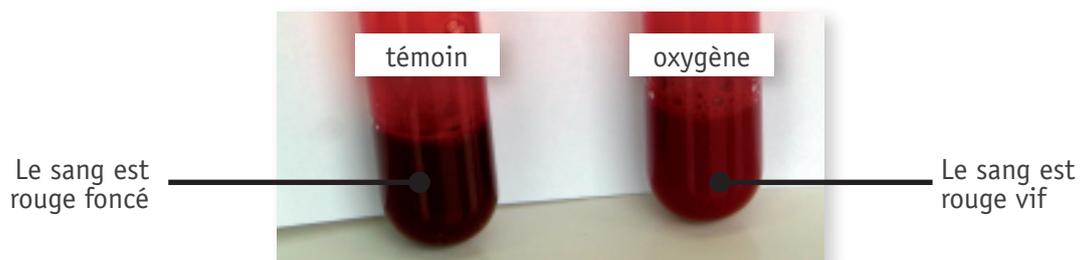
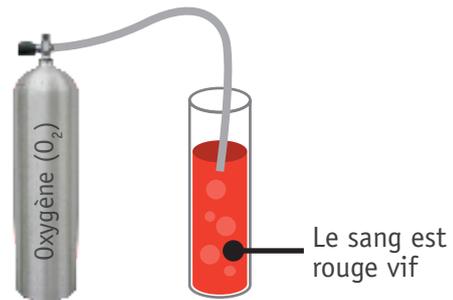
### Observations

Au départ, le sang est de couleur rouge foncé. Au contact de l'oxygène, il devient rouge vif.

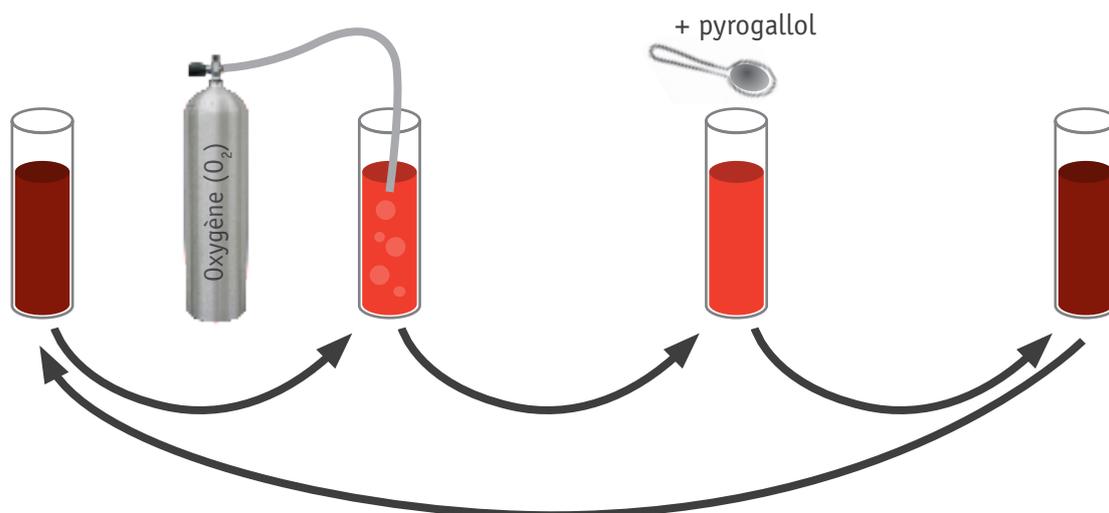
#### Début de l'expérience



#### Après quelques minutes



Si on reprend ce sang oxygéné et que l'on y ajoute une pointe de spatule d'un produit absorbant d'oxygène, (le pyrogallol<sup>2</sup>), il redevient rouge foncé. Et ainsi de suite si on y rajoute de l'oxygène.



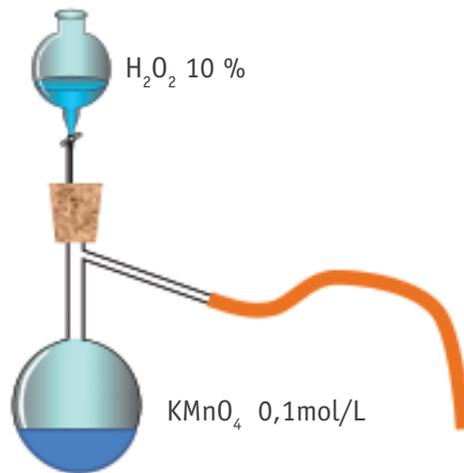
### Conclusion

La couleur du sang est liée à la quantité d'oxygène qu'il contient.

<sup>1</sup> On peut se procurer du sang dans un abattoir ou chez un boucher, mais il faut veiller à ce qu'il ne contienne pas de produit anticoagulant.

<sup>2</sup> Le pyrogallol étant irritant, cette expérience doit impérativement être réalisée par le professeur. Il peut s'obtenir à l'adresse [ctp.framerie@ctpe.be](mailto:ctp.framerie@ctpe.be)

Note pour le professeur : voici un autre moyen de produire de l'oxygène.



### Quelle est la source d'oxygène du sang ?

#### Expérience

Un ballon en verre contient une petite quantité de sang. On agite ce ballon durant quelques minutes.

#### Observation

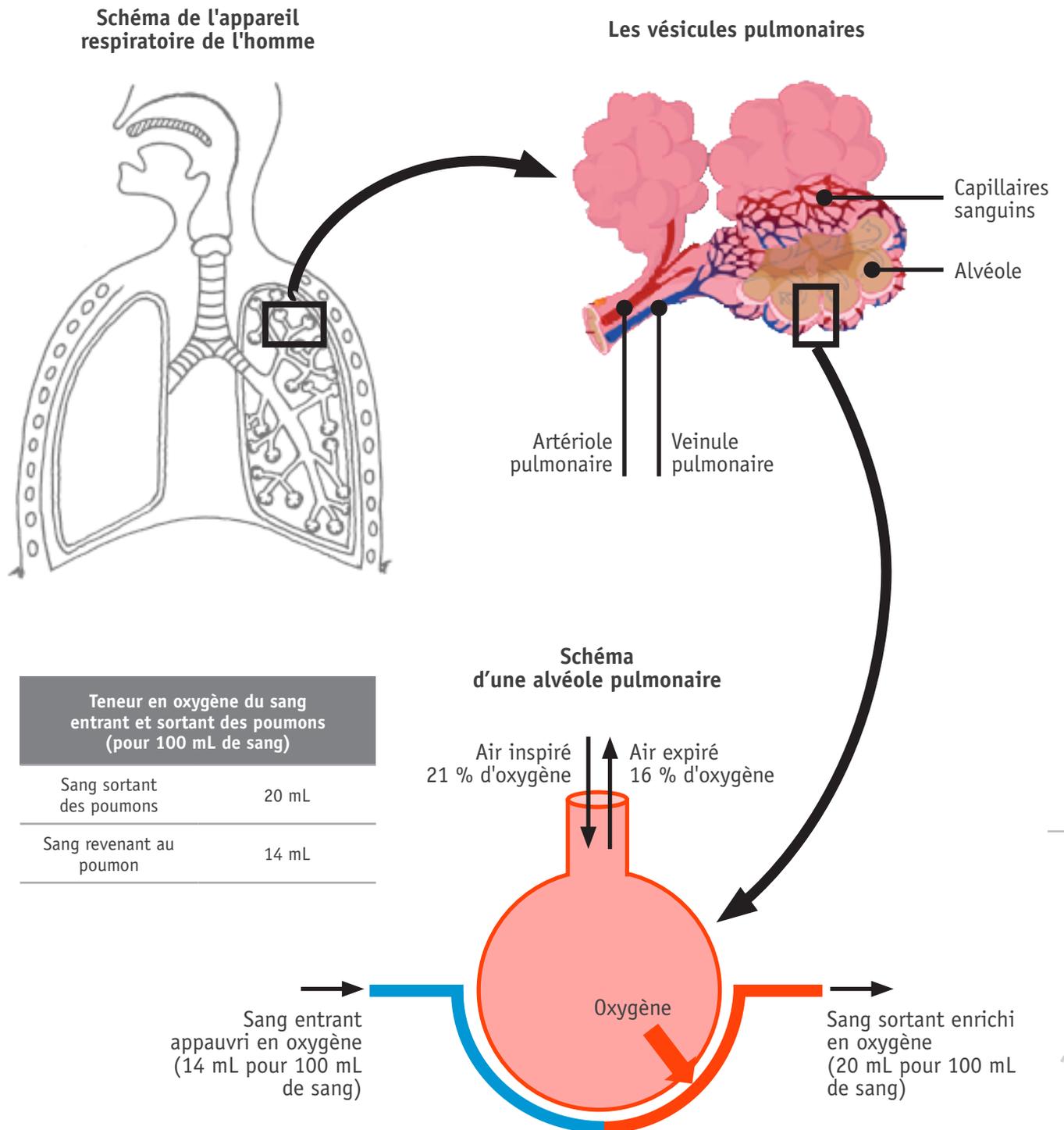
Au contact de l'air, le sang devient progressivement rouge vif.



#### Conclusion

Le sang rouge vif qui circule dans notre corps contient de l'oxygène puisé dans l'air.

Où le sang se charge-t-il en oxygène dans notre corps ?



Conclusion

C'est au niveau des poumons que l'oxygène contenu dans l'air pénètre dans le sang.

Ce n'est donc pas de l'air mais bien de l'oxygène qui est transporté par le sang. On trouve l'oxygène dans l'air à raison d'environ 21 %. Une partie de cet oxygène pénètre dans le sang au niveau des poumons. En passant à travers les différents organes du corps, le sang libère petit à petit l'oxygène qu'il transporte.

## EXERCICE

As-tu bien compris ?

Rouge vif ou rouge foncé ? Colorie le contenu des tubes à essai et justifie ton choix.



Sang entrant dans les poumons



Sang sortant des poumons



Sang entrant dans un muscle



Sang sortant d'un muscle

## OUTIL EN LIAISON AVEC LA PROBLÉMATIQUE

Un outil d'évaluation *Ski nautique contre poissons morts* a été élaboré et se trouve sur le site [www.enseignement.be](http://www.enseignement.be) à l'adresse suivante (en date du 19 août 2013) :

<http://www.enseignement.be/index.php?page=24515&navi=1806>

# 2 MÉCANISME DE LA RESPIRATION

## 2.1 | LES CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE

Le mécanisme de la respiration a fait l'objet d'un questionnaire, tant dans l'épreuve destinée aux élèves de l'enseignement professionnel que celle destinée aux autres élèves.

Question

10

**Entoure** chaque fois l'expression correcte.

**Lors de l'inspiration,**

- le diaphragme 
  - s'abaisse.
  - remonte. 19
  
- le volume de la cage thoracique 
  - diminue.
  - augmente. 20
  
- de l'air 
  - entre dans les poumons.
  - sort des poumons. 21

Pourcentage de réussite	
	3P
Item 19	36 %
Item 20	71 %
Item 21	79 %

Question **12**

Lindsay et Medhi ont des avis différents sur le mécanisme respiratoire.



*L'air entre dans notre corps, ce qui fait gonfler la cage thoracique.*



*C'est le contraire : c'est parce que la cage thoracique augmente de volume que l'air entre dans notre corps.*

Qui a raison ? **Explique** ton choix.

.....

32

Pourcentage de réussite		
	3G/3TT	3TQ
Choix de Médhi – explication correcte	20 %	13 %
Choix de Médhi – explication incorrecte	9 %	9 %
Choix de Lindsay	68 %	74 %
Omission	3 %	4 %

Les résultats obtenus dans l'enseignement professionnel (question 10) nous amène à penser que le rôle et le fonctionnement du diaphragme dans la mécanique respiratoire n'est pas assimilé par ces élèves (item 19 – 36 % de réussite).

Dans l'épreuve de G/TT/TQ, un aspect de la compréhension fine du phénomène (question 12) s'avère problématique pour une majorité d'élèves : en définitive, près de 70 % des élèves pensent que c'est parce que l'air entre dans notre corps que la cage thoracique augmente de volume (choix de Lindsay).

## 2.2 | COMMENT EXPLIQUER LES DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES ?

Le rôle actif des muscles respiratoires n'est pas perçu : selon les élèves, « c'est l'air qui gonfle la poitrine » et qui engendre ainsi les mécanismes respiratoires. Lors d'une recherche menée auprès d'élèves de primaire et de secondaire (FLAMMANG C., VLASSIS J., BURTON R. 2002), il apparaît que cette conception est fortement ancrée auprès des élèves et évolue peu entre la 4<sup>e</sup> primaire et la 2<sup>e</sup> secondaire.

Existe-t-il, comme c'est le cas pour les échanges gazeux, un parallélisme entre les conceptions qu'ont les élèves des mécanismes respiratoires et l'évolution historique de ce mécanisme ? Selon Flammang et al (2002), un tel parallélisme est difficile à établir : historiquement, les progrès de l'anatomie réalisés entre le XV<sup>e</sup> et le XVII<sup>e</sup> siècle ont permis d'avancer rapidement sur cette question. Au XVII<sup>e</sup> siècle, la mécanique respiratoire est établie et n'a plus évolué depuis.

« La ventilation pulmonaire désigne le processus qui permet de renouveler les gaz respiratoires en absorbant de l'oxygène et en dégageant du dioxyde de carbone.

Lors de l'inspiration, le diaphragme se contracte, ce qui a pour effet de l'abaisser et d'augmenter ainsi le volume de la cage thoracique (et donc des poumons). Cela provoque une entrée d'air dans les poumons. L'air extérieur s'engouffre alors dans les poumons puisque ceux-ci sont en communication avec l'extérieur par les voies respiratoires.

Lors de l'expiration, le diaphragme se relâche, ce qui a pour effet de le faire remonter et ainsi de diminuer le volume de la cage thoracique (et donc des poumons). Cela provoque une augmentation de la pression de l'air dans les poumons et donc l'expulsion de la plus grande partie de l'air qui s'y trouve.

La capacité pulmonaire est le volume d'air pouvant être expiré<sup>3</sup>. Elle se mesure avec un spiromètre. Cette capacité peut être augmentée par un développement des muscles du thorax et donc par la pratique régulière de sport. Une bonne capacité pulmonaire favorise une bonne condition physique. »

(Outil d'accompagnement FESeC D/2005/7362/3/06, p. 14)

<sup>3</sup> La capacité pulmonaire est donc la somme du volume d'air courant, du volume d'air complémentaire entré lors de l'inspiration forcée et du volume d'air de réserve que l'on peut encore expirer en contractant fortement les muscles respiratoires.

## 2.3 | PROPOSITION D'ACTIVITÉ

L'idée développée ci-après consiste à explorer le mécanisme de ventilation à travers plusieurs activités : observation d'un modèle de l'appareil respiratoire, analyse de schémas, réflexions sur les différences de pression en dehors et à l'intérieur des poumons et exploitation des acquis dans le cadre de l'analyse de quelques faits divers.

### 2.3.1 | CE QUI EST VISÉ

La compréhension fine du mécanisme de ventilation est au cœur de cette activité : rôle du diaphragme, modification du volume de la cage thoracique et des poumons et lien avec la pression à l'intérieur et à l'extérieur des poumons.

### 2.3.2 | DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

Les élèves réalisent d'abord un modèle d'appareil respiratoire et analysent le fonctionnement du dispositif en vue de mettre en évidence le rôle du diaphragme : l'abaissement du diaphragme précède l'entrée d'air dans les poumons.

La compréhension du mécanisme de ventilation est approfondie par l'analyse de deux schémas présentant les mouvements de l'air lors de l'inspiration et de l'expiration : on dégage ainsi ce qu'il se passe au niveau de la cage thoracique et des poumons.

Une mise en relation entre la circulation de l'air et le phénomène de variation de pression (dans et hors des poumons) est ensuite envisagée. Elle permet de comprendre en quoi le mécanisme de ventilation est un phénomène passif. Cette partie de l'activité s'adresse aux élèves de troisième secondaire.

Une synthèse reprenant les divers aspects travaillés dans les trois premières étapes de l'activité est ensuite établie.

Deux faits divers sont enfin analysés avec les élèves en vue de les amener à mobiliser en contexte ce qu'ils ont appris du mécanisme de ventilation respiratoire.

#### Remarque

Lors de l'élaboration de cette séquence, nous avons identifié trois sites susceptibles de vous aider à trouver des animations pour illustrer les mécanismes respiratoires. Voici les adresses de ces sites :

- [http://outilsrecherche.over-blog.com/pages/Notes\\_121\\_Lappareil\\_Respiratoire\\_Humain-3115687.html](http://outilsrecherche.over-blog.com/pages/Notes_121_Lappareil_Respiratoire_Humain-3115687.html)
- <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/perez/pulmo/pulmo.htm>
- <http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0028-3>

Dans la suite du document, nous présentons les documents à destination des élèves (pages 23 à 31) ainsi qu'un corrigé de ces documents (pages 32 à 39).

# 1. Rôle du diaphragme (1/3)

## 1. Objectif

Montrer le rôle du diaphragme.

## 2. Matériel

- Bouteille en plastique de 0,5 L
- Ballon de baudruche
- Bouchon
- Film plastique
- Paille
- Chewing-gum
- Élastique ou ficelle
- Boule de frigolite dont le diamètre est légèrement inférieur au diamètre de la paille

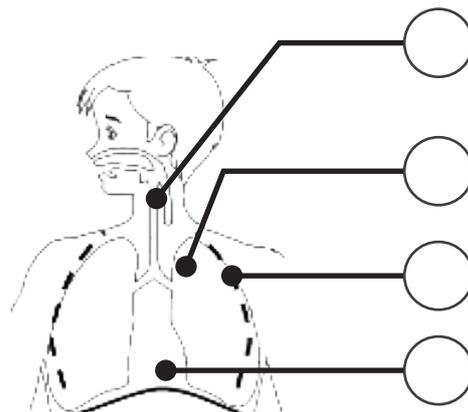
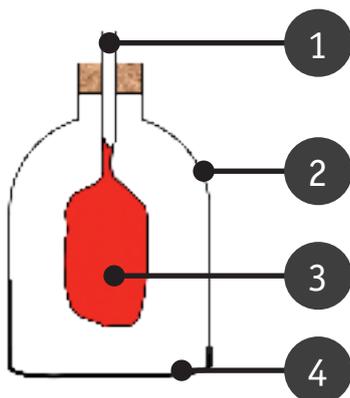
## 3. Expérience

- Construis le modèle d'appareil respiratoire comme décrit ci-dessous.
- Prends une bouteille en plastique et découpe le fond.
- Attache à la base une feuille de plastique souple à l'aide d'un élastique ou d'une ficelle (ce morceau de plastique ne doit pas être tendu !).
- Perce délicatement le bouchon afin d'y faire passer une paille et place un chewing-gum mâché tout autour pour éviter les fuites.
- Fixe solidement à celle-ci un ballon de baudruche.
- Place la boule de frigolite sur l'ouverture supérieure de la paille.

### A. Associe le modèle et la réalité anatomique humaine.

Modèles = Objets	Réalité = _____
Bouteille	_____
Feuille de plastique	_____
Paille	_____
Ballon de baudruche	_____

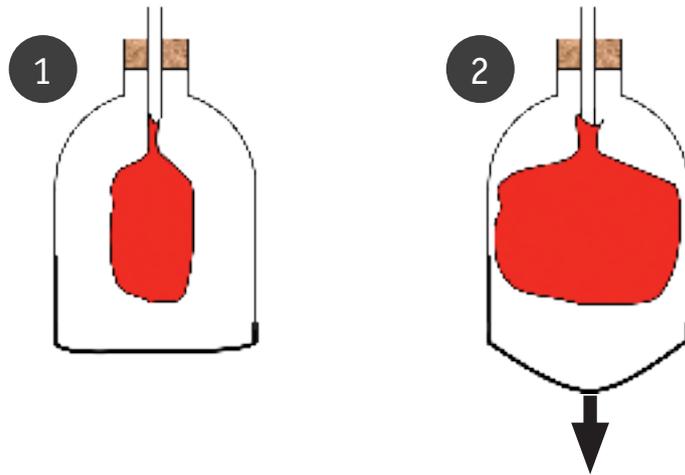
### B. Complète les cases avec les chiffres correspondant au modèle.





# 1. Rôle du diaphragme (2/3)

FAIS LE FONCTIONNER



A. Tire le film plastique vers le bas (schéma 2).

B. Décris ce que tu observes.

---

---

---

---

C. Entoure la bonne réponse.

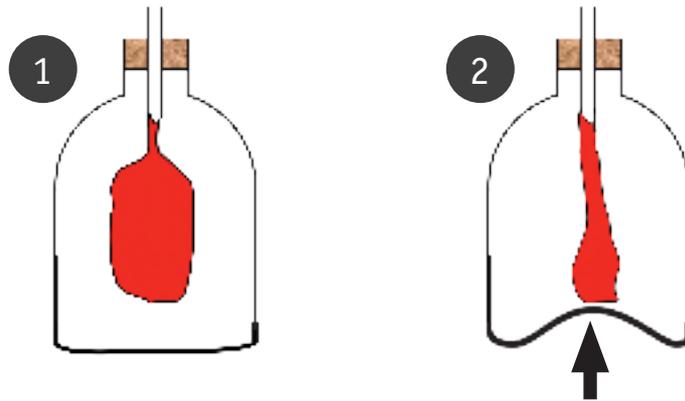
- Lorsque le film plastique est tiré vers le bas,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Lorsque l'on tire sur le film plastique, la boule de frigolite :  
descend | monte | reste au même endroit.
- Cela implique :
  - une entrée d'air dans le ballon.
  - une sortie d'air du ballon.
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

D. Sur le schéma 2, indique le sens de l'air dans la paille.



# 1. Rôle du diaphragme (3/3)

FAIS LE FONCTIONNER



A. Pousse le film plastique vers le haut (schéma 2).

B. Décris ce que tu observes.

---

---

---

---

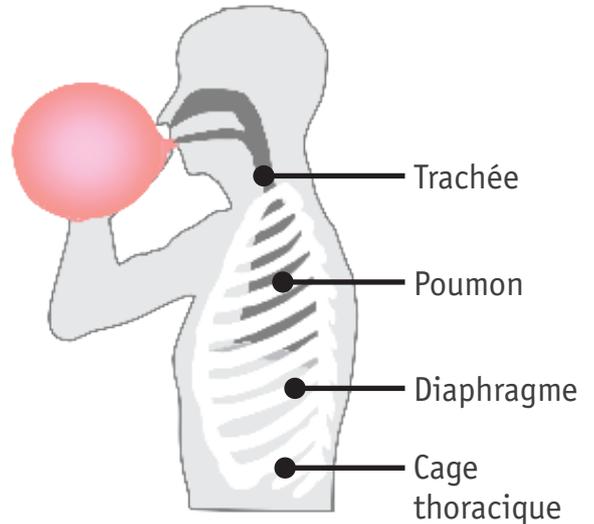
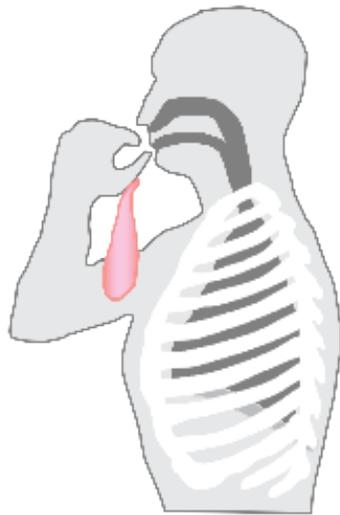
C. Entoure la bonne réponse.

- Lorsque le film plastique est remonté vers le haut,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Lorsque le film plastique est poussé vers le haut, la boule de frigolite :  
descend | monte | reste au même endroit.
- Cela implique :
  - une entrée d'air dans le ballon.
  - une sortie d'air du ballon.
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

D. Sur le schéma 2, indique le sens de l'air dans la paille.

## 2. Découverte du mécanisme de la ventilation

ON UTILISE UN BALLON POUR MONTRER LES MOUVEMENTS DE L'AIR.



A. Complète le tableau du mécanisme ventilatoire.

Le diaphragme _____.	Le diaphragme _____.
➔ Le volume de la cage thoracique _____.	➔ Le volume de la cage thoracique _____.
➔ L'air _____ dans les poumons.	➔ L'air _____ des poumons.

B. Synthèse

---

---

---

Vérifions ta compréhension du rôle du diaphragme.

Quel rapport établis-tu entre cette expérience et l'exercice réalisé au laboratoire précédant (fiche 1) ?

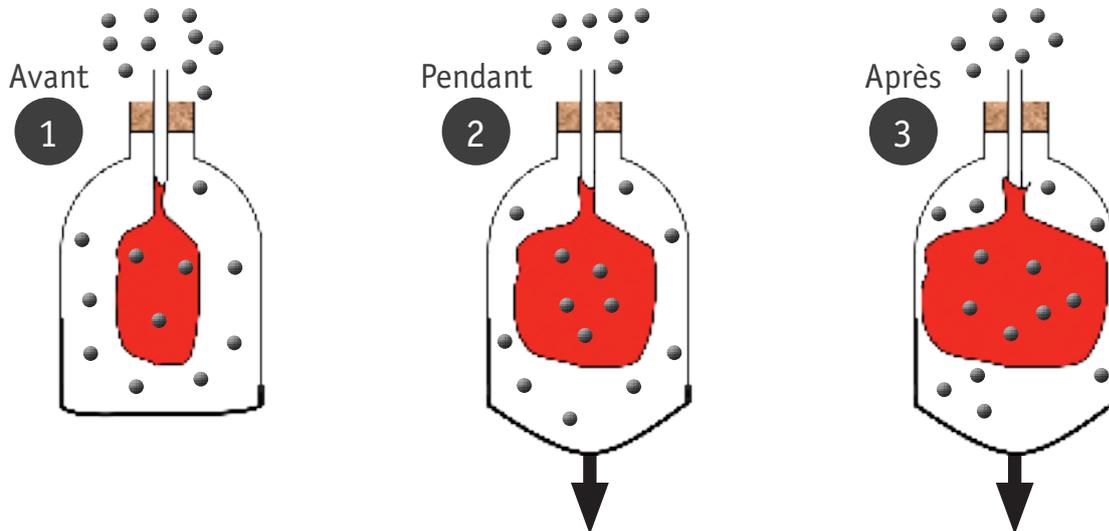
---

---

---

### 3. Le phénomène de variation de pression <sup>(1/4)</sup>

EN T'AIDANT DE LA MODÉLISATION DES MOLÉCULES CONSTITUANT L'AIR (•) .



Remarque

La représentation des molécules a été réduite à une minuscule partie (contrairement à la réalité) afin de mieux comprendre le phénomène observé. Le retrait de quelques molécules ne provoque donc aucune variation de la pression extérieure au montage.

**A. Note le nombre de molécules.**

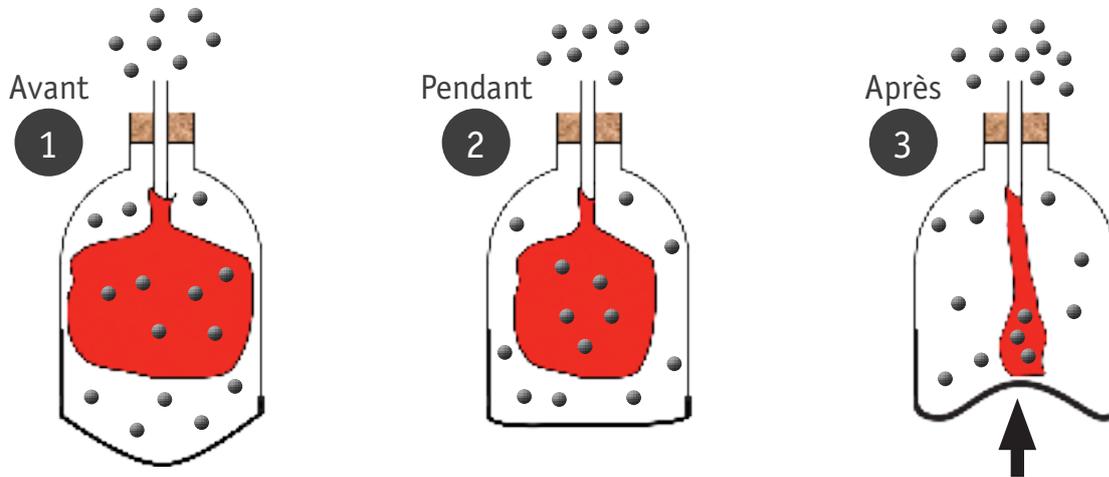
	Avant (1)	Pendant (2)	Après (3)
Dans le montage (hors ballon)			
Dans le ballon			
Hors du montage			

**B. Entoure la bonne réponse.**

- Lorsque le film plastique est tiré vers le bas,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Pendant que l'on tire sur le film plastique vers le bas, la pression :
  - dans le montage (hors ballon) : augmente | reste la même | diminue.
  - dans le ballon : augmente | reste la même | diminue.
  - hors du montage : augmente | reste la même | diminue.
- Cette différence de pression entre l'intérieur de ce montage et l'extérieur implique :
  - une entrée d'air dans le ballon.
  - une sortie d'air du ballon.
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

### 3. Le phénomène de variation de pression (2/4)

EN T'AIDANT DE LA MODÉLISATION DES MOLÉCULES CONSTITUANT L'AIR (•).



#### Remarque

La représentation des molécules a été réduite à une minuscule partie (contrairement à la réalité) afin de mieux comprendre le phénomène observé. Le retrait de quelques molécules ne provoque donc aucune variation de la pression extérieure au montage.

#### A. Note le nombre de molécules.

	Avant (1)	Pendant (2)	Après (3)
Dans le montage (hors ballon)			
Dans le ballon			
Hors du montage			

#### B. Entoure la bonne réponse.

- Lorsque le film plastique est poussé vers le haut,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Pendant que le film plastique est poussé vers le haut, la pression :
  - dans le montage (hors ballon) : augmente | reste la même | diminue.
  - dans le ballon : augmente | reste la même | diminue.
  - hors du montage : augmente | reste la même | diminue.
- Cette différence de pression entre l'intérieur de ce montage et l'extérieur implique :
  - une entrée d'air dans le ballon.
  - une sortie d'air du ballon.
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.



### 3. Le phénomène de variation de pression (3/4)

En utilisant la légende, complète le tableau en entourant la réponse correcte.

- 1 = air dans les poumons      -  $p_1$  pression de l'air dans les poumons  
2 = air ambiant                -  $p_2$  pression de l'air ambiant (pression atmosphérique)

Lors de l'inspiration ...

Volume des poumons	Pression de l'air dans les poumons	Pression de l'air ambiant	Différence de pression	Circulation de l'air
↘	↘	↘	$p_1 < p_2$	1 vers 2
↗	↗	↗	$p_1 > p_2$	2 vers 1
=	=	=	$p_1 = p_2$	Pas de circulation

Lors de l'expiration ...

Volume des poumons	Pression de l'air dans les poumons	Pression de l'air ambiant	Différence de pression	Circulation de l'air
↘	↘	↘	$p_1 < p_2$	1 vers 2
↗	↗	↗	$p_1 > p_2$	2 vers 1
=	=	=	$p_1 = p_2$	Pas de circulation

### 3. Le phénomène de variation de pression (4/4)

#### SYNTHÈSE

Utilise toutes les expressions suivantes pour annoter les schémas ci-dessous.

- Inspiration
- Expiration
- Pression atmosphérique < pression de l'air dans les poumons
- Pression atmosphérique > pression de l'air dans les poumons
- Diaphragme descend
- Diaphragme remonte
- Volume des poumons augmente
- Volume des poumons diminue
- Air entre
- Air sort



Commentaires :

---

---

---

---

---



## 4. Analyse de faits divers

1

### UNE ADOLESCENTE TOMBE DANS UN SILO DE GRAINS DE BLÉ ET DÉCÈDE

Hier, il était aux alentours de 16h lorsque les secours ont été alertés pour une intervention dans une ferme. Il fallait tenter de dégager Sophie, une jeune fille tombée dans un silo de grains de blé alors que sa tête était toujours visible et à l'air libre. Elle est décédée... asphyxiée.

**Pourquoi Sophie est-elle décédée par asphyxie alors que ses voies respiratoires supérieures étaient dégagées et que son visage était à l'air libre ?**

---

---

---

2

### UN JEUNE HOMME EST RETROUVÉ MORT DANS UN LAC

Lors d'une rixe, un homme est tombé dans l'eau. Les pompiers ont été appelés directement pour le repêcher. Malheureusement, ils n'ont pu constater que son décès. Le médecin légiste a déterminé qu'il était mort avant de tomber dans l'eau car il n'y avait pas d'eau dans ses poumons.

**Pourquoi les poumons ne contenaient pas d'eau ?**

---

---

---

# 1. Rôle du diaphragme (1/3)

## 1. Objectif

Montrer le rôle du diaphragme.

## 2. Matériel

- Bouteille en plastique de 0,5 L
- Ballon de baudruche
- Bouchon
- Film plastique
- Paille
- Chewing-gum
- Elastique ou ficelle
- Boule de frigolite dont le diamètre est légèrement inférieur au diamètre de la paille

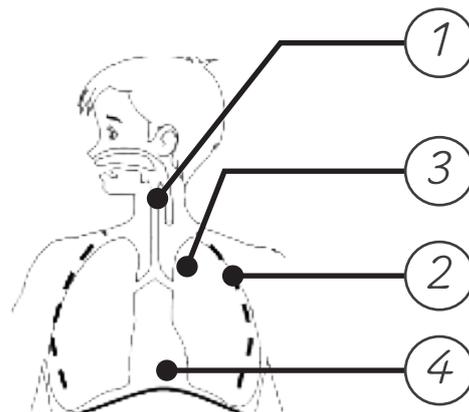
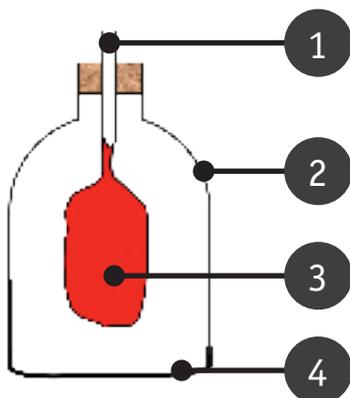
## 3. Expérience

- Construis le modèle d'appareil respiratoire comme décrit ci-dessous.
- Prends une bouteille en plastique et découpe le fond.
- Attache à la base une feuille de plastique souple à l'aide d'un élastique ou d'une ficelle (ce morceau de plastique ne doit pas être tendu !).
- Perce délicatement le bouchon afin d'y faire passer une paille et place un chewing-gum mâché tout autour pour éviter les fuites.
- Fixe solidement à celle-ci un ballon de baudruche.
- Place la boule de frigolite sur l'ouverture supérieure de la paille.

### A. Associe le modèle et la réalité anatomique humaine.

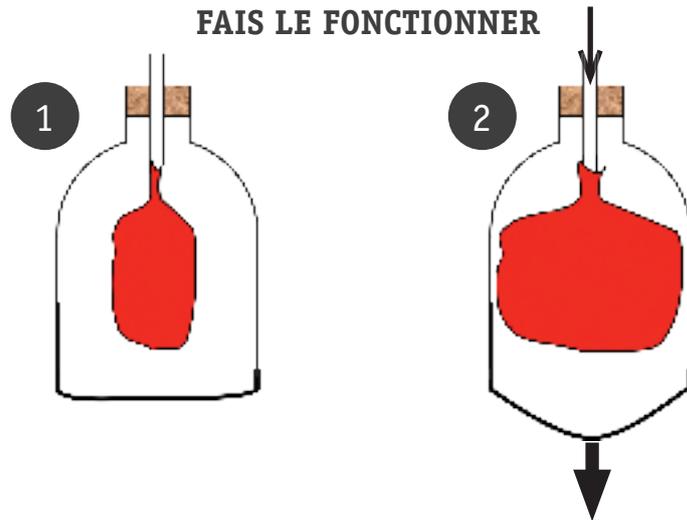
Modèles = Objets	Réalité = <i>organes</i>
Bouteille	<i>Cage thoracique - côtes</i>
Feuille de plastique	<i>Diaphragme</i>
Paille	<i>Trachée</i>
Ballon de baudruche	<i>Poumon</i>

### B. Complète les cases avec les chiffres correspondant au modèle.





# 1. Rôle du diaphragme (2/3)



A. Tire le film plastique vers le bas (schéma 2).

B. Décris ce que tu observes.

---

---

---

---

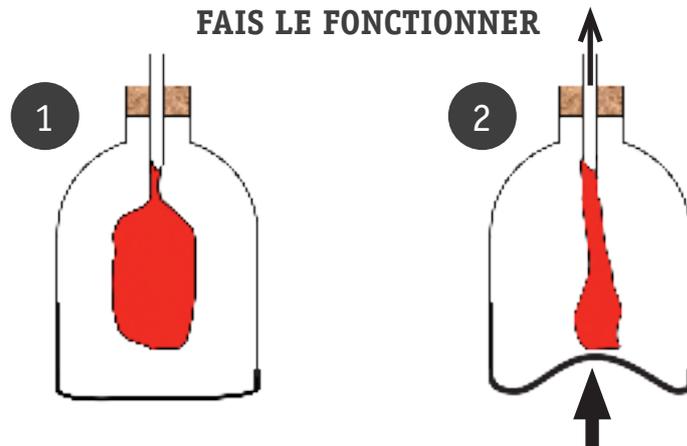
C. Entoure la bonne réponse.

- Lorsque le film plastique est tiré vers le bas,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Lorsque l'on tire sur le film plastique, la boule de frigolite :  
descend | monte | reste au même endroit.
- Cela implique :  
une entrée d'air dans le ballon
  - une sortie d'air du ballon.
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

D. Sur le schéma 2, indique le sens de l'air dans la paille.



# 1. Rôle du diaphragme (3/3)



A. Pousse le film plastique vers le haut (schéma 2).

B. Décris ce que tu observes.

---

---

---

---

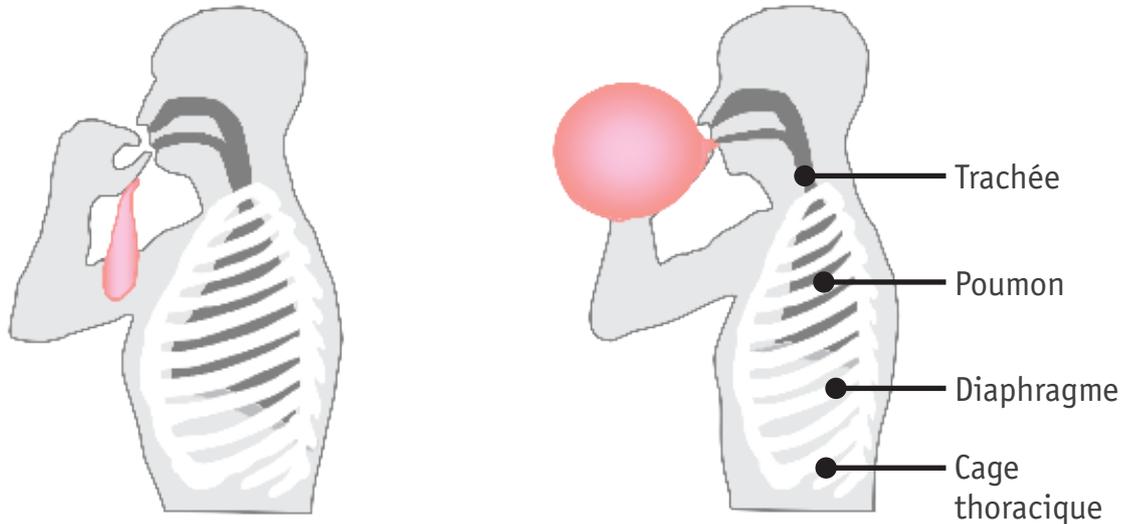
C. Entoure la bonne réponse.

- Lorsque le film plastique est poussé vers le haut,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Lorsque le film plastique est poussé vers le haut, la boule de frigolite :  
descend | monte | reste au même endroit.
- Cela implique :
  - une entrée d'air dans le ballon.
  - une sortie d'air du ballon
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

D. Sur le schéma 2, indique le sens de l'air dans la paille.

## 2. Découverte du mécanisme de la ventilation

ON UTILISE UN BALLON POUR MONTRER LES MOUVEMENTS DE L'AIR.



### A. Complète le tableau du mécanisme ventilatoire.

Le diaphragme descend.	Le diaphragme monte.
➔ Le volume de la cage thoracique augmente.	➔ Le volume de la cage thoracique diminue.
➔ L'air entre dans les poumons.	➔ L'air sort des poumons.

### B. Synthèse<sup>4</sup> (à construire avec les élèves)

La ventilation pulmonaire désigne le processus qui permet de renouveler les gaz respiratoires. Le diaphragme se contracte, il s'abaisse et le volume de la cage thoracique (et donc des poumons) augmente. Cela provoque une entrée d'air dans les poumons. L'air extérieur s'engouffre alors dans les poumons puisque ceux-ci sont en communication avec l'extérieur par les voies respiratoires : c'est l'inspiration. Le diaphragme se relâche, ce qui a pour effet de le faire remonter et ainsi de diminuer le volume de la cage thoracique (et donc des poumons). Cela provoque une augmentation de la pression de l'air dans les poumons et donc l'expulsion de la plus grande partie de l'air qui s'y trouve : c'est l'expiration.

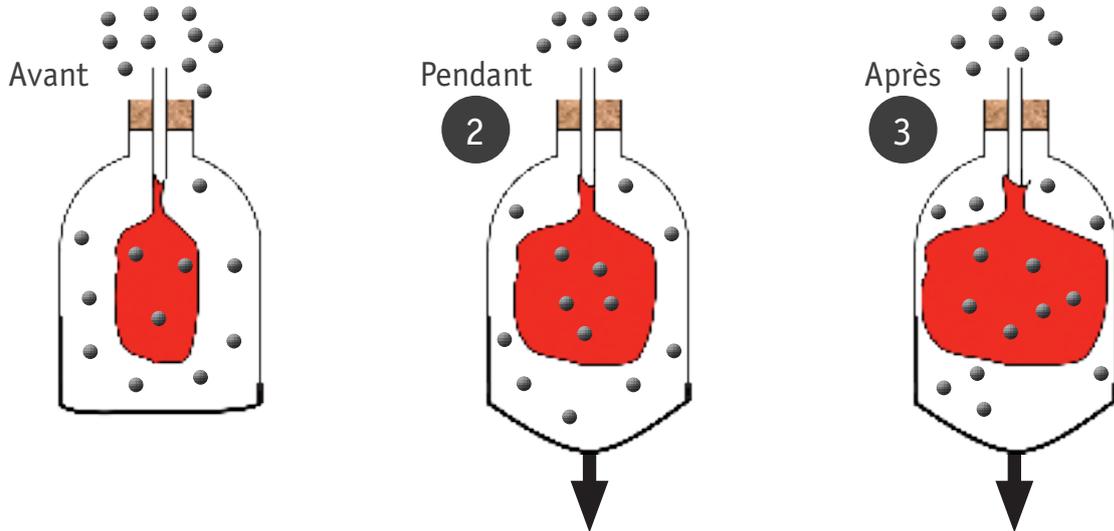
#### Vérifions ta compréhension du rôle du diaphragme.

Quel rapport établis-tu entre cette expérience et l'exercice réalisé au laboratoire précédant (fiche 1) ?

La variation de volume de la cage thoracique est due au mouvement visible des côtes et du sternum et aussi au mouvement invisible du diaphragme mais les mouvements du seul diaphragme n'expliquent pas les variations de volume de la cage thoracique. Les muscles de la cage thoracique entraînant les côtes et le sternum jouent aussi un rôle déterminant.

### 3. Le phénomène de variation de pression <sup>(1/4)</sup>

EN T'AIDANT DE LA MODÉLISATION DES MOLÉCULES CONSTITUANT L'AIR (•).



#### Remarque

La représentation des molécules a été réduite à une minuscule partie (contrairement à la réalité) afin de mieux comprendre le phénomène observé. Le retrait de quelques molécules ne provoque donc aucune variation de la pression extérieure au montage.

#### A. Note le nombre de molécules.

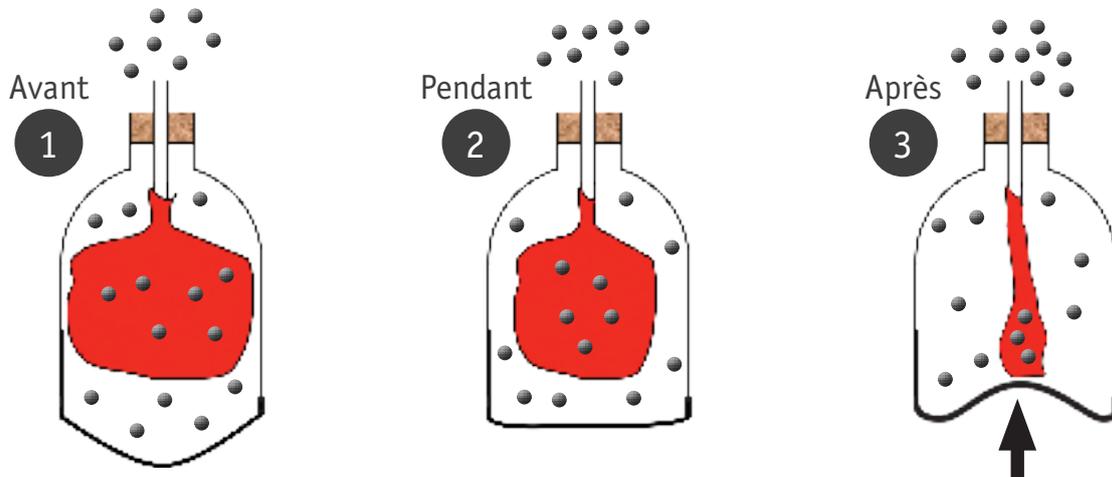
	Avant (1)	Pendant (2)	Après (3)
Dans le montage (hors ballon)	3	5	6
Dans le ballon	8	8	8
Hors du montage	10	8	7

#### B. Entoure la bonne réponse.

- Lorsque le film plastique est tiré vers le bas,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | diminue.
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | diminue.
- Pendant que l'on tire sur le film plastique vers le bas, la pression :
  - dans le montage (hors ballon) : augmente | reste la même | diminue.
  - dans le ballon : augmente | reste la même | diminue.
  - hors du montage : augmente | reste la même | diminue.
- Cette différence de pression entre l'intérieur de ce montage et l'extérieur implique :
  - une entrée d'air dans le ballon
  - une sortie d'air du ballon.
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

### 3. Le phénomène de variation de pression (2/4)

EN T'AIDANT DE LA MODÉLISATION DES MOLÉCULES CONSTITUANT L'AIR (•) .



#### Remarque

La représentation des molécules a été réduite à une minuscule partie (contrairement à la réalité) afin de mieux comprendre le phénomène observé. Le retrait de quelques molécules ne provoque donc aucune variation de la pression extérieure au montage.

#### A. Note le nombre de molécules.

	Avant (1)	Pendant (2)	Après (3)
Dans le montage (hors ballon)	6	5	3
Dans le ballon	8	8	8
Hors du montage	7	8	10

#### B. Entoure la bonne réponse.

- Lorsque le film plastique est poussé vers le haut,
  - le volume du montage : augmente | reste le même | **diminue**
  - le volume du ballon : augmente | reste le même | **diminue**
- Pendant que le film plastique est poussé vers le haut, la pression :
  - dans le montage (hors ballon) : augmente | reste la même | **diminue.**
  - dans le ballon : **augmente** | reste la même | diminue.
  - hors du montage : augmente | **reste la même** | diminue.
- Cette différence de pression entre l'intérieur de ce montage et l'extérieur implique :
  - une entrée d'air dans le ballon.
  - **une sortie d'air du ballon.**
  - aucun mouvement d'air dans le ballon.

### 3. Le phénomène de variation de pression (3/4)

En utilisant la légende, complète le tableau en entourant la réponse correcte.

- 1 = air dans les poumons      -  $p_1$  pression de l'air dans les poumons  
 2 = air ambiant                -  $p_2$  pression de l'air ambiant (pression atmosphérique)

Lors de l'inspiration ...

Volume des poumons	Pression de l'air dans les poumons	Pression de l'air ambiant	Différence de pression	Circulation de l'air
↘	↘	↘	$p_1 < p_2$	1 vers 2
↗	↗	↗	$p_1 > p_2$	2 vers 1
=	=	=	$p_1 = p_2$	Pas de circulation

Lors de l'expiration ...

Volume des poumons	Pression de l'air dans les poumons	Pression de l'air ambiant	Différence de pression	Circulation de l'air
↘	↘	↘	$p_1 < p_2$	1 vers 2
↗	↗	↗	$p_1 > p_2$	2 vers 1
=	=	=	$p_1 = p_2$	Pas de circulation



## 4. Analyse de faits divers

1

### UNE ADOLESCENTE TOMBE DANS UN SILO DE GRAINS DE BLÉ ET DÉCÈDE

Hier, il était aux alentours de 16h lorsque les secours ont été alertés pour une intervention dans une ferme. Il fallait tenter de dégager Sophie, une jeune fille tombée dans un silo de grains de blé alors que sa tête était toujours visible et à l'air libre. Elle est décédée... asphyxiée.

**Pourquoi Sophie est-elle décédée par asphyxie alors que ses voies respiratoires supérieures étaient dégagées et que son visage était à l'air libre ?**

*Les grains de blé empêchent tout mouvement de la cage thoracique. De ce fait, la ventilation est impossible.*

2

### UN JEUNE HOMME EST RETROUVÉ MORT DANS UN LAC

Lors d'une rixe, un homme est tombé dans l'eau. Les pompiers ont été appelés directement pour le repêcher. Malheureusement, ils n'ont pu constater que son décès. Le médecin légiste a déterminé qu'il était mort avant de tomber dans l'eau car il n'y avait pas d'eau dans ses poumons.

**Pourquoi les poumons ne contenaient pas d'eau ?**

*Puisqu'il n'y avait plus de mouvement respiratoire au moment de l'immersion, l'eau n'est pas entrée.*



# 3

## SUPPORTS VISUELS

### 3.1 | LES CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE

Deux supports visuels ont été proposés dans l'épreuve destinée aux élèves de l'enseignement professionnel. L'un était assez familier et visait à analyser la maîtrise par les élèves du fonctionnement du système digestif et l'autre, moins conventionnel, présentait les trois types de vaisseaux que l'on retrouve dans un doigt.

Les questions posées avaient pour but de mettre en évidence la compréhension qu'ont les élèves des symboles utilisés sur les schémas (en lien avec leurs connaissances du sujet, pour le schéma familier et dans une situation sans doute moins connue, pour le schéma relatif au doigt) en envisageant différents types de symboles :

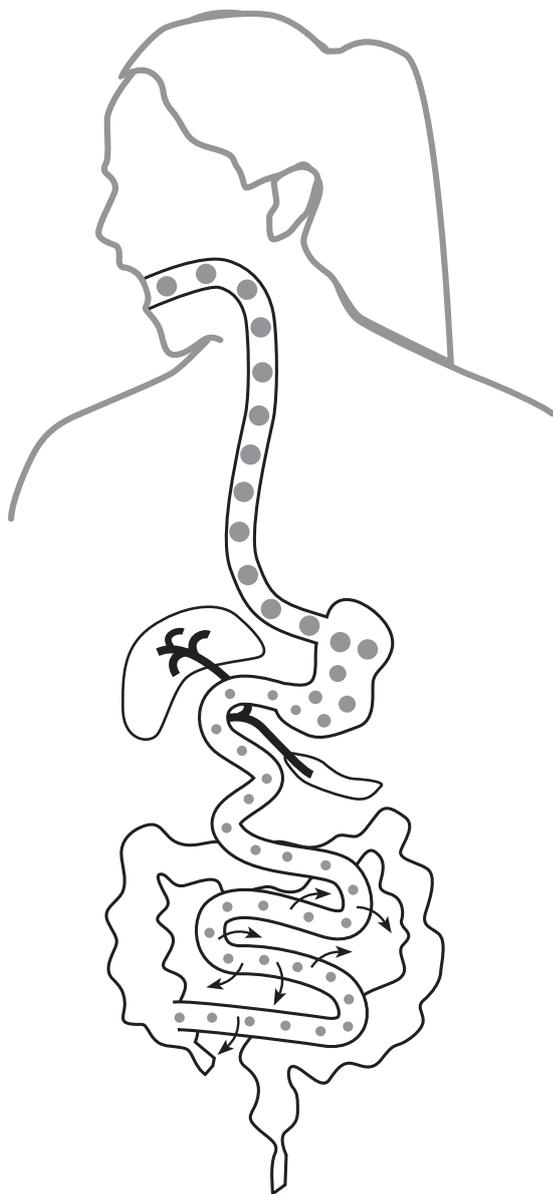
- des symboles de désignations d'objets (item 7 – aliments digérés et item 28– désignation d'un organe) ;
- des symboles d'actions (item 6 – passage des nutriments dans le sang et item 27 – circulation du sang) ;
- un symbole désignant l'agrandissement d'une partie du schéma (item 29 – sens de la flèche dans la question portant sur l'analyse d'un doigt).

L'ensemble de ces items ont posé de grandes difficultés aux élèves et ce, quelle que soit la nature du questionnement envisagé (questions ouvertes ou fermées).

Dans les réponses proposées aux questions ouvertes (item 6, 7 et 29), l'analyse des données récoltées dans une dizaine de classes montre que les élèves ont tendance à penser que, dans tous les cas, les flèches désignent un organe ou un élément précis.

Question **4**

Le schéma ci-dessous illustre le trajet des « aliments » dans le système digestif.



a) Que veulent dire les flèches présentes sur le schéma ?

.....  
 .....  
 .....

6

b) Que représentent les •• présents dans l'intestin grêle ?

.....

7

3P

Item 6	8 % de réussite totale (les nutriments passent dans le sang)
	11 % de réussite partielle (ça passe dans le sang)
Item 7	11 % de réussite totale (aliments digérés)
	53 % de réussite partielle (aliments)

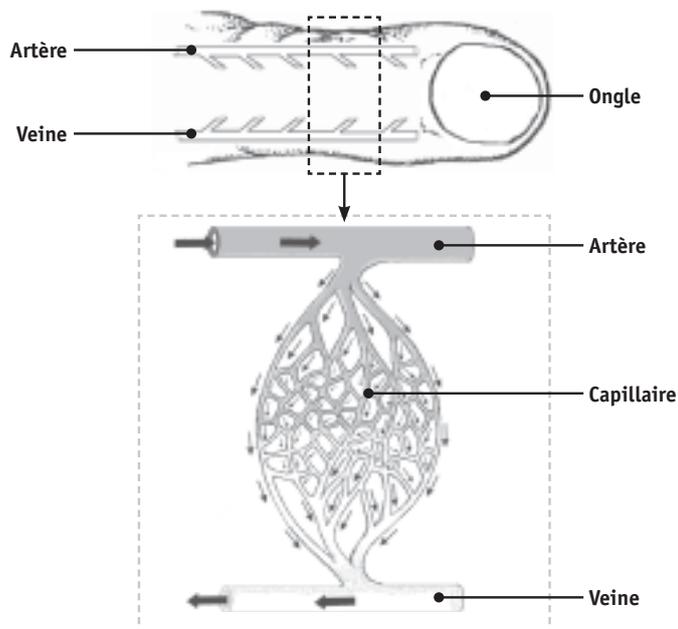
Question **13**

Les documents suivants présentent les différences entre les trois types de vaisseaux que l'on retrouve dans un doigt.

Vaisseaux sanguins d'un doigt



Un doigt de la main



Ces documents comportent une série d'indications qui ont des significations différentes.

a) **Entoure** :

- en rouge, un symbole qui représente la circulation du sang.  27
- en bleu, un symbole qui désigne un élément ou un organe.  28

b) **Donne** la signification du symbole suivant :



.....  29

3P	
Item 27	32 % de réussite
Item 28	24 % de réussite
Item 29	18 % de réussite

## 3.2 | COMMENT EXPLIQUER LES DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES ?

Différentes hypothèses peuvent être avancées pour expliquer les difficultés des élèves dans le domaine.

Il semble des élèves confondent schéma et dessin ou croquis : pour eux, les schémas ont pour but de représenter le plus fidèlement possible un objet : ils n'envisagent pas la fonction explicative du schéma.

Les autres explications proviennent des études menées sur les difficultés des élèves en lecture (Giasson, 1990 ; Cèbe, Goigoux et Thomazet, 2003), qui se manifestent également dans le cadre de l'analyse de supports visuels :

- Les faibles lecteurs pensent que lire est avant tout un processus passif de décodage : un écrit est compris si l'on est parvenu à identifier correctement les éléments explicitement mentionnés. Pour eux, l'écrit a un sens univoque qui ne peut être cerné finement que par une reprise des mots qui sont cités sous cette forme dans le support qu'ils décodent. À l'inverse, un lecteur qui a une compréhension fine du document qu'il lit est capable, en plus du décodage des informations explicitement mentionnées, d'effectuer des traitements permettant de faire des liens entre ces informations explicites. Dans le cadre de supports visuels, l'écrit est souvent ramené à sa plus simple expression (désignation d'éléments) et les traitements plus globaux de l'information doivent être réalisés grâce à une analyse parfois subtile des symboles (notamment les flèches).
- Les faibles lecteurs ignorent bien souvent comment mener à bien les stratégies qui amènent à opérer ces traitements plus approfondis de l'information. Lorsqu'on les questionne sur ce sujet, il apparaît que leur souci majeur est de décoder au mieux le document et de retenir un maximum d'informations explicitement mentionnés. Ils ne cherchent pas à mettre en relation ces informations. Le peu de stratégies dont ils disposent ne leur permet pas de repérer les idées principales du document, de localiser une information pertinente, de lier des informations éparses dans le document, de faire intervenir leurs connaissances propres dans la lecture, ou de prendre du recul par rapport à un document pour en comprendre l'organisation globale.

Appréhender les schémas impose de développer des stratégies de lecture qui dépassent le décodage direct des informations écrites : les élèves doivent chercher à faire des liens, voire même interpréter les informations présentées sous forme tant visuelle qu'écrite de manière à dépasser la vision descriptive du schéma pour accéder à sa fonction explicative. Ces stratégies à mettre en œuvre pour accéder à ces traitements plus globaux des informations font souvent défaut aux élèves faibles lecteurs.

### 3.3 | PROPOSITION D'ACTIVITÉS

Quelques pistes générales sont évoquées pour amener progressivement les élèves à interpréter avec pertinence les schémas qu'ils rencontrent dans leurs lectures documentaires et pour qu'ils s'en approprient peu à peu leurs règles d'élaboration et de fonctionnement (Giot & Demonty, 2009, p. 49-50) :

**a) Mettre régulièrement les élèves en contact avec des schémas diversifiés.** En effet, comme il n'existe peu de règles explicitement définies pour la lecture ou la construction de schémas, le meilleur moyen pour en faire de véritables outils de pensée est d'y être souvent confronté.

**b) Encourager, par des questions appropriées, la verbalisation des informations découvertes dans les schémas.** Cette verbalisation portera non seulement sur le contenu du schéma mais également sur la manière dont il a été construit.

Par exemple :

- De quoi parle-t-on dans ce schéma ? Comment le sais-tu ? Donne quelques détails significatifs.
- Y a-t-il des pictogrammes ou des signes que tu ne comprends pas ? Comment pourrait-on découvrir leur signification ?
- Quel est le point de vue adopté par celui qui a dessiné le schéma ? Voit-on les éléments d'un angle de vue particulier ? Par transparence ? En coupe ?
- Est-ce que ce schéma représente exactement la réalité ? Quelles différences remarques-tu (par exemple avec l'objet d'observation réel ou ce que tu en sais) ? Comment se fait-il que tel ou tel élément représenté sur le schéma n'existe pas tel quel dans la réalité (ou inversement) ?
- Quels liens peut-on faire entre le schéma et tel autre support (par exemple une photo, un texte) ? Quelles informations spécifiques apporte le schéma ?
- Quel était (est) ton avis personnel sur ce qui est expliqué dans le schéma ? Qu'est-ce que tu as appris ? Qu'est-ce que tu ne comprends pas ? Y a-t-il des choses avec lesquelles tu n'es pas d'accord ?

**c) Encourager les élèves à replacer chaque élément dans le schéma global afin de découvrir les significations implicites, de faire « parler » le document.**

Cette habitude est essentielle car beaucoup d'élèves ont tendance à repérer des détails et à s'y cantonner pour deviner ce qui est exprimé. C'est pourquoi, nommer les éléments d'un schéma ne suffit pas en soi. Il faut en comprendre la signification en contexte.

Par exemple :

- Pourquoi a-t-on dessiné tel pictogramme ? Que veut-il dire dans le contexte ?
- Pourquoi a-t-on utilisé des types de flèches différentes ? Que veulent-elles dire chacune dans le contexte ?

Après quelques analyses de documents, il peut être opportun d'amener les élèves à réaliser une grille d'analyse des schémas, en vue de mettre l'accent sur les stratégies permettant de traiter en profondeur les informations qui s'y trouvent.

Il nous semble important d'exploiter ces écrits dans des activités scientifiques qui ont un sens : il serait dommage d'exploiter un schéma de manière gratuite, pour lui-même mais plutôt de le voir comme un outil au service d'une pensée scientifique en action.

Dans la suite de cette partie, deux thèmes sont abordés ; la réflexion se poursuit ensuite par une grille d'analyse des schémas.

### **Thème 1 : Le point sur la symbolique des schémas**

Ce thème se décline dans deux contextes : « la circulation du sang » et « les corps purs et les mélanges ». Le point d'entrée dans les schémas se réalise autour d'une réflexion sur les symboles : il s'agit de rechercher des symboles qui ont la même signification et de verbaliser par écrit cette signification (d'abord à l'aide d'un verbe, puis d'une phrase).

Cette entrée par le symbolisme amène par la suite à faire le point sur l'apport combiné des différents schémas pour mieux comprendre :

- le rôle de la circulation du sang dans différentes situations où se produisent des échanges ;
- les différentes caractéristiques des corps purs et des mélanges.

La communauté scientifique utilise préférentiellement certaines conventions, notamment pour désigner des éléments (●—). Dans bon nombre de sources, ces conventions ne sont malheureusement pas utilisées. Il nous semblait utile d'explorer des documents divers dont certains respectent ces conventions (comme c'est le cas dans les schémas relatifs à la circulation) et d'autres pas (schémas relatifs aux mélanges et corps purs).

### **Thème 2 : Transfert d'un schéma à un autre, d'un texte à un schéma et d'un schéma à un texte**

Trois activités sont proposées dans ce thème. Deux envisagent la lecture combinée de différentes sources d'informations afin de mieux comprendre la circulation du sang (activité 1) et le rôle de la digestion (activité 2). La troisième activité vise à élaborer un commentaire d'accompagnement d'un schéma.

### **Complément : grille d'analyse de schémas**

Pour compléter la réflexion, nous proposons une grille d'analyse de schémas permettant de faire le point sur la symbolique des schémas. Elle a été réalisée sur la base de deux documents s'intéressant à la schématisation :

- CAPELLE P., GILLET M.-P., *Réaliser une illustration* – fiche outil, 2013
- GIOT B., DEMONTY I., *Les activités scientifiques en classes de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années primaires - Deux écrits incontournables : les schémas et les tableaux*, FWB/AGERS/SGPSE, 2009

### 3.3.1 | THÈME 1 : LE POINT SUR LA SYMBOLIQUE DES SCHÉMAS

#### 3.3.1.1 | CE QUI EST VISÉ

Cette séquence amène les élèves à se poser les questions nécessaires et à interpréter le sens des symboles utilisés dans les schémas et autres sources visuelles.

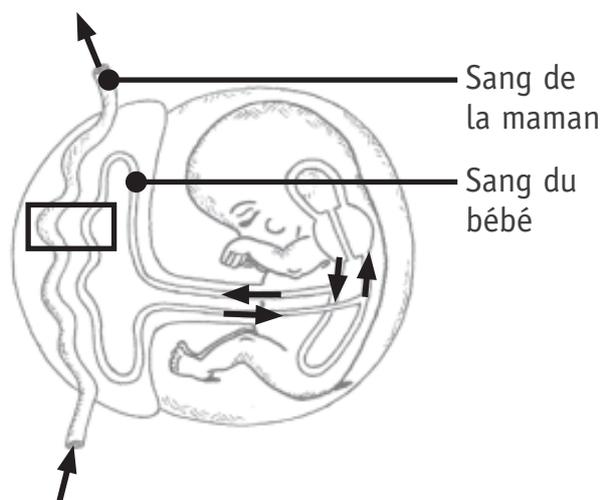
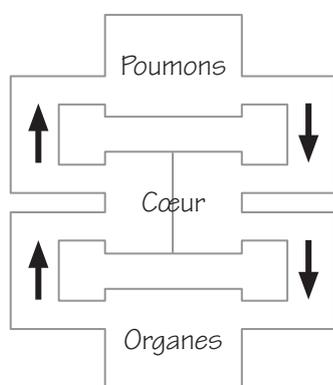
#### 3.3.1.2 | DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

L'activité porte ici sur la lecture de schémas relatifs à la circulation sanguine d'une part et aux corps purs et mélanges d'autre part (voir document à destination des élèves pages 48 à 53). Par l'intermédiaire de ces schémas, nous allons amener les élèves à décortiquer les différents symboles utilisés afin de leur donner un sens juste et précis dans diverses situations.

Après une première lecture des schémas, il leur est demandé de relever dans ceux-ci les symboles exerçant la même fonction. En effet, il se pourrait que deux flèches utilisées dans un ou plusieurs schémas signifient un déplacement alors que deux autres flèches, a priori identiques aux premières, permettent de montrer une relation directe entre deux éléments du schéma.

Ces différents signes mis en évidence, on amènera les élèves à poser un verbe significatif pour chacun d'eux, en vue finalement de pouvoir écrire une phrase complète illustrant la partie du schéma considéré.

**Un exemple concret pour notre séquence.**



- 1) Sélection des flèches qui ont la même signification ;
- 2) Association d'un verbe pour ce symbole (la signification de ces flèches pourrait être représentée par le verbe « Circuler ») ;
- 3) Écriture d'une phrase complète par schéma.

Schéma de gauche : *Le sang circule des poumons vers le cœur et du cœur vers les organes.*

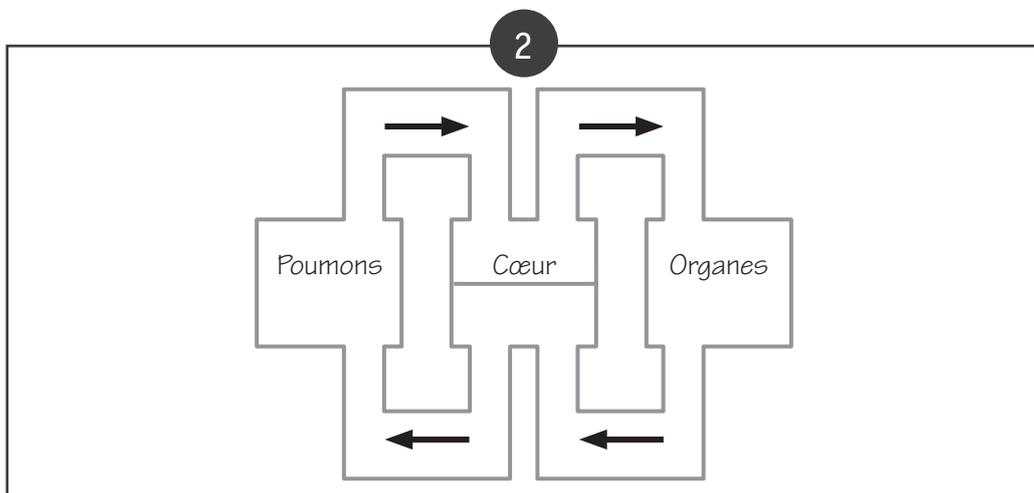
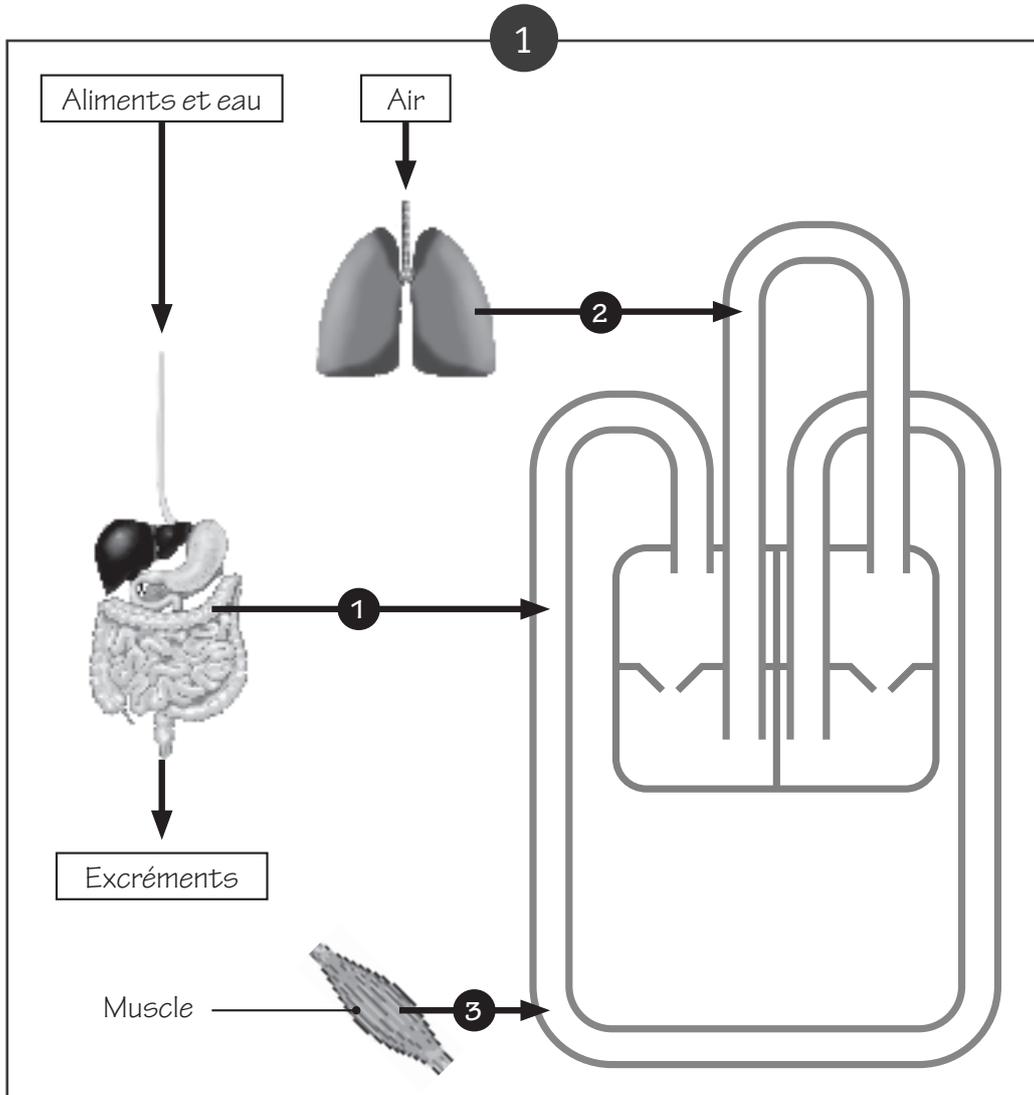
Schéma de droite : *Le sang circule du placenta de la maman vers le système circulatoire du bébé.*

# 5. La circulation du sang

(1/3)

Voici quelques schémas abordant la circulation sanguine de manière générale.

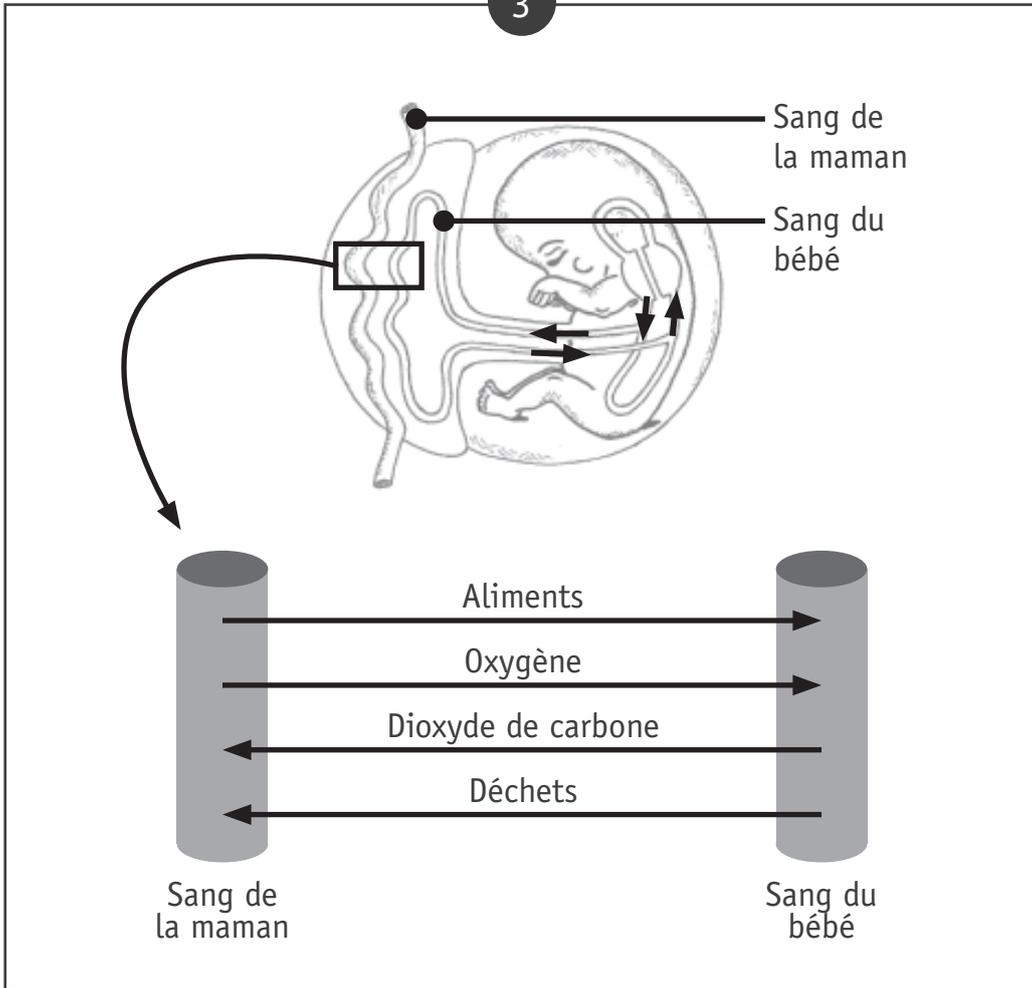
Interprète ces schémas en vue d'en relever les informations principales.



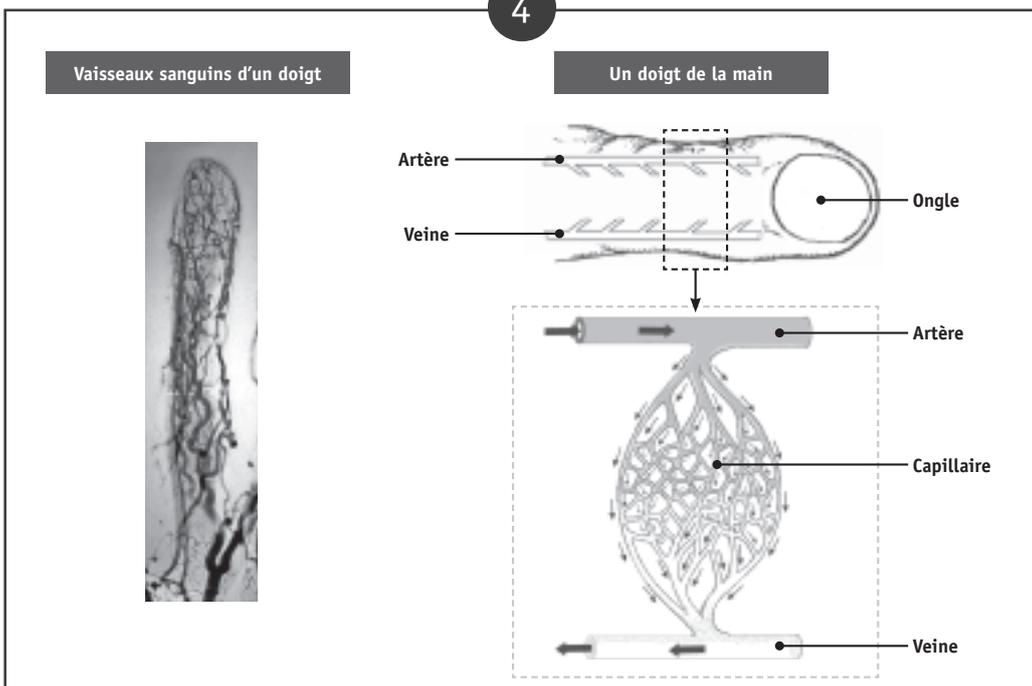
# 5. La circulation du sang

(2/3)

3



4





## 5. La circulation du sang

(3/3)

Dans les schémas, beaucoup de flèches apparaissent. Elles n'ont pas toutes la même signification.

A. Entoure, dans une même couleur, les flèches qui ont la même signification.

B. Complète le tableau suivant en reprenant, pour chaque signification différente des flèches :

- un verbe qui précise ce que veut dire les flèches qui ont la même signification ;
- une phrase complète qui précise, dans chaque cas, la signification de chaque flèche.

Flèche / couleur	Verbe	Phrase

# 6. La composition de la matière

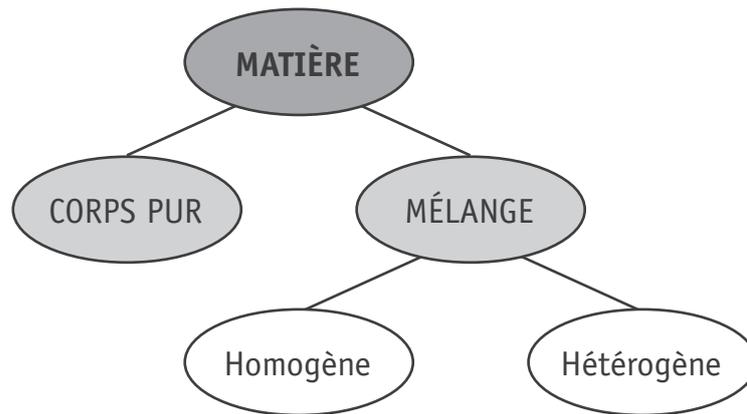
(1/3)

Voici quelques schémas abordant la composition de la matière de manière générale.

Interprète ces schémas en vue d'en relever les informations principales.

1

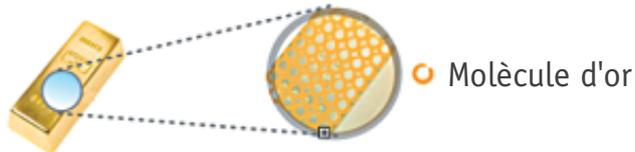
## ORGANIGRAMME DE LA MATIÈRE



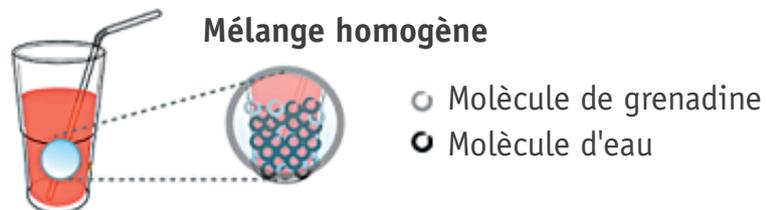
2

## MODÈLES MOLÉCULAIRES

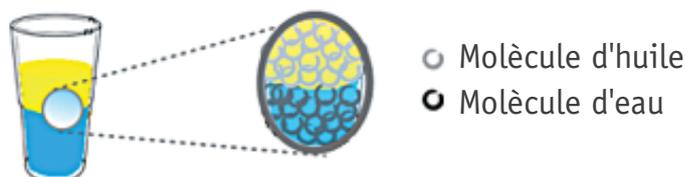
### Corps pur



### Mélange homogène



### Mélange hétérogène



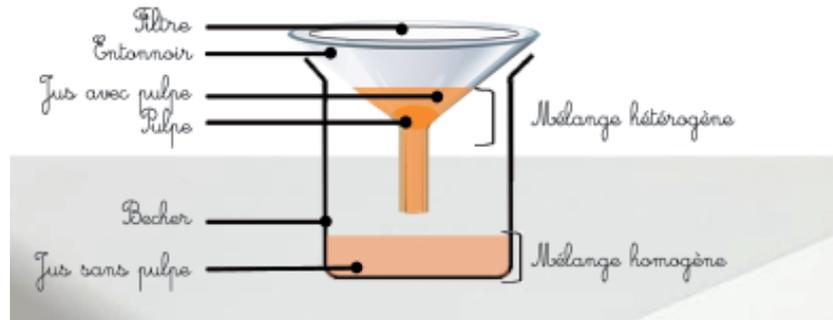
# 6. La composition de la matière

(2/3)

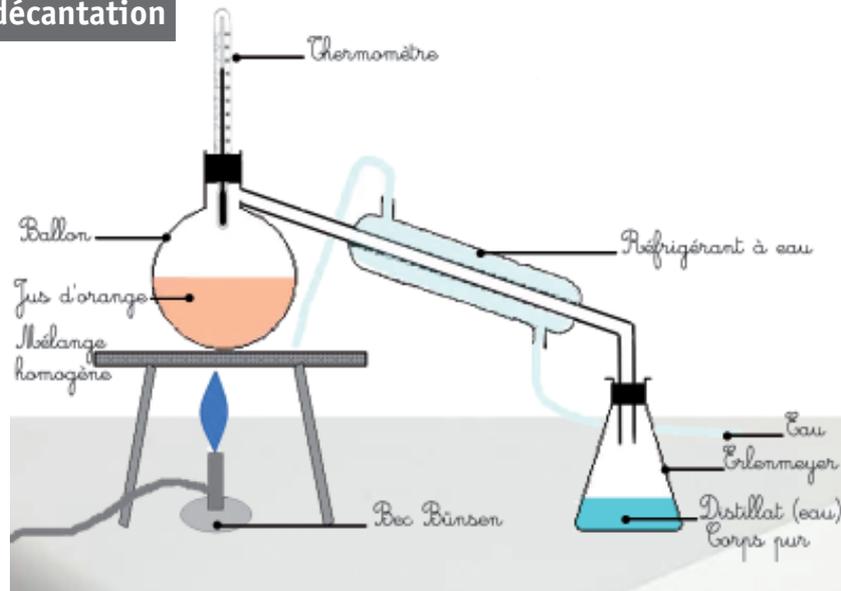
3

## MÉTHODES DE SÉPARATION DES MÉLANGES

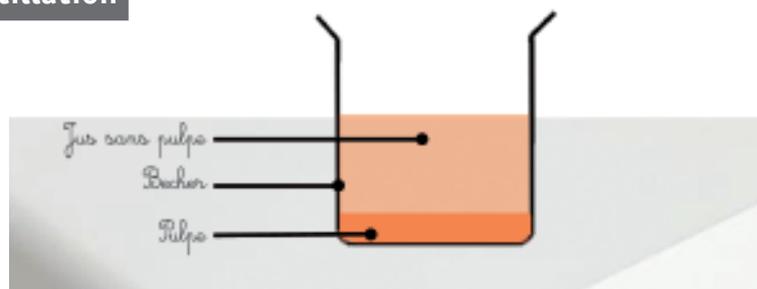
### La filtration



### La décantation



### La distillation





### **3.3.2 | THÈME 2 : TRANSFERT D'UN SCHÉMA À UN AUTRE, D'UN TEXTE À UN SCHÉMA ET D'UN SCHÉMA À UN TEXTE**

#### **3.3.2.1 | ACTIVITÉ 1 : LA CIRCULATION DU SANG**

##### **3.3.2.1.1 | CE QUI EST VISÉ**

Il s'agit d'amener les élèves à transférer les informations issues d'un texte ou d'un schéma vers un autre texte ou schéma.

##### **3.3.2.1.2 | DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ**

L'activité porte principalement, ici, sur la lecture des sources (schémas, photo, textes) relatives aux différents vaisseaux sanguins et à la compréhension de leur utilité respective.

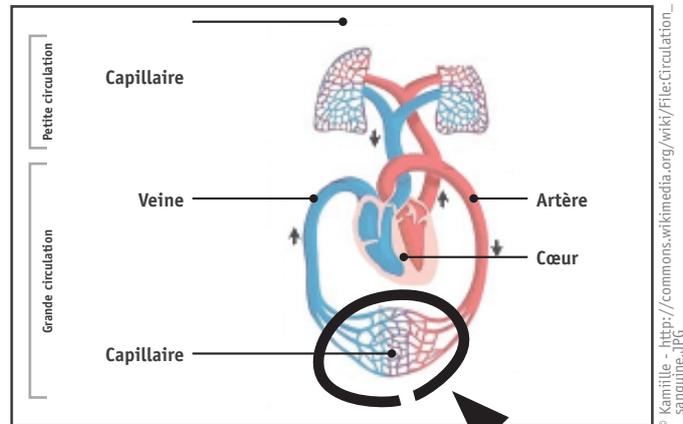
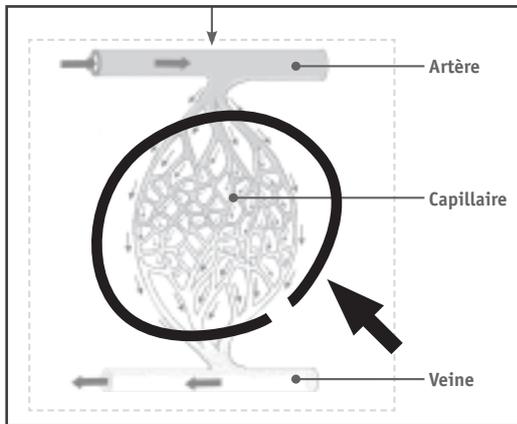
Par l'intermédiaire de ces sources, les élèves chercheront à faire des liens entre les informations, afin de pouvoir se les réapproprier pour construire leur propre production (texte ou schéma).

Après une première lecture, il leur est demandé de relever les informations qui se correspondent dans l'une et l'autre source.

Ces convergences seront alors réécrites / paraphrasées par les élèves eux-mêmes, en vue d'en vérifier leur compréhension et de les réutiliser dans leur production propre.

Un exemple concret pour notre séquence :

### 1) Relevé des informations semblables



En anatomie, les vaisseaux sanguins sont des conduits qui appartiennent à la circulation sanguine et qui transportent le sang dans l'organisme. Les veines (qui transportent le sang des organes vers le cœur) et les artères (qui transportent le sang du cœur vers les organes) sont principalement distinguées ; les capillaires qui permettent le passage des gaz et des nutriments entre le sang et les organes.

### 2) Paraphrase

Les capillaires sont des vaisseaux sanguins permettant les échanges entre les plus gros vaisseaux et les organes.

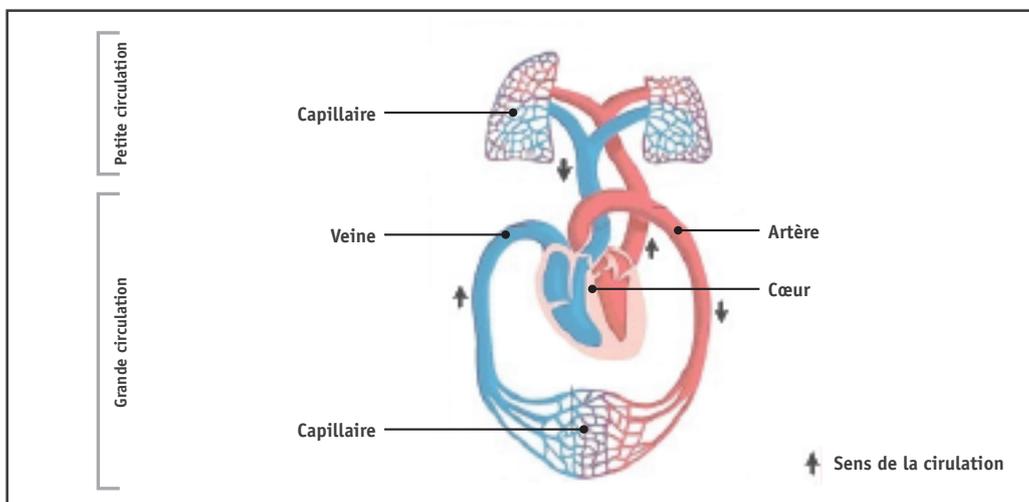
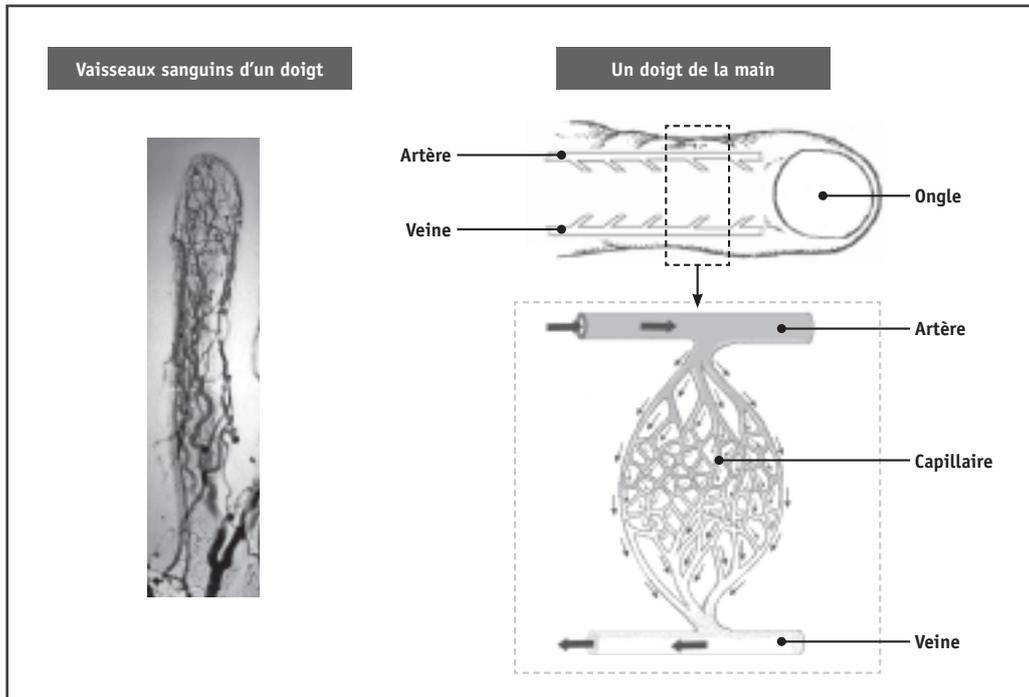
### 3) Production personnelle

À l'aide de toutes les phrases récoltées, les élèves pourront alors rédiger un texte suivi ou un schéma explicatif de ce qu'ils ont compris.

# 7. La circulation du sang

(1/2)

Les supports ci-dessous représentent les vaisseaux sanguins du doigt de la main.



Les vaisseaux sanguins sont des conduits qui transportent le sang dans l'organisme. On distingue :

- les veines qui transportent le sang des organes vers le cœur ;
- les artères qui transportent le sang du cœur vers les organes ;
- les capillaires qui permettent le passage des gaz et des nutriments entre le sang et les organes ;



## 7. La circulation du sang

(2/2)

- A. Sur ces supports, repasse dans la même couleur les éléments d'informations qui expriment les mêmes idées. Numérote ces différents éléments.
- B. Dans le tableau ci-dessous, reporte les différents numéros des éléments que tu as relevés et écris à côté de chacun d'eux une expression personnelle de l'idée véhiculée.

Numéro	Mon expression personnelle

- C. À l'aide de tes nouvelles informations, retrace ton propre schéma reprenant les différentes idées que tu as relevées.

### 3.3.2.2 | ACTIVITÉ 2 : LA DIGESTION

#### 3.3.2.2.1 | CE QUI EST VISÉ

Cette activité a pour but d'amener les élèves à comparer trois supports visuels relatifs au corps humain de manière à dégager la nature des informations qui peuvent ressortir de leur analyse approfondie.

#### 3.3.2.2.2 | DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

La problématique de l'activité est présentée aux élèves : il s'agit de présenter la digestion sous la forme d'un panneau dans lequel figureraient trois supports visuels présentés aux élèves (voir document pour les élèves page 59). Cette réflexion est menée en deux temps.

Dans un premier temps, chaque élève reçoit un support et tente d'expliquer ce qu'il apporte pour aider à comprendre le fonctionnement du système digestif. Par groupe de trois, les élèves ayant reçu le même schéma confrontent leurs idées et se mettent d'accord sur cette question : qu'apporte le support pour mieux comprendre la digestion ?

Par la suite, les élèves sont répartis dans d'autres groupes de trois personnes, mais cette fois-ci, chaque membre du groupe a à sa disposition un support différent. Il s'agit ensemble de réaliser un panneau qui intègre les trois supports de manière à mettre en évidence comment fonctionne la digestion.

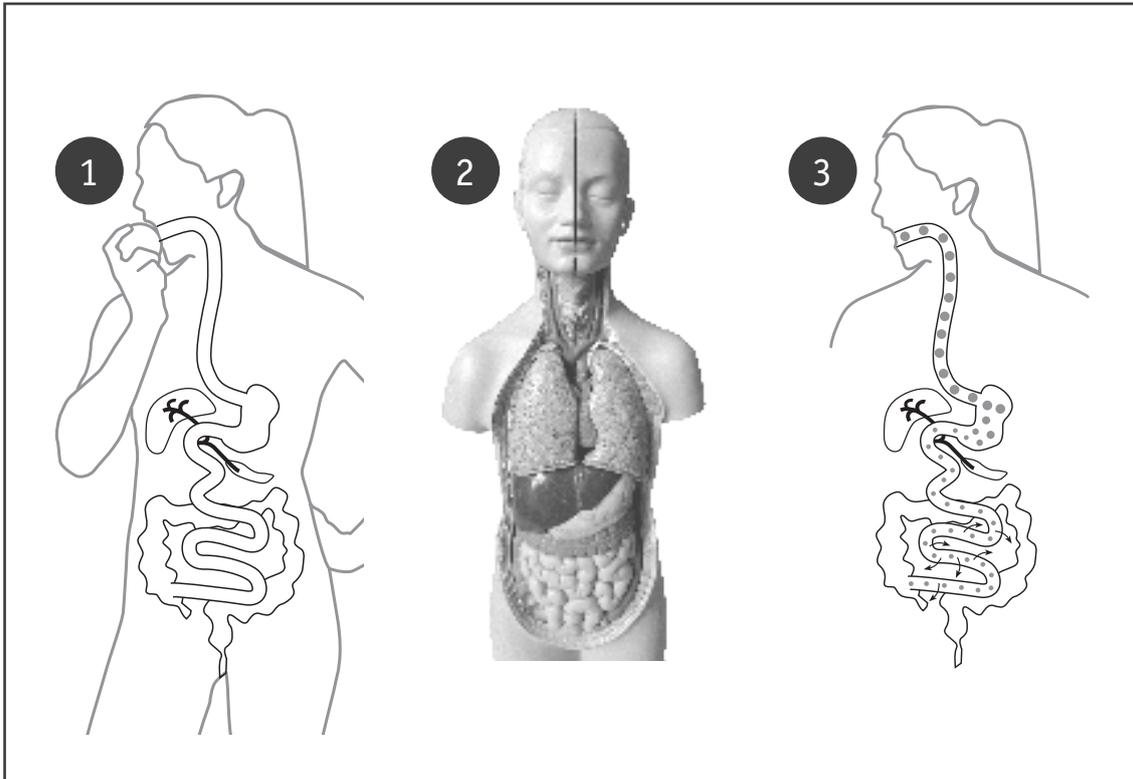
Les différents panneaux sont ensuite analysés de manière collective, en vue de faire émerger les différents apports d'informations que donnent les trois supports.

- L'écorché permet de visualiser où se trouvent les organes qui interviennent dans la digestion par rapport à d'autres.
- Le schéma du système digestif permet de focaliser l'attention sur les organes qui interviennent dans la digestion.
- Le schéma où apparaissent les aliments permet d'une part de visualiser le phénomène de la digestion (où les aliments sont progressivement digérés, et deviennent donc de plus en plus petits) et d'autre part, d'attirer l'attention sur le rôle majeur de l'intestin grêle dans le processus du passage des nutriments dans le sang.

Lors de la mise en commun, des questions plus spécifiques sur le schéma où apparaissent les aliments permettront de mettre à jour les implicites des flèches (vu les difficultés éprouvées par les élèves lors de l'évaluation).

## 8. La digestion

Voici trois supports visuels qui peuvent aider à comprendre comment les aliments sont digérés lors du passage dans le système digestif.



A. Choisis-en un et explique ce qu'il apporte pour comprendre le fonctionnement de l'appareil digestif.

B. En collaboration avec deux autres élèves qui n'ont pas choisi le même schéma que toi, réalise un panneau décrivant le système digestif.

a. Dans quel ordre présenteriez-vous les schémas ?

b. Quels commentaires ajouteriez-vous à chacun pour expliquer ce qu'il apporte comme information ?

### 3.3.2.3 | ACTIVITÉ 3 : LE CYCLE DE VIE

#### 3.3.2.3.1 | CE QUI EST VISÉ

Apprendre à lire un schéma se présentant sous la forme d'un cycle de vie, en étant attentif tant aux aspects explicites (images et textes) qu'aux aspects implicites (double signification des flèches comme désignant une action de transformation dans un processus qui se reproduit à l'infini) du schéma.

#### 3.3.2.3.2 | DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

Lors de cette activité, on demande aux élèves de rédiger un commentaire d'accompagnement du cycle de vie (voir document à destination des élèves page 61) dans le but de faire émerger sa compréhension personnelle du schéma.

Sur la base de l'analyse des productions spontanées des élèves, on proposera une exploitation de quelques-unes d'entre elles en vue de mettre en évidence les éléments devant apparaître dans la description pour expliquer correctement le cycle de vie, à savoir :

- La présence de chaque étape de la vie ;
- la (ou les) transformation(s) qui s'opère(nt) pour passer d'une étape à la suivante ;
- l'idée d'un phénomène cyclique.

Cette exploitation collective sera également l'occasion de faire le point sur les significations du symbolisme utilisé dans le schéma.

Par la suite, chacun pourrait revenir sur l'amélioration de son propre commentaire. D'autres cycles (ex : celui d'un animal ou le cycle de l'eau) pourraient également être exploités, de manière à voir si les élèves ont compris les trois aspects essentiels de ce type de support.

#### **Quelques exemples de productions auxquelles les élèves pourraient aboutir**

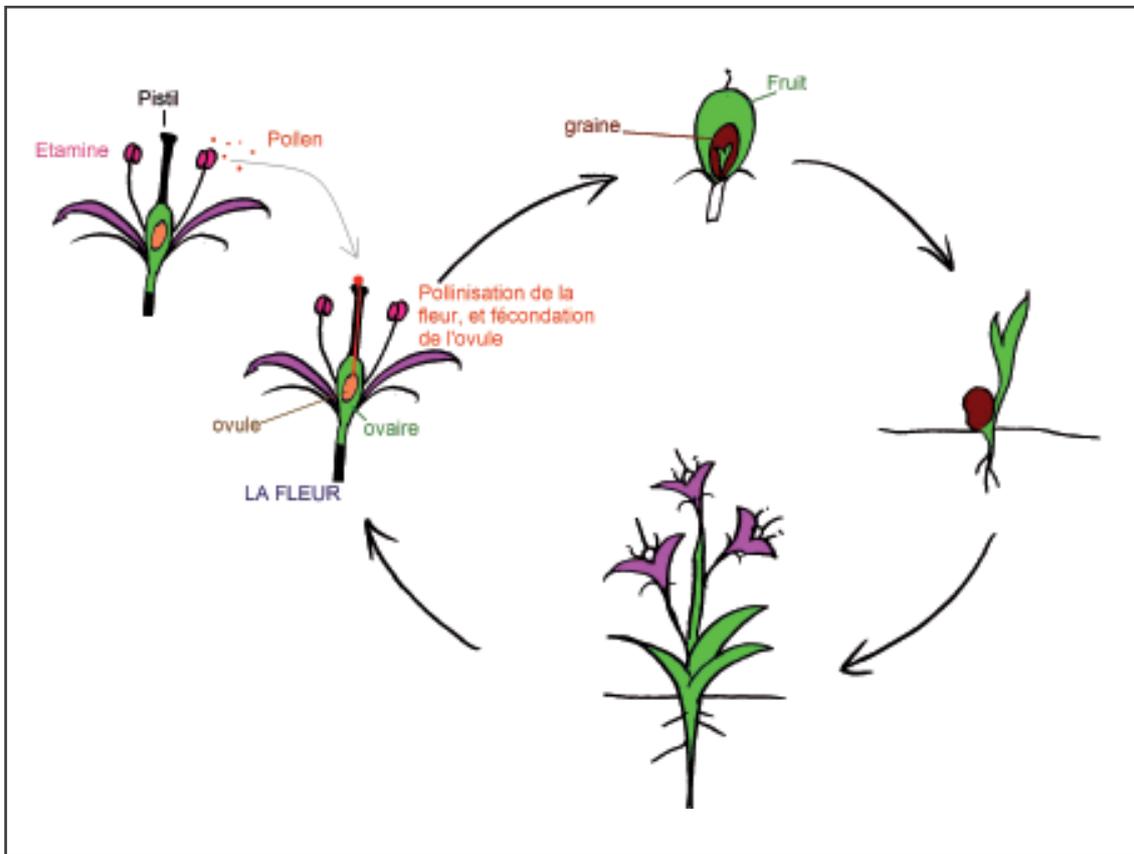
Sur la base d'une analyse des productions réalisées par des élèves français concernant le cycle de vie d'un cerisier<sup>5</sup>, trois types de productions ont été identifiés.

- Certaines se concentrent sur la succession chronologique du cycle : les étapes sont citées et correctement ordonnées mais comme une succession temporelle uniquement.
- D'autres productions vont plus loin dans l'interprétation du cycle en mettant en évidence les liens entre les étapes : l'idée de transformation apparaît, mais le commentaire s'attache à décrire la vie d'un cerisier en particulier.
- Un troisième type de productions montre un niveau de compréhension encore plus affiné du cycle : l'élève a compris que le cycle ne servait pas qu'à décrire les étapes de la vie, mais aussi celles de la perpétuation d'une espèce. La description indique que l'élève a compris le principe cyclique du schéma.

<sup>5</sup> BAUTIER E., MANESSE D., PETERFALVI B. & VERIN A., *Le cycle du cerisier : une narration scientifique ?*, Repères, 2000.

## 9. Le cycle de vie

Voici un schéma qui décrit le cycle de la vie d'une plante à fleurs.



Il manque le texte qui l'accompagne. Explique, de la façon la plus complète possible, les informations que nous donne ce schéma.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3.3.3 | COMPLÉMENT : GRILLE D'ANALYSE DE SCHÉMAS PERMETTANT DE FAIRE LE POINT SUR LA SYMBOLIQUE DES SCHÉMAS<sup>6</sup>

#### 3.3.3.1 | LES DIFFÉRENTS TYPES DE SCHÉMAS

On distingue 4 types de schémas :

##### **Le schéma linéaire**

Ce schéma se lit de manière linéaire (du début à la fin) en respectant souvent un ordre chronologique. Il présente un enchaînement de causes et de conséquences.

##### **Le schéma fonctionnel**

Souvent plus abstrait que le schéma linéaire, il envisage le fonctionnement d'un ensemble. La particularité du schéma fonctionnel est qu'il implique une mise en relation des éléments présentés. Ces mises en relations sont souvent suggérées par des symboles (en particulier des flèches).

##### **Le schéma circulaire**

Il présente des phénomènes cycliques. Contrairement au schéma linéaire, il n'a ni début ni fin et se lit dans le sens des aiguilles d'une montre.

Exemple : le cycle de l'eau, le cycle de vie d'une plante à fleurs.

##### **Le schéma systémique**

Il aborde la complexité du réel. Ces schémas ne sont en général pas produits mais plutôt lus en vue de s'initier à l'analyse systémique.

#### 3.3.3.2 | LES PICTOGRAMMES ET LES SIGNES CONVENTIONNELS OU PARTICULIERS

Les schémas utilisent volontiers des pictogrammes et autres dessins symbolisant le réel, ce qui facilite une visualisation des situations. Associés aux dessins, on trouve des signes tels que flèches, traits ondulés, traits droits pleins ou pointillés, accolades et crochets... Tous ces signes ont pour but de faciliter la lecture du schéma et l'expression des idées.

Une flèche peut, en effet, mettre en évidence :

- une relation de dépendance (Y dépend de X) ;
- une relation causale (X entraîne Y) ;
- une relation trophique (X est mangé par Y) ;
- un sens de déplacement ;

<sup>6</sup> Ce document reprend des informations issues de trois sources qui analysent spécifiquement les caractéristiques des schémas :

- CAPELLE P., GILLET M.-P., *Réaliser une illustration – fiche outil*, 2013
- GIOT B., DEMONTY I., *Les activités scientifiques en classes de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années primaires - Deux écrits incontournables : les schémas et les tableaux*, FWB/AGERS/SGPSE, 2009
- OBLINGER D., *Sciences : Boîte à outils : premier degré de l'enseignement secondaire*, CAF, 2012

- une chronologie (X, puis Y, puis...) ;
- une transformation ou une mutation (X devient Y) ;
- une génération (X donne naissance à Y) ;
- une subdivision structurelle (X se subdivise en Y et en Z).

### 3.3.3.3 | LES ÉLÉMENTS REPRÉSENTÉS : QUANTITÉ ET COULEURS

Le nombre d'éléments représentés ainsi que les couleurs peuvent aussi avoir une signification précise, conventionnelle, usuelle ou particulière.

- Ainsi, il est fréquent de représenter un seul élément d'un organisme alors qu'il y en a beaucoup. Il prend alors une valeur symbolique, comme le muscle dans un schéma de la circulation du sang.
- Au niveau des couleurs, il est très courant de représenter en rouge le sang oxygéné et en bleu le sang chargé de déchets. Mais le rouge et le bleu sont aussi utilisés dans d'autres contextes pour symboliser l'eau froide et l'eau chaude !

Le type d'éléments représentés, leur nombre et leurs couleurs sont des indices symboliques qu'il convient d'interpréter chaque fois en contexte.

### 3.3.3.4 | LES TITRES, LES LÉGENDES ET LES ANNOTATIONS

Un bon lecteur va se tourner rapidement vers le titre s'il ne reconnaît pas d'emblée l'objet représenté. Mais il peut être surpris par la complexité des mots ou expressions utilisés.

Exemples :

- « Coupe du rein gauche ».
- « La fécondation de la fleur est réalisée : les pétales tombent »<sup>7</sup>.
- « Composition spectrale de la lumière blanche ».

Le titre peut aussi être imagé et le lecteur doit alors en inférer la signification

Exemple : « L'eau que je bois, 7 autres personnes l'ont bue avant moi ! »<sup>8</sup>

Par ailleurs, il est très rare de trouver un schéma sans quelques mots d'accompagnement : légende, annotations diverses, commentaires. Ces mots, expressions et petits textes explicitent le schéma et permettent en particulier d'en identifier les différentes parties. Mais nommer ne suffit pas ! Il faut aussi comprendre ce qu'est l'élément désigné et sa fonction dans l'ensemble de la situation représentée.

<sup>7</sup> Ce type de formulation est fréquent dans les sous-titres notamment pour désigner les étapes d'un phénomène.

<sup>8</sup> Extrait d'un document présenté dans *Zoom 10/12* (2003), p. 118.

### 3.3.3.5 | L'ÉCHELLE, LES PROPORTIONS, LA PERSPECTIVE

L'agrandissement ou la réduction à l'échelle de certains éléments représentés peut rendre difficile la compréhension de l'ensemble. Selon les cas, les schémas respectent ou non les proportions relatives des éléments ou les distances relatives entre eux. Parfois même il est impossible de préserver une proportionnalité relative des éléments représentés.

La perspective (coupe, plan, dessin en 3D) est un paramètre qui peut s'avérer très complexe. La difficulté est évidemment accrue lorsque ce paramètre se combine à d'autres, comme c'est le cas par exemple dans la représentation en 3D d'une coupe dans la peau, où il faut prendre en compte la perspective en même temps que l'agrandissement d'éléments microscopiques.









Fédération Wallonie-Bruxelles / Ministère  
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique  
Service général du Pilotage du Système éducatif  
Boulevard du Jardin Botanique, 20-22 – 1000 BRUXELLES  
[www.fw-b.be](http://www.fw-b.be) – 0800 20 000  
Impression : Desmet-Laire - [contact@desmetlaire.be](mailto:contact@desmetlaire.be)  
Graphisme : MO - [olivier.vandevelle@cfwb.be](mailto:olivier.vandevelle@cfwb.be)  
Septembre 2013

Le Médiateur de la Wallonie et de la Fédération Wallonie-Bruxelles  
Rue Lucien Namèche, 54 – 5000 NAMUR  
0800 19 199  
[courrier@mediateurcf.be](mailto:courrier@mediateurcf.be)

La « Fédération Wallonie-Bruxelles » est l'appellation désignant usuellement la « Communauté française »  
visée à l'article 2 de la Constitution