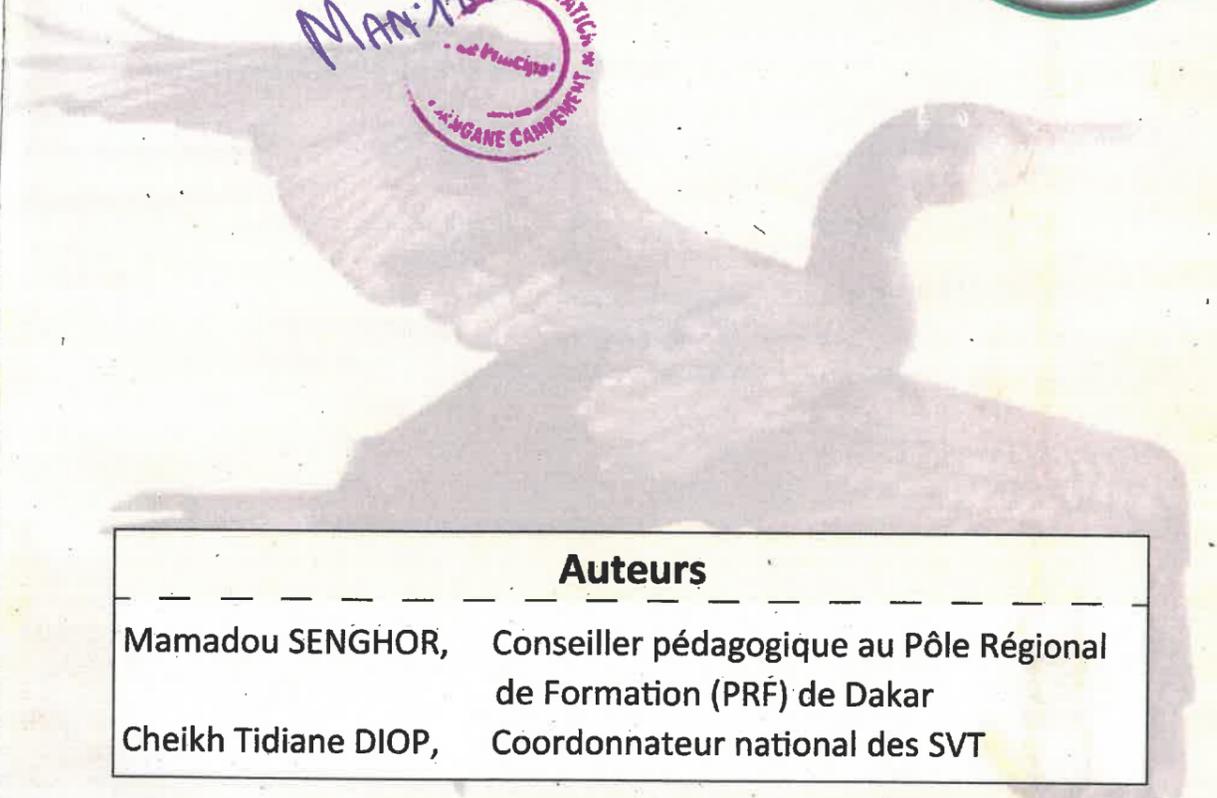


# Sciences de la Vie et de la Terre

3<sup>e</sup>

MAN: 13/03/24  
UNIVERSITÉ DE FATICK  
de Principes  
SÉMINAIRE CAMPESMENT



## Auteurs

Mamadou SENGHOR,	Conseiller pédagogique au Pôle Régional de Formation (PRF) de Dakar
Cheikh Tidiane DIOP,	Coordonnateur national des SVT

Mamadou SENGHOR  
Cheikh Tidiane DIOP



SCIENCES DE LA VIE

Édition 2018



Il est formellement interdit de reproduire, d'enregistrer ou de diffuser, intégralement ou en partie, le présent ouvrage par quelque procédé que ce soit sans autorisation préalable.

## DIDACTIKOS

B.P. : 25729 Dakar-Fann

Dakar - Sénégal

e-mail : didactikossuarl@gmail.com

## AVANT-PROPOS

Ce manuel est destiné aux élèves de la classe de troisième. Il permet de compléter l'étude des grandes fonctions biologiques qui portent sur :

- le fonctionnement du système nerveux ;
- la vision ;
- la respiration et la fermentation ;
- l'excrétion urinaire et la régulation du milieu intérieur.

Une part importante est réservée à l'immunologie, compte tenu de son importance du point de vue scientifique, du rôle qu'elle joue dans la compréhension de l'infection au VIH/SIDA et de la lutte contre la maladie.

Les Sciences de la Terre portent sur des phénomènes géologiques importants et indispensables à la compréhension du fonctionnement du globe terrestre :

- la tectonique des plaques ;
- le métamorphisme ;
- le cycle des roches ;
- la chronologie en géologie.

Tout au long des chapitres, les élèves vont consolider l'apprentissage des compétences méthodologiques entamé dès la classe de 6<sup>e</sup>, à savoir : s'informer (I), raisonner (Ra), communiquer (C), réaliser (Re).

Ces compétences méthodologiques constituent des ressources qui permettront d'installer les compétences de base.

Pour cela, le manuel s'appuie sur une série d'activités réalisables en classe ou à la maison, individuellement ou en groupes.

Ce manuel est conforme, en tout point, au programme officiel de mai 2008. Une attention particulière a été portée au niveau de formulation des textes, pour l'adapter à des élèves de troisième.

Il est découpé en deux parties (sciences de la vie et sciences de la terre) ; elles-mêmes subdivisées en thèmes structurés en chapitres.

Chaque chapitre comprend :

- ☞ une situation de départ ;
- ☞ un problème ou des problèmes à résoudre ;
- ☞ des objectifs visés par chaque activité ;
- ☞ des documents variés ;
- ☞ des activités ;
- ☞ un lexique ;
- ☞ un bilan global ou résumé qui apporte les réponses aux problèmes à résoudre ;
- ☞ une rubrique "Pour en savoir plus" ;
- ☞ des exercices réunis sous deux rubriques différentes :
  - maîtrise des connaissances ;
  - compétences méthodologiques.

Malgré les soins apportés à la rédaction des textes et aux illustrations, ce manuel contient, sans doute, des imperfections, des oublis, des imprécisions... Nous en appelons aux lecteurs, aux professeurs et aux élèves, de nous faire part de leurs observations pour que ce livre évolue à la manière des sciences de la vie et de la terre.

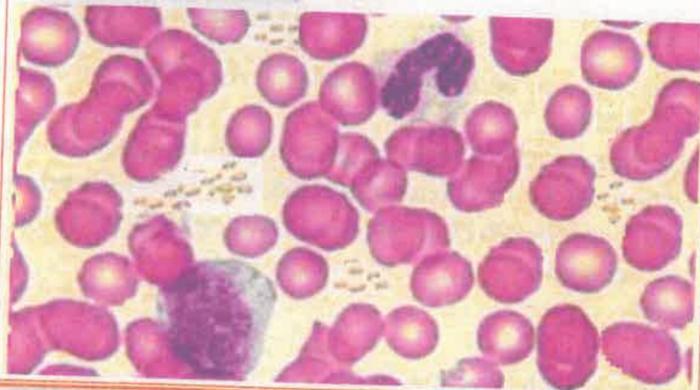
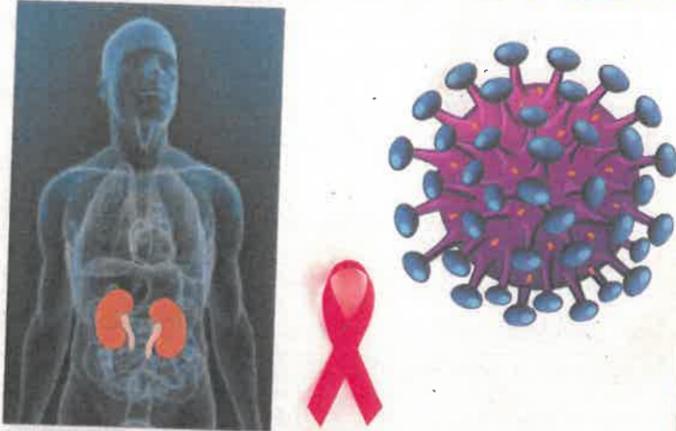
Les auteurs



# Présentation du manuel

Le manuel comprend deux grandes parties, six thèmes et quinze chapitres.

## PREMIÈRE PARTIE SCIENCES DE LA VIE

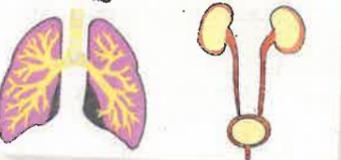


### THÈME I. FONCTION DE RELATION

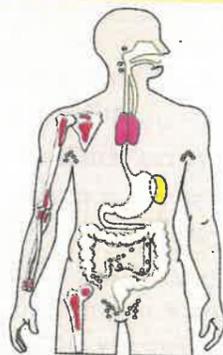


Feu de circulation au rond-point "SANGHAR" - DAKAR (Sénégal)

### THÈME II. FONCTION DE NUTRITION



### THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE



Malgré toute cette agression microbienne, les hommes vaquent à leurs activités. Comment peut-on expliquer ce fait ?

## DEUXIÈME PARTIE

# SCIENCES DE LA TERRE



### THÈME IV. LA TECTONIQUE DES PLAQUES



Il y a 250 millions d'années.



Alfred Wegener, géographe et climatologue allemand (1870 - 1930)



Position actuelle des continents

### THÈME V. LE CYCLE DES ROCHES



### THÈME VI. LA CHRONOLOGIE



# Mode d'emploi du manuel

Tous les chapitres sont organisés de la façon suivante :

titre du chapitre

**CHAPITRE 8 LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME IMMUNITAIRE**

une introduction qui énonce le ou les problèmes à résoudre

l'énoncé du premier problème à résoudre

les objectifs visés dans les activités

Document 1. Résultats d'observation d'un frottis sanguin au microscope.

Une proposition d'activités dont la réalisation doit te permettre d'atteindre les objectifs visés. Pour chaque activité, le support à utiliser est précisé.

- ACTIVITÉS**
- 1- Classe les comportements affichés dans le document 1 en deux catégories : ceux qui sont volontaires et ceux qui sont involontaires.
  - 2- Pour chaque comportement affiché dans le document 1, note, dans le document 2 le stimulus, l'organe de sens concerné et le sens développé. Déduis-en la définition du mot stimulus.
  - 3- Décrits, uniquement à partir du toucher, les différents objets présents dans le sac. (Utilise des adjectifs : petit, grand, rugueux, lisse, piquant, doux...)
  - 4- À l'aide des données obtenues lors du test présenté par le document 3, complète le document 4.
  - 5- Quel constat fais-tu en ce qui concerne la sensibilité tactile ?
  - 6- Localise, dans le document 5, les différents récepteurs présents dans la peau et indique le rôle de chacun d'eux dans la perception de l'environnement. Déduis-en la nature des messages sensoriels.
  - 7- À l'aide du document 6, explique comment on peut reconnaître, par le toucher, un objet contenu dans un sac.
  - 8- À l'aide des informations fournies par les documents 1 à 6, explique comment nous percevons notre environnement.

Un bilan global est réalisé. C'est une synthèse des acquis de toutes les activités. Tu y trouveras les réponses aux problèmes à résoudre dans le chapitre. Il se présente sous forme d'un texte synthétique et/ou d'un schéma-bilan.

**BILAN**

**LA PERCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT**  
Les informations ou stimuli provenant de notre environnement (lumière, température, pression, substances, sons) sont captés par les organes de sens (le nez, la langue, les oreilles, les yeux). C'est grâce à nos organes de sens et à nos cinq sens (le toucher, l'ouïe, la vue, l'odorat, le goût) que nous percevons l'environnement. Ces organes de sens recueillent des messages sensoriels variés qui sont transmis au cerveau qui interprète ces messages et agit en conséquence (réponse volontaire ou involontaire). Les récepteurs sensoriels sont situés dans les organes de sens (les yeux, les oreilles, le nez, la langue, la peau, les muscles, les tendons, les articulations, les organes internes, les organes des sens). Les messages sensoriels sont transmis au cerveau par les nerfs.

**LES ORGANES QUI INTERVIENNENT DANS UNE RÉACTION INVOLONTAIRE**  
Les messages du système nerveux sont :  
- les récepteurs sensoriels ;  
- les nerfs ;  
- les centres nerveux (le cerveau, le moelle épinière).  
Une réaction involontaire implique :  
- les récepteurs sensoriels qui recueillent le message sensoriel et le transmettent ;  
- les nerfs, dans le rôle de conduire les messages sensoriels et motrices ;  
- les centres nerveux, qui traitent le message et envoient le message au muscle ;  
- les muscles, qui sont des effecteurs, accomplissent les réponses.  
Une réaction involontaire est le résultat de la transmission de messages sensoriels au cerveau qui agit en conséquence.

**LES ORGANES QUI INTERVIENNENT DANS UNE RÉACTION VOLONTAIRE**  
Pour qu'il y ait réalisation d'une réaction volontaire, il faut que les muscles se contractent. Pour cela, il faut recevoir un message nerveux provenant du cerveau (centre nerveux). L'ordre volontaire est le résultat de la transmission de messages sensoriels au cerveau qui agit en conséquence par le système nerveux.

LEXIQUE	
Comportement	manière d'être, d'agir ou de réagir, attitude, conduite d'un individu, d'un groupe face à une situation donnée.
Organe de sens	organe capable de capter un ou des stimuli de l'environnement.
Récepteur sensoriel	structure localisée dans un organe de sens qui détecte un stimulus.
Message sensoriel	information produite par un récepteur sensoriel.
Nerf	organe qui relie un centre nerveux à un autre ou à un organe de sens ou à un effecteur (muscle ou glande).

Cette rubrique t'aidera à comprendre le sens des mots que tu vas rencontrer dans les textes du chapitre.

Cette rubrique comprend des exercices pour évaluer la maîtrise des connaissances sous forme de questions directes (questionnaire, mots-croisés...), de questions à choix multiples (QCM), d'appariement (pairage ou association), d'alternative, de texte à trous, de phrases à compléter, de schéma à annoter de mémoire, de chasse à l'intrus...

Cette rubrique comprend des exercices pour évaluer les compétences méthodologiques : application, recherche d'information dans un document, pratique du raisonnement scientifique, communication.

**ÉVALUATION**

**MAÎTRISE DES CONNAISSANCES**

Exercice 1

1- Recopie la (les) bonne(s) réponse(s).  
1- Après un exercice, à quoi est attribuable l'essoufflement ?  
a- À une augmentation de la concentration de dioxygène dans le sang.  
b- À une insuffisance en dioxygène dans le sang.  
2- D'où provient l'énergie utilisée pendant la contraction musculaire ?  
a- Elle provient directement du dioxygène.  
b- Elle provient de la dégradation du glucose.  
c- Elle provient directement du sélén.  
3- Les muscles en contraction consomment une grande quantité de (d') :  
a- Vitamines.  
b- Sucres.  
c- Dioxygène.  
d- Dioxyde de carbone.  
e- Eau.

**COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES**

Exercice 2

Les quantités de certaines substances ont été mesurées dans le sang artériel (sang entrant dans le muscle) et dans le sang veineux (sang sortant du muscle). Les résultats sont consignés dans les schémas ci-dessous.

**POUR EN SAVOIR PLUS**

**QUELQUES MALADIES DU SYSTÈME NERVEUX ENTRAINANT DES TROUBLES DU COMPORTEMENT**

La maladie de Parkinson est une maladie neuro-dégénérative (perte progressive des neurones au niveau du cerveau). Ces neurones ou cellules nerveuses sont responsables de la production d'une substance chimique, le dopamine, qui intervient dans la transmission des messages entre les neurones de cerveau impliqués dans le contrôle du mouvement ; d'où une appellation de neuro-dégénération. La diminution significative de dopamine qui résulte de la perte de neurones entraîne, ainsi, l'apparition des troubles du mouvement (tremblements). La maladie débute, habituellement, entre 45 et 70 ans. C'est la deuxième plus fréquente maladie neuro-dégénérative, après la maladie d'Alzheimer.

Malheureusement, plusieurs médicaments sont, aujourd'hui, disponibles pour pallier le manque de dopamine. Il est, donc, possible de contrôler, adéquatement, les symptômes de la maladie et de conserver ainsi une excellente qualité de vie, plusieurs années après que le malade ait été diagnostiqué. Malheureusement, aucun médicament ne peut encore ralentir ou arrêter la progression de la maladie.

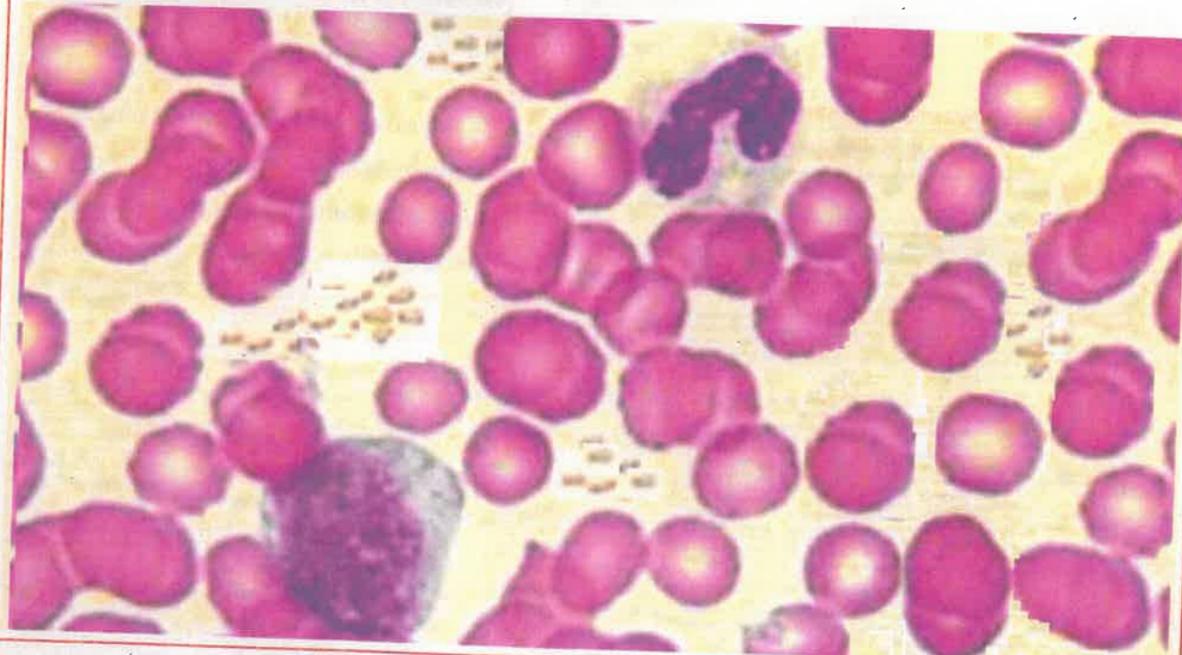
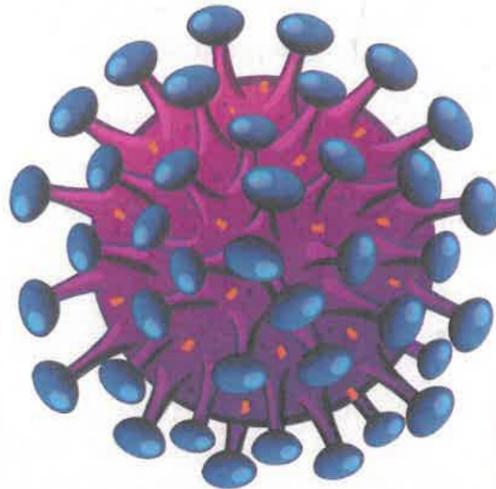
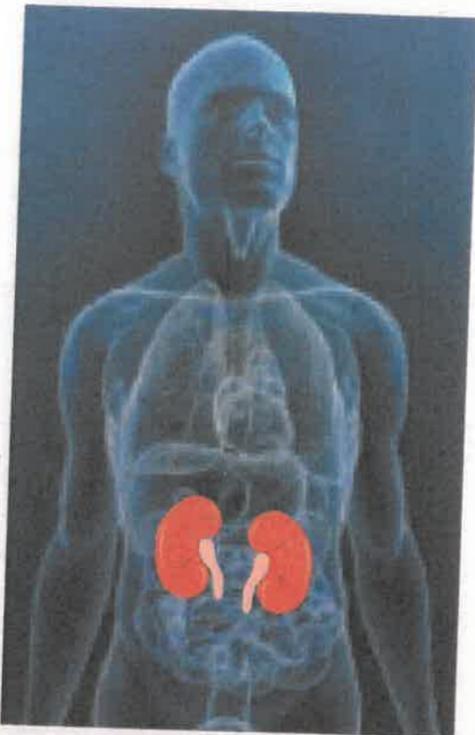
L'épilepsie est une affection neurologique caractérisée par une prédisposition héréditaire à générer des crises non expliquées par un facteur causal immédiat. L'épilepsie est causée par un dysfonctionnement passager du cerveau ; certains disent qu'il s'agit d'une « crise d'épilepsie ». Lors d'une crise d'épilepsie, les neurones du cerveau produisent, soudainement, une décharge électrique anormale dans certaines zones cérébrales. La crise dite « grand mal », représente la forme la plus spectaculaire de crise d'épilepsie. Le patient perd, brutalement, connaissance et son organisme présente des manifestations épileptiques en trois phases : phase tonique causant raidissement, contraction de l'ensemble des muscles des membres, du tronc et du visage dont les muscles oculomoteurs et mastroïdiens ; phase clonique causant des convulsions, contractions dissociées des mêmes muscles et respiration, et la phase d'inconscience (comme durant quelques minutes à quelques heures), caractérisée par une respiration bruyante due à l'encombrement bronchique. Cette phase est celle d'une relaxation intense durant laquelle il est possible, mais pas systématique, de perdre ses réflexes. Le retour à la conscience est progressif. Il existe, souvent, une confusion et une absence de souvenir de la crise.

Certains facteurs favorisent des crises occasionnelles : l'hypoglycémie, l'hypocalcémie, l'alcoolisme, le surdosage de médicaments.

Malheureusement, l'épilepsie n'affecte pas les capacités intellectuelles. Cependant, si les crises surviennent sur des enfants en bas âge, elles peuvent finir par causer un léger retard dans divers apprentissages, notamment la lecture.

La rubrique «Pour en savoir plus» apporte des informations supplémentaires en relation avec le thème abordé.

PREMIÈRE PARTIE  
**SCIENCES DE LA VIE**



**SOMMAIRE**

**THÈME I. FONCTION DE RELATION**

<b>CHAPITRE 1</b>	LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX	Page 11
<b>CHAPITRE 2</b>	ÉTUDE DE LA VISION	Page 40

**THÈME II. FONCTION DE NUTRITION**

<b>CHAPITRE 3</b>	LA RESPIRATION CHEZ L'ESPÈCE HUMAINE	Page 57
<b>CHAPITRE 4</b>	LES PHÉNOMÈNES ÉNERGÉTIQUES QUI ACCOMPAGNENT LA RESPIRATION	Page 74
<b>CHAPITRE 5</b>	LA FERMENTATION ; UN AUTRE MOYEN DE SE PROCURER DE L'ÉNERGIE	Page 80
<b>CHAPITRE 6</b>	LE RÔLE DU REIN DANS L'EXCRÉTION URINAIRE ET LA RÉGULATION DU MILIEU INTÉRIEUR	Page 87

**THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE : CAS DE L'INFECTION AU VIH/SIDA**

<b>CHAPITRE 7</b>	L'IMMUNITÉ ET LA RÉPONSE IMMUNITAIRE	Page 99
<b>CHAPITRE 8</b>	LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME IMMUNITAIRE	Page 116
<b>CHAPITRE 9</b>	AUTRES MANIFESTATIONS DE L'IMMUNITÉ	Page 121
<b>CHAPITRE 10</b>	AIDE À L'IMMUNITÉ	Page 132
<b>CHAPITRE 11</b>	DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE : CAS DE L'INFECTION AU VIH	Page 145

# THÈME I. FONCTION DE RELATION



Championnat d'athlétisme : Amy Mbacké THIAM (Sénégal, dossard N°723) luttant pour la victoire.



Feu de circulation du rond-point "SANDAGA"- DAKAR (Sénégal)

THÈME I. FONCTION DE RELATION

# CHAPITRE 1 LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX

PREMIÈRE PARTIE CHAPITRE 1 LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX

L'Homme perçoit, en permanence, de multiples informations provenant de son environnement et il produit des réactions adaptées aux informations perçues.

- Comment percevons-nous notre environnement ?
- Quels sont les organes qui interviennent dans une réaction réflexe ?
- Quels sont les organes qui interviennent dans une réaction volontaire ?
- Quelle hygiène pour un bon fonctionnement du système nerveux ?

## Problème 1. Comment percevons-nous notre environnement ?

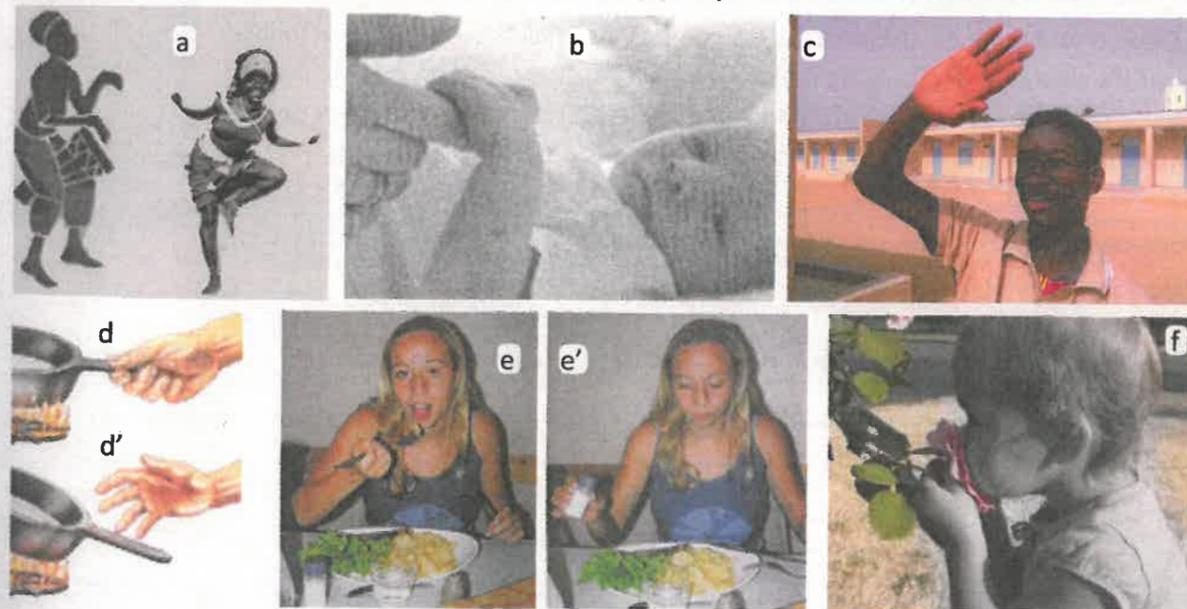
- Objectifs :**
- Identifier les stimuli responsables de nos comportements et les organes de sens correspondant aux stimuli.
  - Déterminer le lieu de naissance des messages sensoriels.
  - Déterminer le devenir des messages sensoriels.

## I - LA PERCEPTION DE NOTRE ENVIRONNEMENT

### A - Les stimuli responsables de nos comportements et les organes des sens correspondant aux stimuli

Notre organisme ne cesse de capter des informations en provenance de notre environnement. Il réagit à certaines d'entre elles.

Le document 1 présente des réactions à des informations provenant de l'environnement.



Document 1. Réactions aux stimuli de notre environnement.



- a = Femme qui danse au son d'un tam-tam.
- b = Bébé tenant le doigt d'un individu.
- c = Homme qui se protège contre l'éblouissement.
- d = Individu qui attrape une poêle (d), puis la lâche brusquement (d').
- e = Filles qui mangent un repas (e) auquel elle rajoute du sel (e').
- f = Fillette qui saisit une fleur qu'elle renifle.

Comportement					
Stimulus					
Organe de sens					
Sens					

Document 2. Tableau récapitulatif.

THÈME I. FONCTION DE RELATION

**B - Lieu de naissance des messages sensoriels**  
**À la découverte des récepteurs sensoriels (exemple les récepteurs sensoriels de la peau) : la sensibilité tactile.**

La peau possède de nombreux récepteurs sensoriels qui répondent à différents stimuli comme le toucher, le contact d'un objet, les variations de température ou la douleur. La densité de ces récepteurs varie d'un territoire à l'autre. Le visage et les extrémités sont très riches en récepteurs. Par exemple, il y a 2500 récepteurs par centimètre carré, rien qu'au niveau de la pulpe des doigts.

**Réalisation de petites expériences sur la sensibilité tactile**

**Expérience 1.** Manipulations aveugles afin de localiser diverses sensibilités au niveau de la peau. Dans un sac fermé contenant différents objets, on introduit la main et on touche les différents objets.

**Expérience 2.** Mise en évidence de la sensibilité tactile.

À l'aide d'une paire de ciseaux ou d'un compas, on réalise un test sur un individu ayant les yeux fermés. On écarte, plus ou moins, les pointes et on mesure l'écartement. Pour chaque écartement, on lui demande s'il ressent une ou deux pointes. On teste le dos de la main, la paume et le bout des doigts.



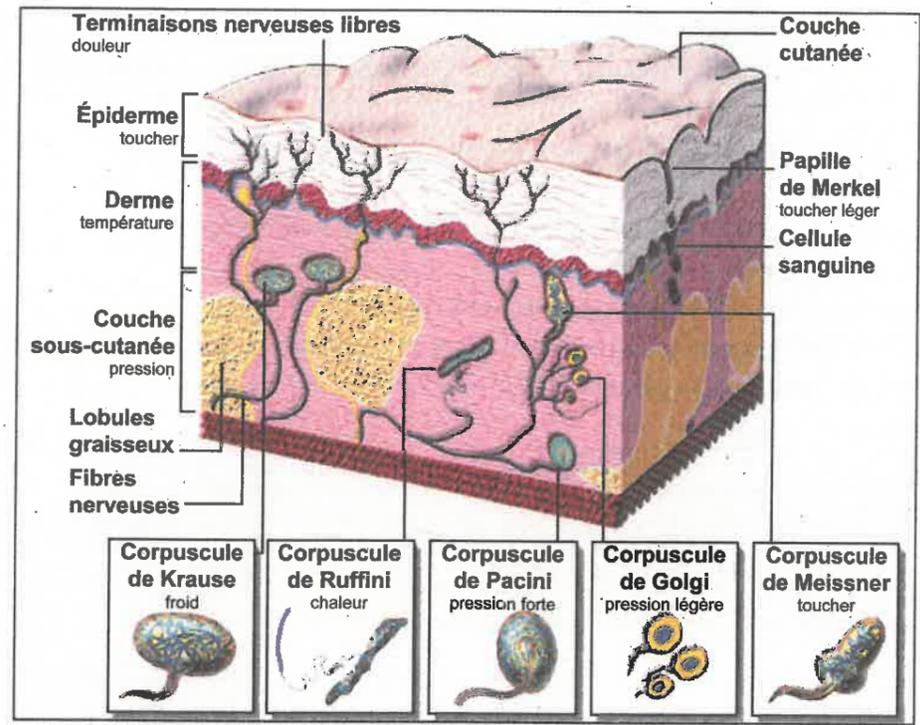
Document 3. Expériences sur la sensibilité tactile.

Écartement des pointes en mm	Nombre de pointes ressenties		
	Bout des doigts	Paume de la main	Dos de la main
3			
5			
10			
20			
30			

Document 4. Tableau récapitulatif.

**Les récepteurs de la peau**

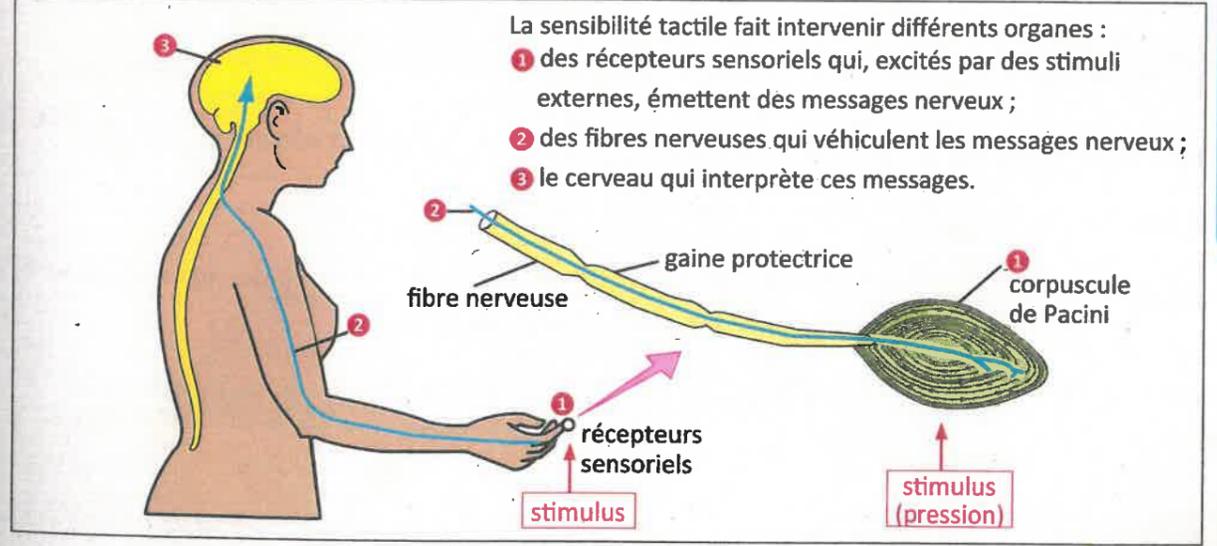
On compte, dans la peau, 600.000 récepteurs du toucher et, au moins, 200.000 récepteurs de température. Connus sous le nom de papilles ou corpuscules de Merkel, Meissner, Krause, Pacini, Ruffini et Golgi, ils se présentent sous des formes diverses : en bulbe, pelote, panier, sac ou fibres filamenteuses.



Document 5. Schéma des récepteurs de la peau.

**C - Le devenir des messages sensoriels**

On peut reconnaître, uniquement par le toucher, des objets contenus dans un sac. Le schéma ci-dessous permet d'expliquer ce fait.



Document 6. Le devenir des messages sensoriels.

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie CHAPITRE 1 LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX

ACTIVITES

- 1- Classe les comportements affichés dans le **document 1** en deux catégories : ceux qui sont volontaires et ceux qui sont involontaires.
- 2- Pour chaque comportement affiché dans le **document 1**, note, dans le **document 2** le stimulus, l'organe de sens concerné et le sens développé. Déduis-en la définition du mot stimulus.
- 3- Décris, uniquement à partir du toucher, les différents objets présents dans le sac. (Utilise des adjectifs : petit, grand, rugueux, lisse, piquant, doux ...).
- 4- À l'aide des données obtenues lors du test présenté par le **document 3**, complète le **document 4**.
- 5- Quel constat fais-tu en ce qui concerne la sensibilité tactile ?
- 6- Localise, dans le **document 5**, les différents récepteurs présents dans la peau et indique le rôle de chacun d'eux dans la perception de l'environnement. Déduis-en le lieu de naissance des messages sensoriels.
- 7- À l'aide du **document 6**, explique comment on peut reconnaître, par le toucher, un objet contenu dans un sac.
- 8- À l'aide des informations fournies par les **documents 1 à 6**, explique comment nous percevons notre environnement.

LEXIQUE

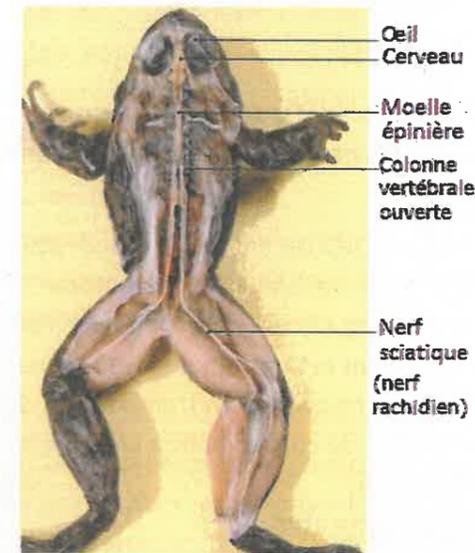
<b>Comportement</b>	manière d'être, d'agir ou de réagir, attitude, conduite d'un individu, d'un groupe face à une situation donnée.
<b>Organe de sens</b>	organe capable de capter un ou des stimuli de l'environnement.
<b>Récepteur sensoriel</b>	structure localisée dans un organe de sens qui détecte un stimulus.
<b>Message sensoriel</b>	information produite par un récepteur sensoriel.
<b>Nerf</b>	organe qui relie un centre nerveux à un autre ou à un organe de sens ou à un effecteur (muscle ou glande).
<b>Perception</b>	faculté qui nous permet de ressentir les stimuli de l'environnement.

**Problème 2.** Quels sont les organes qui interviennent dans une réaction involontaire (réaction réflexe) ?

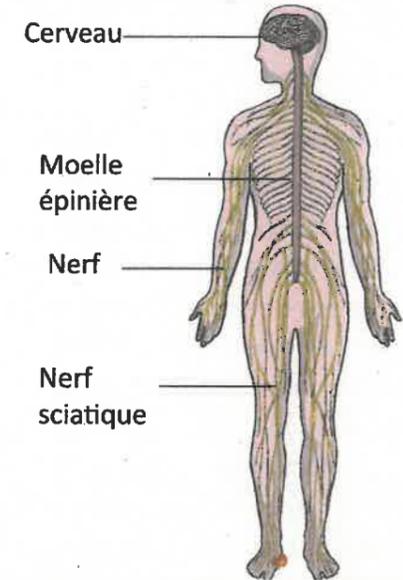
- Objectifs :**
- Identifier les organes du système nerveux.
  - Identifier les organes qui interviennent dans une réaction réflexe, les relations entre ces organes ainsi que le sens de déplacement de l'influx nerveux.

II - LES ORGANES QUI INTERVIENNENT DANS UNE RÉACTION INVOLONTAIRE (RÉACTION RÉFLEXE)

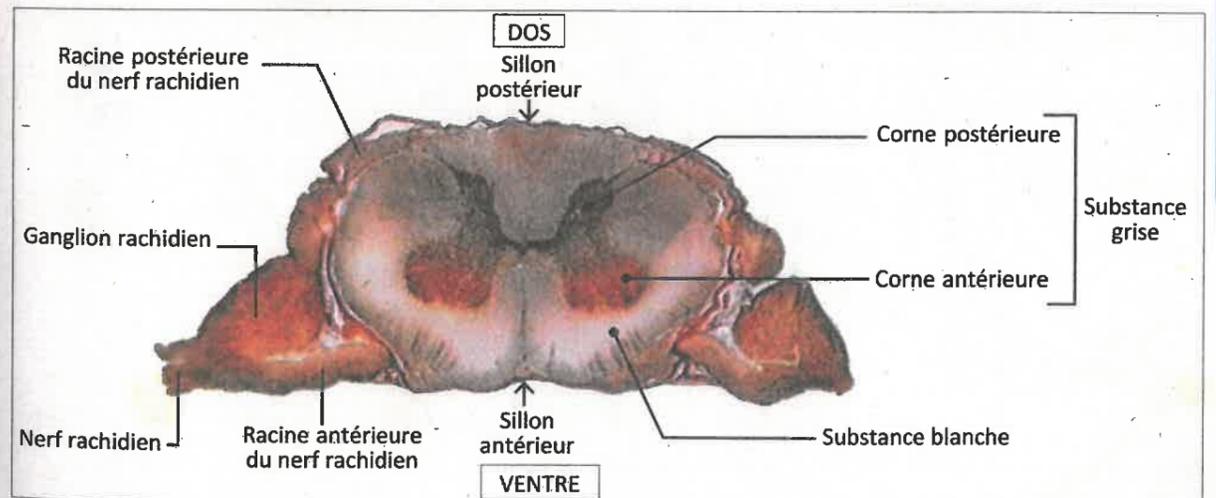
A - Les organes du système nerveux



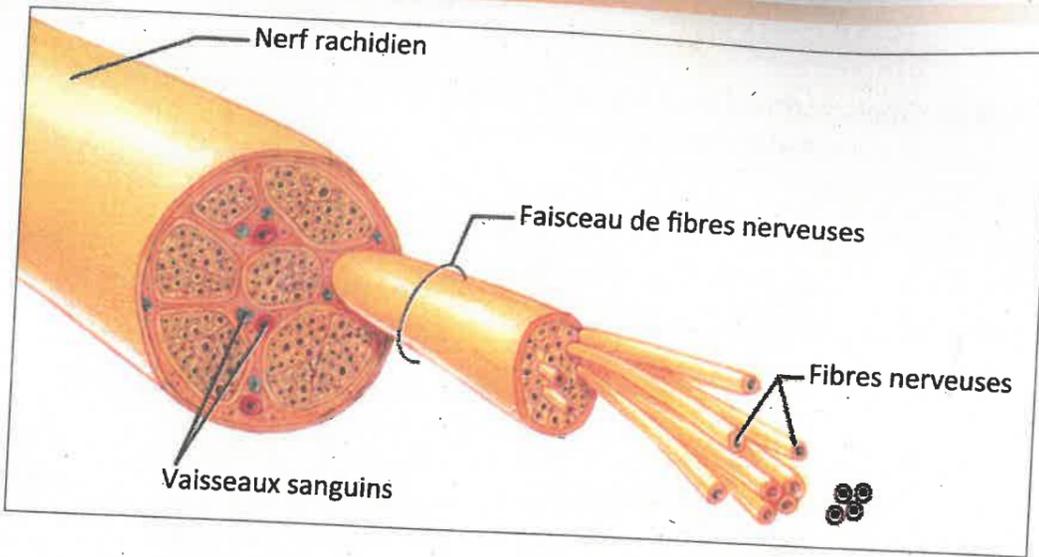
**Document 7.** Photographie de la dissection du système nerveux de grenouille.



**Document 8.** Vue d'ensemble du système nerveux de l'homme.



**Document 9.** Coupe de moelle épinière observée à la loupe.



THÈME I. FONCTION DE RELATION

**B - Les organes qui interviennent dans une réaction réflexe, les relations entre ces organes ainsi que le sens de déplacement de l'influx nerveux.**

**Étude expérimentale du réflexe de flexion chez la grenouille**

On utilise, souvent, une grenouille dont le cerveau a été détruit. Chez cet animal, la moelle épinière demeure le seul centre nerveux (l'animal est dit spinal). Chez un animal spinal, l'ensemble des organes, autres que le cerveau, fonctionnent (le cœur bat, le sang circule...). Cependant, l'animal est mort. En effet, un animal n'est vivant que lorsque son cerveau est entrain de fonctionner. Sur une grenouille spinale, on porte des excitations d'intensités croissantes en trempant les doigts de la patte postérieure gauche dans des solutions diluées d'acide de concentration croissante. Les doigts de la patte sont rincés à l'eau, après chaque expérience. Le document 11 présente différents résultats dans le cadre de cette étude.

N°	Expér. 1	Expér. 2	Expér. 3	Expér. 4	Expér. 5	Expér. 6
Concentration	+	++	+++	++++	+++++	++++++
Réaction de l'animal						
	Aucune réponse	Réponse localisée	Réponse unilatérale	Réponse bilatérale	Réponse irradiée	Réponse généralisée

NB : Le nombre de signes + indique la concentration en acide.

Document 11. Réflexe de flexion chez la grenouille.

D'autres expériences ont été réalisées chez la grenouille, afin d'identifier les organes mis en jeu lors d'une réaction réflexe, ainsi que leurs rôles. Le document 12 présente les différents résultats.

**Expérience 1**

Après un bref séjour (4 à 5 secondes) de l'extrémité du pied droit dans l'éther, l'application d'eau acidulée, à quelque concentration que ce soit, sur cette région du corps, n'entraîne aucune réaction réflexe. Par contre, l'application d'eau acidulée à concentration élevée sur l'extrémité du pied gauche a pour conséquence la flexion des quatre membres. Après quelques minutes, une nouvelle application d'eau acidulée sur l'extrémité de la patte droite redevient efficace.

**Expérience 2**

Renouvelons l'expérience après section du nerf sciatique dans la cuisse du membre droit : toute application d'eau acidulée sur l'extrémité de celui-ci devient inefficace, c'est-à-dire qu'on n'observe aucune réaction réflexe. Une application d'eau acidulée de concentration élevée (suffisante, en principe, pour provoquer une réponse des quatre membres) sur l'extrémité de la patte postérieure gauche entraîne une réponse de l'ensemble de ce membre, ainsi que la flexion de la cuisse et de la jambe droites. Par contre, le pied droit reste inerte.

**Expérience 3**

La destruction de la moelle épinière d'une grenouille spinale entraîne l'abolition de toute réponse réflexe, quelle que soit la concentration de la solution acidulée.

Document 12. Les organes mis en jeu lors d'une réaction réflexe et leur rôle.

**ACTIVITES**

- À l'aide du document 7, indique les différents organes qui composent le système nerveux de la grenouille ainsi que les relations entre ces organes.
- Quelle (s) constatation (s) fais-tu en comparant le système nerveux de la grenouille et celui de l'homme (document 8) ?
- Décris le document 9 et, à l'aide du document 7, précise sa localisation dans l'organisme.
- Décris le document 10.
- En t'appuyant sur le document 11 :
  - décris le comportement de l'animal face aux différentes excitations à l'acide.
  - quelle relation constates-tu entre l'intensité de l'excitation et la réponse de l'animal ?
- Lis, attentivement, le texte du document 12, puis indique les organes mis en jeu lors d'une réaction involontaire, ainsi que leur rôle.
- À l'aide des documents 11 et 12, réalise un schéma de synthèse montrant les relations entre les organes et le sens du message nerveux.
- À partir de ton schéma, explique les résultats de l'expérience 2 du document 11.



PREMIÈRE PARTIE CHAPITRE 1 LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX

## LEXIQUE

<b>Anesthésie</b>	suppression des sensations (et en particulier la sensation de douleur).
<b>Arc réflexe</b>	trajet suivi par l'influx nerveux depuis le récepteur jusqu'à l'effecteur, en passant par le centre nerveux.
<b>Encéphale</b>	ensemble des organes contenus dans la boîte crânienne (le cerveau, le cervelet et le bulbe rachidien). Le terme de cerveau est, parfois, employé comme synonyme d'encéphale.
<b>Fibre nerveuse</b>	prolongement cytoplasmique d'un neurone, très fin, de longueur très variable. Ce sont les fibres nerveuses des neurones qui constituent les nerfs.
<b>Message nerveux</b>	information provenant des récepteurs ou des centres nerveux et véhiculée par les nerfs.
<b>Seuil</b>	concentration minimale capable de stimuler un récepteur.
<b>Système nerveux</b>	ensemble des centres nerveux (cerveau et moelle épinière) et des nerfs.
<b>Réflexe</b>	réponse involontaire à la stimulation d'un récepteur.

### Problème 3. Quels sont les organes qui interviennent dans une réaction volontaire ?

**Objectifs :**

- Distinguer les aires corticales.
- Identifier les organes qui interviennent dans une réaction volontaire, les relations entre ces organes ainsi que le sens de déplacement de l'influx nerveux.

## III - LES ORGANES QUI INTERVIENNENT DANS UNE RÉACTION VOLONTAIRE

### A - Les aires corticales

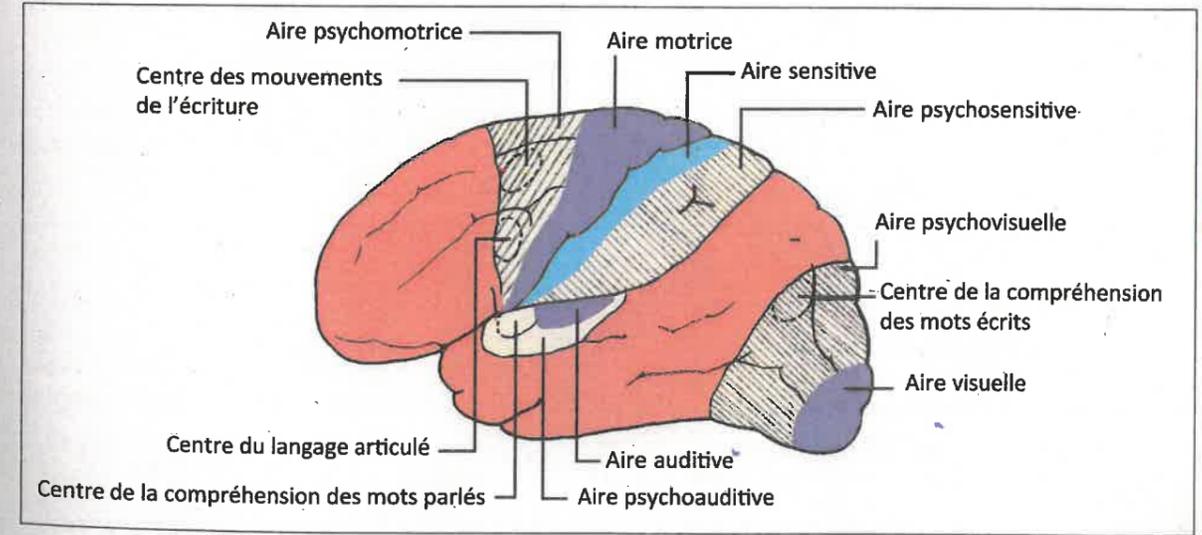
#### 1 - Méthodes d'investigation

- Des **observations cliniques** sont effectuées chez des enfants nés sans cerveau ou chez des individus présentant une tumeur ou une hémorragie suite à un accident : certains individus ayant eu un accident, bien que n'étant ni aveugles, ni sourds, ne reconnaissent plus ce qu'ils voient, ni ce qu'ils entendent.
- Les symptômes présentés par les sujets sont notés soigneusement et mis en relation avec les lésions découvertes à l'autopsie ou au cours d'une intervention chirurgicale.
- L'**ablation totale** ou **partielle** de certaines régions du cerveau (pour extraire une tumeur) entraîne, sur le comportement de l'individu, des effets qui sont, ensuite, analysés avec précision.
- Des **excitations électriques** portées sur un territoire précis d'un hémisphère cérébral montrent l'existence de relations entre ce territoire et une région bien précise du corps du côté opposé.

#### 2 - Résultats des investigations

Différentes investigations ont permis de découvrir que le cortex cérébral est une mosaïque d'une quarantaine de zones ou aires spécialisées, les unes dans la perception de l'environnement ; les autres dans la réalisation consciente de mouvements.

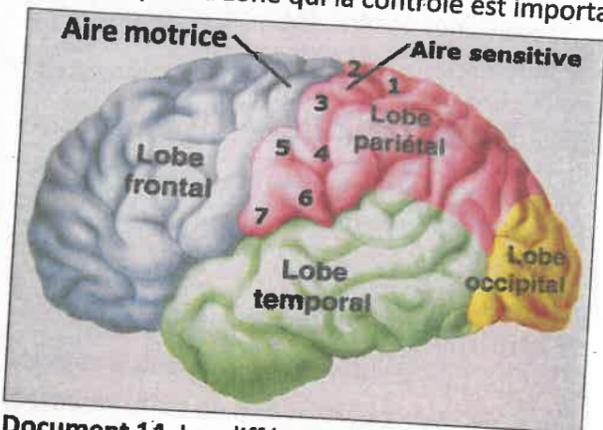
Le **document 13** présente certaines de ces aires.



**Document 13.** Les aires corticales de l'hémisphère gauche.

### 3 - Aire corticale sensitive

Des expériences de stimulation de l'aire sensitive d'un patient ont permis de découvrir que la sensibilité de chaque organe est contrôlée par une zone précise de cette aire et que plus l'organe est sensible, plus la zone qui la contrôle est importante.



Zone stimulée	Partie du corps où se manifeste une sensation
1	pied
2	jambe
3	tronc
4	main
5	visage
6	langue
7	intestin

Document 14. Les différentes zones sensorielles de l'aire sensitive.

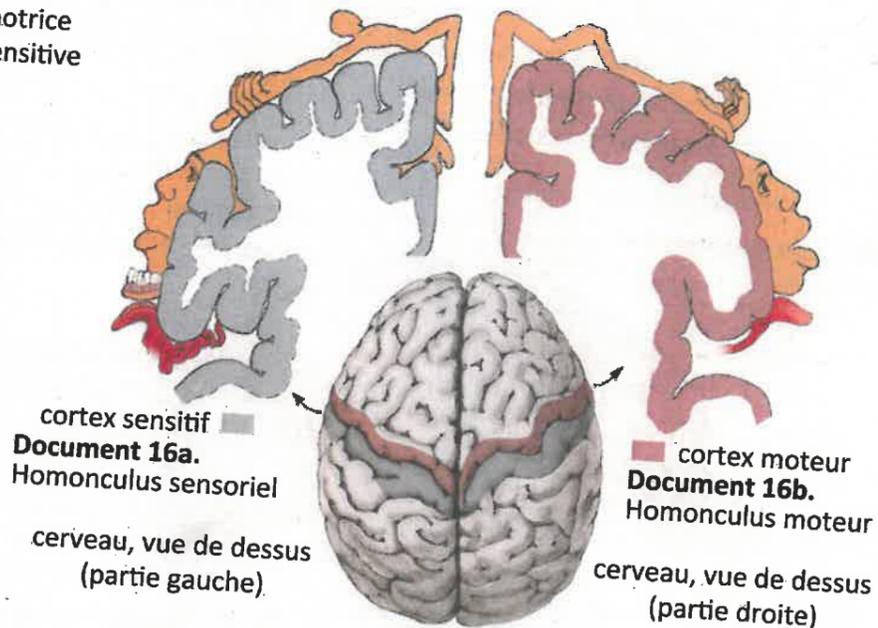
Document 15. Résultats des expériences.

Ces expériences ont permis de réaliser une représentation appelée «**homonculus sensoriel**» (Document 16a).

### 4 - Aire corticale motrice

Les expériences de stimulation réalisées sur l'aire motrice ont montré que le mouvement de chaque organe est contrôlé par une zone précise de cette aire et que plus un organe est mobile, plus la zone qui le contrôle est importante. Ces expériences ont permis de réaliser une représentation appelée «**homonculus moteur**» (Document 16b).

■ Aire motrice  
■ Aire sensitive



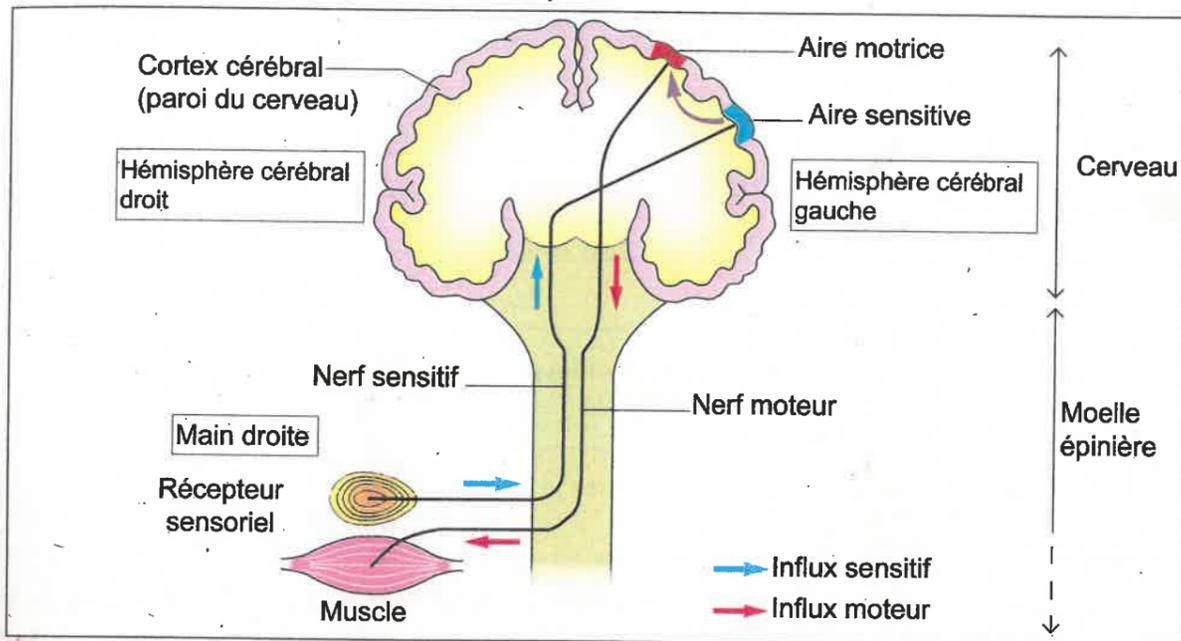
cortex sensitif  
Document 16a.  
Homonculus sensoriel  
cerveau, vue de dessus (partie gauche)

cortex moteur  
Document 16b.  
Homonculus moteur  
cerveau, vue de dessus (partie droite)

Document 16. «Homonculus sensoriel» (16a), «homonculus moteur» (16b) et le cerveau vue de dessus.

### B - Les organes qui interviennent dans une réaction volontaire, les relations entre ces organes ainsi que le sens de déplacement de l'influx nerveux.

Prendre une clé, dans sa poche, parmi d'autres de formes différentes, puis ouvrir une porte, peut sembler simple comme geste. Pourtant, plusieurs actions sont réalisées : la clé est, d'abord, recherchée avec l'extrémité des doigts qui la palpent, puis elle est reconnue selon sa forme avant d'être saisie. Elle est, ensuite, introduite dans la serrure pour ouvrir la porte. Le document 17 permet de découvrir les relations entre les organes et le sens de déplacement du message nerveux depuis le contact avec la clé jusqu'à l'ouverture de la porte.



Document 17. Schéma fonctionnel montrant le trajet des messages nerveux des récepteurs cutanés aux muscles.

#### ACTIVITES

- À partir du document 13, explique pourquoi certains individus ayant eu un accident, bien que n'étant ni aveugles, ni sourds, ne reconnaissent pas ce qu'ils voient, ce qu'ils entendent.
- En t'appuyant sur les documents 14, 15 et 16, explique comment les médecins ont fait pour découvrir les différentes aires sensibles et motrices du cerveau.
- À l'aide du document 16 :
  - donne la différence entre aire et cortex ;
  - compare la surface occupée par la main et celle occupée par les fesses, puis explique la différence constatée.
- À partir du document 17, décris les phénomènes et mécanismes qui se déroulent dans l'organisme depuis le contact avec la clé jusqu'à l'ouverture de la porte. Déduis-en la partie du cerveau qui commande les muscles de la main droite.
- En t'aidant du document 17, explique le passage suivant : "Le cortex cérébral est composé de zones spécialisées dans la perception de l'environnement et dans les commandes motrices face à ces perceptions. Cependant, ni la perception, ni la commande motrice ne seraient possibles sans communication entre ces zones".

THÈME I. FONCTION DE RELATION

LEXIQUE	
<b>Aire cérébrale</b>	région du cerveau dans laquelle se réalise une tâche particulière.
<b>Aire corticale motrice</b>	aire corticale spécialisée dans l'élaboration des messages nerveux moteurs.
<b>Aire de sensibilité générale</b>	aire corticale spécialisée dans la réception des informations issues des récepteurs sensoriels.
<b>Aire visuelle primaire</b>	point du cortex cérébral où arrivent les messages sensoriels provenant de la rétine.
<b>Aire visuelle secondaire</b>	zone d'interprétation des messages nerveux qui proviennent de l'aire visuelle primaire.
<b>Cortex cérébral</b>	(mot latin signifiant « écorce ») couche très fine de tissu nerveux (environ 3 mm d'épaisseur).
<b>Effecteur</b>	organe réalisant une fonction donnée en réponse à un message nerveux.
<b>Maladie d'Alzheimer</b>	Elle est due à une destruction progressive des cellules nerveuses du tissu cérébral dans la zone responsable de la mémoire qui entraîne la perte progressive et irréversible des fonctions mentales et, notamment de souvenirs (amnésie).
<b>Mosaïque</b>	assemblage de pièces diverses, juxtaposées pour former un ensemble dont les éléments sont reliés.

**Problème 4.** Quelle hygiène pour un bon fonctionnement du système nerveux ?

**Objectif :** Identifier les méfaits des substances nocives, de la fatigue dans le fonctionnement du système nerveux.

**IV - HYGIÈNE POUR UN BON FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX**

Les méfaits des substances nocives (drogue, alcool...), de la fatigue dans le fonctionnement du système nerveux

**1 - Les effets des drogues**

Les parents qui soupçonnent que leur enfant prend de la drogue peuvent avoir des difficultés à reconnaître les symptômes physiques de l'intoxication. Ils peuvent, également, être inquiets des effets des drogues, à court et à long terme, sur la santé de leur progéniture, notamment la **dépendance** et l'**accoutumance**.



Document 18a. Méfaits de la drogue sur le système nerveux.

• **Le cannabis (Yamba)**

La personne intoxiquée au cannabis peut présenter divers symptômes : rougeur des yeux, éclats de rire spontanés, légères difficultés motrices et temps de réaction supérieurs à la normale. Il est fréquent que, quelque temps après l'absorption de la substance, l'usager ressente une faim intense. On note, parfois, des effets secondaires plus perturbants : paranoïa, anxiété, hallucinations ou désorientation. Le cannabis peut affecter le rendement scolaire ou professionnel.

• **La cocaïne**

La cocaïne occasionne une dilatation des pupilles et, parfois, des tics nerveux. La consommation régulière de cocaïne entraîne une perte de poids significative. Les fumeurs présentent souvent des blessures à la bouche et des caries. Ceux qui inhalent la substance présentent, souvent, des problèmes de congestion ou d'écoulements nasaux. Le drogué est souvent dépressif et anxieux. Il présente des troubles du sommeil. La cocaïne est la drogue qui fait le plus de décès par surdosage (overdose).



• **Les amphétamines**

Les personnes sous amphétamines présentent des pupilles dilatées, une bouche sèche, parfois des tremblements et une respiration plus rapide. Une consommation soutenue d'amphétamines occasionne, souvent, une perte de poids. Finalement, les consommateurs de ce type de substances courent des risques d'une psychose toxique caractérisée par des hallucinations, des délires et des comportements agressifs, des troubles psychiatriques.

• **Les hallucinogènes**

On peut soupçonner qu'un individu sain d'esprit a consommé des hallucinogènes lorsqu'il apparaît désorienté et complètement déconnecté de la réalité. Tremblements, frissons, dilatation des pupilles et troubles de coordination peuvent, également, être des indices potentiels. De très fortes doses de ces substances peuvent provoquer des convulsions, de l'hyperthermie ou une arythmie cardiaque. On note des cas de suicides où ces drogues sont en cause.

**2 - Effets de la fatigue**

La fatigue, qu'elle soit physique ou morale, a des conséquences sur notre organisme. Elle agit sur le système nerveux, aux niveaux sensoriel, intellectuel, caractériel et moteur. Les informations qui arrivent au système nerveux ne sont pas traitées, correctement, en cas de fatigue. Les effets de la fatigue sur le système nerveux sont néfastes à coup sûr.

Le bon fonctionnement du système nerveux nécessite une bonne aération et une bonne irrigation par le sang. Il faut privilégier la détente (sport, jeux de l'esprit, lecture...) lorsque la fatigue se fait ressentir.

**3 - Effets de l'alcool**

L'alcool passe, directement, du tube digestif aux vaisseaux sanguins. En quelques minutes, le sang le transporte dans toutes les parties de l'organisme. La consommation d'alcool peut exposer à des risques majeurs.

L'alcool :

- allonge la durée du temps de réaction ;
- réduit le champ visuel, en particulier la vision latérale ;
- perturbe l'appréciation du danger et la prise de risque ;
- diminue la vigilance, souvent responsable d'accidents de la circulation ou du travail ;
- fait perdre le contrôle de soi qui peut entraîner la violence, des agressions, des homicides, le suicide ;
- expose à des agressions dues à une attitude provocatrice.

La consommation régulière et excessive d'alcool entraîne, à long terme, des troubles du fonctionnement du système nerveux (anxiété, dépression, troubles du comportement).

**Document 18b.** Les méfaits des substances nocives (drogue, alcool...), de la fatigue dans le fonctionnement du système nerveux.

THÈME 1. FONCTION DE RELATION

ACTIVITES

- 1- Indique, en t'aidant des **documents 18a** et **18b**, les organes sur lesquels agit la drogue. Justifie ta réponse.
- 2- Indique, à l'aide du **document 18b**, les méfaits des drogues, de la fatigue et de l'alcool sur le fonctionnement du système nerveux.
- 3- En te basant sur les réponses fournies aux questions précédentes et sur tes connaissances, propose des comportements à adopter pour un fonctionnement normal du système nerveux.

LEXIQUE

<b>Accoutumance</b>	état de l'organisme qui s'habitue, progressivement, à l'action d'une drogue et qui demande une augmentation des doses pour obtenir les mêmes effets.
<b>Alcoolémie</b>	quantité d'alcool pur contenu dans un litre de sang.
<b>Dépendance</b>	besoin impérieux de continuer à absorber une drogue afin de chasser un malaise physique ou psychique dû à un état de manque, malgré la persistance des dommages.
<b>Drogue</b>	toute substance qui peut modifier la conscience et le comportement de l'utilisateur (définition de l'OMS).
<b>Surmenage</b>	ensemble de troubles provoqués par des activités physiques et/ou intellectuelles excessives ou prolongées.

MAN 105  
LE PRINCIPAL  
LANGAGE CAMPMENT



### LA PERCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les informations ou stimuli provenant de notre environnement (lumière, température, pression, substances, son) sont captées par les organes de sens (la peau, le nez, la langue, les oreilles, les yeux). C'est grâce à nos organes des sens et à nos cinq sens (le toucher, l'odorat, le goût, l'ouïe, la vue) que nous percevons l'environnement. Ces organes de sens représentent chacun un sens. Le système sensoriel est constitué, au départ, par les organes de sens qui contiennent des récepteurs sensoriels variés qu'on peut classer selon la nature du stimulus détecté en mécanorécepteurs (sensibles au toucher, à la pression), thermorécepteurs (sensibles à la température), chimiorécepteurs (sensibles aux substances chimiques)...

Les récepteurs sensoriels s'activent dès qu'ils sont en contact avec les informations venant de notre environnement. L'information reçue est transformée en messages nerveux qui suivent des voies nerveuses jusqu'au cerveau. Celui-ci les interprète et transforme la sensation en perception suivie ou non par une réaction involontaire ou volontaire.

### LES ORGANES QUI INTERVIENNENT DANS UNE RÉACTION INVOLONTAIRE

Les éléments du système nerveux sont :

- les récepteurs sensoriels,
- les nerfs,
- les centres nerveux (le cerveau, la moelle épinière).

Une réaction involontaire implique :

- les récepteurs sensoriels dont le rôle est de produire le message sensitif à la suite d'une stimulation ;
- les nerfs dont le rôle est de conduire les messages sensitifs et moteurs ;
- la moelle épinière, centre nerveux qui assure le relai entre la voie sensitive et la voie motrice ;
- les muscles, qui sont des effecteurs, accomplissent les réponses.

L'arc réflexe inné (involontaire) est le trajet suivi par le message nerveux, depuis les récepteurs jusqu'aux effecteurs, en passant par la moelle épinière.

### LES ORGANES QUI INTERVIENNENT DANS UNE RÉACTION VOLONTAIRE

Pour qu'il y ait réalisation d'une réaction volontaire, il faut que les muscles se contractent. Pour cela, ils doivent recevoir un message nerveux provenant du cerveau (centre nerveux). L'arc réflexe volontaire est le trajet suivi par le message nerveux depuis le cerveau jusqu'aux effecteurs en passant par la moelle épinière.

Le cerveau comprend une aire sensitive qui traite les messages provenant des organes sensoriels (messages nerveux sensitifs) et une aire motrice qui renvoie un message aux muscles (messages nerveux moteurs) entraînant leur contraction. Ces deux aires sont en communication permanente.

### HYGIÈNE POUR UN BON FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX

- Les méfaits des substances nocives (drogue, alcool), de la fatigue sur le fonctionnement du système nerveux

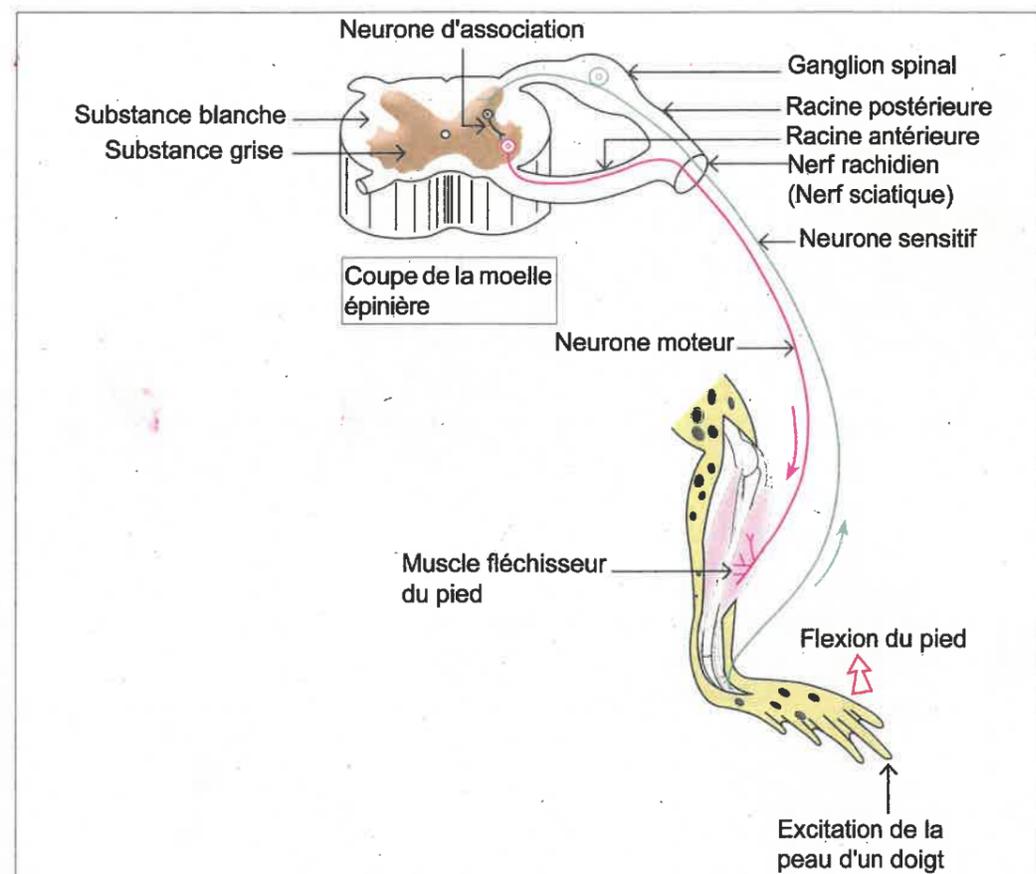
Il s'agit, essentiellement, des troubles physiques et psychiques, du ralentissement des réflexes.

- Hygiène du système nerveux : les mesures à prendre

Certains comportements sont nécessaires au bon équilibre du système nerveux ; donc au maintien de l'intégrité du corps humain :

- avoir une alimentation équilibrée (apport en vitamines B et PP, en phosphore, glucose, acides gras saturés) ;
- éviter la consommation de drogues, d'alcool et d'excitants (cola, café...) ;
- le système nerveux est également altéré par la fatigue, le stress, le surmenage, le manque de sommeil et l'utilisation prolongée des jeux vidéo, de la télévision et de l'ordinateur ;
- effectuer des activités physiques régulières ;
- bien dormir et suffisamment : 7 à 8 h chez l'adulte / 9 à 10 h chez l'adolescent / 10 à 12 h chez l'enfant.

Chaque individu doit prendre conscience de la fragilité de son système nerveux et de la nécessité de le préserver.



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

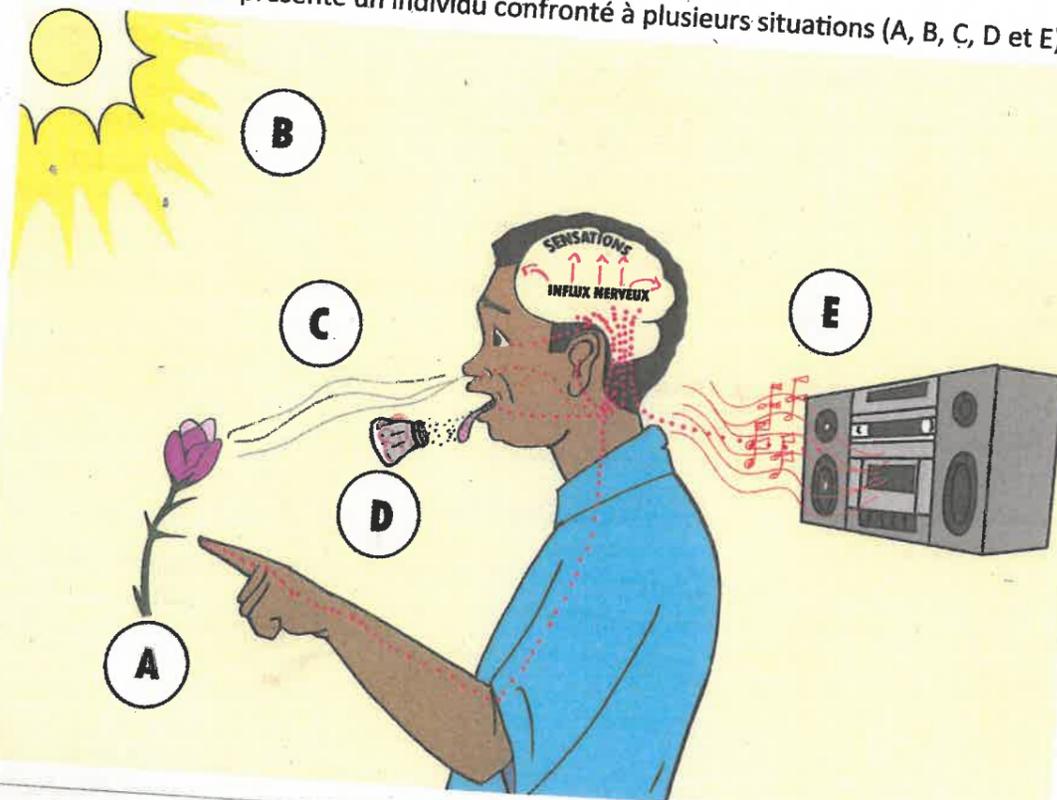
### Exercice 1

Reproduis, puis complète le tableau ci-dessous en indiquant, pour chaque situation, le stimulus, l'organe de sens et le sens correspondant.

Situation	Stimulus	Organe	Sens
1) Tirer dans le ballon.			
2) Prendre le téléphone.			
3) Allumer la lumière.			
4) Éteindre le feu.			
5) Mettre du sucre.			
6) Dévorer la pomme.			
7) S'élaner pour la course.			
8) Rajouter de l'eau froide.			

### Exercice 2

Le schéma ci-dessous présente un individu confronté à plusieurs situations (A, B, C, D et E).



Que perçoit cet individu par ses organes de sens en A, B, C, D et E ?

Choisis parmi les réponses proposées.

En A :

- une saveur ;
- une odeur ;
- une température, une pression ;
- une couleur ; une lumière.

En D :

- une saveur ;
- une odeur ;
- une température, une pression ;
- une couleur ; une lumière.

En B :

- une saveur ;
- une odeur ;
- une température, une pression ;
- une couleur ; une lumière.

En E :

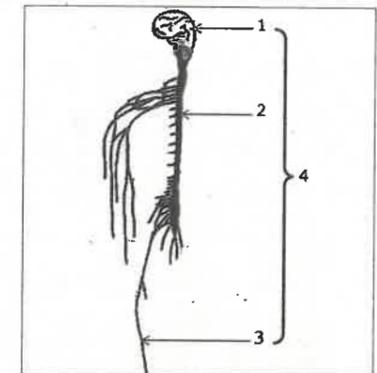
- une saveur ;
- une odeur ;
- une température, une pression ;
- une couleur ; une lumière.

En C :

- une saveur ;
- une odeur ;
- une température, une pression ;
- une couleur ; une lumière.

### Exercice 3

Nomme les éléments représentés par les chiffres sur le schéma ci-contre.



Système nerveux humain

### Exercice 4

Certaines des affirmations ci-dessous sont exactes. Recopie les numéros correspondant à ces affirmations, puis corrige les affirmations inexactes.

- 1- Chaque récepteur est spécifique d'un type de stimulus.
- 2- Un organe de sens est relié au cerveau par un nerf moteur.
- 3- Le cortex cérébral constitue la partie externe du cerveau.
- 4- Le cerveau comprend des aires sensibles et des aires motrices.
- 5- La perception d'un stimulus de l'environnement est, toujours, suivie d'une réaction.

### Exercice 5

Recopie et complète le texte ci-dessous en remplaçant chaque chiffre par un des termes suivants : messages nerveux moteurs, moelle épinière, nerf moteur, nerf sensitif, interprétée, message nerveux sensitif, récepteurs visuels, stimulation, cerveau.

« Grâce à ses...(1)..., la grenouille perçoit une...(2)... Le...(3)...transmet, alors,...(4)...vers le...(5)... L'information correspondante est, cependant, ...(6)... avant d'être transmise aux muscles sous forme d'un ...(7)... par l'intermédiaire de la...(8)...et du...(9)... Les muscles de la jambe, en se contractant, permettent à la grenouille de s'enfuir ».

THÈME I. FONCTION DE RELATION

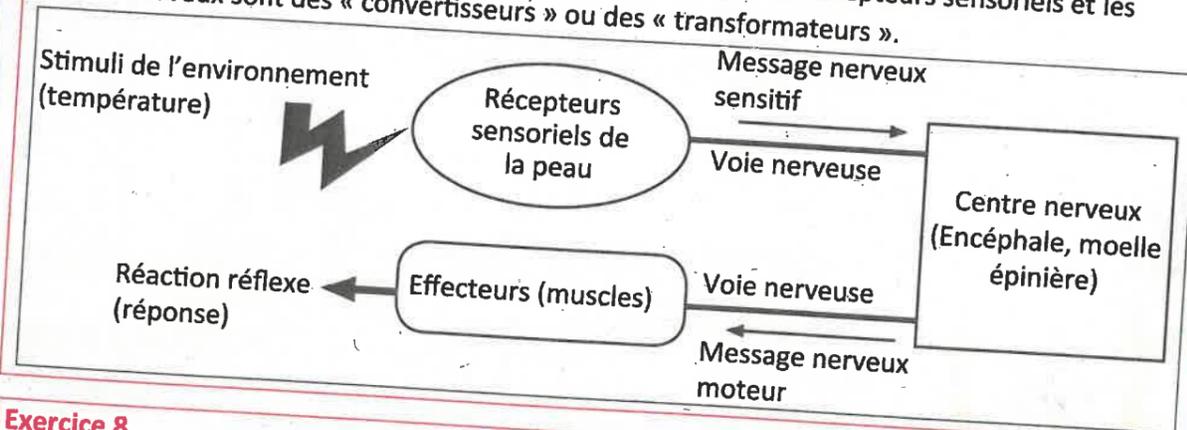
PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie CHAPITRE 1 LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX

**Exercice 6**  
Reproduis le tableau dans ton cahier et associe, par un tiret, chaque chiffre de la colonne A à une lettre de la colonne B.

Colonne A	Colonne B
1 - Toxicomanie	a- Impossibilité de se passer de la drogue.
2 - Dépendance	b- Interruption dans l'utilisation d'une drogue pour mettre un terme à la dépendance.
3 - Accoutumance	c- Adaptation de l'organisme aux effets d'une drogue.
4 - Sevrage	d- Etat d'intoxication psychique et physique.

**COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES**

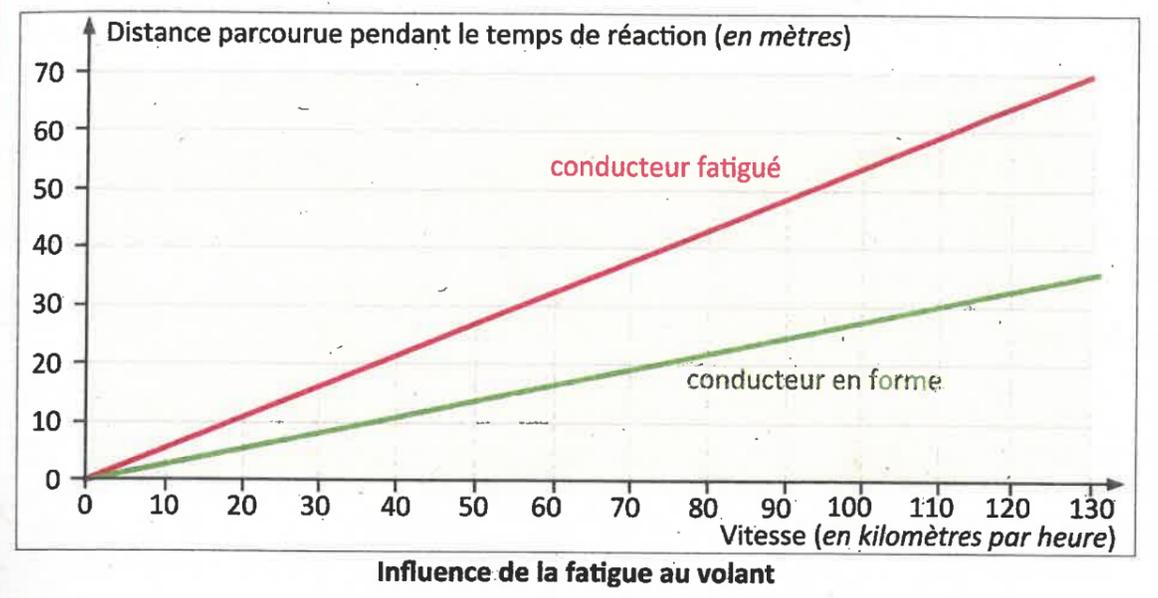
**Exercice 7**  
À l'aide du schéma ci-dessous, explique pourquoi dit-on que les récepteurs sensoriels et les centres nerveux sont des « convertisseurs » ou des « transformateurs ».



**Exercice 8**  
Pour chacune des situations 1, 2 et 3, indique le stimulus et l'organe de sens.  
Pour la situation 4, indique le type de comportement que tu as effectué dans chaque cas.

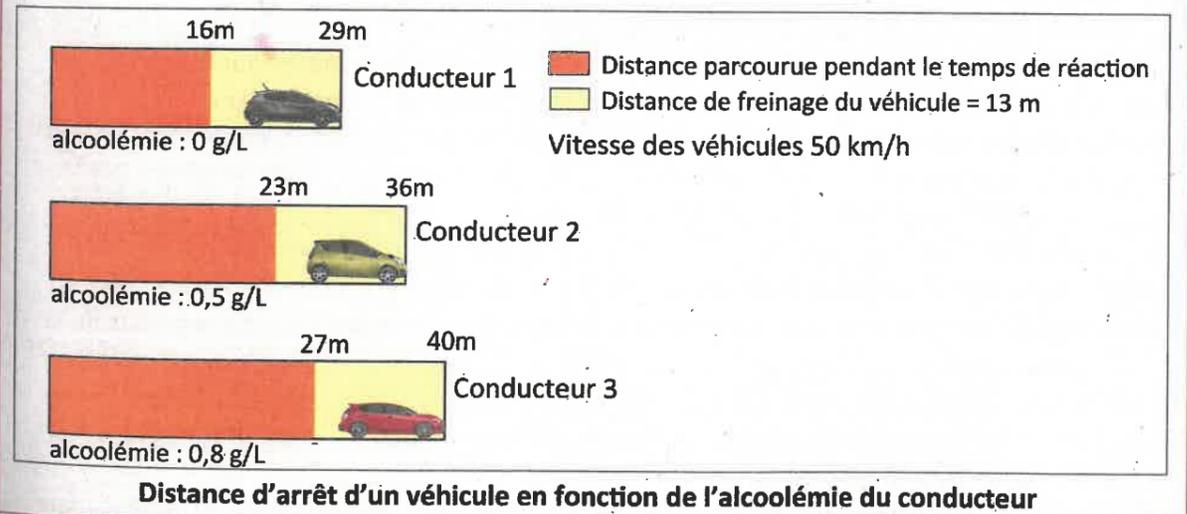
- La sonnerie du collège retentit et les élèves se mettent en rang.
- Durant un match, le joueur aperçoit le ballon arriver vers lui, il tend la jambe pour le reprendre de vol.
- La bonne odeur du plat préparé par sa mère attire le jeune garçon dans la cuisine.
- Le téléphone sonne :
  - dans le cas A, le téléphone est posé sur la table, tu décroches.
  - dans le cas B, le téléphone sonne à la télévision (c'est le téléphone d'un des acteurs), tu sursoutes pour décrocher le téléphone posé sur ta table.

**Exercice 9**  
Pour conduire un véhicule, on sait qu'il faut être capable de réagir immédiatement, à toute situation, même imprévue. On veut répondre au problème suivant : « Comment la conduite d'un véhicule est-elle altérée par la fatigue ? »  
Pour répondre à ce problème, on étudie les conséquences de la fatigue pour un conducteur. Pour cela, on a évalué la distance parcourue pendant le temps de réaction, en fonction de la vitesse et selon l'état de fatigue du conducteur. Les résultats sont présentés par le graphique suivant.



Analyse les courbes et déduis-en l'effet de la fatigue.

**Exercice 10**  
Le document ci-dessous présente l'effet de l'alcoolémie sur le conducteur. Explique, à partir de ce document, le danger de l'ivresse au volant.



**Exercice 11**

Le texte ci-après décrit des comportements chez une grenouille, dont certains sont volontaires, d'autres réflexes.

« Une grenouille vivante, posée immobile sur une table, a les membres postérieurs fléchis, les membres antérieurs en extension. Elle saute à la moindre alerte. Des expériences réalisées avec une grenouille dont l'encéphale a été détruit, ont permis de montrer que l'encéphale intervient dans ce comportement. Chez cet animal, la moelle épinière demeure le seul centre nerveux (l'animal est dit spinal). Lorsqu'une grenouille spinale est placée sur une table, ses membres postérieurs se mettent, immédiatement, en flexion, prenant la même position que chez une grenouille vivante, prête à sauter. Sans nouvelle excitation, l'animal restera dans cette position. Si on étend, alors, sur la table, une des pattes postérieures, celle-ci demeure en extension tant que le corps de la grenouille n'est pas déplacé. Mais toute excitation de la peau du membre, par pincement d'un doigt, provoque la flexion de la patte ».

Parmi les comportements décrits dans le texte, indique ceux qui sont volontaires et ceux qui sont réflexes. Justifie ta réponse.

**Exercice 12**

Voici des phrases qui décrivent quelques observations cliniques :

- la section accidentelle d'un nerf au niveau du poignet entraîne la paralysie des muscles de la main reliés au nerf.
- à la suite d'un accident de la route, un blessé, ayant subi des lésions de la moelle épinière, a perdu l'usage de ses jambes.
- un accident vasculaire-cérébral ou AVC est une hémorragie cérébrale ayant, souvent, des conséquences graves : paralysie, impossibilité de parler.
- les crampes, les déchirures, les claquages entraînent des troubles de la motricité chez les sportifs.

À partir des observations cliniques présentées dans le texte, indique les organes qui interviennent dans la réalisation d'un comportement.

**Exercice 13**

David conduit sa moto. Soudain, il voit le feu de signalisation passer au rouge et freine. Ce n'est pas sa main qui a vu le feu passé au rouge et pourtant, c'est sa main qui a appuyé sur le frein. Qu'est-ce qui a commandé, chez David, le mouvement de freinage effectué par sa main ? Pour répondre à cette question, il faut partir des observations médicales suivantes :

- la stimulation électrique indolore des zones précises du cerveau déclenche la contraction des muscles normalement commandés par ces zones.
- la poliomyélite est une maladie due à un virus qui attaque la moelle épinière. Les personnes atteintes de cette maladie présentent des troubles de la motricité.
- la section accidentelle d'un nerf au niveau du poignet entraîne la paralysie des muscles de la main reliés au nerf.

En utilisant les observations médicales, indique :

- les organes qui interviennent dans la commande du mouvement.
- l'organe de David qui a commandé d'appuyer sur le frein.
- les organes qui ont permis de conduire le message de l'organe de commande jusqu'à la main.

**Exercice 14**

Les expériences suivantes ont été réalisées sur une grenouille dont le cerveau est détruit. La moelle épinière est, donc, le seul centre nerveux intact. La grenouille n'est plus capable de mouvements volontaires. Cependant, si on lui pince, même légèrement, la patte, elle la retire par un mouvement de flexion. Ce type de mouvement est appelé réflexe.

On cherche à déterminer si le nerf sciatique est un nerf sensitif ou moteur ou bien les deux à la fois.

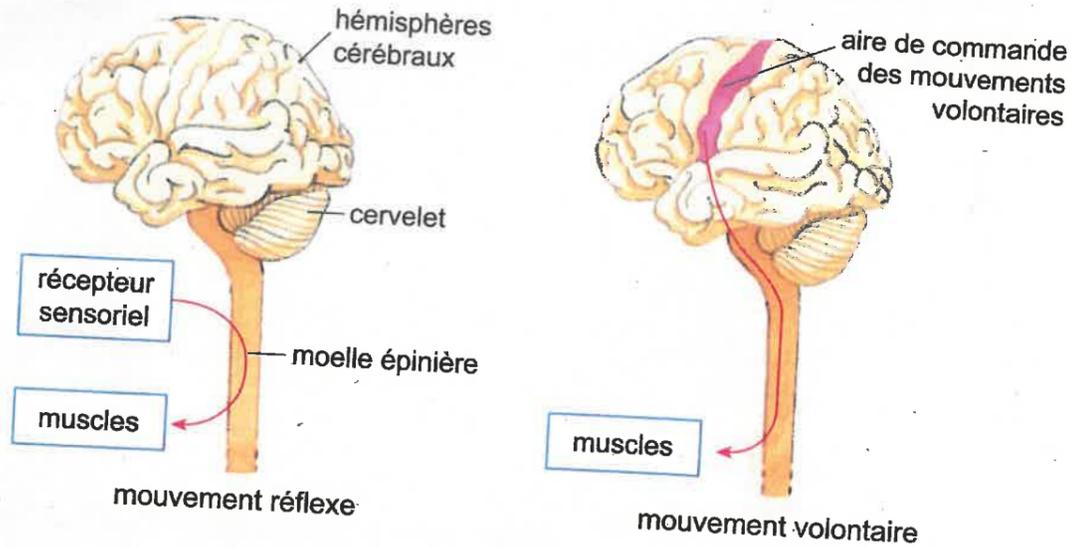
Expérience 1	Résultat	Expérience 2	Résultat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nerf sciatique intact</li> <li>• Stimulation : pincement du pied gauche</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Section du nerf sciatique</li> <li>• Stimulation : pincement du pied gauche</li> </ul>	

Expérience 3	Résultat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Section du nerf sciatique</li> <li>• Stimulation du nerf sous la section</li> </ul>	

- 1- Décris le résultat du pincement d'un pied lorsque le nerf sciatique est intact.
- 2- Propose deux hypothèses pour expliquer l'absence de réaction lors de la section du nerf sciatique.
- 3- Laquelle de tes hypothèses est confirmée par l'expérience 3 ?
- 4- Propose une expérience pour tester ton autre hypothèse.



**Exercice 15**  
Les schémas ci-dessous décrivent la commande réflexe et la commande volontaire d'une contraction musculaire.



Compare le trajet du message nerveux dans les deux cas, puis indique les points communs et les différences entre un mouvement réflexe et un mouvement volontaire.

**Exercice 16**

Explique le diagnostic médical suivant :  
« Alfred avait 0,7g d'alcool dans le sang avant de prendre sa moto. Il a percuté l'arbre à 64 km/h et, grâce à son casque n'est pas mort sous le choc. En revanche, il a subi un grave traumatisme crânien. Une lésion dans son cerveau a été mise en évidence. Alfred est devenu, totalement, aveugle bien que ses yeux et ses nerfs oculaires n'aient aucun dommage ».

**Exercice 17**

L'alcoolémie (teneur du sang en alcool, en g/l) entraîne des troubles du comportement.

Alcoolémie (g/l)	Effets
0,25 à 0,6	Allongement du temps de réaction et rétrécissement du champ visuel.
0,6 à 1,5	Mauvaise coordination de la marche, vision trouble, jugement altéré notamment des distances.
1,5 à 3	Incohérence dans la parole, confusion mentale.

- Dans certains pays comme la France, une alcoolémie inférieure ou égale à 0,5 g/l est autorisée aux automobilistes. Au-delà de ce chiffre, il est interdit de conduire une voiture. Qu'est-ce qui justifie une telle mesure ?
- L'alcool agit sur le système nerveux. Qu'est-ce qui, dans le document ci-dessus, le laisse supposer ?

**Exercice 18**

Le conducteur roule, en ligne droite, à 80 km/h et freine au signal du moniteur. Le temps de réaction et la distance de freinage sont enregistrés. La distance d'arrêt correspond à la distance parcourue pendant le temps de réaction et celle pendant le freinage.

Conducteurs	Sans alcool		Avec alcool	
	Temps de réaction	Distance de freinage	Temps de réaction	Distance de freinage
Conducteur 1	0,71 s	54 m	0,91 s	58,4 m
Conducteur 2	0,63 s	52 m	0,67 s	52,9 m
Conducteur 3	0,53 s	48 m	0,62 s	50 m

Temps de réaction et distance de freinage selon que la conduction a consommé ou non de l'alcool.

Compare :

- les temps de réaction des conducteurs sans alcool et avec alcool.
- les distances de freinage des conducteurs sans alcool et avec alcool.

À partir des résultats de ces comparaisons, explique comment arrivent certains accidents de la circulation.

**Exercice 19**

Grâce à un simulateur de conduite, on évalue la distance nécessaire à l'arrêt complet d'un véhicule, à différentes vitesses, en fonction d'un taux d'alcool croissant dans le sang d'un individu.

Voici un exemple de résultats obtenus :

Vitesse (en km/h)	Distance parcourue (en m), individu à jeun, alcoolémie nulle (0g/l)	Distance parcourue (en m), individu ayant bu 2 verres de vin à 11°, alcoolémie (0,5g/l)	Distance parcourue (en m), individu ayant bu 3/4 de litres de vin à 11°, alcoolémie (0,8 g/l)
50	29	36	40
90	71	76	85
110	108	113	123

Indique, quelle que soit la vitesse du véhicule, comment évolue la distance parcourue lorsque le taux d'alcool dans le sang augmente.



**Exercice 20**

Le curare est une substance que les Indiens mettaient au bout de leurs flèches en allant à la chasse. Tout gibier touché par une flèche, même légèrement, tombait après quelques mètres de course, mais n'était pas mort ; il était tout juste paralysé. Cette action du curare a été expliquée de façon différente par trois chercheurs : le chercheur n°1 a estimé que le curare empêchait la conduite des messages nerveux dans le nerf ; le chercheur n°2 a estimé que le curare empêchait les muscles de se contracter ; le chercheur n°3 a estimé que le curare empêchait le fonctionnement de la synapse neuromusculaire.

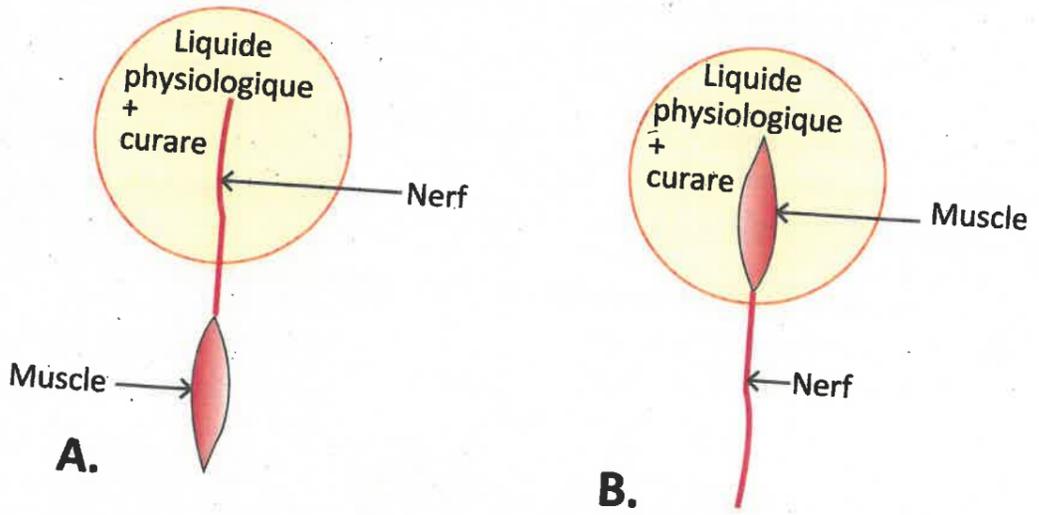
**NB :** Une synapse neuromusculaire est la zone de contact entre un nerf et un muscle.

Les expériences suivantes te permettront d'identifier les chercheurs qui ont tort. On isole le muscle du mollet d'une grenouille et le nerf qui le commande. On essaye d'obtenir la contraction du muscle dans deux cas :

- Cas A : le nerf est placé dans du curare et il est stimulé ; le muscle se contracte.
- Cas B : le muscle est placé dans du curare ; il ne se contracte pas quand on stimule le nerf, mais il se contracte quand on le stimule directement.

En t'appuyant sur les résultats des expériences, indique, en justifiant ton choix, les chercheurs qui ont tort et critique leurs propositions.

THÈME I. FONCTION DE RELATION



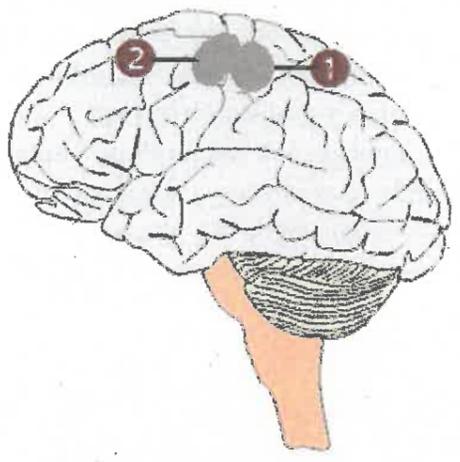
Mise en évidence de l'action du curare.

**Exercice 21**

Des lésions ont été découvertes sur l'hémisphère cérébral gauche d'un individu. Elles présentent les symptômes suivants :

- la lésion de la zone 1, entraîne une paralysie des doigts de la main droite ;
- la lésion de la zone 2, entraîne l'impossibilité d'effectuer certains gestes comme dactylographier..., alors que les doigts de la main peuvent bouger.

- 1- Identifie chacune des zones.
- 2- Que se produirait-il si on stimulait un point précis de la zone 1 ?
- 3- Explique pourquoi la paralysie concerne la main droite et non la main gauche.

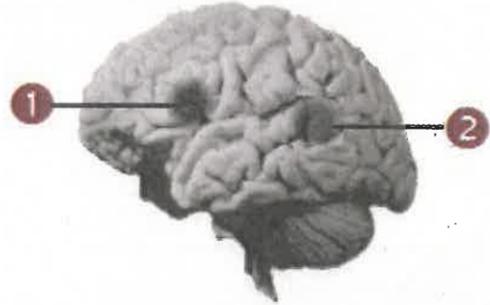


Exemple de communication entre aires corticales.

**Exercice 22**

En 1861, le chirurgien français Paul BROCA examina le cas d'un homme surnommé «Tin Tin» (car c'étaient les seules syllabes qu'il pouvait émettre). L'autopsie montra qu'une zone du lobe frontal gauche (1) avait été endommagée. En 1874, le neurologue Allemand Carl Wernicke examina le cas de patients capables de prononcer des mots, mais incapable d'en comprendre le sens. L'autopsie montra qu'une zone du lobe frontal gauche (2) avait été endommagée.

- 1- À quoi correspondent les zones 1 et 2 ?
- 2- Explique comment un individu sain arrive-t-il à prononcer des mots et à en comprendre le sens.



Exemple de communication entre aires corticales.



QUELQUES MALADIES DU SYSTÈME NERVEUX ENTRAINANT DES TROUBLES DU COMPORTEMENT

• La maladie de Parkinson

La maladie de Parkinson est une maladie neuro-dégénérative (perte progressive des neurones au niveau du cerveau). Ces neurones ou cellules nerveuses sont responsables de la production d'une substance chimique, la dopamine, qui intervient dans la transmission des messages nerveux entre les neurones du cerveau impliqués dans le contrôle du mouvement ; d'où son appellation de neurotransmetteur. La diminution significative de dopamine qui résulte de la perte de neurones entraîne, ainsi, l'apparition des troubles du mouvement (tremblements). La maladie débute, habituellement, entre 45 et 70 ans. C'est la deuxième plus fréquente maladie neuro-dégénérative, après la maladie d'Alzheimer.

Heureusement, plusieurs médicaments sont, aujourd'hui, disponibles pour pallier le manque de dopamine. Il est, donc, possible de contrôler, adéquatement, les symptômes de la maladie et de conserver ainsi une excellente qualité de vie, plusieurs années après que la maladie a été diagnostiquée. Malheureusement, aucun médicament ne peut encore ralentir ou arrêter la progression de la maladie.

• L'épilepsie

L'épilepsie est une affection neurologique caractérisée par une prédisposition cérébrale à générer des crises non expliquées par un facteur causal immédiat.

L'épilepsie est causée par un dysfonctionnement passager du cerveau ; certains disent qu'il « court-circuite ». Lors d'une crise d'épilepsie, les neurones du cerveau produisent, soudainement, une décharge électrique anormale dans certaines zones cérébrales.

La crise dite « grand mal », représente la forme la plus spectaculaire de crise d'épilepsie. Le patient perd, brutalement, connaissance et son organisme présente des manifestations évoluant en trois phases : phase tonique causant raidissement, contraction de l'ensemble des muscles des membres, du tronc et du visage dont les muscles oculomoteurs et masticateurs ; phase clonique causant des convulsions, contractions désordonnées des mêmes muscles et récupération, et la phase d'inconscience (coma durant quelques minutes à quelques heures), caractérisée par une respiration bruyante due à l'encombrement bronchique. Cette phase est celle d'une relaxation intense durant laquelle il est possible, mais pas systématique, de perdre ses urines. Le retour à la conscience est progressif. Il existe, souvent, une confusion et une absence de souvenir de la crise.

Certains facteurs favorisent des crises occasionnelles : l'hypoglycémie, l'hypocalcémie, l'alcoolisme, le surdosage de médicaments.

Normalement, l'épilepsie n'altère pas les capacités intellectuelles. Cependant, si les crises surviennent sur des enfants en bas âge, elles peuvent finir par causer un léger retard dans divers apprentissages, notamment la lecture.

• Les tics de langage (mouvements brusques et brefs)

C'est un mouvement ou une vocalisation involontaire, de survenue soudaine, bref, souvent explosif, stéréotypé chez un même patient, sans but apparent, ressenti comme irrésistible, mais pouvant être supprimé pendant un temps variable par la volonté. Comme pour tous les mouvements involontaires, les tics peuvent être accrus par l'émotion et disparaissent pendant le sommeil. Les tics surviennent, souvent, en salves.

• La maladie d'Alzheimer

La maladie d'Alzheimer est une maladie neurodégénérative (perte progressive de neurones) incurable du tissu cérébral dans la zone responsable de la mémoire qui entraîne la perte progressive et irréversible des fonctions mentales et notamment, de souvenirs (amnésie). Elle apparaît, généralement, à partir de l'âge de 65 ans. Elle fut, initialement, décrite par le médecin allemand **Alois Alzheimer** en 1961.

La maladie évolue en plusieurs étapes :

- Chez une partie des patients, des symptômes autres que les problèmes de mémoire apparaissent au premier plan et révèlent la maladie, notamment les problèmes liés au langage, aux fonctions exécutives, à l'identification ou encore à l'exécution des mouvements.
- Les changements comportementaux et neuropsychiatriques suivent. Les manifestations classiques sont des errements, de l'irritabilité et une labilité émotionnelle qui conduit à des pleurs, des poussées d'agressivité soudaines ou de la résistance irrationnelle au soin.
- Les patients les plus avancés ne sont plus capables d'effectuer la moindre tâche motrice sans assistance. La musculature et la mobilité sont détériorées au point que le patient reste alité et ne peut plus se nourrir seul. La destruction des neurones se poursuit jusqu'à la perte des fonctions autonomes et la mort.

Il n'y a, actuellement, pas de traitement qui diminue la progression de cette maladie. Les soins proposés sont, principalement, d'ordre palliatif et n'ont qu'un effet limité sur les symptômes. La stimulation cognitive, l'exercice physique et un régime alimentaire équilibré pourraient retarder l'apparition de troubles cognitifs chez les personnes âgées. Parce que la maladie d'Alzheimer ne peut être guérie et qu'elle est dégénérative, le patient s'appuie sur les autres pour l'aider. Le rôle de l'aidant principal est primordial.

THÈME 1. FONCTION DE RELATION



L'œil est l'organe de sens responsable de la vision. Il possède les caractéristiques qui lui permettent de capter un stimulus spécifique, la lumière envoyée par les paysages, les objets, les personnes... ce qui permet de les voir, d'apprécier leur forme, leur couleur, leur distance par rapport à nous et leur mouvement.

- Comment fonctionne un œil normal ?
- Comment fonctionne l'œil lorsque qu'il présente un défaut et comment peut-on corriger ce défaut ?

**Problème 1.** Comment fonctionne un œil normal ?

**Objectif :** Identifier les mécanismes de fonctionnement d'un œil normal.

**I - FONCTIONNEMENT D'UN ŒIL NORMAL**

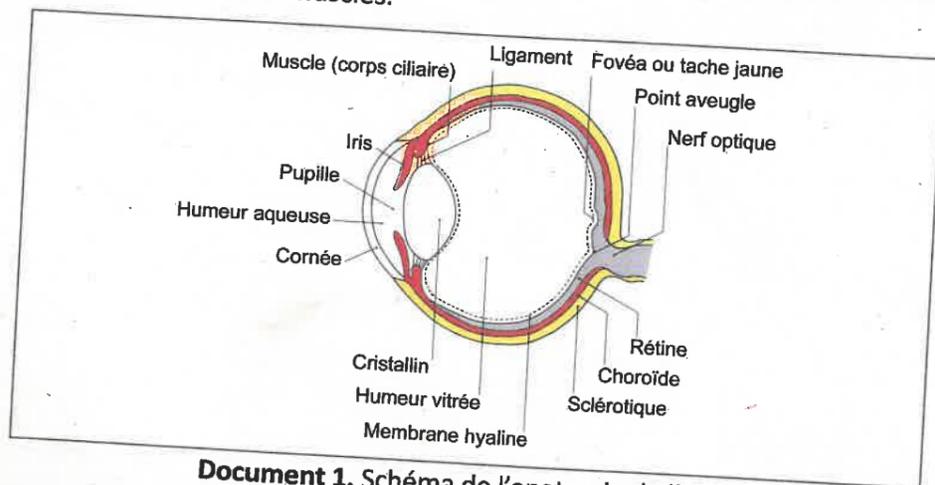
Les mécanismes de fonctionnement d'un œil normal

1 - Observations

On regarde le paysage (un objet lointain, par exemple) à travers la fenêtre de la classe. On le voit nettement. Ensuite, on ferme les yeux, puis on les ouvre devant un livre placé à 20 cm de l'œil. Les écritures sont, d'abord, floues pendant un instant, avant de paraître plus nettes. Comment s'expliquent ces observations ?

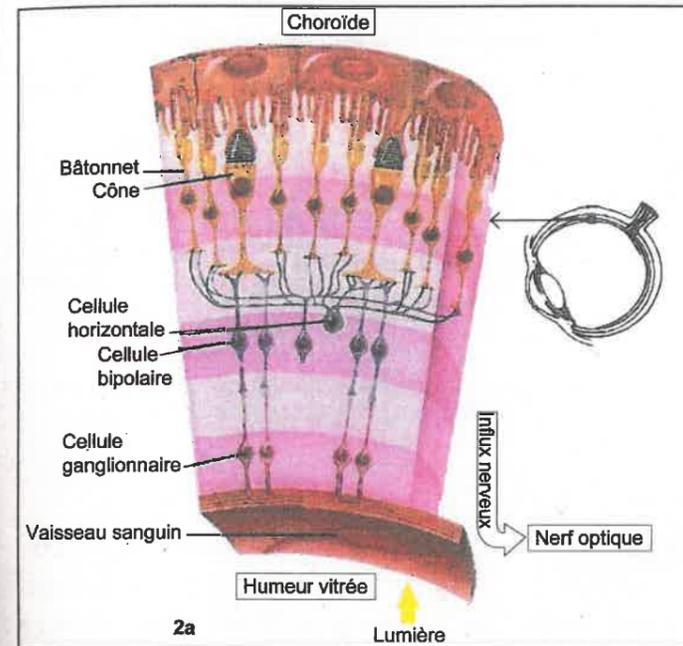
2 - Les éléments constitutifs de l'œil

L'œil est délimité par trois membranes (la sclérotique, la choroïde et la rétine). Il est constitué de milieux transparents laissant passer la lumière (cornée, humeurs, cristallin). Il est relié au cerveau par le nerf optique. Il est mobile à l'intérieur d'une cavité appelée globe oculaire, qui l'empêche de faire tout mouvement de translation (avant-arrière), mais qui lui permet de réaliser des mouvements latéraux grâce à des muscles.

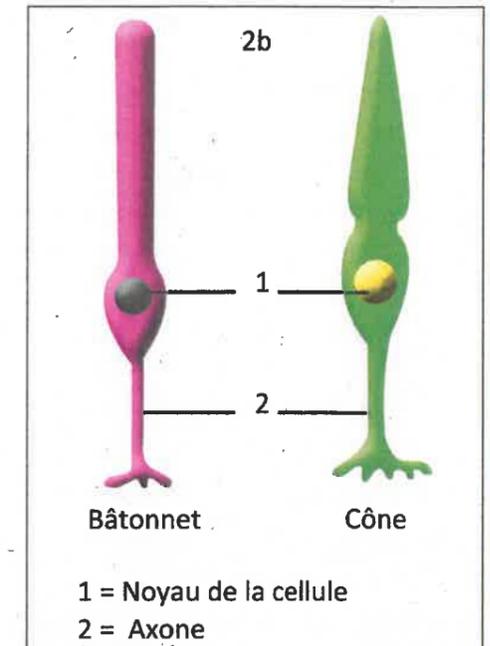


Document 1. Schéma de l'anatomie de l'œil.

La **rétine** est une fine membrane qui tapisse le fond de l'œil (Document 2a). Elle contient les récepteurs sensibles à la lumière, les **cellules photo-réceptrices**. D'après leur forme, on distingue deux types de récepteurs : les **cônes** et les **bâtonnets** (Document 2b). Les **cônes** sont responsables de la vision en pleine lumière, de la vision diurne et de la vision des couleurs. Les **bâtonnets** sont responsables de la vision en faible lumière, de la vision nocturne, mais pas de la vision des couleurs. On évalue à 250 millions le nombre de récepteurs sensoriels de la rétine.



Document 2a. Schéma d'une portion de coupe de la rétine.

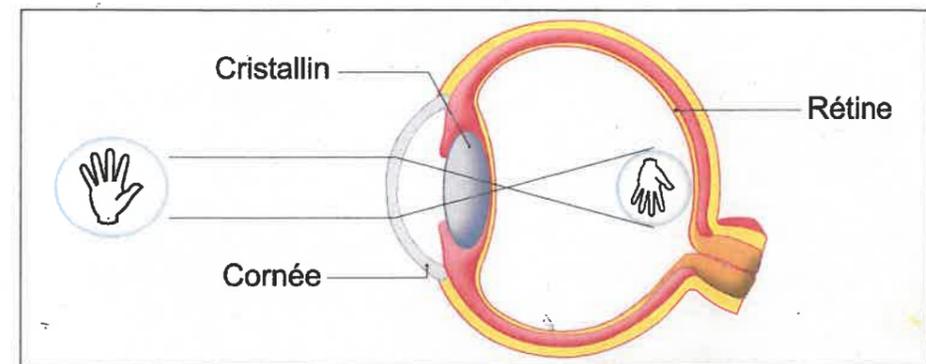


Document 2b. Cellules photo-réceptrices de la rétine.

Document 2. Structure de la rétine.

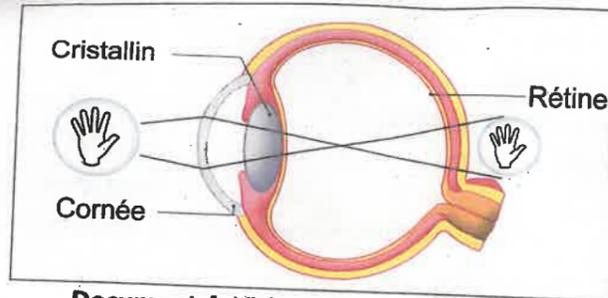
3 - Mécanismes de l'accommodation

Le cristallin est peu utilisé en vision de loin (objets situés à plus de 6 mètres), car les rayons lumineux arrivent, presque, parallèles et la réfraction par la cornée suffit à les projeter sur la rétine. L'œil est, alors, au repos, il ne se fatigue pas. Le cristallin est, donc, tendu et prend une forme mince et allongée.



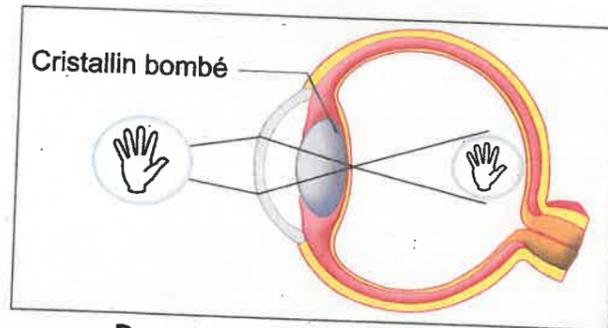
Document 3. Vision des objets lointains.

Les objets proches (situés à moins de 6 mètres) ne renvoient pas de rayons parallèles. Les images se forment, alors, derrière la rétine ; donc, on les voit floues.



Document 4. Vision des objets proches.

L'observation d'un objet proche exige un délai et un effort d'adaptation de la vision : on dit que l'œil accomode. Pour cela, le cristallin s'épaissit et se bombe, sa surface est plus courbe et dévie davantage la lumière (il devient plus convergent). L'image se forme, alors, sur la rétine. L'accommodation est un phénomène réflexe.



Document 5. L'accommodation.

#### 4 - Mécanismes de la diaphragmation

La **diaphragmation** (diminution du diamètre de la pupille) est un phénomène réflexe qui accompagne l'accommodation et qui contribue à la netteté des images situées à différentes distances. En dehors de la vision à différentes distances, la **pupille** joue un rôle important dans la vision en faible lumière ou en lumière vive :

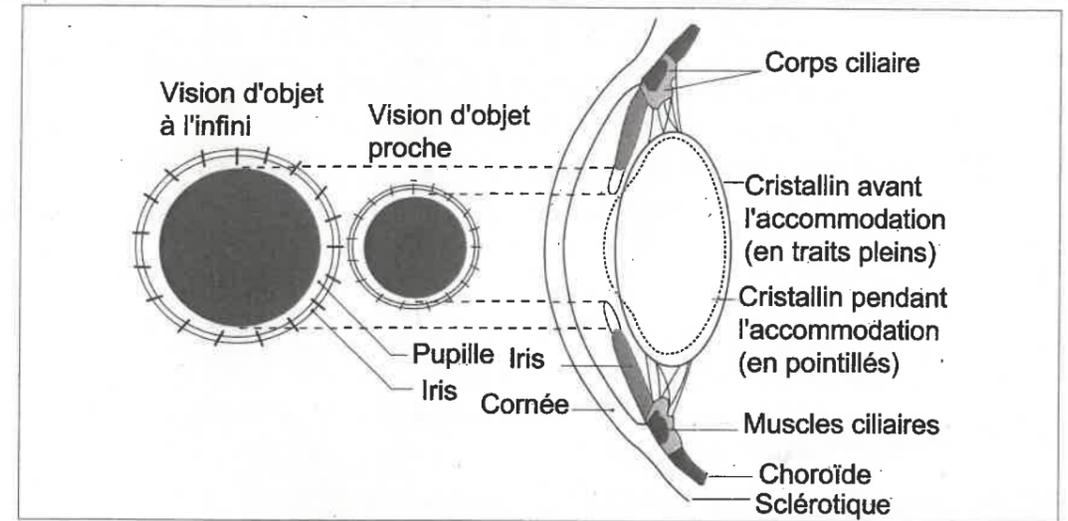
- En faible lumière et la nuit, le diamètre de la pupille est grand pour augmenter la quantité de lumière entrant dans l'œil.
- En lumière vive et le jour, le diamètre de la pupille est petit pour diminuer la quantité de lumière entrant dans l'œil.

La variation du diamètre de la pupille permet donc de réguler la quantité de lumière entrant dans l'œil.

Ce phénomène est plus facile à observer chez le chat que chez l'homme (document 6c).



Document 6a. Diaphragmation.



Document 6b. Mécanismes de la diaphragmation.



Document 6c. La pupille du chat.

Document 6. Accommodation et diaphragmation.

#### 5 - Les différents domaines de vision d'un œil normal



Document 7. Domaines de vision d'un œil normal.

#### Expérience

Tends une feuille contenant des écritures.

- Déplace cette feuille, progressivement, vers l'œil droit (l'œil gauche étant fermé). Lis un groupe de mots du texte inscrit sur la feuille.
- À une certaine distance (d), ton œil n'est plus capable d'observer les caractères du texte de façon nette.
- Mesure la distance (d), elle localise l'emplacement de ton punctum proximum.



**ACTIVITES**

- En t'aidant des documents 1 à 6, explique le comportement de l'œil normal :
  - dans la vision des objets situés à différentes distances ;
  - dans la vision nocturne et dans la vision diurne.
- En te basant sur le document 7 et sur les résultats de ton expérience, donne la définition du punctum proximum et celle du punctum rémotum.

**LEXIQUE**

<b>Accommodation</b>	changement qui s'opère dans l'œil pour rendre la vision distincte à des distances différentes.
<b>Diaphragmation</b>	réglage de l'ouverture de la pupille.

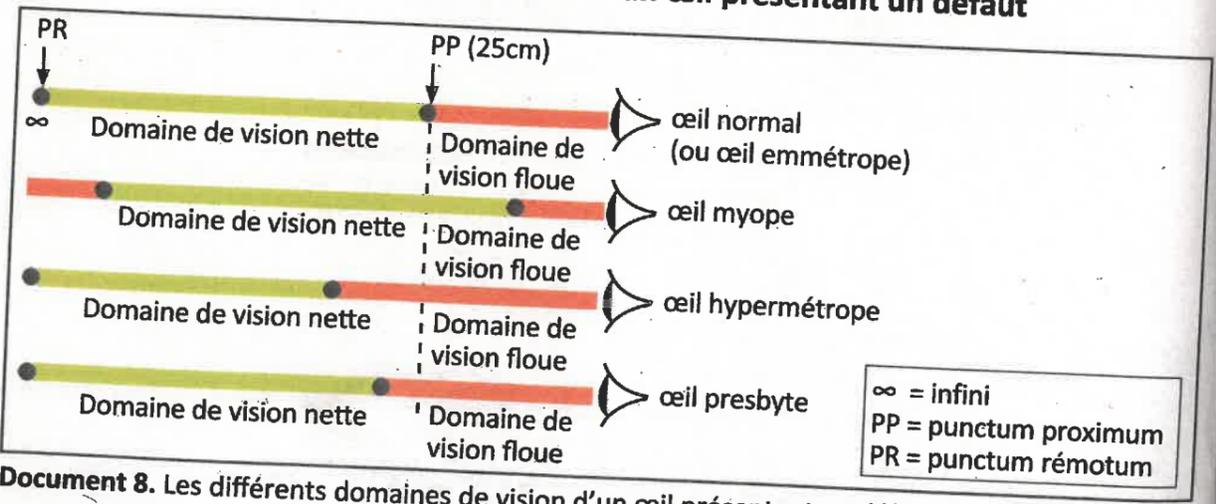
**Problème 2.** Comment fonctionne un œil présentant une anomalie et comment peut-on corriger cette anomalie ?

**Objectif :** Identifier les mécanismes de fonctionnement d'un œil présentant une anomalie.

**II - FONCTIONNEMENT D'UN ŒIL PRÉSENTANT UNE ANOMALIE ET PRINCIPES DE CORRECTION**

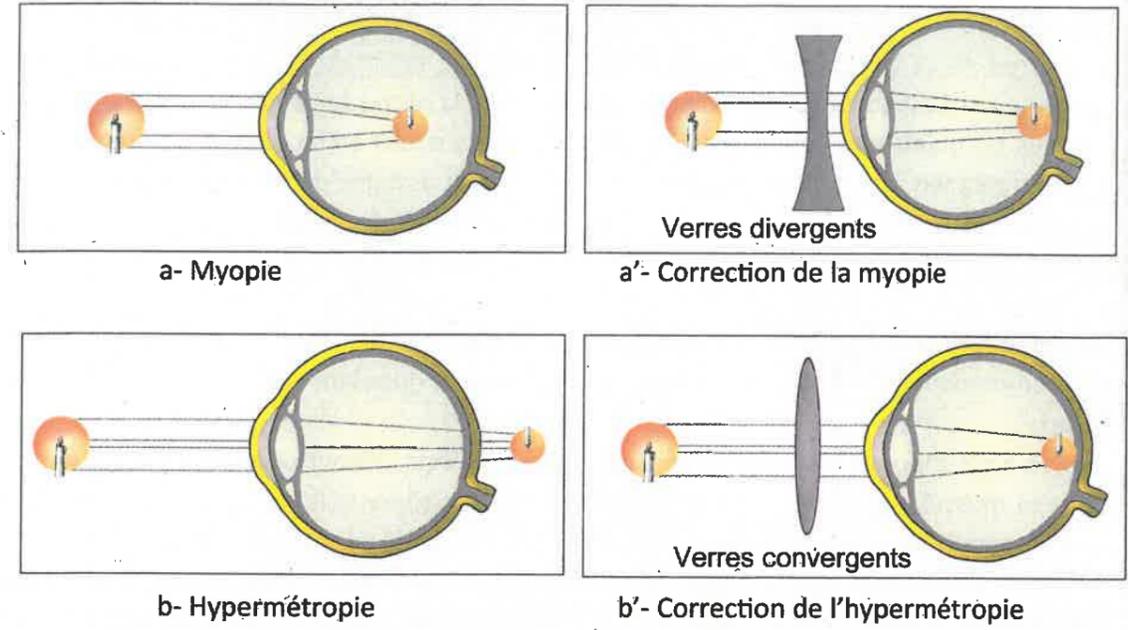
Les mécanismes de fonctionnement d'un œil présentant une anomalie

**1 - Les différents domaines de vision d'un œil présentant un défaut**



Document 8. Les différents domaines de vision d'un œil présentant un défaut.

**2 - La formation des images dans le cas d'un œil amétrope (présentant une anomalie) et principes de correction.**



Document 9. Formation des images dans le cas des anomalies de la vision et principes de correction.

**ACTIVITES**

- À partir du document 8, compare les domaines de vision floue d'un œil myope, d'un œil presbyte, d'un œil hypermétrope avec celui d'un œil normal. Déduis-en les notions de myopie, d'hypermétropie et de presbytie.
- Décris, à partir du document 9 :
  - la formation des images dans le cas de la myopie (a) et le principe de la correction de la myopie (a').
  - la formation des images dans le cas de l'hypermétropie (b) et le principe de la correction de l'hypermétropie (b').
- Indique, en t'aidant du document 8, laquelle des deux anomalies (myopie et hypermétropie) a le même principe de correction que la presbytie. Justifie ta réponse.

**LEXIQUE**

<b>Verre convergent</b>	verre qui assure la correction de l'image en faisant dévier les rayons lumineux parallèles qui le traversent vers un point.
<b>Verre divergent</b>	verre qui assure la correction de l'image en écartant les rayons lumineux parallèles qui le traversent.



**MÉCANISMES DE FONCTIONNEMENT D'UN ŒIL NORMAL OU ŒIL EMMÉTROPE**

L'appareil visuel comprend : les yeux, le nerf optique et un centre visuel situé au niveau du cerveau. L'œil est constitué de trois membranes dont la rétine sur laquelle se forment les images de tous les objets situés à l'infini. En effet, les objets situés à l'infini sont vus nettement, sans accommodation. Par contre, les objets proches (situés à moins de 6m) sont vus flous, car leurs images se forment derrière la rétine. L'œil doit accommoder pour ramener les images sur la rétine. Pour cela, le cristallin se déforme pour adapter la vision à la distance de l'objet. Le diamètre de la pupille diminue au cours de l'accommodation. Ce phénomène est appelé la diaphragmation. Il contribue à la netteté de l'image.

L'accommodation et la diaphragmation se font automatiquement : ce sont des phénomènes réflexes.

La vision est impossible sans lumière. En fonction de l'éclairement ambiant, l'iris, qui est un anneau musculaire, dilate ou rétrécit la pupille pour réguler la luminosité des objets. En effet, c'est la pupille qui limite la largeur du faisceau lumineux qui pénètre dans l'œil. Ainsi, une modification du diamètre pupillaire entraîne une variation de la luminosité de l'objet. La dimension maximale de la pupille est affectée par le vieillissement. La pupille d'une personne âgée refuse de s'ouvrir autant que celle d'un enfant. Ceci explique pourquoi en vieillissant, un homme a besoin d'un éclairage plus intense pour être à l'aise.

**LES ANOMALIES DE LA VISION ET LEURS PRINCIPES DE CORRECTION**

La vision peut présenter quelques défauts (myopie, presbytie, hypermétropie...) dont certains peuvent être corrigés.

**Myopie** : un œil myope est un œil trop convergent. Tout se passe comme si l'œil était trop long. Un œil myope ne pourra, jamais, voir de façon nette les objets éloignés. Par contre, il voit très bien les objets rapprochés. Le patient doit porter des verres divergents.

**Hypermétropie** : un œil hypermétrope est un œil pas assez convergent. Tout se passe comme si l'œil était trop court. Un œil hypermétrope ne peut voir, correctement, un objet situé à l'infini que s'il accommode. Il a une vision floue des objets rapprochés.

**Presbytie** : une perte d'élasticité du cristallin avec l'âge diminue la faculté d'accommodation jusqu'à la rendre quasi nulle. La vision des objets éloignés est bonne. Par contre, le presbyte voit, difficilement, les objets rapprochés : la lecture et l'écriture deviennent difficiles. Le patient doit porter des verres convergents pour la vision des objets rapprochés.

**NB** : il ne faut pas confondre presbytie et hypermétropie, même si ces deux défauts de la vision ont le même principe de correction. Le presbyte ne peut plus accommoder assez pour les objets proches mais voit net un objet situé à l'infini sans accommoder. L'hypermétrope ne voit pas net les objets proches et est obligé d'accommoder pour voir des objets à l'infini.

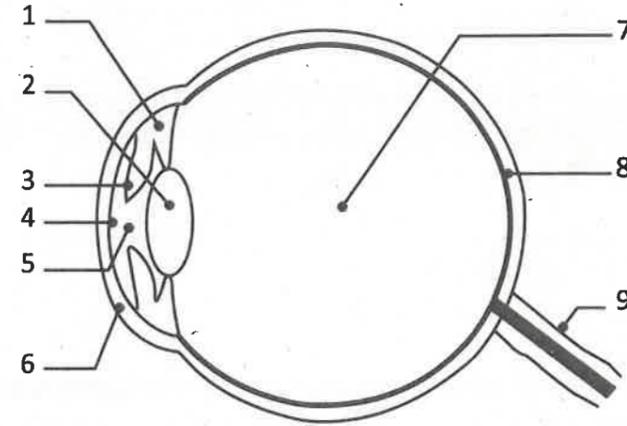
THÈME I. FONCTION DE RELATION

**ÉVALUATION**

**MAITRISE DES CONNAISSANCES**

**Exercice 1**

Annote le schéma ci-dessous en utilisant les chiffres.



**Exercice 2**

Recopie dans ton cahier d'exercices et choisis la bonne réponse.

1- L'accommodation est due :

- à la rétine.
- à la pupille.
- à l'iris.
- à la cornée.
- au cristallin.

2- La diaphragmation est due :

- à la rétine.
- à la pupille.
- à l'iris.
- à la cornée.
- au cristallin.

**Exercice 3**

Recopie dans ton cahier d'exercices le texte ci-dessous et complète-le en remplaçant chaque chiffre par un des termes suivants : *cornée - pupille - cristallin - rétine - bâtonnets - fovéa - cellules ganglionnaires - cerveau.*

« L'œil est l'organe de sens qui reçoit la lumière issue de notre environnement. Cette lumière traverse la...(1)... pour entrer dans l'œil. L'Iris régule le flux lumineux grâce à la...(2)... La vision nette de l'image est, quant à elle, possible grâce au...(3)... La lumière traverse, par la suite, le corps vitré pour atteindre la...(4)...où se forme l'image. La rétine est composée de cellules photo-réceptrices :  
 - les ...(5)... qui se trouvent à la périphérie de la rétine assurent la vision nocturne.  
 - les cônes qui se trouvent, essentiellement, dans la ...(6)... assurent la vision diurne.  
 Ces deux types de cellules sont complémentaires et transmettent l'information aux ...(7)... qui par l'intermédiaire du nerf optique transmettent au ...(8)... l'image formée sur la rétine. Le cerveau analyse l'image ; ce qui aboutit à une perception. »



ÉTUDE DE LA VISION

CHAPITRE 2

PREMIÈRE PARTIE  
Sciences de la Vie

**Exercice 4**

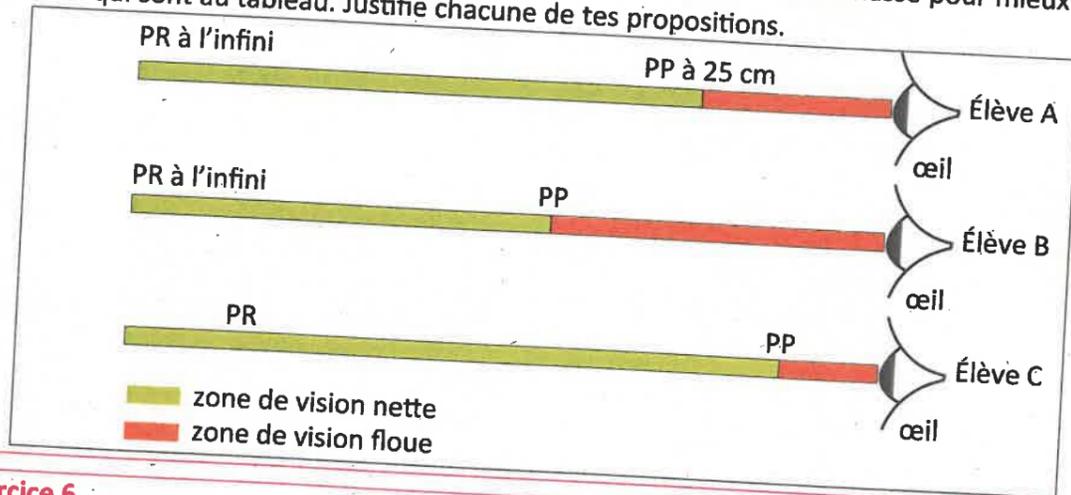
Recopie dans ton cahier d'exercices le tableau ci-dessous et trouve la bonne combinaison en associant, à chaque chiffre, une lettre de chaque colonne.

Œil	Défaut	Cause du défaut	Correction du défaut
1- Presbyte	a- Pas assez convergent	b- Œil trop court	c- Lentille divergente
2- Hypermétrope	d- Trop convergent	e- Élasticité du cristallin	f- Lentille convergente
3- Myope	g- Accommodation	h- Œil trop long	i- Lentille convergente

**COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES**

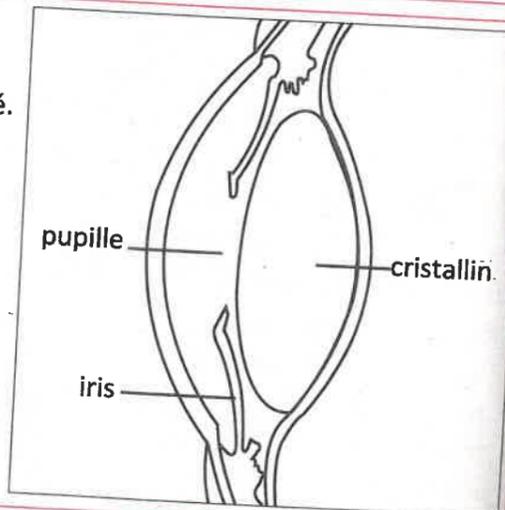
**Exercice 5**

Voici les caractéristiques de la vision des élèves A, B et C. En considérant que l'élève A a une vision normale, indique le lieu où chacun de ces élèves doit s'asseoir dans la classe pour mieux voir les écritures qui sont au tableau. Justifie chacune de tes propositions.



**Exercice 6**

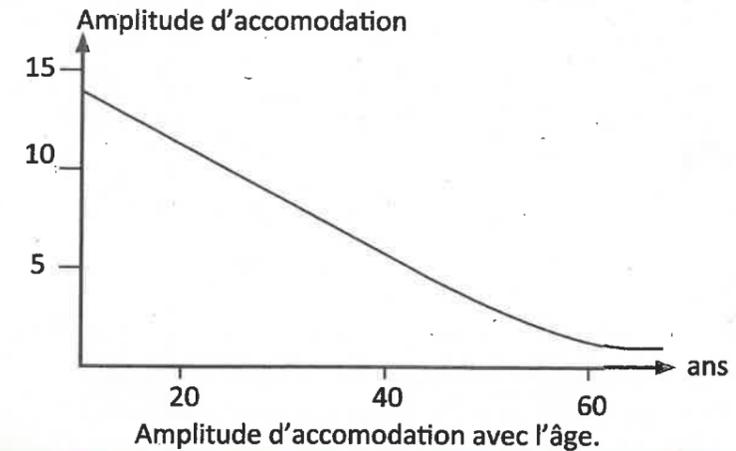
Le document ci-contre représente un schéma de la partie antérieure d'un œil qui observe un objet éloigné. À l'aide du schéma, réalise un autre schéma représentant un œil observant un objet rapproché.



**Exercice 7**

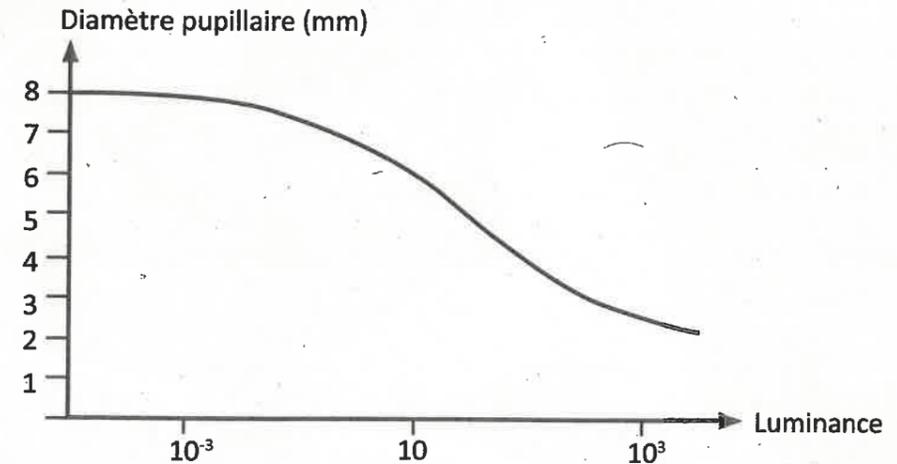
La faculté d'accommodation diminue, progressivement, avec le vieillissement, comme le montre le graphe ci-dessous : on parle de presbytie. Elle concerne tous les humains, qu'on soit emmétrope ou amétrope, donc, elle n'est pas, à vrai dire, une anomalie.

- 1- Décris la variation de l'amplitude de l'accommodation en fonction de l'âge.
- 2- Explique pourquoi les vieillards éloignent leur journal pour mieux lire, s'ils ne portent pas de verres correcteurs.
- 3- Quel type de verres correcteurs devraient-ils porter pour éviter d'éloigner le journal en lisant ?



**Exercice 8**

En fonction de l'éclairement ambiant, l'iris dilate ou contracte la pupille pour réguler la luminosité des images visuelles. La figure ci-après illustre cette adaptation.



Variation du diamètre pupillaire (mm) en fonction de la luminance du champ observé.

- 1- Décris la variation (augmentation ou diminution) du diamètre de la pupille en fonction de la luminance (brillance, luminosité) de l'objet que nous regardons. Dédus-en le rôle de la pupille.
- 2- Sachant que les pupilles d'une personne âgée refusent de s'ouvrir autant que celles d'une jeune personne, en utilisant les informations contenues dans le graphe ci-dessus, explique pourquoi, en vieillissant, un homme a besoin d'un éclairage plus intense pour être à l'aise.



## SITUATION D'INTÉGRATION 1

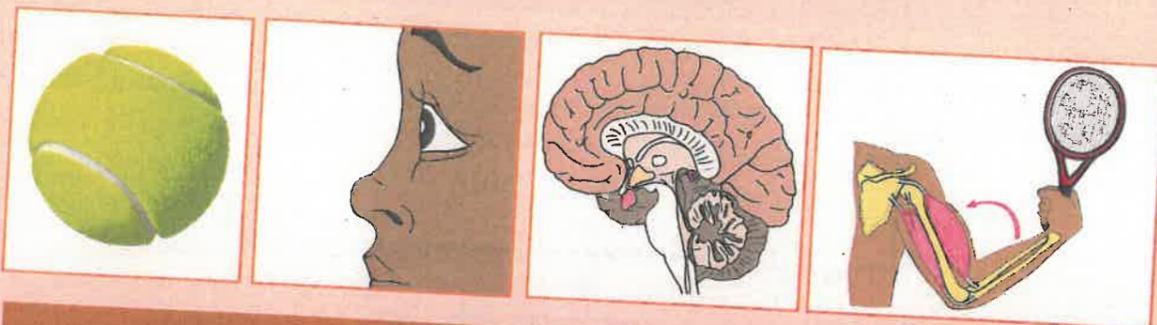
### Contexte

Le joueur de tennis frappe la balle qui vient vers lui avec sa raquette. Cela paraît simple, cependant plusieurs événements se déroulent dans son organisme depuis le regard de la balle à la réaction. Le document ci-contre retrace la succession de ces événements.

### Consigne

À l'aide des schémas ci-dessous rédige un texte retraçant la succession des événements qui conduisent à la réaction (le coup de raquette sur la balle).

THÈME I. FONCTION DE RELATION



De la perception du stimulus à la réaction.

## POUR EN SAVOIR PLUS

### Le glaucome

Le glaucome est une maladie qui entraîne une perte progressive de la vision, commençant, tout d'abord, en périphérie et progressant, graduellement, vers le centre de manière irréversible. Cette maladie est, souvent, associée à une pression intraoculaire élevée qui comprime et endommage les fibres du nerf optique et de la rétine ou à une circulation sanguine inadéquate qui entraîne la mort (nécrose) des cellules du nerf optique et de la rétine. Les facteurs de risque sont : l'hypertension artérielle, le diabète sucré, le tabagisme...

### La cataracte

La cataracte est l'opacification partielle ou totale du cristallin (lentille convergente située à l'intérieur de l'œil). Cette opacification est responsable d'une baisse progressive de la vue, au début accompagnée de gêne à la lumière (photophobie). La cataracte apparaît avec l'âge, après 70 ans, de façon très progressive. Certains facteurs peuvent jouer un rôle dans l'apparition et l'aggravation de la maladie : l'exposition prolongée aux ultraviolets, les rayonnements ionisants, le tabagisme, l'hérédité, certains traitements comme des corticothérapies prolongées, le diabète, certaines maladies métaboliques, certains antidépresseurs, etc. Pour soigner la cataracte, il faut ôter, chirurgicalement, le cristallin et le remplacer par une lentille. L'œil peut voir de nouveau, mais sans accommodation.

### Le daltonisme

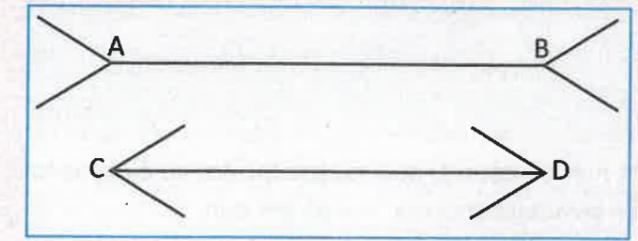
Imaginez un monde sans couleur, ou plutôt avec l'absence de certaines couleurs, ou encore avec des mélanges de différentes couleurs. Eh bien ! Ce monde est le quotidien des daltoniens. Les daltoniens représentent 8,5% de la population masculine. Il est habituel de dire que les daltoniens confondent le vert avec le rouge. En réalité, leur perception du monde coloré est très éloignée de celle du trichromate normal en ce sens que leur environnement ne comporte que deux couleurs dominantes, mais avec un grand nombre de nuances.

### Les illusions optiques

L'image formée au fond de l'œil sur la rétine est transmise, fidèlement, au cerveau sous forme de messages codés. Le cerveau interprète ces messages et nous donnent une représentation de l'objet perçu. L'interprétation qu'en fait le cerveau peut, parfois, être ambiguë. Ces «erreurs» d'interprétation sont des illusions optiques.

Figure 1. Le segment AB semble plus long que le segment CD.

Si tu les mesures, ces deux segments ont la même longueur.



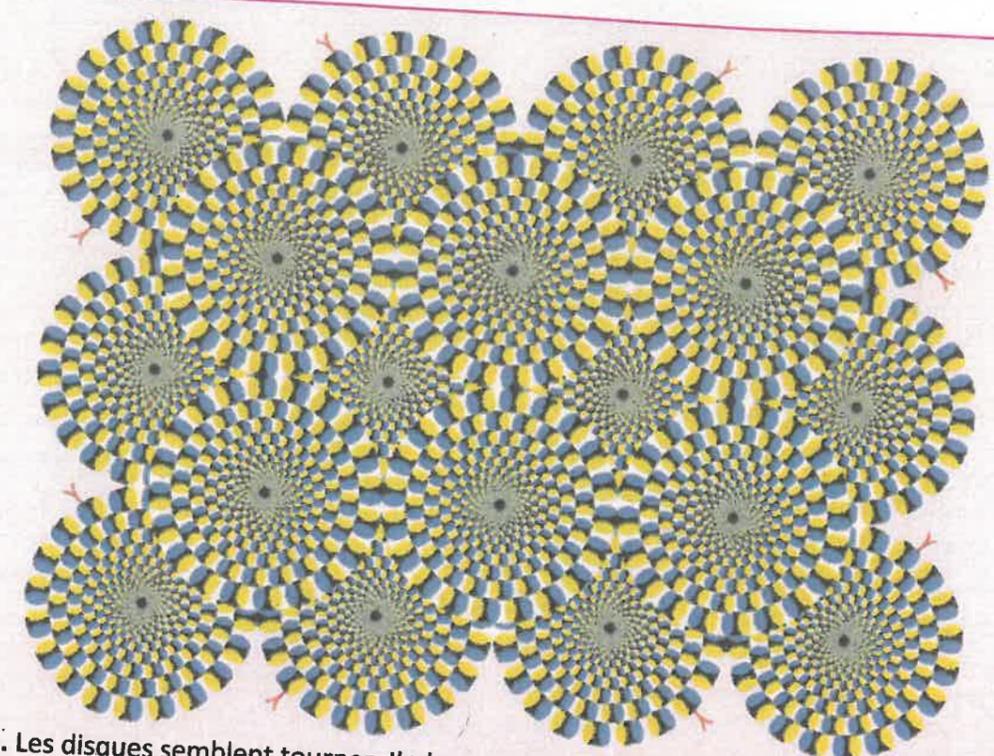


Figure 2. Les disques semblent tourner. Il n'en est rien.

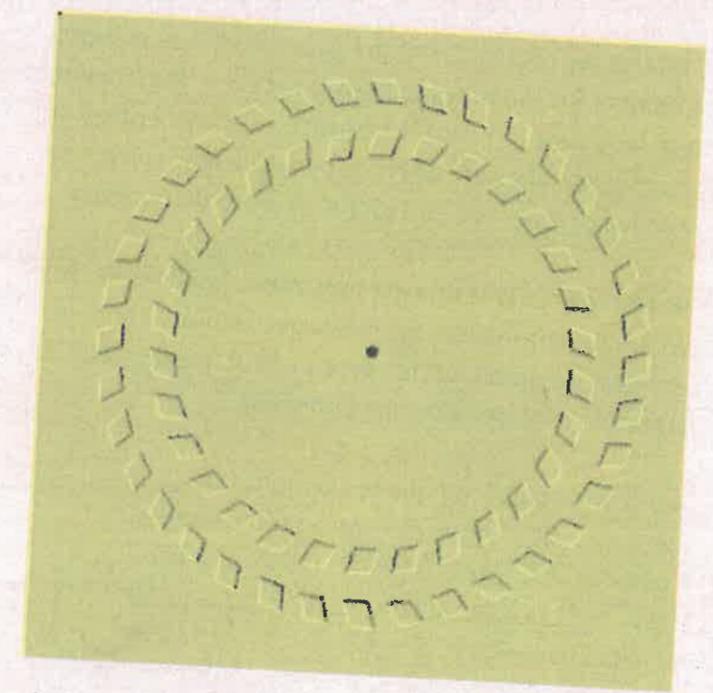


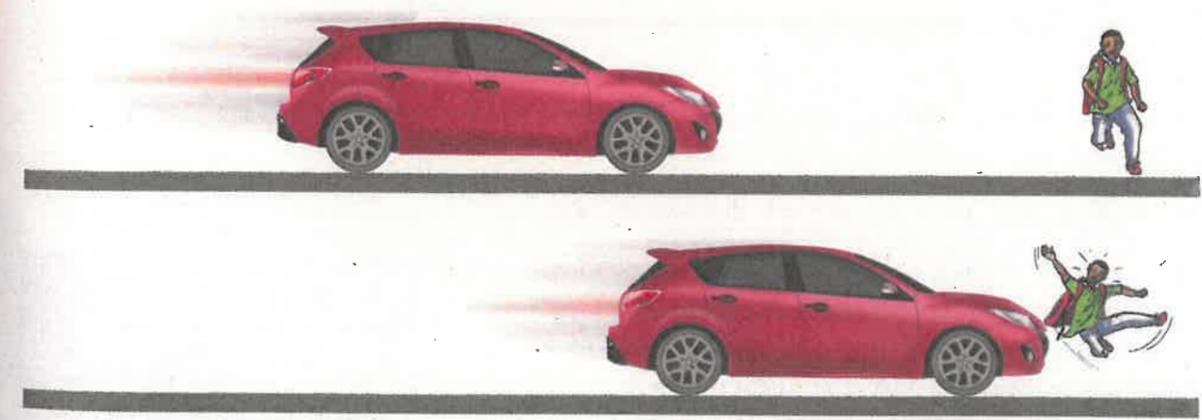
Figure 3. Fixe le point noir du centre, puis rapproche-toi ou éloigne-toi de l'image. Les losanges semblent tourner. Il n'en est rien.

### SITUATION D'INTÉGRATION 2

**Contexte**  
La vitesse reste une des causes majeures des accidents de la route. Une campagne de sensibilisation à la sécurité routière va être organisée la semaine prochaine par la prévention routière. Tu as été choisi (e) pour produire le texte du discours que tu présenteras à la télévision nationale en 15 minutes à l'attention des conducteurs.

**Consigne**  
À partir de tes acquisitions antérieures relatives au fonctionnement du système nerveux, à l'étude de la vision et des informations fournies par les différents documents mis à ta disposition, rédige le texte de ton discours pour une sensibilisation aux facteurs de risques des accidents routiers.

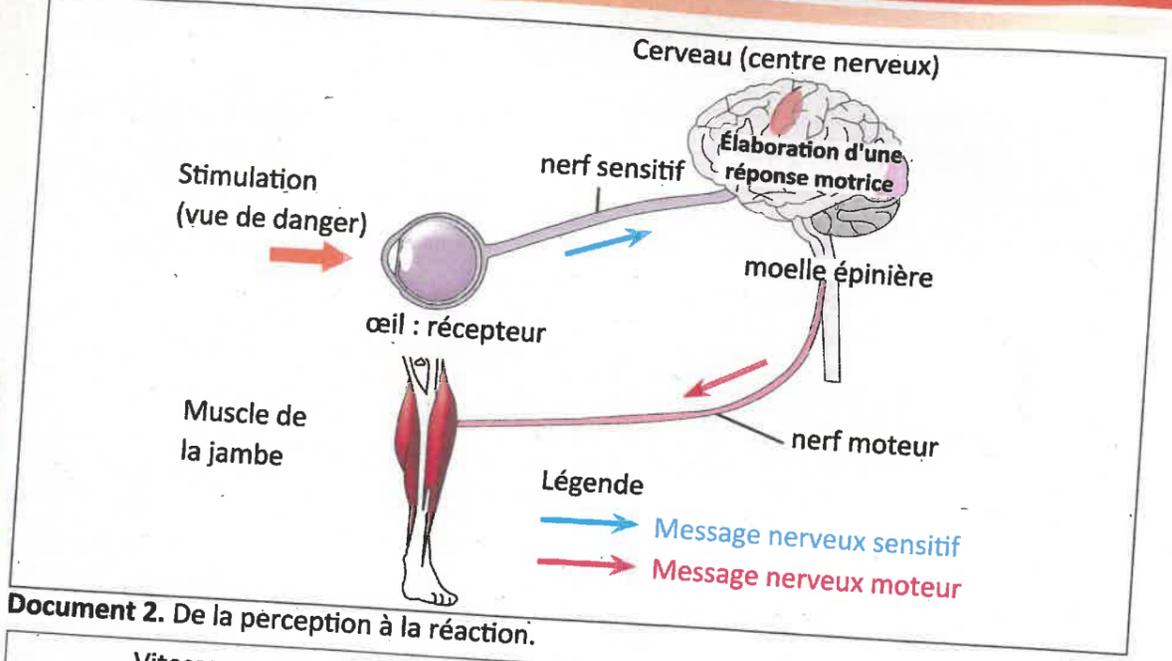
- NB :** Le texte devra traiter les aspects suivants :
- le problème à résoudre ;
  - l'explication de l'accident survenu ;
  - les phénomènes qui se produisent dans l'organisme entre la stimulation (la vue du piéton) et le mouvement de freinage ;
  - l'explication de l'influence de la vitesse sur la conduite automobile ;
  - la proposition de précautions à prendre pour limiter les accidents de la route.



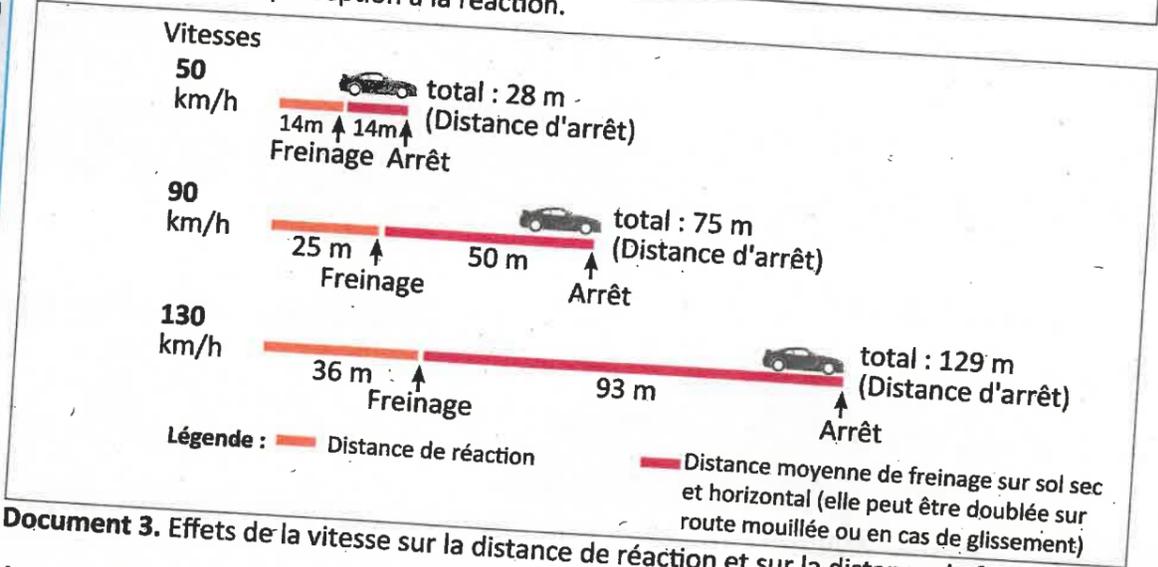
« La route était en très bon état et il n'avait pas plu. Je roulais à 90 km/h, quand le piéton a surgi brusquement, pour traverser. Je l'ai vu car la visibilité était bonne et je n'étais ni ivre, ni somnolent, ni fatigué. Il était à 50 mètres devant moi et j'ai freiné immédiatement. Mais, je n'ai pas pu l'éviter et il m'était impossible de changer de trajectoire, pour l'éviter car il y avait un ravinement profond sur les deux côtés de la route. »

Document 1. Film d'un accident de la route et aveux du conducteur.





Document 2. De la perception à la réaction.



Document 3. Effets de la vitesse sur la distance de réaction et sur la distance de freinage.

Ayez, toujours, en tête qu'à vitesse élevée un conducteur distingue, moins bien, les objets qui l'entourent. Plus la vitesse est grande, plus le champ de vision diminue. À l'arrêt, l'être humain a un angle de vision de 180°. Cet angle est de 30° à 130 km/h. Sur une distance de 100 km, rouler à 150 km/h plutôt qu'à 130 km/h vous fait gagner... 6 minutes seulement. La prise de risque vaut-elle le coup ? Plus on roule vite, plus notre vision est altérée. À grande vitesse, la vision est moins fine. Le conducteur distingue moins bien les objets tels que les panneaux de signalisation ou la voiture qui arrive en face. D'autre part, à grande vitesse, les objets périphériques défilent très rapidement ; ce qui altère la capacité de vision latérale.



Document 4. Effets de la vitesse sur la vision d'un conducteur.

QUELQUES NOTIONS DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE À PRENDRE EN COMPTE

1- Le temps de réaction

Le temps de réaction est, directement, lié au fonctionnement du système nerveux. Il correspond au temps que met l'information pour circuler entre le récepteur (ici l'œil) et l'effecteur (ici les muscles de la jambe). C'est-à-dire entre le moment où le conducteur voit l'obstacle (ici le piéton) et le moment où il commence à freiner.

**NB :** Un conducteur attentionné a un temps de réaction d'une seconde environ.

2- La distance de réaction (dR)

C'est la distance parcourue par le véhicule pendant le temps de réaction du conducteur. Elle dépend de la vitesse du véhicule et de l'état du conducteur.

Calcul de la distance de réaction :  $dR = V \times tR$

**dR :** distance de réaction, en mètre (m)

**V :** vitesse du véhicule, en mètre par seconde (m/s)

**tR :** temps de réaction, en seconde (s)

**Exemple :** Pour un conducteur roulant à 50km/h et dont le temps de réaction est d'une seconde (temps de réaction normal) :

Distance de réaction =  $V \times tR = 50\text{km/h} \times tR = 50000\text{m}/3600\text{s} \times tR$  soit  $13,8 \text{ m} \times 1\text{s}$ , c'est-à-dire, environ 14 m.

La distance de réaction est proportionnelle au temps de réaction. Si ce temps de réaction est multiplié par 2, la distance de réaction est multipliée par 2.

La distance de réaction est, également, proportionnelle à la vitesse. Si la vitesse est multipliée par 2, alors la distance de réaction l'est aussi.

3- La distance de freinage (DF)

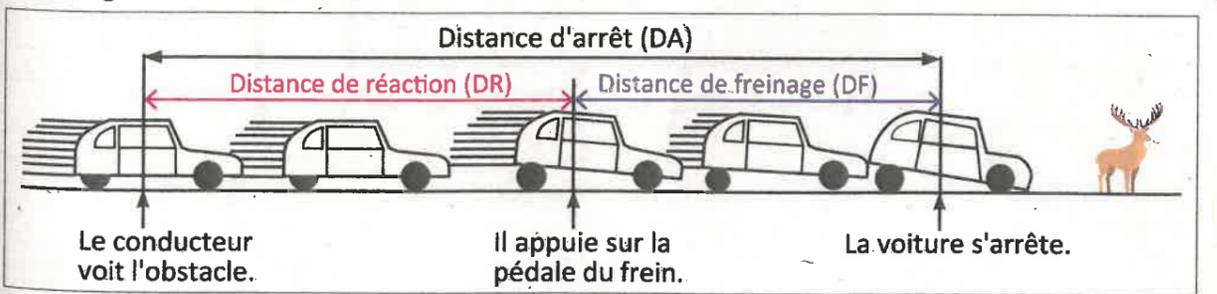
C'est la distance conventionnelle nécessaire à un véhicule pour passer de sa vitesse initiale à la vitesse nulle.

On peut évaluer la distance de freinage DF (en mètres) à l'aide de la formule  $DF = k.V^2$  où v est la vitesse du véhicule exprimée en m/s, où k est un coefficient dépendant de l'état de la route égal à 0,08 si la route est sèche et à 0,14 si la route est mouillée.

**Exemple :** Pour un conducteur roulant à 50 km/h sur une route sèche, la distance de freinage est de :  $DF = k.V^2 = 0,08 \times (50000\text{m}/3600\text{s})^2 = 15 \text{ m}$  environ.

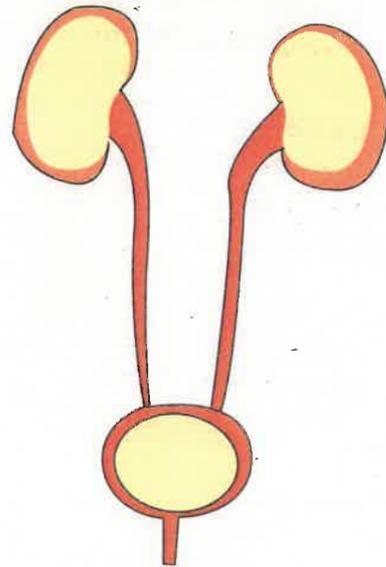
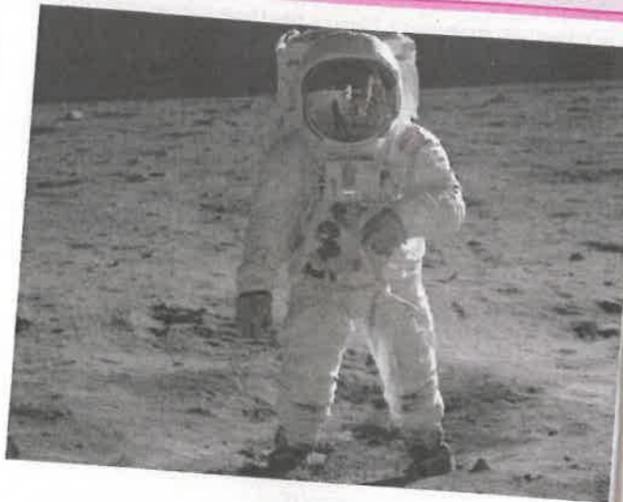
4- La distance d'arrêt (DA)

La distance d'arrêt d'un véhicule est la distance conventionnelle théorique nécessaire à un véhicule pour s'arrêter compte tenu de sa vitesse. Cette distance est la somme de la distance de freinage et de la distance de réaction du conducteur.



Document 5. Quelques notions de sécurité routière.





La plupart des animaux terrestres, ainsi que certains animaux aquatiques réalisent des échanges respiratoires, directement, avec l'atmosphère. Il en est de même pour l'homme.

- Comment l'homme réalise-t-il ses échanges respiratoires avec l'atmosphère ?
- Quels sont les échanges gazeux respiratoires ?
- Quelle hygiène pour un bon fonctionnement de l'appareil respiratoire ?

**Problème 1.** Comment l'homme réalise-t-il ses échanges respiratoires avec l'atmosphère ?

**Objectif :** Identifier les mécanismes qui permettent le renouvellement de l'air dans les poumons.

### I - LES ÉCHANGES GAZEUX RESPIRATOIRES AVEC L'ATMOSPHÈRE

Mécanismes qui permettent le renouvellement de l'air dans les poumons

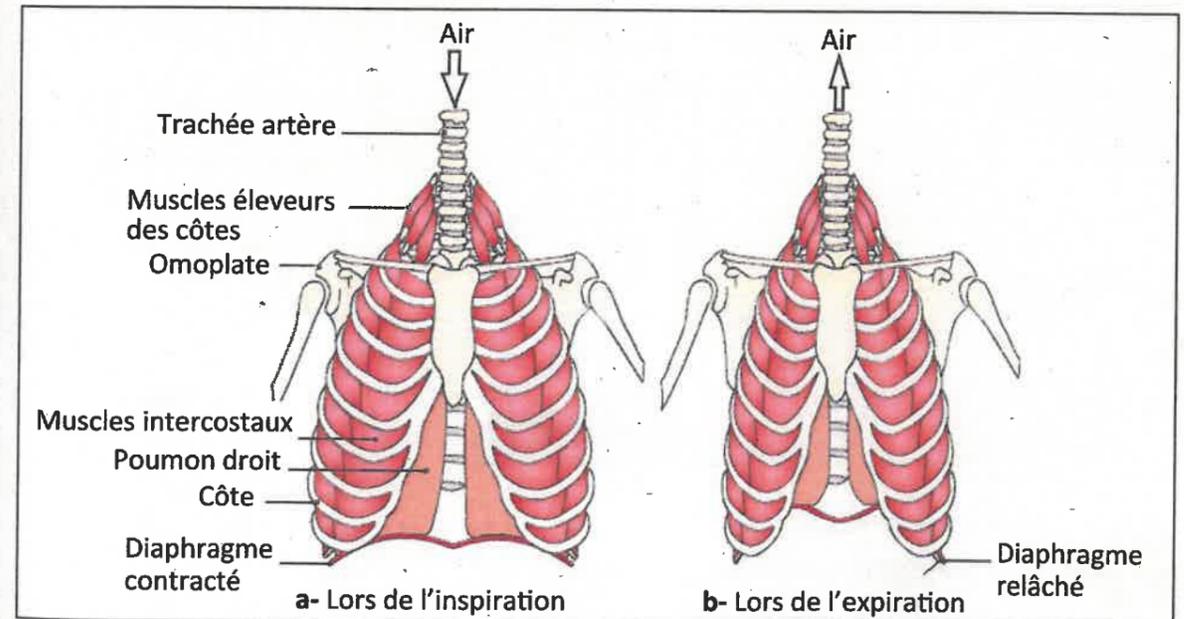


a- Lors de l'inspiration



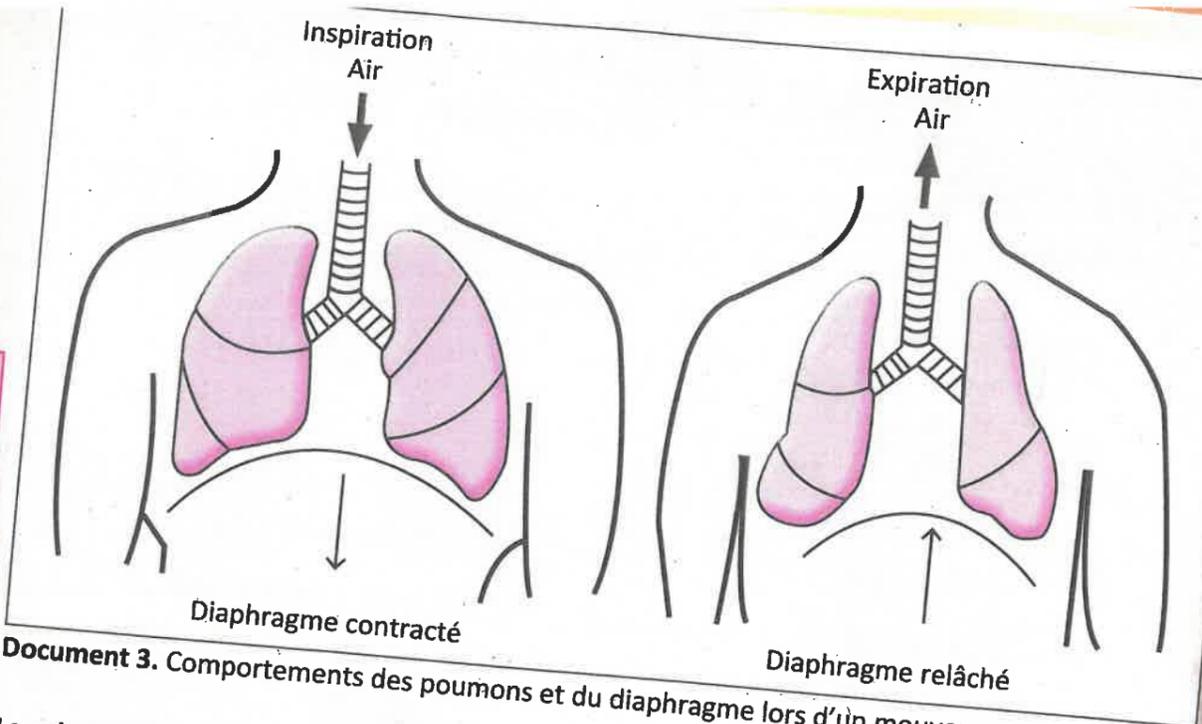
b- Lors de l'expiration

Document 1. Mouvements respiratoires.



Document 2. Comportements de la cage thoracique et du diaphragme lors d'un mouvement respiratoire.

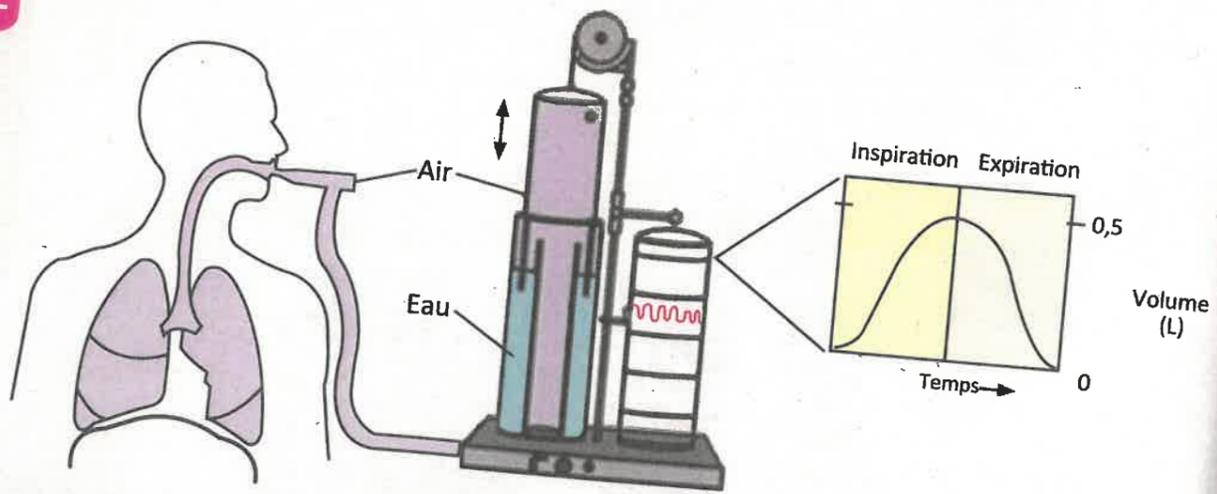




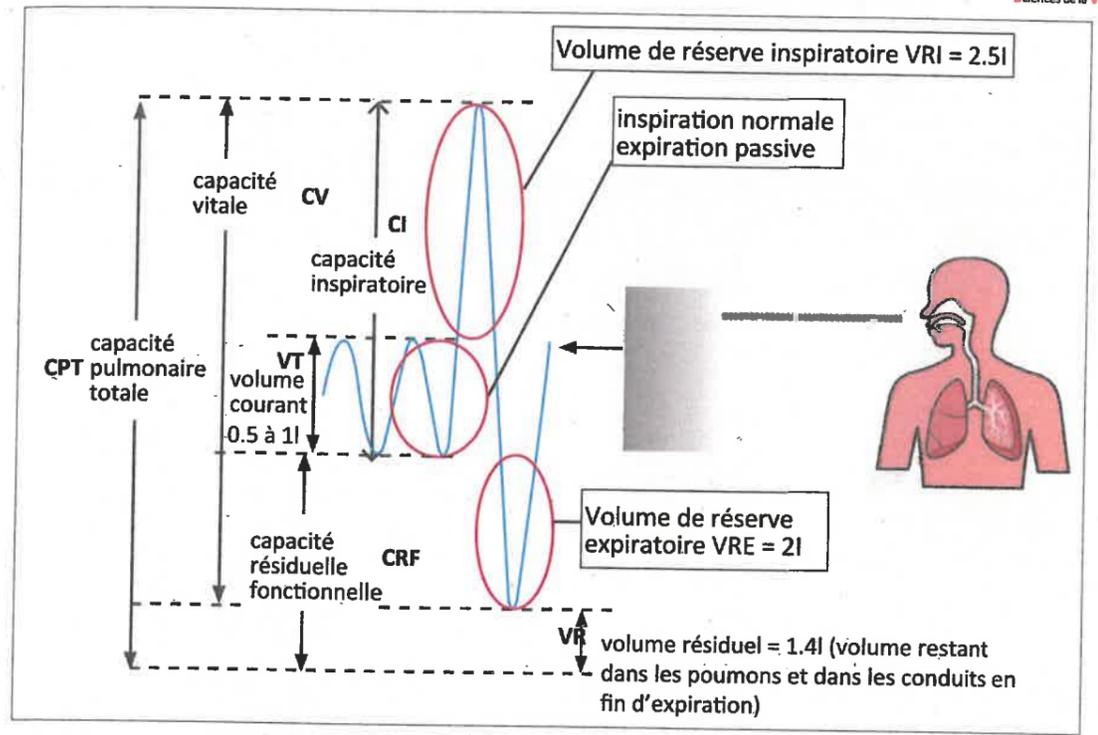
Document 3. Comportements des poumons et du diaphragme lors d'un mouvement respiratoire.

**Le spiromètre à cloche**

Les spiromètres à cloche (document 4a) se compose d'un circuit fermé comportant une cloche équilibrée par un contre poids capable de se déplacer verticalement. La cloche plonge dans une cuve remplie d'eau de telle sorte qu'elle forme un réservoir d'air de volume variable. Les volumes pulmonaires sont, ainsi, enregistrées par une plume sur un papier enroulé sur un cylindre qui tourne (document 4b).



Document 4a. Le principe du spiromètre à cloche.



Document 4b. Les volumes pulmonaires.

**ACTIVITES**

- À partir des documents 1 et 2, décris les comportements de la cage thoracique et du diaphragme au cours de l'inspiration et de l'expiration.
- À partir du document 3, décris les comportements des poumons et du diaphragme au cours de l'inspiration et de l'expiration.
- À partir des documents 1, 2 et 3, indique la succession des événements qui se produisent au cours de l'inspiration et de l'expiration.
- À partir du document 4a, indique le sens de déplacement du stylet lors de l'inspiration et lors de l'expiration.
- À partir du document 4b :
  - indique le volume d'air ventilé à chaque inspiration normale et à chaque expiration normale.
  - Définis les volumes pulmonaires suivants : volume courant, volume de réserve inspiratoire, volume de réserve expiratoire, capacité vitale.

**LEXIQUE**

<b>Atmosphère</b>	couche gazeuse constituant l'enveloppe la plus externe de la terre.
<b>Expiration</b>	action qui consiste à faire sortir de l'air des poumons.
<b>Inspiration</b>	action qui consiste à faire entrer de l'air dans les poumons.
<b>Mouvement respiratoire</b>	ensemble d'actions permettant la circulation de l'air dans les voies respiratoires et les poumons. Un mouvement respiratoire comprend une inspiration et une expiration.
<b>Ventilation pulmonaire</b>	renouvellement de l'air contenu dans les poumons.



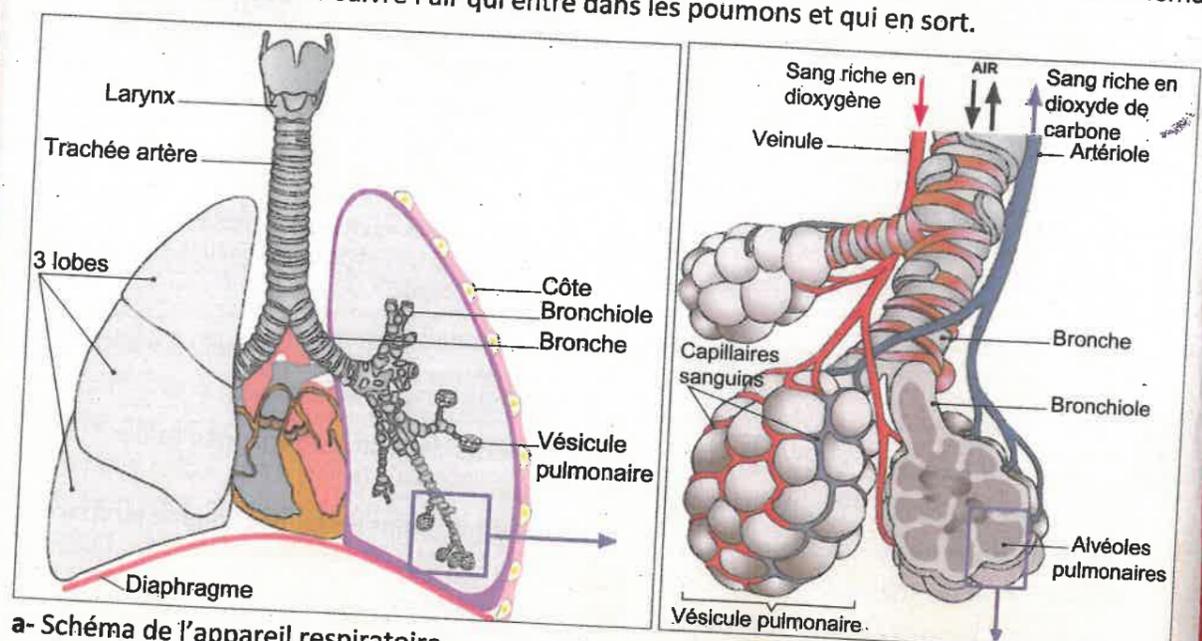
**Problème 2. Quels sont les échanges gazeux respiratoires ?**

- Objectifs :**
- Déterminer le trajet de l'air dans l'appareil respiratoire.
  - Identifier les échanges entre l'air atmosphérique et le sang.
  - Identifier les échanges entre le sang et les organes.

**II- LES ÉCHANGES GAZEUX RESPIRATOIRES**

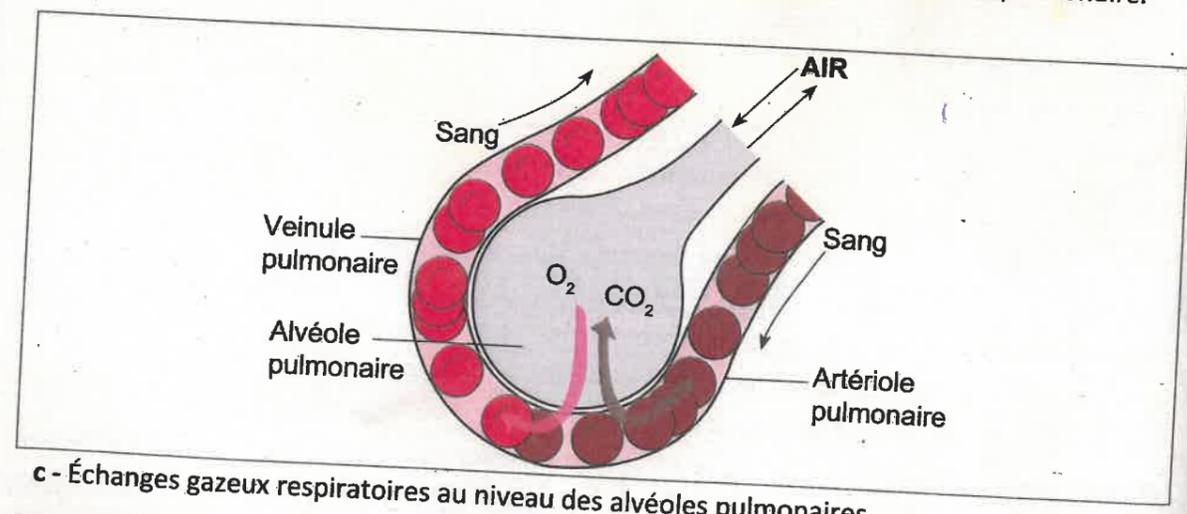
**A - Trajet de l'air dans l'appareil respiratoire**

Lors des mouvements respiratoires, de l'air entre dans les poumons et de l'air en sort. Les schémas ci-dessous permettent de suivre l'air qui entre dans les poumons et qui en sort.



a- Schéma de l'appareil respiratoire.

b- Schéma d'une vésicule pulmonaire.



c - Échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires.

Document 5. Trajet de l'air dans l'appareil respiratoire (a, b et c).

**B- Les échanges entre l'air atmosphérique et le sang**

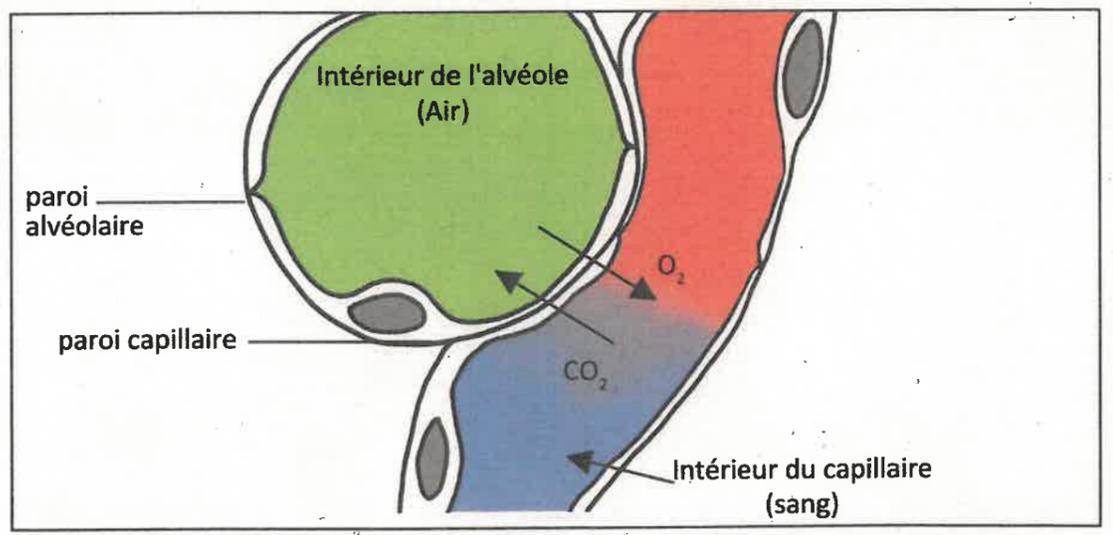
Les deux petits flacons contiennent de l'eau de chaux (c'est un liquide qui devient blanc en présence du dioxyde de carbone). Lorsque l'enfant inspire (a), l'eau de chaux reste claire. Mais, lorsqu'il expire (b), l'eau de chaux se trouble (le contenu devient blanc).



Document 6. Mise en évidence du rejet de dioxyde de carbone par l'organisme.

**Les alvéoles pulmonaires**

Ce sont de petits sacs remplis d'air et présentant une paroi très fine au niveau de laquelle ont lieu les échanges gazeux respiratoires. Le très grand nombre d'alvéoles pulmonaires (environ 300 millions) permet d'obtenir une énorme surface totale d'échange d'environ 100m<sup>2</sup>. Les alvéoles se gonflent d'air à l'inspiration et se vide lors de l'expiration. La fine paroi de l'alvéole pulmonaire est recouverte de très nombreux et très fins vaisseaux sanguins (les capillaires sanguins). La paroi de l'alvéole et celle du capillaire sanguin, formées de cellules aplaties, constituent des surfaces d'échanges gazeux entre l'air et le sang.



Document 7. Les caractéristiques des surfaces d'échange gazeux au niveau d'une alvéole pulmonaire.

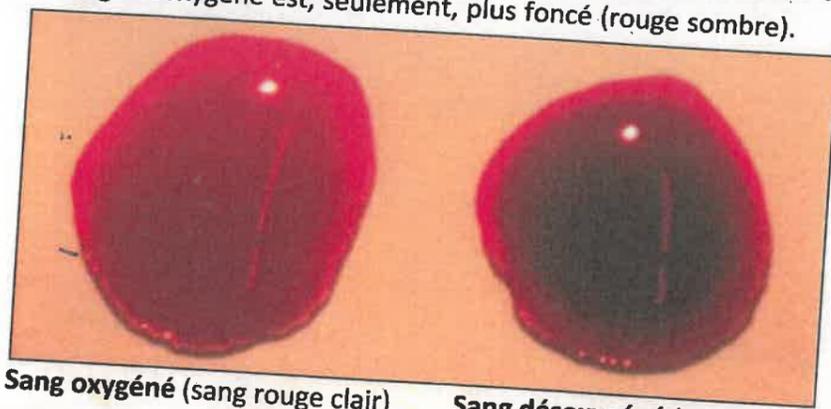
THÈME II. FONCTION DE NUTRITION

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie

CHAPITRE 3

LA RESPIRATION CHEZ L'ESPÈCE HUMAINE

**Expérience d'oxygénation du sang**  
On cherche à comprendre pourquoi le sang est tantôt de couleur rouge sombre, tantôt de couleur rouge clair. Pour cela, on réalise l'expérience ci-dessous : on fait varier la teneur du sang en dioxygène. La photographie ci-dessous montre le résultat obtenu.  
**NB :** Par convention, le sang désoxygéné (dont on a enlevé le dioxygène) est représenté en bleu. Le bleu rappelle la couleur des vaisseaux sanguins que l'on peut apercevoir à travers la peau. En réalité, le sang désoxygéné est, seulement, plus foncé (rouge sombre).



Sang oxygéné (sang rouge clair)      Sang désoxygéné (sang rouge sombre)

Document 8. Variation de coloration du sang en fonction de la quantité de dioxygène présent.

**ACTIVITES**

- 1- Décris, à l'aide du document 5 (a, b et c), le trajet de l'air dans l'appareil respiratoire.
- 2- Quelle conclusion tires-tu des résultats de l'expérience décrite par le document 6 ?
- 3- À l'aide du document 7 :
  - Décris les échanges entre l'air et le sang au niveau des alvéoles pulmonaires.
  - Indique les caractéristiques des surfaces d'échanges au niveau des alvéoles pulmonaires.
- 4- En t'appuyant sur l'expérience décrite dans le document 8, explique les variations de couleur du sang.

**Problème 3. Quelle hygiène pour un bon fonctionnement de l'appareil respiratoire ?**

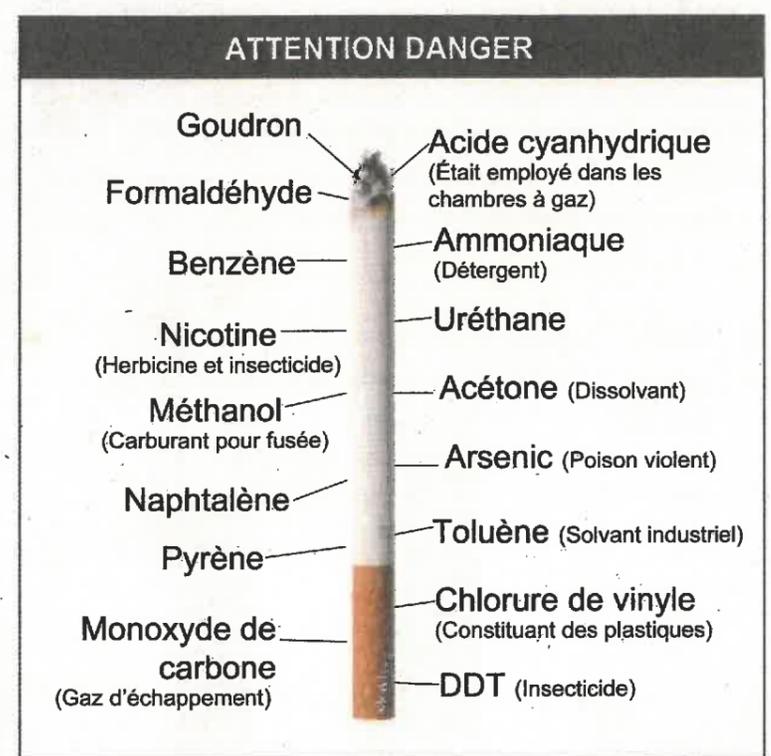
**Objectif :** Identifier les méfaits de la cigarette et de la pollution sur le fonctionnement de l'appareil respiratoire.

**III- HYGIÈNE POUR UN BON FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE**

**Les méfaits de la cigarette et de la pollution**

Certaines substances contenues dans la fumée de la cigarette détruisent les **cils vibratiles** qui tapissent les voies respiratoires, entraînant des bronchites. Le rôle de ces cils est d'arrêter et d'expulser les fines particules contenues dans l'air que nous respirons. La cigarette contient plusieurs substances nocives telles que :

- le **goudron** qui se dépose le long des voies respiratoires et qui provoque des cancers.
- la **nicotine** qui provoque la réduction du diamètre des bronches. Il s'en suit une réduction du volume d'air entrant dans les poumons ; ce qui favorise les crises d'asthme.
- le **monoxyde de carbone** qui diminue la quantité de dioxygène transportée par le sang en se fixant, de manière irréversible, sur l'hémoglobine qui ne peut plus fixer le dioxygène.



Document 9. Substances nocives de la cigarette.



a- Poumons d'un non-fumeur.  
Document 10. Effets de la cigarette sur les poumons.



b- Poumons d'un fumeur.

Sur les paquets de cigarette, il est mentionné un taux de nicotine de 0,2 à 2mg par cigarette. En réalité, une seule cigarette contient entre 10 et 25mg de nicotine.

L'expérience présentée dans le document 11 (a, b et c) met en évidence la présence de la nicotine dans la cigarette et le fait que la quantité de nicotine présente dans une cigarette correspond, en grande partie, à celle qui est inhalée par le fumeur.

**Expérience**

Une bouteille en plastique (représentant le poumon du fumeur) est remplie d'eau. On place du coton dans le tube qui relie la bouteille à la cigarette allumée et insérée dans le tube. La bouteille est, ensuite, percée vers le bas. L'eau, en se vidant, crée une dépression dans la bouteille qui « tirera » sur la cigarette comme un fumeur lors d'une bouffée de cigarette. (Document 11a).

**Résultats**

À la fin de l'expérience, le filtre est ouvert (document 11b) et on remarque qu'il est coloré en jaune par la nicotine. Puis, le coton, qui avait été placé dans le tube, est lui aussi ouvert (document 11c). On remarque la présence de la même substance jaune : c'est la nicotine qui parvient, elle, à l'organisme.



Document 11a. Expérience d'extraction de la nicotine.



Document 11b. Filtre imbibé de nicotine.



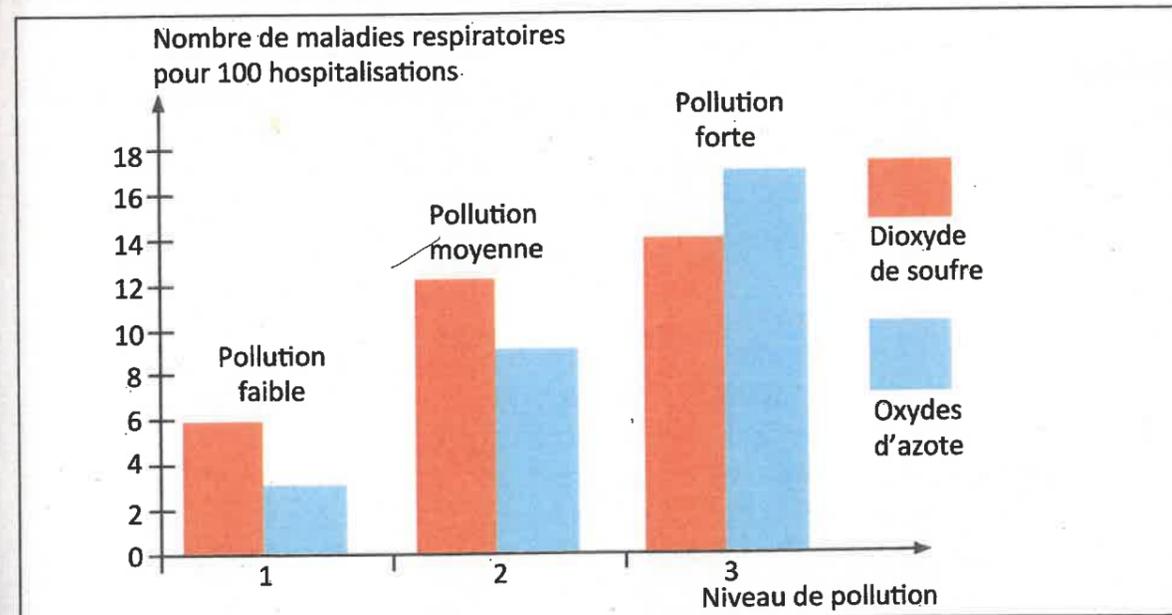
Document 11c. Présence de nicotine sur le coton placé dans le tube.

Document 11. Mise en évidence de la nicotine dans la cigarette (a, b et c).

La pollution atmosphérique constitue l'une des principales causes des troubles respiratoires. Le document ci-dessous présente les principaux polluants de l'air et leurs effets sur l'organisme.

Gaz rejetés	Sources des gaz	Effets sur l'organisme
Monoxyde de carbone	Voitures	Perturbe la fixation du dioxygène dans le sang au niveau des alvéoles ; ce qui peut entraîner l'asphyxie
Dioxyde de soufre	Habitations	Toux, difficultés respiratoires
Poussière	Usines, voitures, habitations	Troubles respiratoires
Oxyde d'azote	Voitures, habitations	Crises d'asthme

Document 12. Principaux polluants de l'air et leurs effets sur l'organisme.



Document 13. Conséquences d'une augmentation de la pollution de l'air sur l'appareil respiratoire.

## ACTIVITES

- 1- En t'appuyant sur le **document 9**, explique les dangers du tabac.
- 2- À partir du **document 10**, compare l'aspect des poumons d'un non-fumeur à ceux d'un fumeur. Que constates-tu ?
- 3- À la vue du **document 11**, quel rapprochement fais-tu de la coloration du coton 2 et de l'aspect des poumons du fumeur ?
- 4- À l'aide du **document 12**, rappelle les principales causes de la pollution et les principaux polluants de l'air.
- 5- Précise, en utilisant le **document 13**, les principales conséquences d'une augmentation de la pollution de l'air sur l'appareil respiratoire.
- 6- À l'aide des acquis et des informations fournies en réponse aux questions précédentes, propose des comportements à adopter pour un bon fonctionnement de l'appareil respiratoire.

## LEXIQUE

<b>Asphyxie</b>	difficulté respiratoire due à un renouvellement difficile de l'air dans les poumons.
<b>Asthme</b>	respiration difficile et toux dues à une contraction des bronches.
<b>Cancer</b>	maladie due à une multiplication désordonnée de certaines cellules.
<b>Pollution de l'air</b>	diminution de la qualité de l'air due à des substances étrangères.
<b>Tabagisme</b>	intoxication aiguë ou chronique provoquée par l'abus du tabac. Par extension, il désigne, également, la consommation de tabac en général.

## BILAN

La respiration désigne, à la fois, les **échanges gazeux** (rejet de dioxyde de carbone et absorption de dioxygène) et la **respiration cellulaire** qui permet aux organes d'obtenir de l'**énergie**. Ce ne sont pas les poumons « qui respirent », mais plutôt les cellules des organes. Les poumons servent d'intermédiaires entre l'atmosphère et le sang.

**La ventilation pulmonaire**

Les mouvements respiratoires permettent le renouvellement de l'air dans l'appareil respiratoire : on parle de **ventilation pulmonaire**. Chaque **mouvement respiratoire** comprend une inspiration et une expiration.

Au cours de l'inspiration, le diaphragme se contracte et s'abaisse, le volume de la cage thoracique et celui des poumons augmentent, l'air entre.

Au cours de l'expiration, le diaphragme se relâche et se soulève, le volume de la cage thoracique et celui des poumons diminuent, l'air sort.

**NB** : L'inspiration est un **phénomène actif** qui consomme de l'énergie. L'expiration est un **phénomène passif** qui ne consomme pas de l'énergie.

**Méfais de la cigarette**

La dangerosité du tabagisme en fait, depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle, un enjeu de santé publique dans de nombreux pays. La dépendance à la cigarette est, en fait, complexe et ne se limite pas à une dépendance physique. C'est ce qui fait la difficulté, pour le fumeur, d'arrêter. Même après plusieurs années d'abstinence de la cigarette, il ne peut suffire que d'une seule cigarette pour qu'un ancien fumeur « réveille » ces dépendances.

**Comportements à adopter pour le bon fonctionnement de l'appareil respiratoire**

- Ne pas fumer.
- Ne pas inciter les autres à fumer.
- Si on est fumeur, aérer, régulièrement, les pièces où l'on a fumé.
- Protéger de la fumée les jeunes enfants et les personnes souffrant d'une maladie cardiaque ou respiratoire.
- Limiter l'usage des produits sous forme de bombes (aérosol, vaporisateur,...); qu'il s'agisse de produits ménagers ou de produits de toilette.

Une bonne respiration est favorisée par la relaxation. En retour, un bon contrôle respiratoire se fait au cours de la marche, effectuée à son pas, surtout lorsqu'elle est pratiquée en pleine nature. En cas d'encombrement des bronches par des sécrétions ou par la poussière, il convient de respirer doucement et de tousser 1 à 2 fois à la fin de l'expiration.

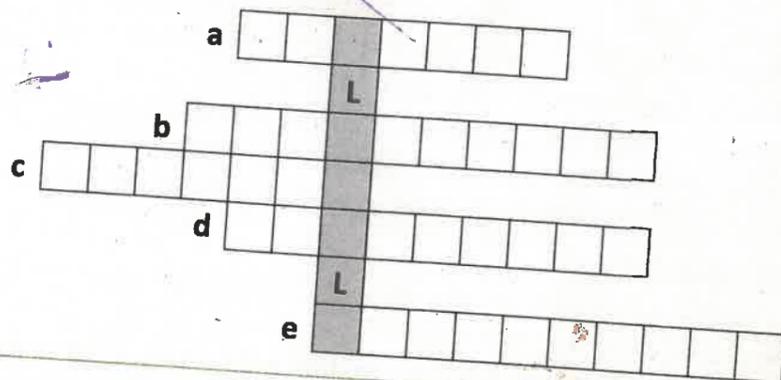
# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

Pour découvrir le mot caché dans la colonne grise, recopie la grille, puis complète-la à l'aide des définitions suivantes :

- a- conduit l'air dans les poumons.
- b- ceux de la cage thoracique permettent le renouvellement de l'air.
- c- Elle est ramifiée en bronchiole.
- d- Gaz consommé lors de la respiration.
- e- Rejet d'air par les poumons.



### Exercice 2

Rédige les phrases a, b et c en utilisant les mots proposés :

- Phrase a : alvéole – dioxygène – sang – air.
- Phrase b : air inspiré – dioxygène – air expiré – riche.
- Phrase c : surface alvéolaire – passage du dioxygène – sang.

### Exercice 3

À la question suivante : "Comment la structure des poumons permet-elle le passage du dioxygène dans le sang ?", trois élèves (a, b et c) proposent les réponses ci-dessous :

Élève a : Le dioxygène traverse les alvéoles pulmonaires qui se jettent dans le sang.

Élève b : Les surfaces d'échange existant au niveau des alvéoles pulmonaires permettent le passage du dioxygène dans le sang.

Élève c : Les alvéoles pulmonaires sont remplies de sang.

Choisis la (les) bonne(s) proposition(s).

### Exercice 4

- 1- Indique les deux phases d'un mouvement respiratoire.
- 2- Nomme la structure pulmonaire responsable des échanges gazeux respiratoires.
- 3- Indique les caractères des surfaces de contact entre l'air et le sang au niveau des poumons.
- 4- Indique la voie par laquelle le dioxygène de l'air que nous inspirons parvient aux organes.

### Exercice 5

Associe, par un tiret, chaque chiffre de la liste ci-dessous à la lettre qui correspond à sa définition.

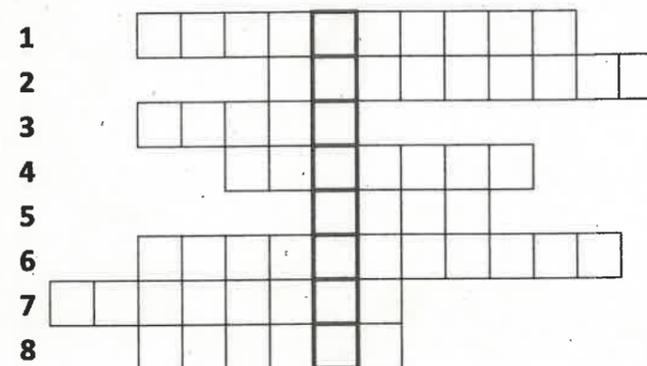
Liste : 1- Asthme 2- Alvéoles 3- Inspiration 4- capillaires

#### Définitions :

- a- Vaisseaux sanguins à parois minces permettant les échanges gazeux.
- b- Une maladie respiratoire.
- c- Petits sacs à parois plissées situés à l'extrémité des bronchioles.
- d- Processus qui permet l'entrée d'air dans les poumons.

### Exercice 6

a- Recopie et remplis la grille de mots croisés suivante à l'aide des définitions ci-dessous pour découvrir le mot caché.



#### Définitions :

- 1 = Nécessité physique de reprendre une drogue.
- 2 = Cylindre de tabac entouré de papier.
- 3 = Produit naturel pouvant être fumé, prisé...
- 4 = Produits illicites ayant une action sur le fonctionnement du cerveau.
- 5 = Expulsion forcée d'éléments hors des voies respiratoires.
- 6 = Absorption de dioxygène par l'organisme associée au rejet de dioxyde de carbone.
- 7 = Produits présents dans le tabac et pouvant se déposer dans les alvéoles pulmonaires.
- 8 = Maladie grave pouvant être provoquée, au niveau des poumons, par le tabac.

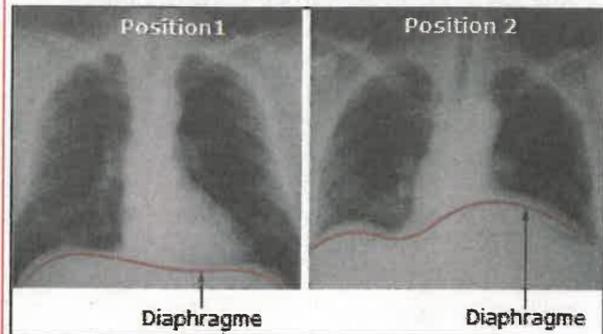
b- Quelle est l'action, sur les poumons, du produit dont vous avez trouvé le nom ?



COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

Exercice 7

Le document 1 représente le cliché de la cage thoracique dans deux positions. Le document 2 représente le rythme respiratoire d'un individu et le volume d'air courant (volume d'air entrant dans les poumons à chaque inspiration) dans deux situations.



Document 1. Positions de la cage thoracique au cours des mouvements respiratoires.

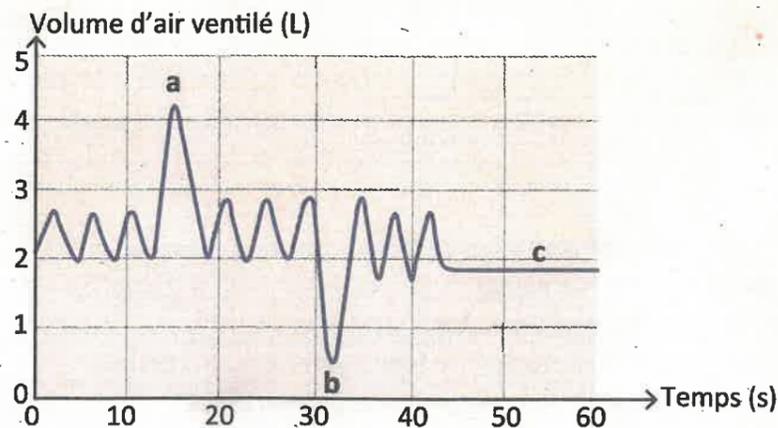
Situations	Rythme respiratoire (mouvements /mn)	Volume d'air courant (litre)
A	22	1,5
B	11	0,7

Document 2. Rythme respiratoire et volume d'air courant d'un individu dans deux situations (A et B).

- À l'aide du document 1, compare le volume de la cage thoracique dans les positions 1 et 2, puis, en justifiant ta réponse, indique pour chaque position, s'il s'agit d'une inspiration ou d'une expiration.
- À l'aide du document 2, compare le rythme respiratoire et le volume d'air courant dans les deux situations (A et B), puis, en justifiant ta réponse, indique, pour chaque situation, si l'individu est au repos ou en activité.

Exercice 8

Le graphique ci-dessous représente l'enregistrement du volume d'air ventilé par un individu en un temps donné.

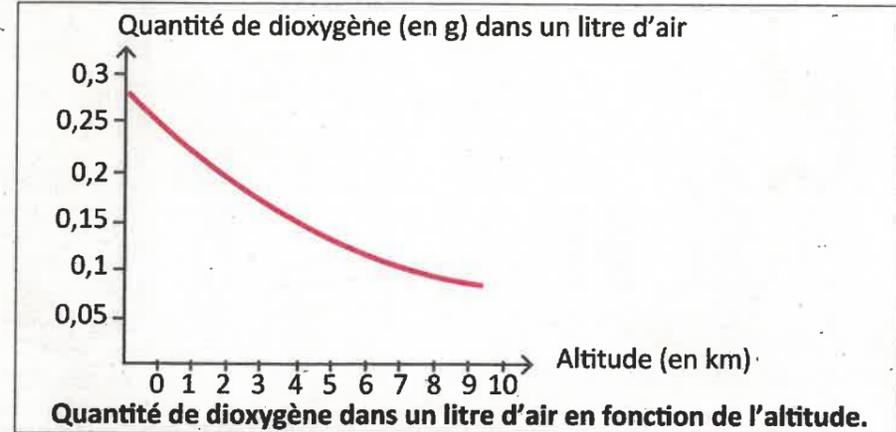


- À partir du graphique :
  - calcule le volume d'air ventilé après chaque inspiration normale.
  - calcule le rythme respiratoire de cet individu.
- Indique ce que représentent les enregistrements a, b, c.

Exercice 9

La respiration en altitude

Lorsque l'on se déplace en montagne, à partir d'une certaine altitude, des troubles apparaissent : maux de tête, vertiges, accélération du rythme cardiaque...et surtout, difficultés à respirer. Le rythme respiratoire augmente aussi et chaque inspiration devient plus profonde. C'est le « mal de montagne ». Pour connaître la cause du « mal de montagne », on a mesuré, à différentes altitudes, la quantité de dioxygène présent dans un litre d'air atmosphérique. Les résultats sont consignés dans la figure ci-dessous.

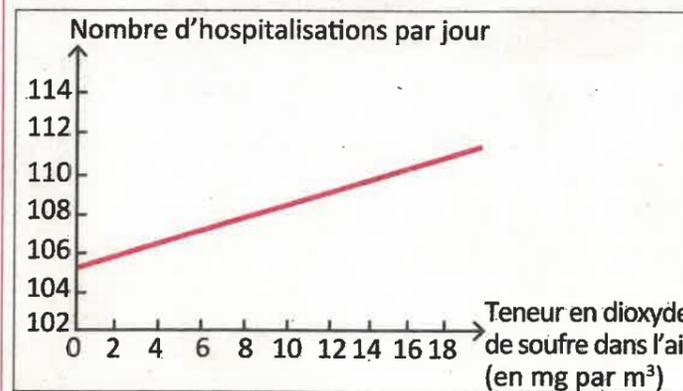


- Décris la variation de la quantité de dioxygène en fonction de l'altitude.
- À quel problème est confronté l'organisme en altitude ?
- Explique comment l'augmentation des mouvements respiratoires permet de compenser la faible teneur en dioxygène de l'air.

Exercice 10

Pollution et respiration

Dans une région, on mesure, chaque jour, le nombre de patients admis à l'hôpital pour des problèmes respiratoires et la teneur d'une substance polluante dans l'atmosphère, le dioxyde de soufre. Par ailleurs, des examens médicaux ont permis d'observer l'état des bronches chez un certain nombre de patients plusieurs fois hospitalisés après un pic de pollution (pic = maximum).



Nombre d'hospitalisations en fonction de la teneur en dioxyde de soufre.

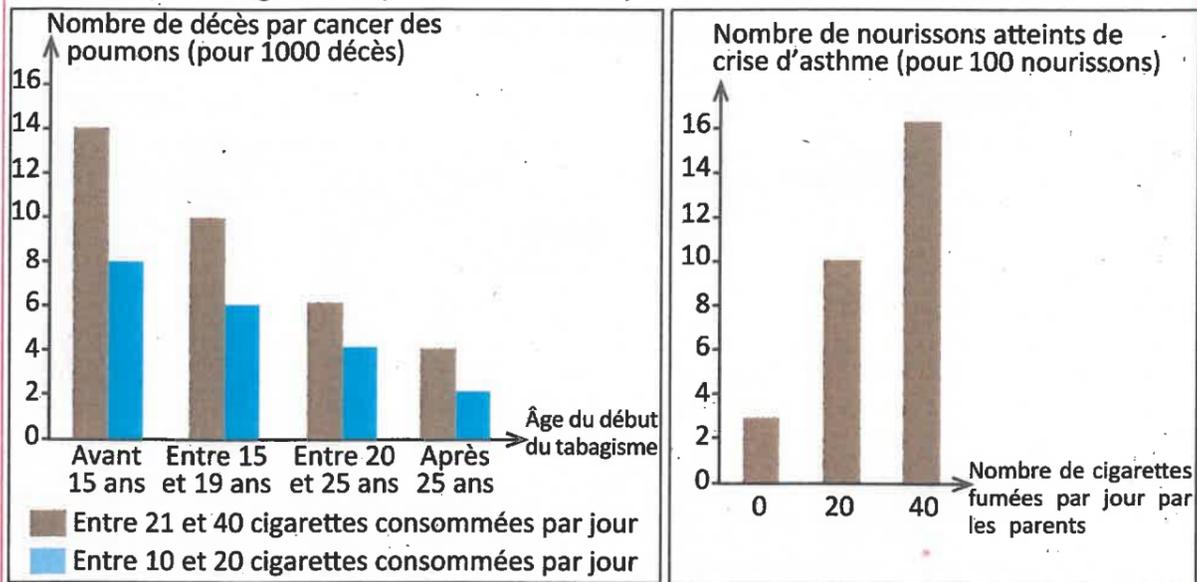
- Décris la variation du nombre d'hospitalisations en fonction de la teneur en dioxyde de soufre.
- Quelles différences observes-tu en comparant l'aspect des deux bronches ?



Aspect des bronches d'un individu sain et d'un individu hospitalisé.

**Exercice 11**

Le tabac contient plus de trois mille substances différentes. Parmi celles-ci, le goudron qui contient des substances cancérogènes. La fumée du tabac agit sur plusieurs organes (poumons, cœur, organes sensoriels...). Le tabagisme des parents a des conséquences sur la santé du nourrisson.



**Document 1.** Mortalité par cancer du poumon en fonction de l'âge du début du tabagisme et du nombre de cigarettes consommées par jour.

**Document 2.** Conséquences du tabagisme des parents sur le nourrisson.

1- En t'appuyant sur le **document 1** :

- décris l'évolution de la mortalité par cancer du poumon, en tenant compte de l'âge du début du tabagisme et d'une consommation de 10 à 20 cigarettes par jour.
- explique la différence constatée en comparant l'évolution de la mortalité par cancer du poumon pour une consommation de 10 à 20 cigarettes par jour à celle d'une consommation de 21 à 40 cigarettes par jour.

2- À l'aide du **document 2**, explique ce que l'on appelle « le tabagisme passif ».

**Exercice 12**

On mesure le pourcentage de dioxygène et celui du dioxyde de carbone dans l'air inspiré et dans l'air expiré. Les résultats sont représentés dans le document ci-dessous.

Gaz respiratoires	Air inspiré	Air expiré
Dioxygène	21%	4%
Dioxyde de carbone	0,03%	6,5%

- 1- Compare les résultats obtenus. Quels constats fais-tu ?
- 2- Interprète les résultats.

**POUR EN SAVOIR PLUS**

**Respiration artificielle**

La ventilation artificielle est, systématiquement, utilisée, lorsque la fonction pulmonaire doit être assistée. La machine d'assistance respiratoire peut assurer la fonction respiratoire partiellement ou totalement. L'appareil est raccordé à un tuyau de ventilation ayant été, préalablement, posé dans la trachée par la bouche, ou plus rarement, par le nez. Si l'on estime que la ventilation artificielle sera de longue durée, elle est effectuée, directement, au niveau de la gorge via une trachéotomie (ouverture pratiquée au niveau de la trachée).



# CHAPITRE 4 LES PHÉNOMÈNES ÉNERGÉTIQUES QUI ACCOMPAGNENT LA RESPIRATION

Pour fonctionner, chacune des cellules de notre organisme effectue, en permanence, des échanges avec le sang.

Quel est le but des échanges réalisés entre les cellules et le sang ?

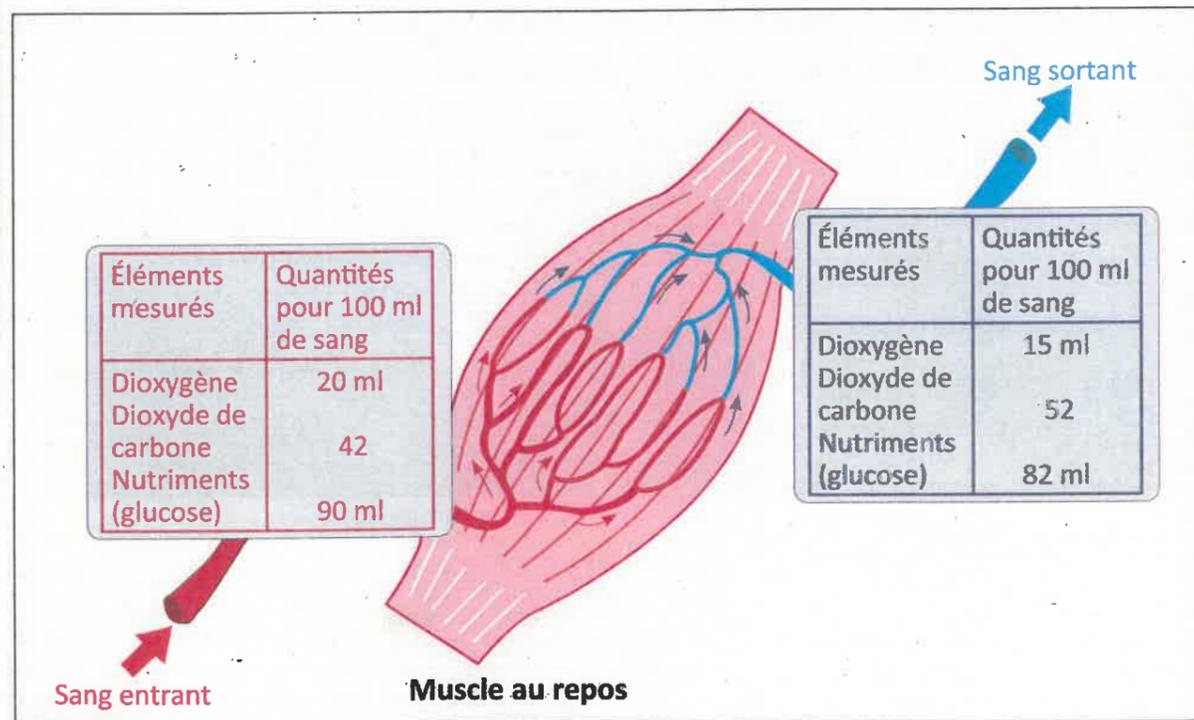
**Problème.** Quel est le but des échanges réalisés entre les cellules et le sang ?

- Objectifs :**
- Déterminer les échanges entre le sang et les organes.
  - Identifier l'origine de l'énergie utilisée par les organes.

## BUT DES ÉCHANGES RÉALISÉS ENTRE LES CELLULES ET LE SANG

### A- Les échanges entre le sang et les organes

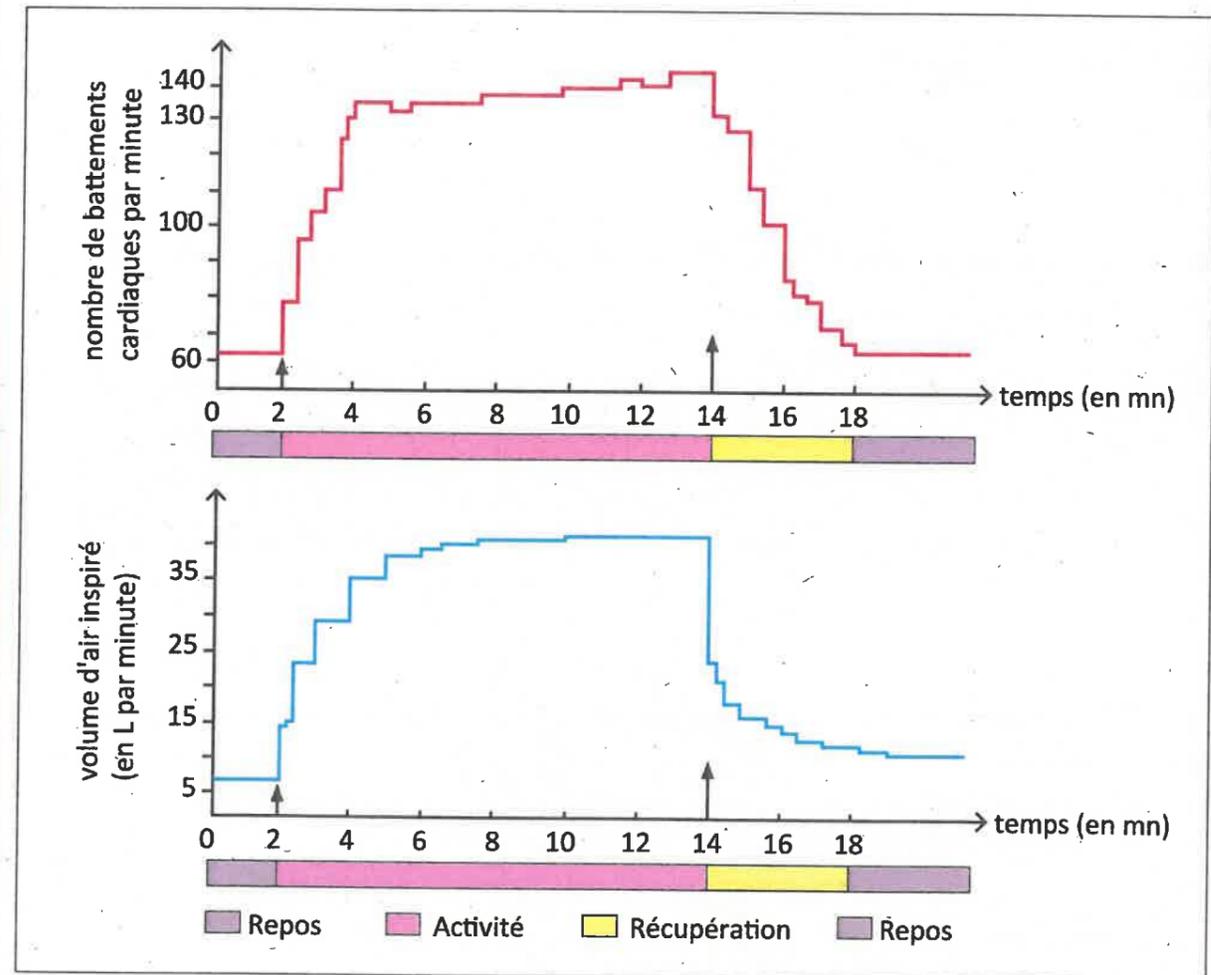
La paroi des capillaires très mince formée de cellules aplaties permet des échanges entre un organe et le sang. Le schéma ci-dessous montre les échanges entre un muscle et le sang.



Document 1. Échanges entre le sang et le muscle.

### B- Origine de l'énergie utilisée par les organes

Le rythme cardiaque varie tout au long de la journée en fonction de nos activités : sommeil, repos, course ou stress. Il varie en fonction de l'âge et de notre état de santé. La fréquence respiratoire est un signe vital, au même titre que le pouls ou la tension artérielle. Une variation de la fréquence respiratoire pourrait être un signe avant-coureur de détresse respiratoire, de dépression respiratoire ou une adaptation de l'organisme face à une situation donnée, par exemple l'exercice physique (sport) ou une émotion vive.



Document 2. Modifications observées au cours de l'activité musculaire.

Les organes prélèvent du sang des nutriments (comme le **glucose**) et du dioxygène. Le **dioxygène** est utilisé pour dégrader les nutriments et libérer l'énergie qu'ils contiennent.

Une partie de cette énergie est utilisée pour le fonctionnement des organes et l'autre partie se dissipe dans le milieu sous forme de chaleur. La réaction de dégradation des nutriments à l'aide du dioxygène qui correspond à la respiration proprement dite, se déroule à l'intérieur des cellules de nos organes : c'est l'**oxydation** des nutriments. Elle produit des déchets comme le **dioxyde de carbone** et de l'eau.

Un muscle en activité consomme davantage de nutriments et de dioxygène qu'un muscle au repos car il consomme plus d'énergie qu'un muscle au repos.

**Document 3.** Production d'énergie par les organes.

ACTIVITES

- 1- À partir du **document 1**, précise les échanges entre le muscle et le sang.
- 2- Indique, à partir du **document 2**, les modifications observées dans le fonctionnement de l'organisme au cours de l'activité musculaire.
- 3- À l'aide du **document 3** et de tes **connaissances**, explique :
  - comment l'organisme se procure de l'énergie pour fonctionner.
  - les modifications observées dans le fonctionnement de l'organisme au cours de l'activité musculaire.

LEXIQUE

<b>Rythme cardiaque</b> (ou fréquence cardiaque)	nombre de battements du cœur par unité de temps (pulsations par minute).
<b>Rythme respiratoire</b> (ou fréquence respiratoire)	nombre de mouvements respiratoires (inspiration et expiration) par minute, mesurés chez un individu.
<b>Nutriment</b>	composant élémentaire contenu dans les aliments.
<b>Oxydation des nutriments</b>	dégradation des nutriments à l'aide du dioxygène pour libérer l'énergie qu'ils contiennent.

BILAN

La production d'énergie

Le sang contient le dioxygène consommé au cours de la respiration et le glucose issue de la digestion. Ces substances sont transportées dans l'ensemble du corps (organes, puis cellules) grâce à la circulation sanguine. Au niveau des cellules, se produit la respiration cellulaire qui est une réaction de dégradation des nutriments (glucose) grâce au dioxygène. On parle d'oxydation des nutriments qui dégage de l'énergie et des déchets (dioxyde de carbone, eau). Une partie de cette énergie se dissipe dans le milieu sous forme de chaleur ; l'autre partie est utilisée pour le fonctionnement des organes. Le dioxyde de carbone produit est réacheminé vers les poumons par la circulation sanguine pour être expulsé dans l'air atmosphérique par le mécanisme d'expiration.



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

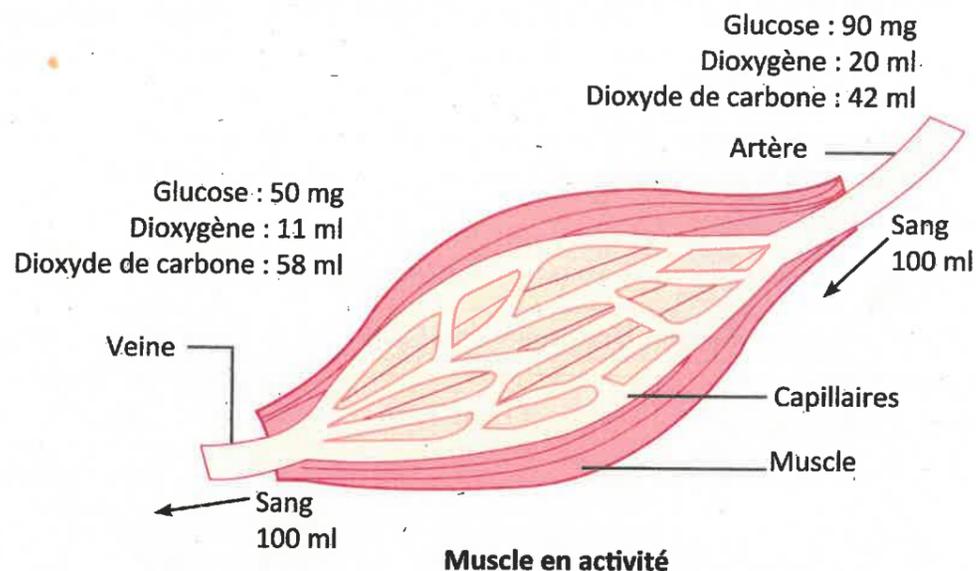
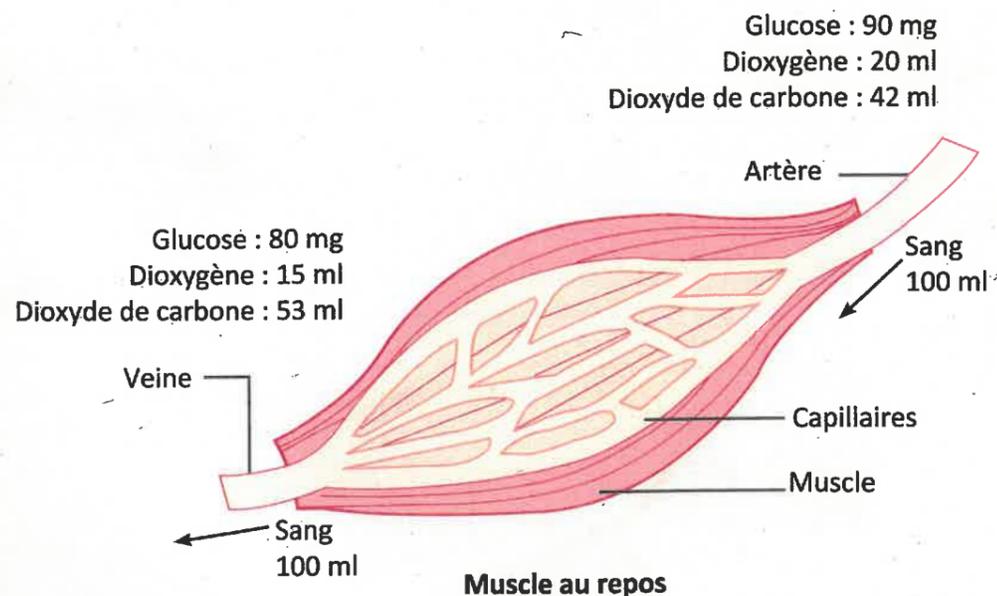
Recopie la (les) bonne(s) réponse(s).

- 1- Après un exercice, à quoi est attribuable l'essoufflement ?
  - a- À une augmentation de la concentration du dioxygène dans le sang.
  - b- À une insuffisance en dioxygène dans le sang.
- 2- D'où provient l'énergie utilisée pendant la contraction musculaire ?
  - a- Elle provient directement du dioxygène.
  - b- Elle provient de la dégradation du glucose.
  - c- Elle provient directement du soleil.
- 3- Les muscles en contraction consomment une grande quantité de (d') :
  - a- Vitamines.
  - b- Sucres.
  - c- Dioxygène.
  - d- Dioxyde de carbone.
  - e- Eau.

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 2

Les quantités de certaines substances ont été mesurées dans le sang artériel (sang entrant dans le muscle) et dans le sang veineux (sang sortant du muscle). Les résultats sont consignés dans les schémas ci-dessous.



- 1- Indique les différences constatées en comparant la composition du sang entrant dans le muscle au repos à celle du sang sortant du même muscle.
- 2- Explique ces différences.
- 3- Compare la composition du sang sortant du muscle au repos à celle du sang sortant du muscle en activité.
- 4- Explique les différences.

### Exercice 3

Le rythme cardiaque et rythme respiratoire ont été mesurés au repos et au cours d'un exercice musculaire. Les résultats obtenus sont les suivants :

	Repos	Effort physique
Rythme cardiaque	60 battements / min	135 battements / min
Rythme respiratoire	24 cycles / min	42 cycles / min

- 1- Indique les changements qui se produisent pendant l'effort physique.
- 2- Explique les relations entre ces changements et l'effort physique.

# CHAPITRE 5 LA FERMENTATION : UN AUTRE MOYEN DE SE PROCURER DE L'ÉNERGIE

L'énergie libérée au cours de la respiration est utilisée pour les besoins des cellules (multiplication, fabrication de substances...). Or, de nombreux organismes sont capables de vivre en milieu anaérobie. Même chez l'Homme, lors d'un effort physique intense, les cellules musculaires peuvent fonctionner un certain temps avec un apport insuffisant en dioxygène. Il y a, pourtant, nécessairement, production d'énergie ; donc oxydation de glucose, alors que la chaîne respiratoire ne peut fonctionner.

Comment la production d'énergie se fait-elle en absence de dioxygène ?

**Problème** . Comment la production d'énergie se fait-elle en l'absence de dioxygène ?

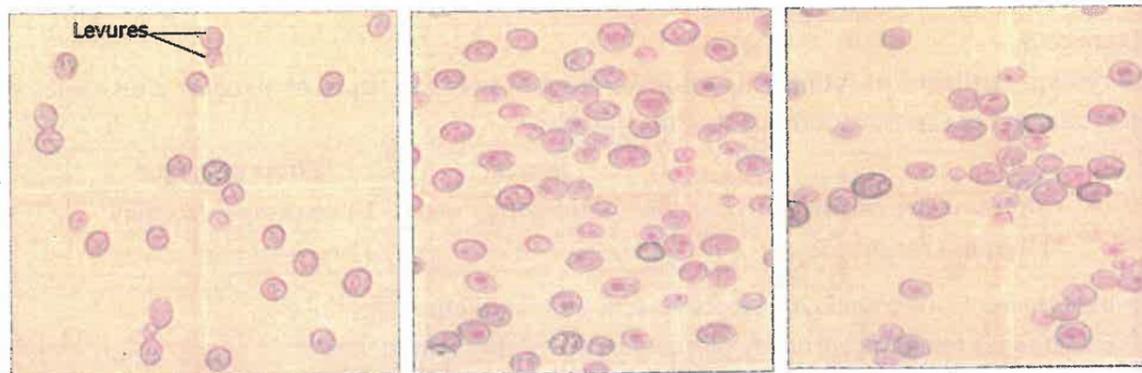
- Objectifs** :
- Distinguer les caractéristiques de la respiration et celles de la fermentation.
  - Identifier les différences entre la respiration et la fermentation.

## LA PRODUCTION D'ÉNERGIE EN L'ABSENCE DE DIOXYGÈNE

### A- Les caractéristiques de la respiration et celles de la fermentation

#### Expérience

Dans deux milieux de culture de même volume, contenant de l'eau et du glucose, on ajoute la même quantité de levures. Ces deux milieux sont placés quelques jours dans des conditions favorables identiques, mais l'un des milieux contient du dioxygène, l'autre non. Le **document 1** présente le nombre de levures au début et à la fin de l'expérience dans chacun des milieux.



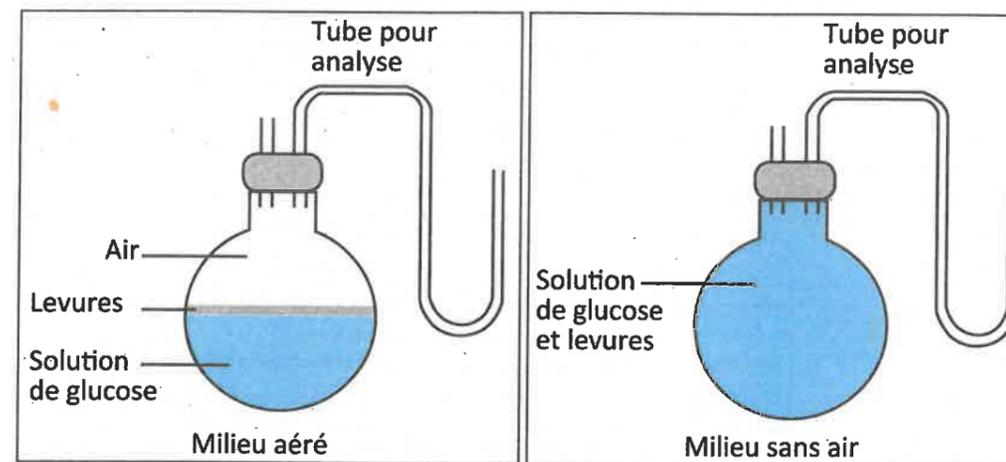
Début de l'expérience (même quantité de levures dans les deux milieux). Résultats après quelques jours dans le milieu avec dioxygène. Résultats après quelques jours dans le milieu sans dioxygène.

**Document 1.** Observation des levures dans les deux milieux.

THÈME II. FONCTION DE NUTRITION

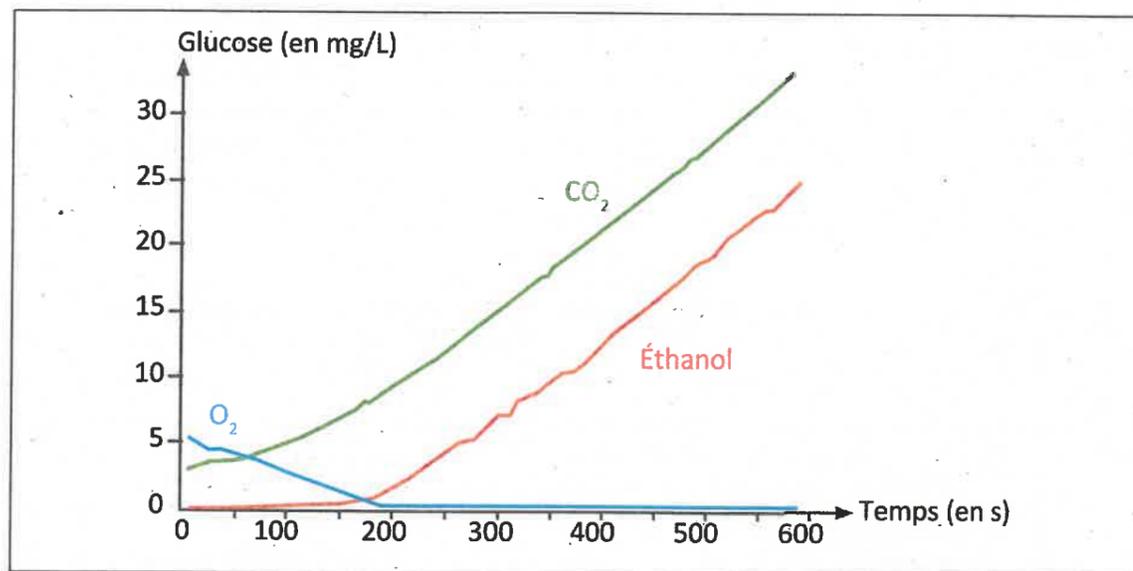
#### Expérience historique de Pasteur

Pasteur a réalisé des cultures de levures en présence de glucose dans deux milieux ; l'un aéré (présence de dioxygène) et l'autre sans air (absence de dioxygène).



**Document 2.** Expérience historique de Pasteur.

Cette expérience assistée par ordinateur (EXAO) est réalisée pour déterminer le type de dégradation (respiration, fermentation) effectué par les levures selon la disponibilité en dioxygène du milieu. Les résultats sont visualisés sous forme de courbes.



**Document 3.** Variation des différents paramètres dans une suspension de levures en fonction du temps.

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie

CHAPITRE 5

LA FERMENTATION : UN AUTRE MOYEN DE SE PROCURER DE L'ÉNERGIE

B- Différence entre la respiration et la fermentation

ÉLÉMENTS DE COMPARAISON	RESPIRATION	FERMENTATION ALCOOLIQUE
Substrat utilisé	Glucose	Glucose
Énergie potentielle initiale	679 Kcal par mole de glucose 2840 KJ par mole de glucose	679 Kcal par mole de glucose 2840 KJ par mole de glucose
Conditions	Aérobies	Anaérobies
Produits obtenus après la dégradation du substrat	Dioxyde de carbone + vapeur d'eau	Dioxyde de carbone + Ethanol (alcool)
Valeur énergétique des produits	0 KJ	1 360 KJ par mole d'éthanol
Énergie produite après la dégradation du substrat	36 moles d'ATP par mole de glucose	2 moles d'ATP par mole de glucose
Rendement énergétique	Une molécule d'ATP correspond à 36 KJ, Le bilan énergétique est $36 \times 36 \text{ KJ} = 1296 \text{ KJ}$ or une mole de glucose libère 2860 KJ en dehors d'une cellule, le rendement de la respiration est donc $1296 \div 2860 = 0,45$ soit 45%	Une molécule d'ATP correspond à 36 KJ, Le bilan énergétique est $2 \times 36 \text{ KJ} = 72 \text{ KJ}$ or une mole de glucose libère 2860 KJ en dehors d'une cellule, le rendement de la respiration est donc $72 \div 2860 = 0,025$ soit 2,5%

Document 4. Comparaison respiration et fermentation.

La fermentation lactique est une réaction chimique pouvant se dérouler, en cas de privation d'oxygène, dans les cellules musculaires. Les muscles, ayant besoin d'une grande quantité d'énergie en cas d'activité physique, consomment une grande quantité de sucre et de dioxygène. Le glucose et le dioxygène nécessaires à la respiration cellulaire sont stockés dans la cellule et renouvelés par la circulation sanguine. La quantité de dioxygène apportée peut ne pas être suffisante. Les cellules musculaires réalisent, alors, la fermentation lactique pour produire de l'énergie.

L'augmentation de la concentration en acide lactique dans les cellules musculaires est un signe d'une fatigue musculaire qui se manifeste, souvent, par des crampes après une activité intense.

Document 5. Contraction musculaire et fermentation lactique.

ACTIVITES

- Décris, à l'aide du document 1, le développement des levures de bière en fonction de la quantité de dioxygène disponible.
- Formule une hypothèse permettant d'expliquer chacun des résultats décrits par le document 1.
- Afin de tester cette hypothèse, on étudie les expériences historiques de Pasteur (Document 2). Les résultats sont consignés dans le document 3.
  - Décris l'expérience de Pasteur présentée par le document 2.
  - A l'aide du document 3, explique les résultats des expériences de Pasteur.
- À partir du document 4, indique les similitudes et les différences entre les phénomènes de la respiration et ceux de la fermentation.
- À l'aide du document 5, indique la principale conséquence de l'accumulation d'acide lactique dans le muscle ?

LEXIQUE

<b>Aérobie</b>	qualifie un micro-organisme qui a besoin de la présence de dioxygène pour vivre.
<b>Anaérobie</b>	qualifie un micro-organisme capable de vivre en l'absence de dioxygène.

BILAN

En dehors de la respiration, il existe, pour les cellules, d'autres voies qui leur permettent de se procurer de l'énergie : les **fermentations**.

Les fermentations sont des dégradations incomplètes des nutriments. Parmi les déchets produits lors des fermentations, il y a, toujours, des molécules riches en énergie comme l'**acide lactique** ou l'**éthanol** (alcool).

La fermentation a l'avantage de pouvoir produire de l'énergie en l'absence de dioxygène, même si elle en produit moins que la respiration. La fermentation représente un système de secours en cas de manque d'oxygène. Elle est pratiquée par certaines bactéries comme les bactéries lactiques et par certains champignons microscopiques comme les levures de bière. Elle se déroule, également, dans les muscles de certains animaux suite à un effort intense et un déficit en dioxygène. Les cellules musculaires doivent, alors, produire de l'énergie pour l'effort fournit sans oxygène. Le déchet de cette réaction est l'acide lactique, la molécule responsable des crampes qui sont des signes d'une fatigue musculaire.

Au cours de la **fermentation alcoolique** réalisée par les levures de bière, du glucose est dégradé en l'absence de dioxygène et de l'éthanol est produit.

C'est grâce à la fermentation alcoolique que le pain, le vin et la bière sont fabriqués.

Au cours de la **fermentation lactique** réalisée par certains micro-organismes (champignons, bactéries) et les cellules musculaires, du glucose est dégradé en l'absence de dioxygène et de l'acide lactique est produit.

C'est grâce à la fermentation lactique que le yaourt et le fromage sont fabriqués.

RESPIRATION ET FERMENTATION

Les **fermentations** se déroulent dans des milieux sans dioxygène (anaérobiose). Elles sont rapides, mais la dégradation du substrat (oxydation) reste incomplète. Elle fournit peu d'énergie et des résidus organiques (éthanol, acide lactique...) qui auraient pu fournir de l'énergie. La fermentation produit peu d'énergie.

La **respiration**, au contraire, nécessite un apport de dioxygène. Le phénomène est plus long que la fermentation, mais elle aboutit à une oxydation complète du substrat organique (glucose) en dioxyde de carbone et en eau : on dit que ce substrat est minéralisé (en effet, le dioxyde de carbone et l'eau ne sont pas des substances organiques, mais plutôt des substances minérales). À cause de l'absence de résidus organiques, la respiration produit plus d'énergie que les fermentations.



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

Relève, dans ton cahier d'exercices, les affirmations qui sont vraies.

- 1- La fermentation du glucose peut être lactique ou alcoolique.
- 2- Les levures sont des champignons unicellulaires.
- 3- La fermentation du glucose libère autant d'énergie que la respiration.
- 4- La fermentation alcoolique est réalisée par les bactéries.
- 5- La fermentation lactique est réalisée par les levures de bière.
- 6- Les levures sont des organismes aérobies et anaérobies.
- 7- Le glucose est la seule substance utilisée lors de la fermentation.

### Exercice 2

Recopie le texte ci-dessous dans ton cahier d'exercices et complète-le en utilisant les mots suivants :

*alcoolique - champignons - lactique - vin - pain - bactéries - levures.*

La fermentation ... est due aux..... contenues dans le lait et qui sont responsables du caillage du lait. La fermentation ... implique un autre type de micro-organismes, les ..., qui sont des ... microscopiques. Elles sont responsables, par exemple, de la fermentation de la pâte à ... (gonflement) et du jus de raisin en ... (alcoolisation).

### Exercice 3

Recopie et complète le texte ci-dessous en utilisant les mots suivants : *bactéries, levures, champignons microscopiques, l'alcool, vin.*

Depuis l'Antiquité, les hommes ont observé le phénomène de la fermentation :

- Le jus de raisin subit une transformation biologique pour donner du ... . Les sucres du raisin donnent de ... .
- La farine, mélangée à l'eau, donne une pâte à pain qui gonfle. Il y a libération de gaz qui forment les bulles dans la mie.

Ces fermentations sont dues à des micro-organismes, les ... Ce sont des ... D'autres micro-organismes, les ..., sont responsables de la fermentation lactique. Elle transforme le lait en yaourt, puis en fromage, si on attend plus longtemps.

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 4

Pasteur a réalisé des cultures de levures en présence de glucose dans des conditions de concentrations en dioxygène décroissantes.

Conditions expérimentales	Résultats	Quantité d'éthanol (alcool) produite par les levures	Rendements de la culture exprimés par la quantité de levures (en mg par g de glucose consommé)
Milieu A : aéré		Traces	250
Milieu B : peu aéré		++	40
Milieu C : non aéré		+++++	5,7

Le nombre de signes (+) est proportionnel à la quantité mesurée.

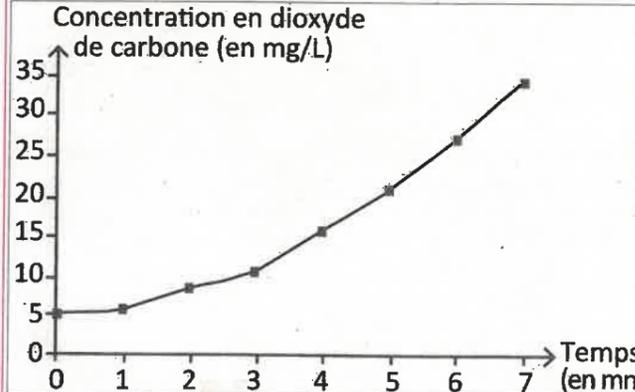
Document 2. Expérience historique de Pasteur.

Explique les résultats de Pasteur.

### Exercice 5

Une cuve hermétique est reliée à une sonde qui permet de mesurer la concentration en dioxyde de carbone. On remplit la cuve avec une suspension de levures : le milieu est dépourvu de dioxygène et les levures ne peuvent que pratiquer la fermentation alcoolique.

Au début de la manipulation (t = 0 min), on injecte, dans la cuve, une solution de glucose.



Document 3a. Évolution de la concentration en dioxyde de carbone dans la cuve.

	En début de manipulation	En fin de manipulation
Quantité de glucose	++++	++

Document 3b. Évolution de la quantité de glucose dans le milieu.

Document 3. Évolution de la concentration en dioxyde de carbone dans la cuve et de glucose dans le milieu en fonction du temps.

À partir du document 3b, explique l'évolution de la concentration en dioxyde de carbone du document 3a.



## POUR EN SAVOIR PLUS

Bien avant que Pasteur ait démontré que la fermentation était provoquée par des cellules vivantes, les micro-organismes étaient déjà exploités par l'homme. Ainsi 4 000 ans avant Jésus-Christ, les Sumériens utilisaient la plus ancienne fermentation connue, la conversion du sucre en alcool, pour fabriquer de la bière.

4 000 ans avant Jésus-Christ, les Égyptiens employaient la levure pour faire lever la pâte à pain.

Lorsqu'on parle de fermentation, on pense à la **bière**, au **vin**, au **cidre** et aux autres **boissons alcoolisées**, oubliant le **pain**, le **fromage**, le **yaourt** ainsi que le **vinaigre**. En réalité, les domaines d'application des fermentations dans l'industrie sont nombreux et variés.

**Dans le secteur alimentaire**, il s'agit de l'utilisation des levures et ferments pour la production du pain, du fromage et des boissons alcoolisées, mais aussi des arômes, des acides aminés, de certains acides organiques (les exemples les plus connus sont l'acide acétique ou vinaigre et l'acide citrique qui est utilisé, notamment, comme antioxydant dans l'industrie alimentaire).

**Dans le secteur chimique et pharmaceutique**

La production, déjà ancienne, d'éthanol à partir de biomasse (plantes sucrières, céréales, topinambours, etc.) est très célèbre.

L'acétone, le butanol ont été produits par fermentation par le passé et des recherches sont, toujours, en cours dans cette voie.

Des vitamines, des antibiotiques, divers produits tels que les stéroïdes ont pu être produits par fermentation.

Les applications les plus récentes se sont développées grâce à la technologie de l'ADN recombinant. Il s'agit, principalement, de la production des protéines à usage thérapeutique et de la production des enzymes.

**Dans le domaine de l'environnement**

La fermentation est utilisée dans la destruction des déchets et dans le traitement des eaux.

**AUTRES INDUSTRIES**

**Industrie des pesticides** : Certains bio-pesticides sont produits par fermentation. Les bio-pesticides constituent, actuellement, environ 75% de la vente des pesticides.

CHAPITRE  
6RÔLE DU REIN DANS L'EXCRÉTION  
URINAIRE ET LA RÉGULATION DU  
MILIEU INTÉRIEUR

Le fonctionnement des organes entraîne la formation permanente de déchets dont l'accumulation dans le sang constitue un poison pour notre corps. Ces déchets sont évacués au moyen d'un système d'épuration et d'élimination constitué principalement par les reins.

*Comment les déchets sont évacués par les reins ?*

**Problème.** Comment les déchets sont évacués par les reins ?

**Objectifs :**

- Déterminer le rôle des reins
- Distinguer les éléments constitutifs de l'appareil urinaire.
- Identifier les étapes de la formation de l'urine.

## ÉVACUATION DES DÉCHETS PAR LES REINS

## A- Rôle du rein

S'est-on déjà demandé pourquoi l'eau que nous consommons n'a pas la même couleur, ni la même odeur que l'urine que nous rejetons ?



a. Un individu buvant de l'eau potable



b. Urine

**Document 1.** Différence de couleur entre l'eau potable et l'urine.

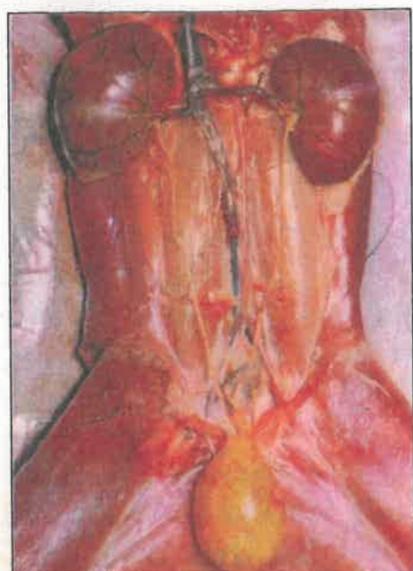
Le tableau suivant donne la composition chimique de l'urine et celle du sang humain.

Substances		Sang (1litre)	Urine (1litre)
Substances organiques	Protides	80 g	0
	Lipides	5 g	0
	Glucoses	1 g	0
	Créatinine	0,01 g	0,8 g
	Urée	0,3 g	20 à 30 g
	Acide urique	0,03 g	0,6 g
	Ammoniaque	0	0,5 g
Substances minérales	Chlorures	7 g	10 g
	Potassium	0,2 g	1,5 g
	Sodium	5 à 6 g	12 g
	Sulfates	0,02 g	3,16 g
	Eau	900 g	950 g

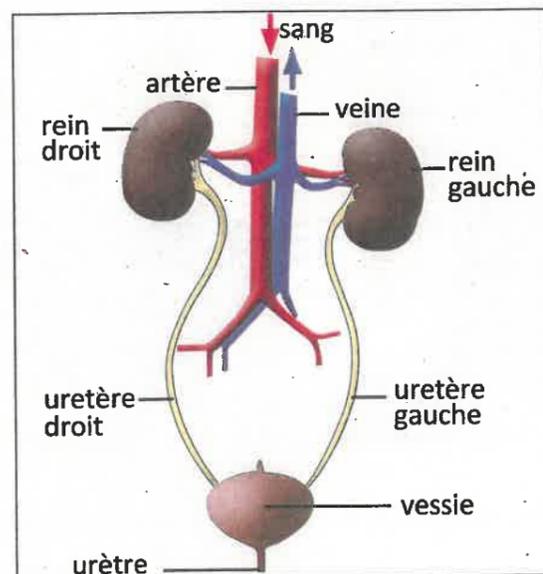
Document 2. Comparaison de la composition de l'eau potable, du sang et de l'urine.

### B- Les éléments constitutifs de l'appareil urinaire

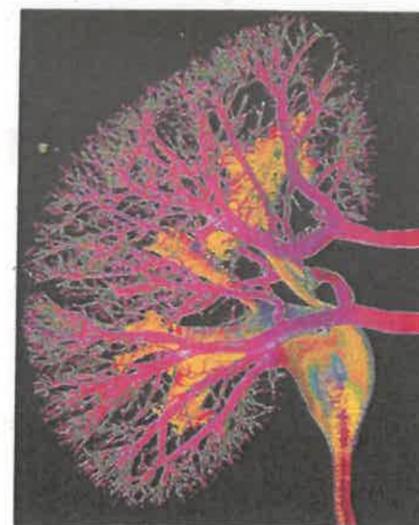
L'urine est un liquide jaunâtre produit par étapes au niveau des **reins**. Filtré à partir des parois capillaires des artères rénales, stockée au niveau de la **vessie**, l'urine est éliminée par les **urètres** au cours de la **miction**.



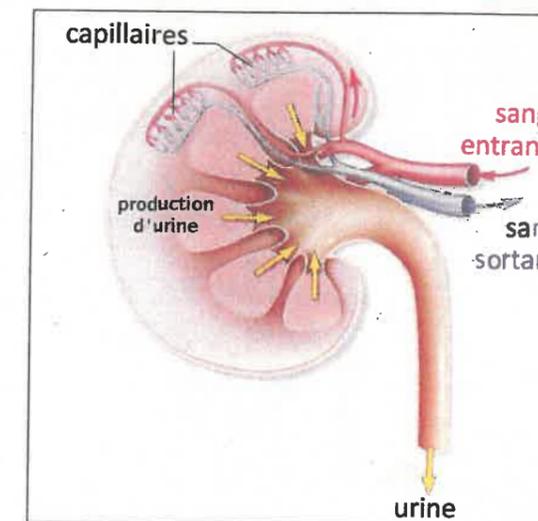
Document 3a. L'appareil urinaire du lapin.



Document 3b. Schéma de l'appareil urinaire.



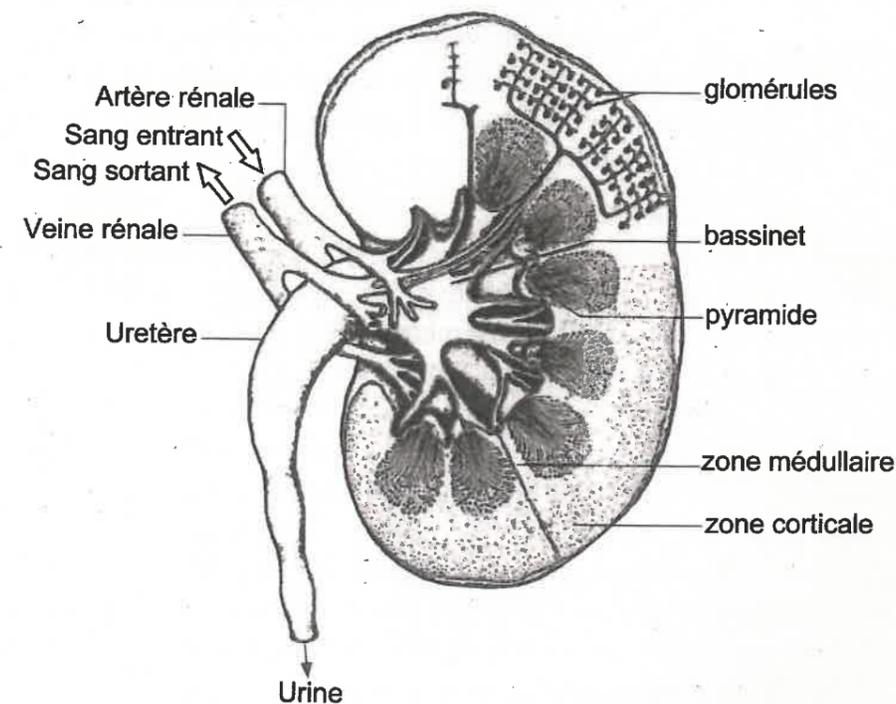
Document 4. Vascularisation du rein.



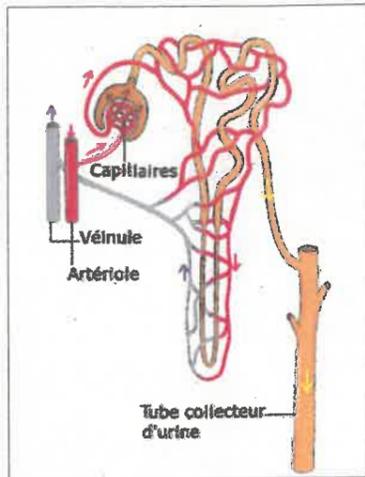
Document 5. Schéma de la coupe d'un rein.

### Structure d'un rein et d'un néphron

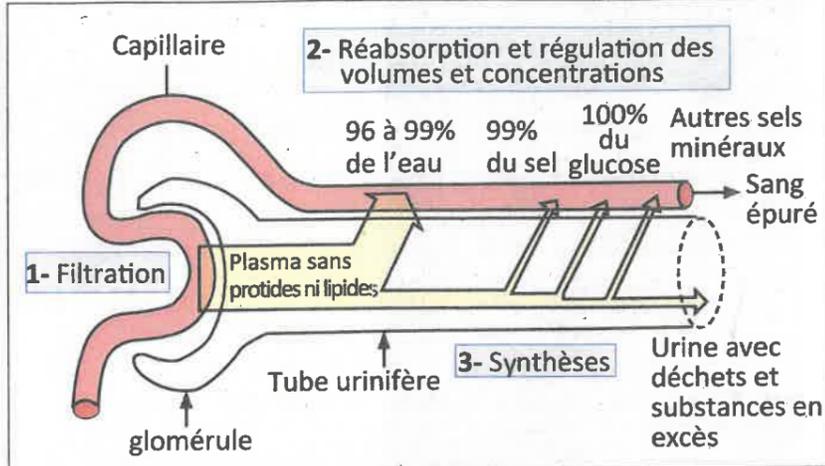
La partie inférieure de la coupe (en bas) représente un schéma de la structure rénale telle que l'on peut l'observer en coupe avec une zone médullaire (centrale) et une zone corticale (extérieure). La partie supérieure de la coupe (en haut) représente un schéma montrant quelques-uns des innombrables petits "filtres" composant le rein : les **néphrons**. Ils sont les unités fondamentales des reins. Ils présentent chacun 2 parties: le **glomérule** et le **tubule rénal**. Il existe, en moyenne, **un million de néphrons** dans un rein.



Document 6. Schéma d'une coupe de rein.



Document 7. Schéma d'un néphron.



Document 8a. Les activités du néphron.

### C- Les étapes de la formation de l'urine

L'urine est fabriquée de façon continue dans les reins à partir du sang. Les reins sont des organes richement vascularisés. Environ 1650 litres de sang traversent les deux reins chaque jour. Ainsi la totalité des 5 litres de sang que contient notre organisme passe dans l'un ou l'autre de nos reins 330 fois par jour. La formation de l'urine, à partir du sang, se fait par étape et à plusieurs niveaux comme le montre le document 8b.

#### LES ÉTAPES DE LA FORMATION DE L'URINE

##### Étape 1 : Au niveau des glomérules

La première phase de la formation de l'urine est la **filtration glomérulaire** à travers la paroi capillaire de l'artériole afférente, pour donner l'**urine primitive**. Normalement, cette filtration ne laisse passer ni les **protéines**, ni les **cellules sanguines** (globules rouges, globules blancs), ni les **plaquettes** : on parle de **filtration sélective**. Cette urine primitive contient tous les **déchets toxiques** issus du métabolisme de l'organisme.

##### Étape 2 : Au niveau des tubules rénaux

Certaines substances (glucose, acides aminés, sodium, potassium) et une quantité d'eau sont **réabsorbées** vers le sang, soit partiellement (sodium, potassium), soit totalement (glucose, acides aminés) : on parle de **réabsorption tubulaire**. Ce mécanisme vise à maintenir l'état d'équilibre sur les différentes constantes de l'organisme (équilibre hydrique et minéral). Ces solutés sont donc réabsorbés en fonction des besoins de l'organisme.

Des déchets comme l'ammoniaque sont ajoutés à l'urine véhiculée dans les tubules rénaux. C'est la **sécrétion tubulaire**. Ainsi, l'urine définitive est formée pour être évacuée par les voies urinaires. C'est l'**excrétion urinaire**.

Tous ces mécanismes se déroulent au niveau des **néphrons** qui sont les unités fonctionnelles des reins. L'urine définitive formée est recueillie et collectée au niveau des **calices** et des **bassinets** du rein, pour être acheminée au niveau des **uretères**. Elle est d'abord stockée au niveau de la **vessie** et sera ensuite éliminée par l'**urètre** au cours de la **miction**.

Document 8b. Les étapes de la formation de l'urine.

### ACTIVITES

- À partir du document 1, formule une hypothèse pour expliquer pourquoi l'eau que nous consommons n'a pas la même couleur ni la même odeur que l'urine que nous rejetons ?
- À partir du document 2, compare la composition du sang et celle de l'urine. Quelles remarques fais-tu ? Dédus-en le rôle des reins.
- Repère, dans le document 3a, les organes annotés dans le document 3b.
- À partir du document 3b, indique le trajet de l'urine à travers l'appareil urinaire.
- À l'aide des documents 4 et 5, formule une hypothèse pour expliquer en quoi l'importante irrigation des reins favorise-t-elle l'épuration du sang ?
- À partir du document 6, décris la structure du rein en précisant la localisation des glomérules dans le rein.
- À partir du document 7, décris la structure du néphron en précisant le sens de circulation du sang au niveau du néphron.
- En utilisant les informations contenues dans les documents 8a et 8b :
  - explique ce qui se produit dans chacune des étapes de la formation de l'urine en précisant les substances concernées.
  - indique l'importance de l'étape 2 dans le fonctionnement de l'organisme.

### LEXIQUE

<b>Déchet toxique</b>	matière rejetée qui peut s'avérer nuisible à la santé d'un être vivant.
<b>Épuration</b>	technique permettant de purifier.
<b>Irrigation</b>	apport du sang dans les tissus par les vaisseaux sanguins.
<b>Miction</b>	évacuation des urines de la vessie.



Les reins sont placés sous le diaphragme, de part et d'autre de la colonne vertébrale et non en bas du dos. Ils ressemblent à deux haricots d'environ 180 grammes chacun, soit la grosseur d'un poing fermé. Ils sont reliés à la vessie par deux conduits, les uretères, à ne pas confondre avec l'urètre, qui part de la vessie et sert à évacuer l'urine. L'urine contient des déchets toxiques filtrés à partir du sang, notamment l'urée, qui provient de la dégradation des protéines. Chaque jour, nous éliminons environ 1,5 à 2 litres d'urine. Ainsi, le sang ressort du rein filtré, nettoyé, débarrassé de ses déchets. Il reste dans le sang les éléments dont le corps a besoin pour fonctionner (sucres, protéines, vitamines, eau, sels minéraux...).

Les reins ne servent pas uniquement de "station d'épuration" du sang. Ils ont également un rôle régulateur car ils interviennent aussi dans le maintien de l'équilibre en eau et en sels minéraux de l'organisme.

Le rein dispose d'un capital de néphrons pour éliminer les déchets par l'urine. En deçà d'un certain nombre de néphrons fonctionnels, on parle d'insuffisance rénale qui est souvent liée au diabète et/ou à l'hypertension.

### Remarque.

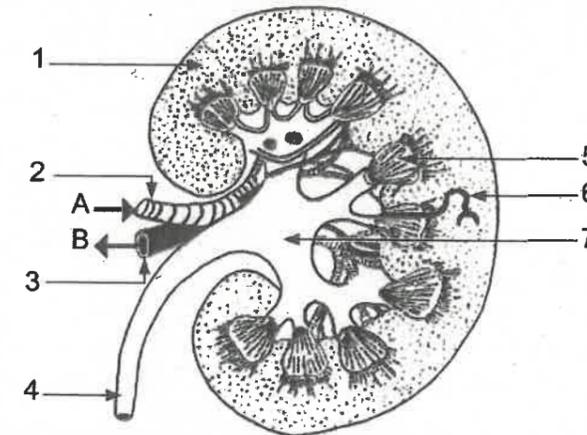
La présence dans l'urine de certaines substances telles que les substances organiques est anormale. Elle traduit des anomalies.

- C'est le cas du glucose qui apparaît dans l'urine quand son taux dans le plasma (glycémie) dépasse le seuil de 1,7 g par litre de sang. On parle de glycosurie. C'est l'indice du diabète, et l'urine devient sucrée, ce que révèle la réaction à la liqueur de Fehling ; le rein ne fait alors que retirer l'excès de glucose du sang, mais lui-même n'est aucunement malade.
- C'est le cas aussi des protéines dont la présence dans l'urine constitue la protéinurie ou l'albuminurie.

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

- 1- Nomme les éléments numérotés 1 à 7.
- 2- En te basant sur tes connaissances sur le fonctionnement et le rôle du rein rappelle la différence entre le sang qui entre dans le vaisseau A et celui qui sort du vaisseau B.



### Exercice 2

- 1- Comment appelle-t-on :
  - le canal prolongeant le bassinnet ?
  - l'action d'uriner ?
  - le canal conduisant l'urine de la vessie à l'extérieur ?
  - la poche dans laquelle est stockée l'urine ?
  - la zone du rein dans laquelle se déverse les tubes urinifères ?
  - la zone du rein contenant les glomérules ?
  - la substance qui est fabriquée par les reins ?
  - le vaisseau sanguin par lequel arrive le sang au rein ?
  - le conduit amenant l'urine des reins à la vessie ?
- 2- Quelle est l'unité de structure et de fonctionnement de l'appareil excréteur humain ?
- 3- Quels rôles jouent les reins dans le fonctionnement de l'organisme ?

### Exercice 3

Recopie et remplace dans ton cahier les chiffres du texte par les mots ou groupes de mots suivants : *plasma sanguin* – *glomérule* – *totalemment ou partiellement* – *l'équilibre hydrominéral* – *filtrat glomérulaire* – *tubule rénal* – *sécrétion tubulaire* – *hydrominéral*.

Le processus de formation de l'urine permet de comprendre le rôle des reins. En effet, la formation de l'urine débute dans le...(1)... où, en réponse à la pression intra-glomérulaire, le ...(2)...est filtré à travers la membrane du glomérule qui retient certaines protéines. Il s'en suit une deuxième étape où la plupart des substances sont ...(3)... réabsorbées par les différents segments du...(4)...et retournent dans le plasma. Les 8/10e du...(5)...sont ainsi obligatoirement réabsorbés. Ce processus joue un rôle fondamental dans l'équilibre chimique de l'organisme, en particulier dans ...(6)... La troisième étape est la ...(7)... qui aboutit à l'urine définitive. Ces trois étapes permettent aux reins d'assurer à la fois un rôle excréteur et un rôle de maintien de l'équilibre en eau et en substances.

COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

Exercice 4

Le tableau ci-dessous présente l'évolution de la quantité d'urée dans le sang et dans l'urine selon le type d'alimentation (alimentation pauvre en protides, alimentation équilibrée en protides, alimentation riche en protides).

Quantités d'urée (en g/L)	Alimentation pauvre en protides	Alimentation équilibrée en protides	Alimentation riche en protides
Dans le sang	0,05 à 0,07	0,12 à 0,30	0,30 à 0,40
Dans l'urine	6 à 7	12 à 30	30 à 40

Indique l'origine de l'urée en comparant la composition du sang et de l'urine selon le type d'alimentation.

Exercice 5

Le tableau ci-contre présente les quantités (en g/L) de certaines substances dans le sang entrant dans le rein et dans le sang sortant du rein.

Compare les quantités de ces substances dans le sang entrant dans le rein et dans le sang sortant du rein. Déduis-en le rôle des reins.

Substance (en g/l)	Sang entrant dans le rein	Sang sortant du rein
Eau	930	920
Protéines	75	75
Glucides	1	1
Lipides	1,5	1,5
Urée	0,45	0

Exercice 6

Le texte ci-dessous donne des indications permettant d'avoir une idée de l'importance des reins et de leur aptitude à assurer leur fonction principale d'épuration du sang.

Des chiffres surprenants

- La totalité des 5 litres de sang du corps passe dans l'un ou l'autre de nos reins environ 300 fois par jour.
- Les reins reçoivent 20 à 25% du débit sanguin alors qu'il représente à peine 1% de notre masse corporelle.
- Chaque rein contient environ un million de tubes urinaires.
- On évalue à 20 kilomètres la longueur totale des tubes urinaires des deux reins
- Au contact de ces tubes, le réseau de capillaires est très dense, il représente une aire de 3 mètres carrés.
- La séparation entre les capillaires et les tubes urinaires est très mince, moins d'un millième de millimètre.

À l'aide du texte, explique en quoi les reins sont-ils aptes à assurer l'épuration du sang.

Exercice 7

Le tableau ci-contre présente (en g/L) les résultats d'analyses d'urine de quatre patients.

Indique, pour chaque patient, si l'analyse révèle ou non des anomalies. Justifie ta réponse.

Patients	Glucose	Protéines	Urée
A	2	0	25
B	0	0	30
C	0	1,5	25
D	0	0	6,5

Exercice 8

Pour remédier au mauvais fonctionnement des reins, on pratique l'hémodialyse. Le sang passe dans un "rein artificiel" avant de retourner dans le corps.

- 1- En comparant la composition du sang du malade à celle de l'individu sain, indique les conséquences d'un mauvais fonctionnement des reins.
- 2- Quel est, d'après ces résultats, le rôle du rein artificiel. Justifie ta réponse.

Substances	Sang d'un sujet sain	Sang du malade entrant dans le rein artificiel	Sang du malade retournant dans son corps
Eau	900	900	900
Protéines	80	80	80
Lipides	5	5	5
Glucose	1	1	1
Urée	0,3	1,3	0,3
Acide urique	0,03	0,07	0,03

Exercice 9

Le texte ci-dessous est une lettre adressée au médecin de Monsieur X par un médecin spécialiste des maladies des reins.

"Cher confrère, les examens supplémentaires que j'ai fait faire à votre malade, ont révélé que son taux d'urée plasmatique est de 2g/l au lieu de 0,3 g/l pour un individu sain. Par ailleurs, il présente des œdèmes des membres inférieurs en relation avec une surcharge en eau et en sel. Le volume de ses urines est inférieur à 1l par 24 h, au lieu de 2,5l par 24h. Il souffre d'une insuffisance rénale grave ; il est donc nécessaire de poursuivre un régime sans sel et un apport de boisson modéré ainsi qu'un régime pauvre en protides pour éviter que le taux d'urée ne soit trop élevé dans son sang. Si malgré ces mesures le fonctionnement de ses reins se dégradait, des séances d'hémodialyse s'avèreraient indispensables dans un proche avenir."

Très cordialement

Document 1. Lettre adressée au médecin de Monsieur X par un médecin spécialiste des maladies des reins

- 1- Cette lettre comprend deux parties. Donne un titre à chaque partie.
- 2- Dans sa lettre, le médecin spécialiste écrit : « Il est donc nécessaire de poursuivre...un régime pauvre en protides pour éviter que le taux d'urée ne soit trop élevé dans son sang ». Quelle relation y a-t-il entre les protides et l'urée ?
- 3- Formule deux hypothèses, en rapport avec les protides et l'urée, pour expliquer le fort taux d'urée dans le sang du malade ?
- 4- Le document 2 représente les quantités de protides et d'urée dans le plasma et dans le liquide prélevé dans les glomérules après la filtration du plasma par les reins chez un individu sain et chez un individu malade.
  - a- Quel constat fais-tu en comparant la quantité de protides dans le plasma des deux individus ?
  - b- Quel constat fais-tu en comparant la quantité d'urée dans le liquide prélevé dans les glomérules des deux individus ?
  - c- Entre les deux hypothèses émises, laquelle doit-on retenir pour expliquer le fort taux d'urée dans le sang du malade ? Justifie ta réponse.

Substances (en g / l par jour)	Individu sain		Individu malade	
	Plasma	Liquide prélevé dans le glomérule	Plasma	Liquide prélevé dans le glomérule
Protides	70	0	70	0
Urée	0,3	54	2	26

Document 2. Quantités de protides et d'urée dans le plasma et dans le liquide glomérulaire.

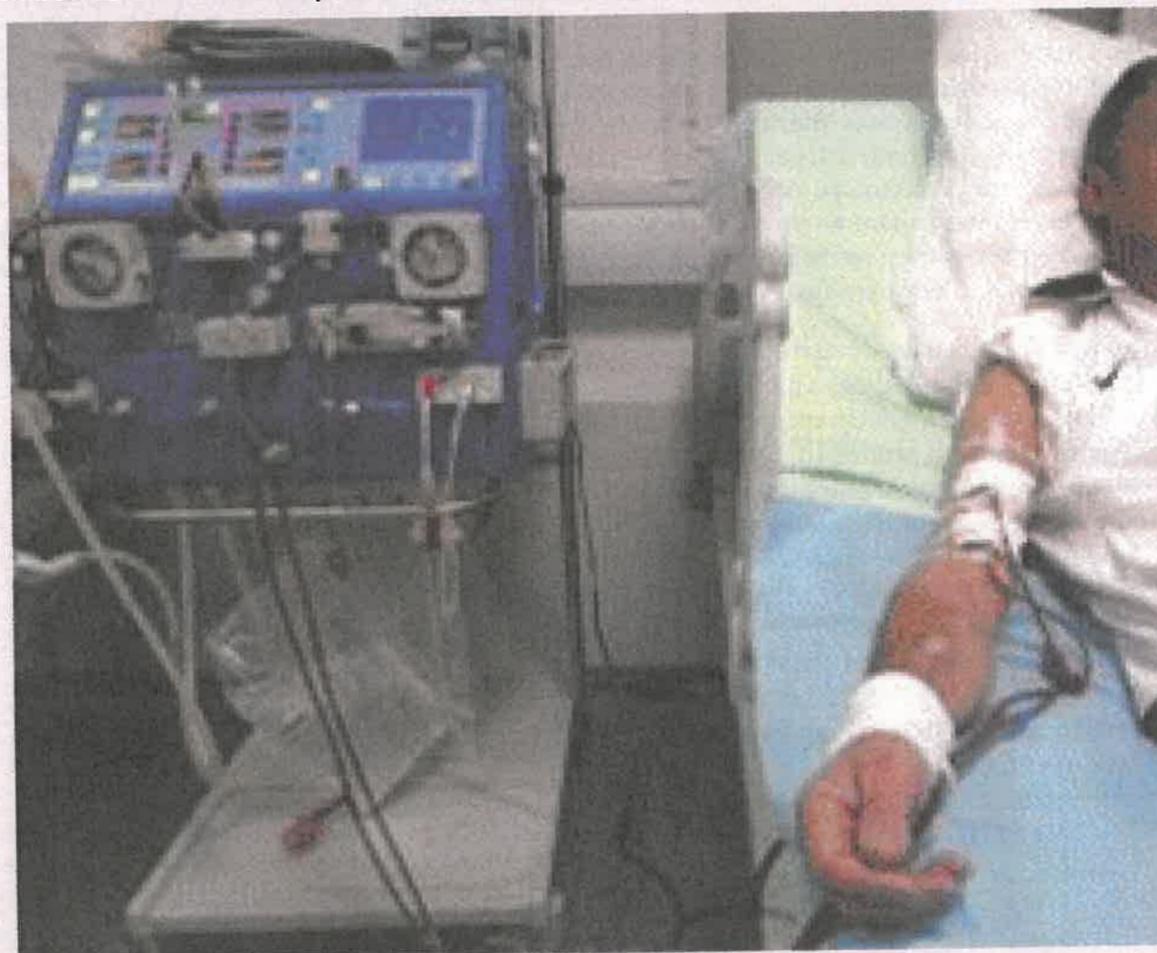


POUR EN SAVOIR PLUS

Traitement de suppléance de l'insuffisance rénale : l'hémodialyse

Lorsque les reins ne sont plus en mesure d'assurer leur fonction de filtre et d'élimination des déchets, il faut les y aider. Cela peut se faire par l'hémodialyse. La dialyse est une technique médicale de purification de solutions. Cette technique est utilisée pour aider certains patients souffrant d'insuffisance rénale à évacuer les déchets contenus dans leur sang quand leurs reins ne peuvent plus assumer pleinement cette fonction. L'hémodialyse se fait par l'intermédiaire d'un appareillage extérieur à l'organisme lequel fera passer le sang à travers un dialyseur.

Il existe cependant une alternative à l'hémodialyse, avec la transplantation rénale. La greffe d'un rein est aujourd'hui réalisée avec beaucoup de succès et ce procédé se répand de plus en plus. La principale difficulté est de trouver un donneur compatible dont le rein en bon fonctionnement pourra remplacer celui du patient.



Hémodialyse

THÈME II. FONCTION DE NUTRITION

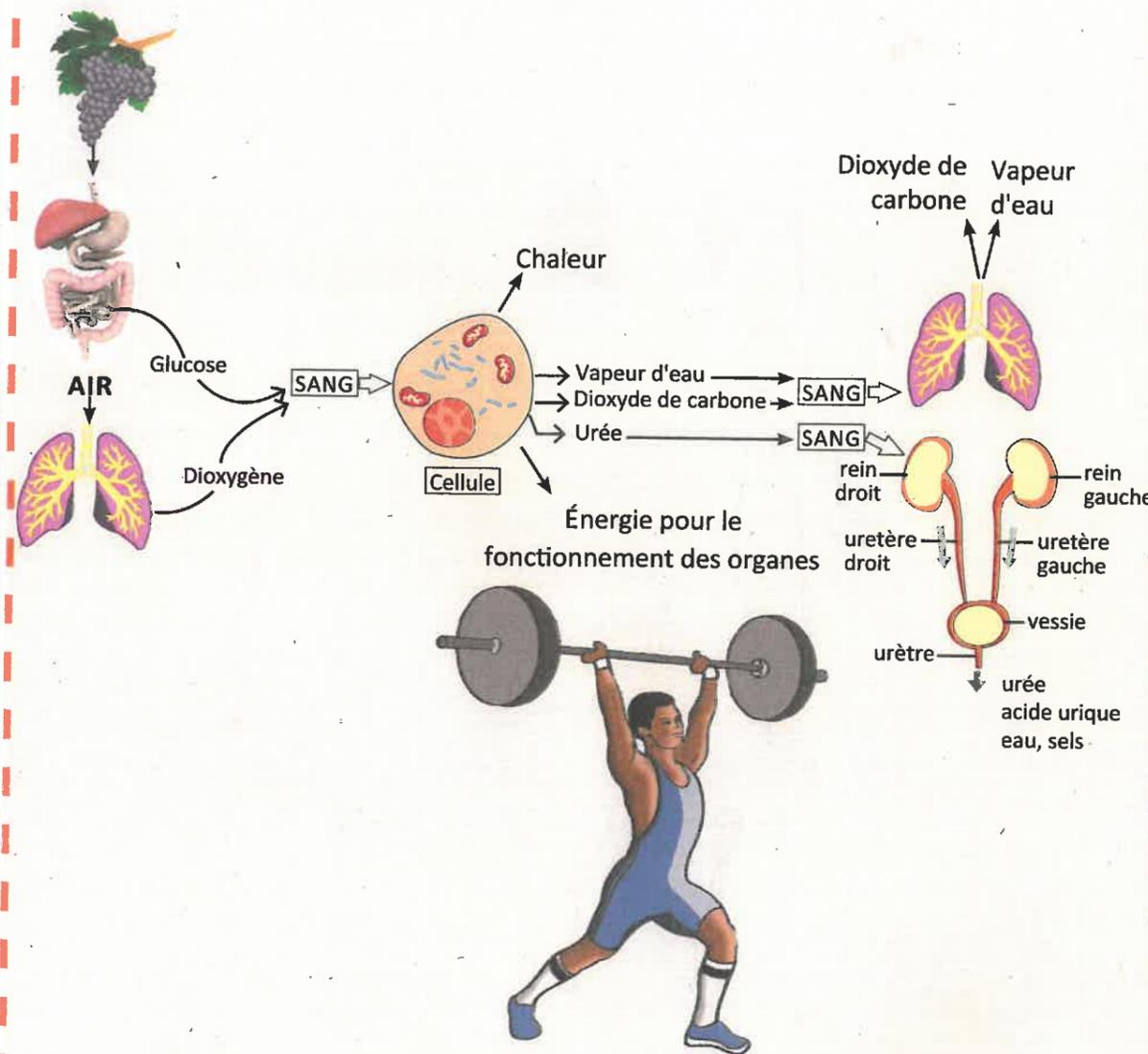
SITUATION D'INTÉGRATION

Contexte

Une campagne de sensibilisation est organisée dans ta localité sur l'hygiène de l'appareil respiratoire.

Consigne

En t'aidant du document ci-dessous, rédige un texte montrant la nécessité d'une hygiène globale pour assurer un bon fonctionnement de l'organisme.



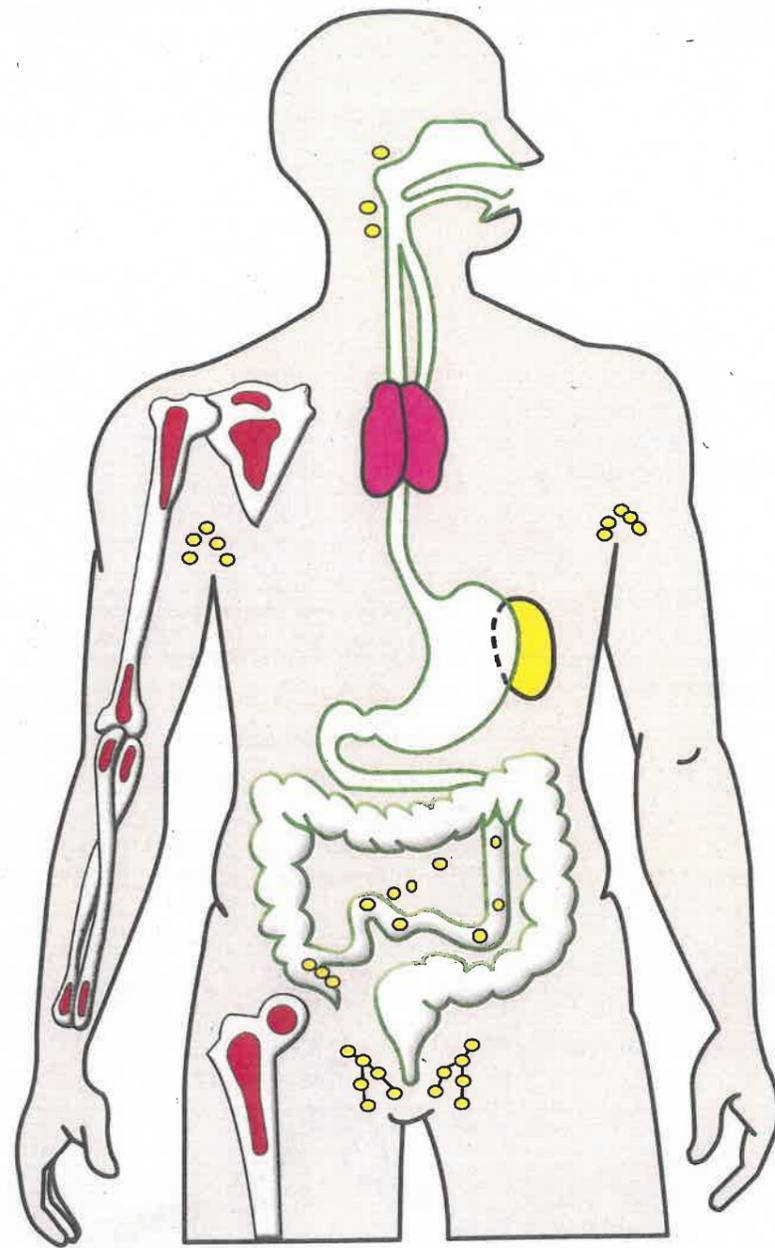
PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie

CHAPITRE 6

RÔLE DU REIN DANS L'EXCRETION URINAIRE ET LA RÉGULATION DU MILIEU INTERIEUR

## THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE



Malgré toute cette agression microbienne, les hommes vaquent à leurs activités. Comment peut-on expliquer ce fait ?

## CHAPITRE 7

## L'IMMUNITÉ ET LA RÉPONSE IMMUNITAIRE

PREMIÈRE PARTIE  
Sciences de la Vie

CHAPITRE 7

L'IMMUNITÉ ET LA RÉPONSE IMMUNITAIRE

L'homme n'a pas toujours eu des antiseptiques pour éviter la contamination. Étant donné que les barrières naturelles (peau et muqueuses) ne sont pas infranchissables, des micro-organismes parviennent à pénétrer dans l'organisme. Certains sont pathogènes, d'autres ne le sont pas. Dans les deux cas, l'organisme mobilise son système de défense ou système immunitaire pour lutter contre les micro-organismes.

Comment l'organisme se défend-t-il, naturellement, contre les agressions microbiennes ?

**Problème.** Comment l'organisme se défend-t-il, naturellement, contre les agressions microbiennes ?

- Objectifs :**
- Identifier les caractéristiques de la réaction inflammatoire.
  - Déterminer le rôle des leucocytes.
  - Identifier les propriétés du système immunitaire.
  - Identifier les éléments qui composent le système immunitaire.

### LES DÉFENSES NATURELLES DE L'ORGANISME

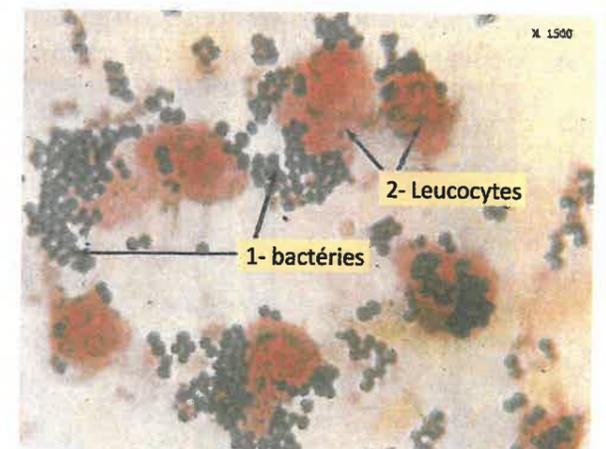
#### A - Les caractéristiques de la réaction inflammatoire

Au niveau d'une blessure (par une épine par exemple), des microbes pénètrent dans la plaie. Si cette dernière n'est pas désinfectée, une **réaction inflammatoire** apparaît : on constate une rougeur, une chaleur, un gonflement, une douleur et, parfois, la formation de **pus** au niveau de la plaie.

Comment s'explique cette réaction locale ?

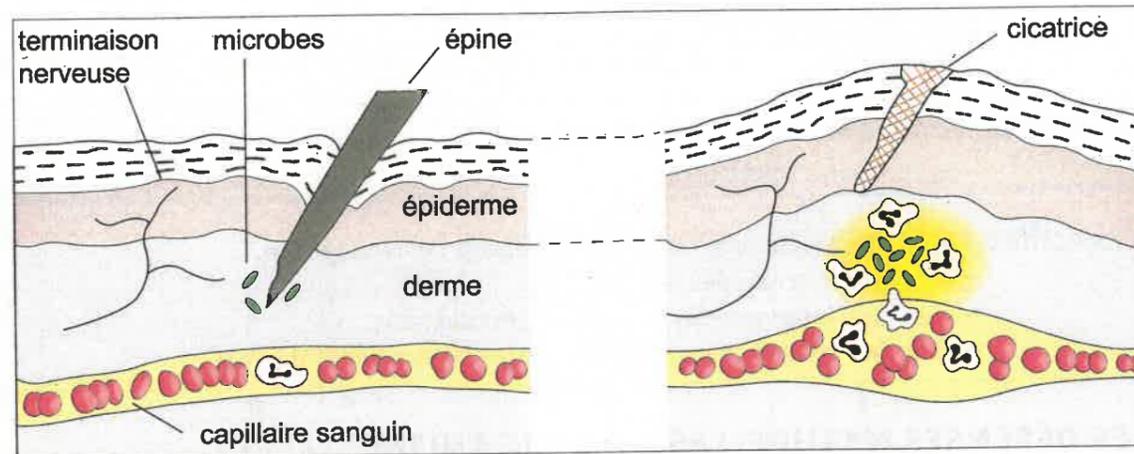


Document 1. Individu piqué par une épine.



Document 2. Goutte de pus vue au microscope.

La dilatation des capillaires sanguins provoque la rougeur et la chaleur. Ces capillaires dilatés laissent échapper du plasma qui s'infiltré dans les tissus, d'où le gonflement de la région de la plaie. Enfin, l'irritation des terminaisons nerveuses est à l'origine des sensations douloureuses. À travers la paroi distendue des capillaires, se produisent les phénomènes de diapédèse : de nombreux leucocytes ou globules blancs sortent des vaisseaux sanguins en traversant la paroi vasculaire. Ils entrent dans les tissus et viennent se rassembler autour des microbes pour les détruire par le phénomène de phagocytose. Cette réaction inflammatoire locale, rapide et non spécifique stoppe, généralement, la prolifération des microbes et assure la guérison et la cicatrisation (Document 3).

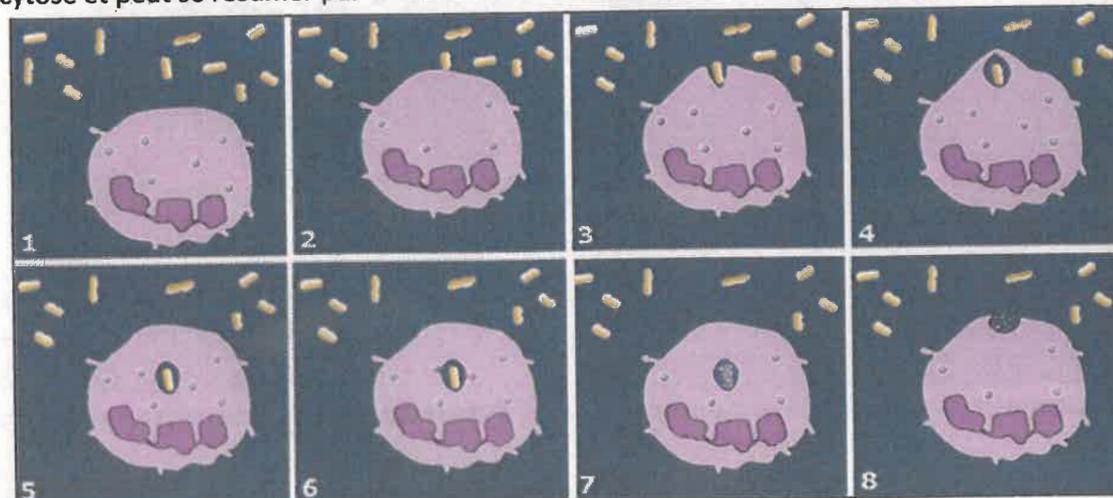


Document 3. Étapes de la réaction inflammatoire.

### B - Rôle des leucocytes

#### 1 - Rôle des phagocytes : la phagocytose

Arrivés dans la zone infectée, les phagocytes (ici les polynucléaires) attaquent les microbes présents et les absorbent, puis les "digèrent". Cette digestion des microbes par un phagocyte est appelé la phagocytose et peut se résumer par les schémas ci-dessous :



Document 4. Processus de la phagocytose par les polynucléaires.

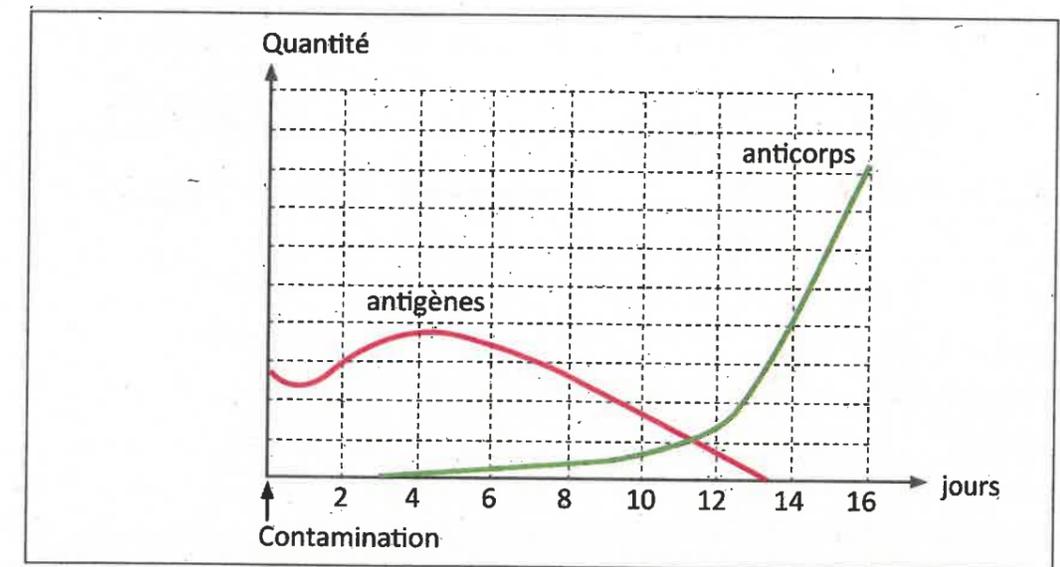
**Remarque.** Les phagocytes absorbent aussi les cellules mortes, les débris de toute sorte. Ils jouent, ainsi, le rôle "d'éboueurs" et assurent le nettoyage permanent de l'organisme.

### 2 - Rôle des lymphocytes

Les réactions qui caractérisent l'inflammation ne suffisent pas, souvent, à stopper l'infection. On constate, alors, un gonflement des ganglions (les plus proches de la plaie) qui deviennent durs, douloureux ; ce qui signifie que l'infection se poursuit. Des réactions de défense plus lentes se mettent, ainsi, en place. Elles font intervenir d'autres types de leucocytes : les **lymphocytes**.

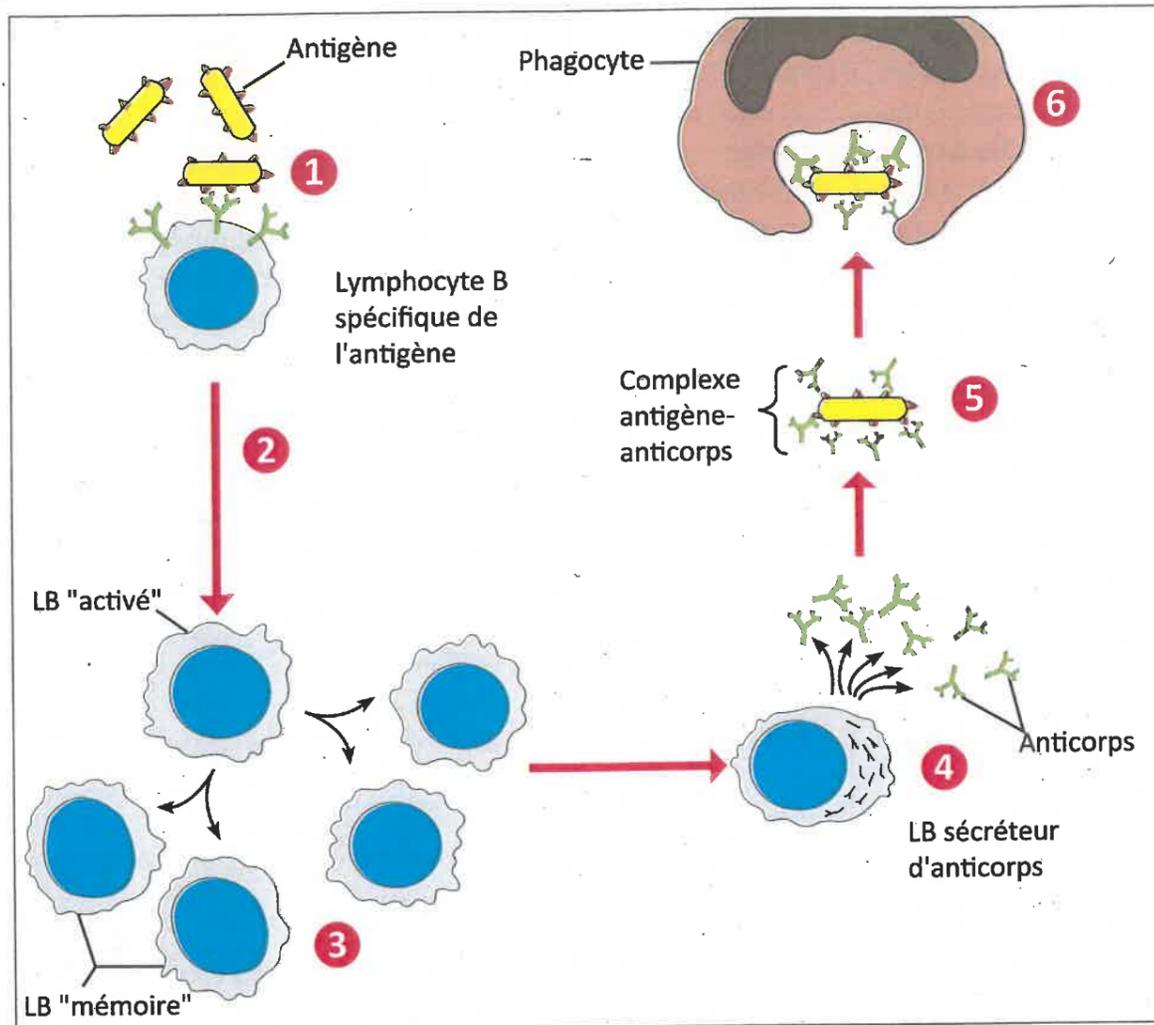
#### a - Rôle des lymphocytes B

À la suite d'une contamination par des bactéries pathogènes, on étudie la réaction de l'organisme de la personne en effectuant des prélèvements réguliers de son sang. Dans ces échantillons de sang prélevés, on mesure la quantité d'antigènes et d'anticorps présents. Les résultats sont donnés par les courbes du document 5 ci-dessous.



Document 5. Évolution des quantités d'antigènes et d'anticorps à la suite d'une contamination.





Document 6. Mode d'action des lymphocytes B.

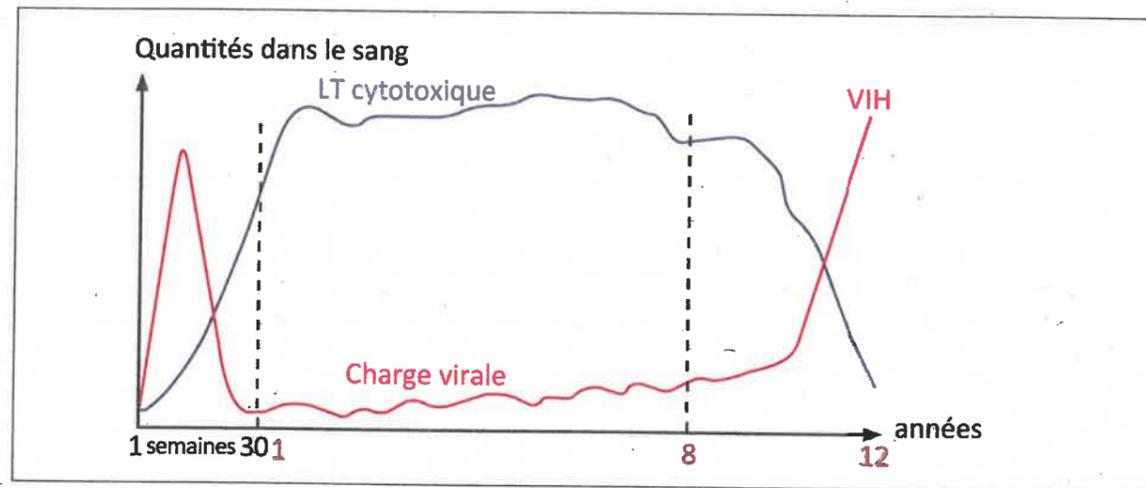
- 1= Un lymphocyte B (LB) porte sur sa membrane de nombreux anticorps, tous identiques. Il ne "reconnaît" un antigène que s'il peut se lier à lui grâce à ses anticorps.
- 2= Seuls les LB spécifiques d'un antigène sont activés par cet antigène, c'est-à-dire se multiplient. Cette multiplication se fait à l'intérieur des ganglions lymphatiques.
- 3= Certains descendants des LB activés par un antigène deviennent des cellules-mémoires "sensibilisées" à cet antigène.
- 4= D'autres descendants des LB activés se transforment en cellules sécrétrices d'anticorps. Les anticorps sécrétés sont libérés dans le plasma.
- 5= Les anticorps peuvent se lier au même antigène que celui qui a déclenché cette série d'événements. L'antigène est ainsi neutralisé.
- 6= L'antigène "recouvert" d'anticorps (complexes antigènes/anticorps) peut être facilement phagocyté par les phagocytes.

**b - Rôle des lymphocytes T**

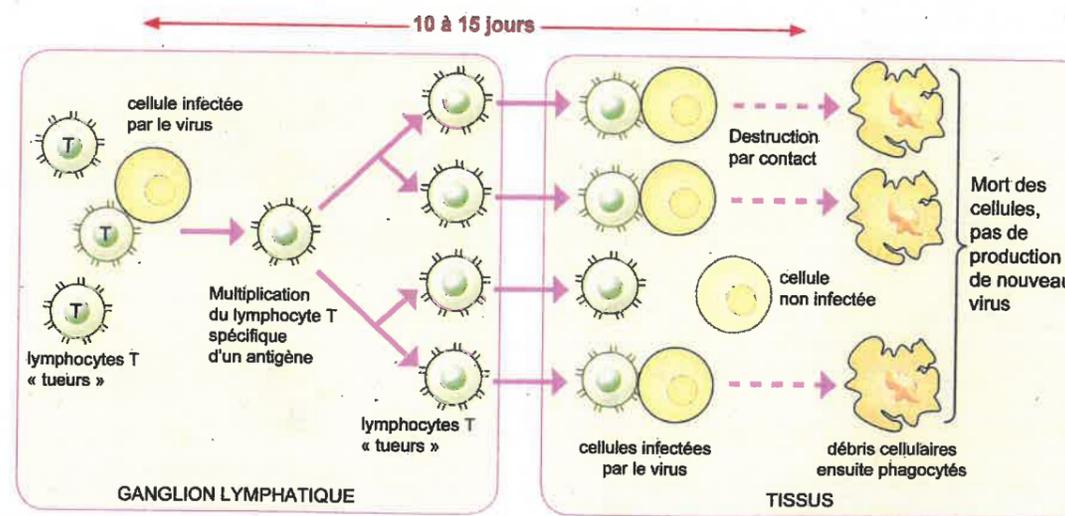
Les lymphocytes T sont capables de détecter les cellules infectées par un virus. Cette reconnaissance spécifique permet, alors, leur multiplication dans les ganglions lymphatiques. Une partie des lymphocytes T spécifiques devient des **lymphocytes T-cytotoxiques** ou **cellules-tueuses** qui se fixent sur la cellule infectée et la détruisent en perforant sa membrane plasmique (baiser de la mort). L'élimination des débris se fera, ainsi, par phagocytose. L'autre partie devient des lymphocytes T-mémoires qui gardent les informations concernant cette première infection.

Le document 7 montre l'évolution de la quantité de virus en fonction du nombre de lymphocytes T-cytotoxiques ou cellules-tueuses.

Le document 8 précise le mode d'action des lymphocytes T-cytotoxiques.



Document 7. Évolution de la quantité de virus et de lymphocytes T-cytotoxiques en fonction du temps.



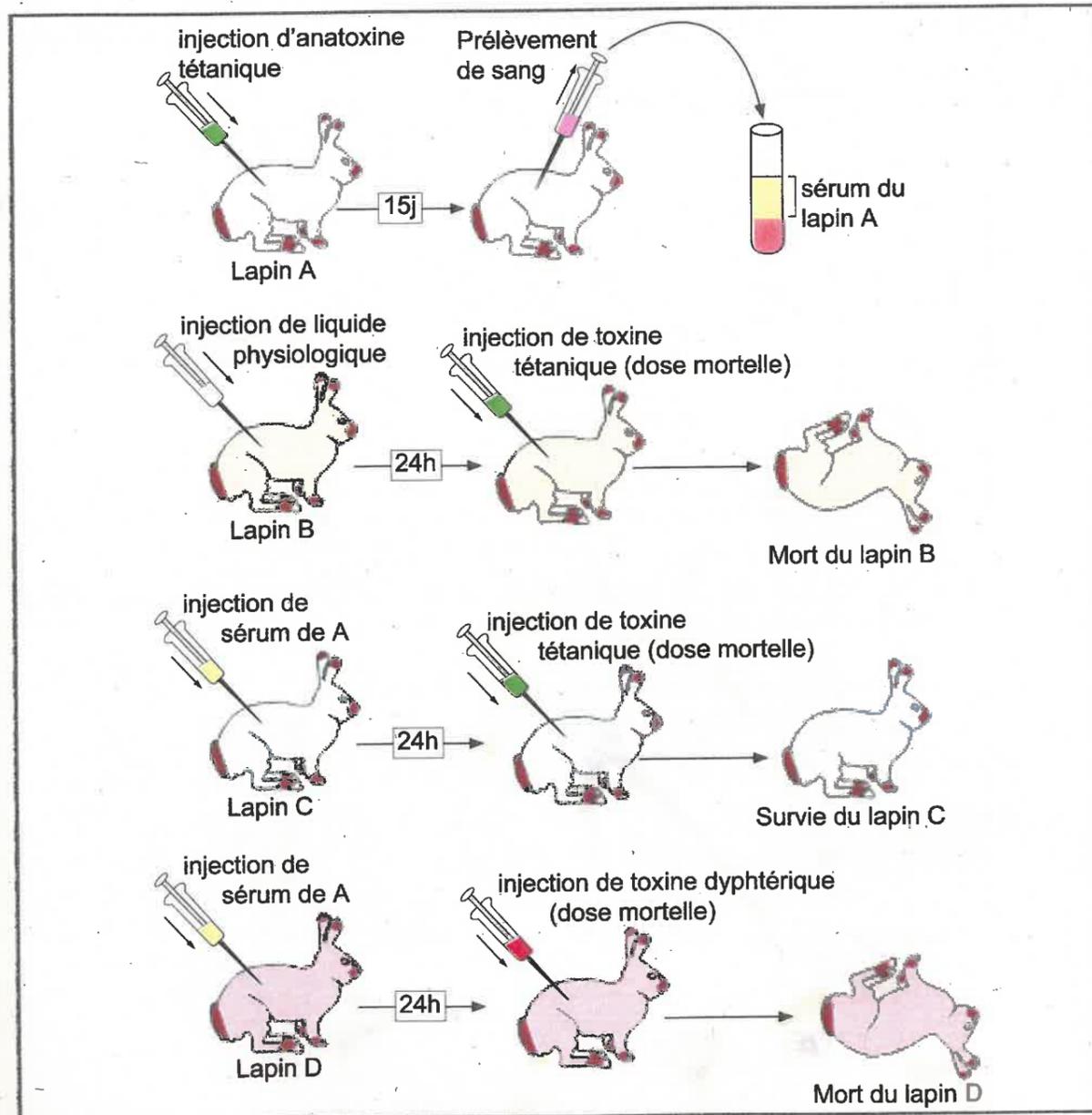
Document 8. Mode d'action des lymphocytes T-tueurs (cellules tueuses).

**C - Propriétés du système immunitaire**

On cherche à déterminer les propriétés du système immunitaire. Pour cela, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1**

On a voulu, en réalisant les expériences ci-dessous, tester l'hypothèse selon laquelle l'anticorps produit par l'organisme infecté provoquerait la neutralisation d'un seul type d'antigène (anticorps spécifique de l'antigène). Le document 9a traduit les résultats obtenus.

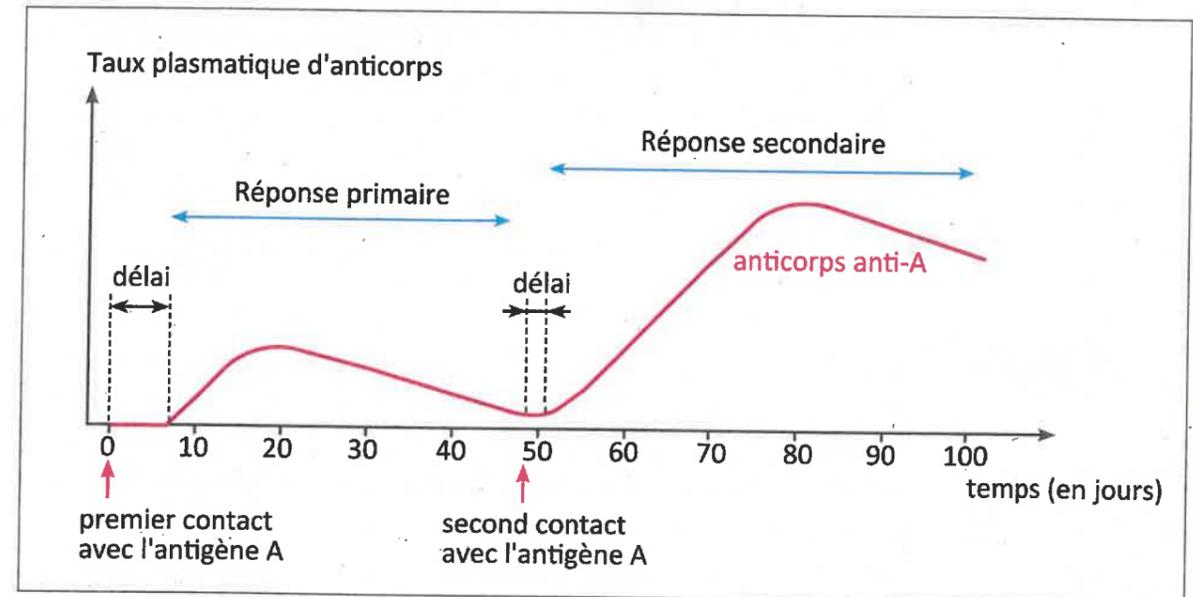


Document 9a

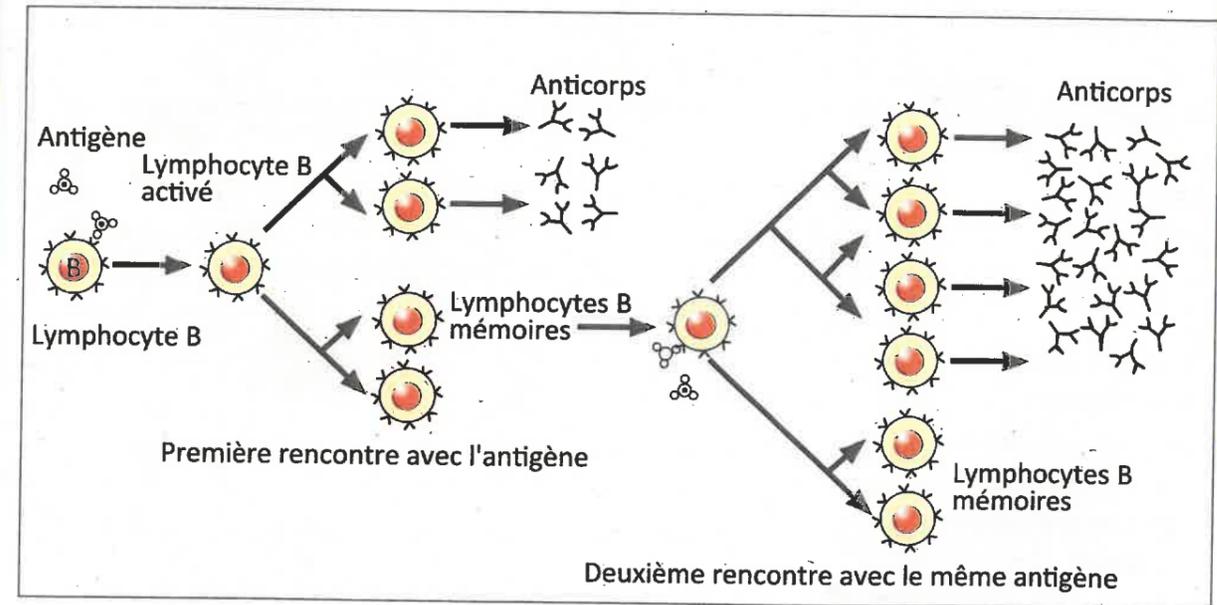
THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

**Expérience 2**

On injecte, à une souris, un antigène A et on mesure le taux plasmatique d'anticorps anti-A. Lorsque ce taux est redevenu presque nul (au bout de 50 jours environ), on pratique une seconde injection du même antigène. On dose, dans le plasma, les taux d'anticorps anti-A. Les documents 9b et 9c traduisent les résultats obtenus.



Document 9b



Document 9c. Production d'anticorps suite à deux contaminations successives par le même antigène.

Document 9. Mise en évidence des propriétés du système immunitaire.

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie

CHAPITRE 7

L'IMMUNITÉ ET LA RÉPONSE IMMUNITAIRE



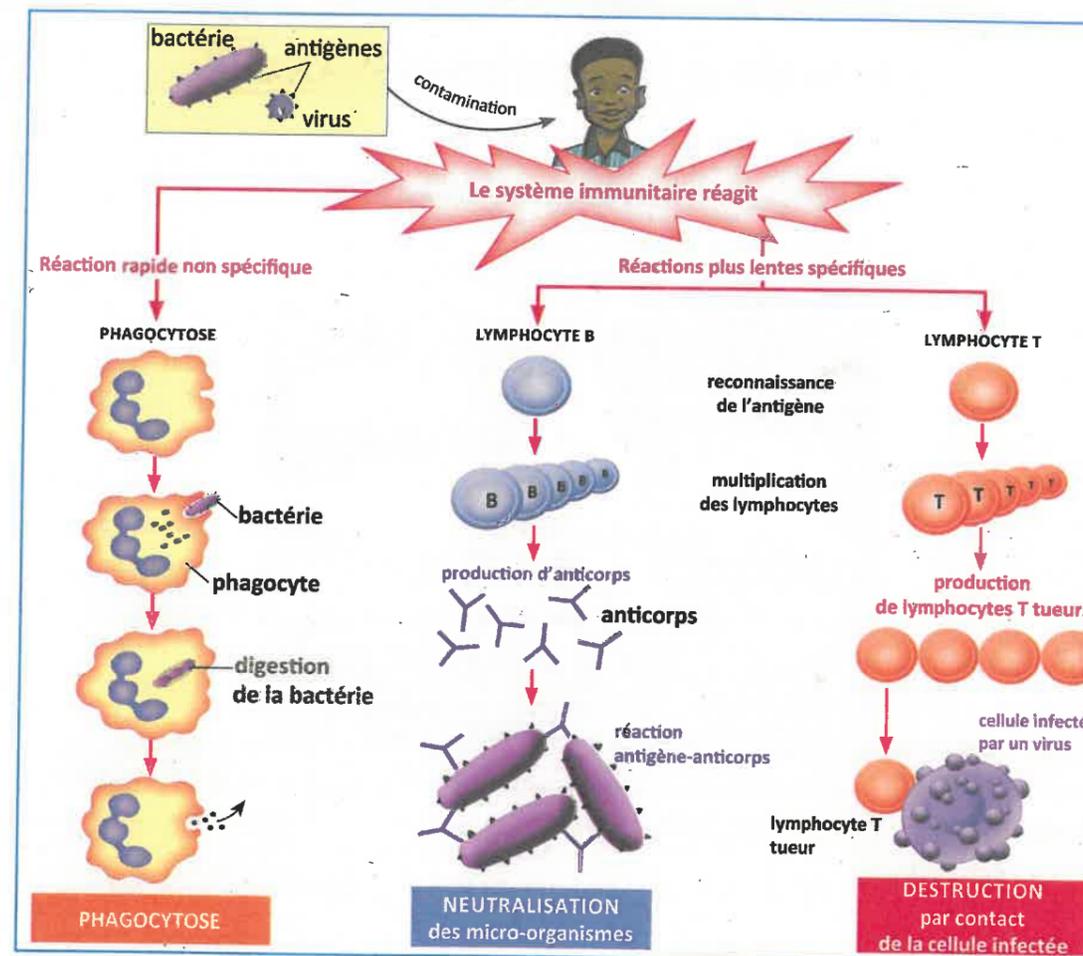
- 1- À l'aide des documents 1 et 2, formule une hypothèse sur le rôle des leucocytes dans l'organisme.
- 2- Explique en quoi les documents 3 et 4 permettent de confirmer ton hypothèse.
- 3- En t'appuyant sur le document 5, établis une relation entre l'évolution de la quantité d'antigènes et celle de la quantité d'anticorps suite à une infection.
- 4- En t'aidant du document 6, explique l'évolution de la quantité d'antigènes présentée par le document 5.
- 5- En t'aidant du document 8, explique l'évolution de la quantité de virus présentée par le document 7.
- 6- Décris les expériences (1 et 2) présentées par le document 9 (a, b et c). Quelles propriétés du système immunitaire ont-elles permis de mettre en évidence ?
- 7- À l'aide du document 9c, explique pourquoi, lors d'un premier contact, le système de défense est souvent inefficace ; alors qu'il fonctionne très bien lors d'un deuxième contact.

LEXIQUE

Anatoxine	toxine rendue inoffensive.
Anticorps	protéines, en forme de «Y», qui se fixent sur les antigènes, les neutralisent et facilitent la phagocytose. Elles sont produites par les lymphocytes B.
Antigène	molécule qui est reconnue comme étrangère par l'organisme et qui déclenche une réaction de défense. Les antigènes sont portés par les microbes.
Anticorps spécifique	anticorps dirigé contre une seule catégorie d'antigène.
Ganglion lymphatique	organe situé sur le réseau lymphatique et contenant de nombreuses cellules immunitaires.
Inflammation	ensemble de phénomènes de défense de l'organisme contre une agression (traumatisme, infection, etc.), se manifestant par divers signes (douleur, tuméfaction, chaleur, rougeur, etc.).
Leucocyte (globule blanc)	cellule du système immunitaire qui intervient dans la défense de l'organisme.
Mémoire immunitaire	capacité du système immunitaire à réagir plus rapidement et plus efficacement lors du contact avec un antigène déjà connu.
Phagocytose	action de certains leucocytes appelés phagocytes consistant à ingérer et à digérer les corps étrangers.
Plaquette sanguine (thrombocyte)	élément dépourvu de noyau, fabriqué au niveau de la moelle osseuse et qui circule dans le sang.
Réponse immunitaire non spécifique	réaction de l'organisme déclenchée quel que soit l'antigène.
Réponse immunitaire spécifique	réaction de l'organisme déclenchée contre un antigène bien donné.
Séropositivité	état d'une personne qui possède dans le sang des anticorps spécifiques d'un antigène.
Sérum	liquide qui se sépare du caillot après coagulation du sang (= plasma débarrassé des protéines responsables de la coagulation du sang).
Toxine	poison pathogène sécrétée par les germes infectieux.

THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

BILAN



Lorsqu'une personne est contaminée par un antigène, (bactéries, virus...) son système immunitaire réagit selon deux voies :

- la **réponse immunitaire non spécifique**, rapide : c'est la réaction inflammatoire, essentiellement, marquée par la phagocytose ;
  - la **réponse immunitaire spécifique**, plus lente, caractérisée par l'activation des cellules immunitaires. Ces cellules se multiplient dans les ganglions lymphatiques, puis agissent selon deux modalités :
    - les **lymphocytes B** libèrent des anticorps spécifiques de cet antigène. La personne est dite séropositive pour la maladie causée par l'antigène. Les anticorps neutralisent les bactéries porteuses de cet antigène (réaction antigène-anticorps) en les agglutinant ; ce qui facilite leur phagocytose.
    - les **lymphocytes T** détectent les cellules infectées par un virus et les détruisent.
- Dans les deux modalités, certains lymphocytes (B et T) deviennent des cellules-mémoires qui gardent le souvenir de la première agression. On parle de mémoire immunitaire. Si l'organisme est infecté une seconde fois par le même antigène, les cellules mémoires réagissent plus rapidement et assurent une réponse immunitaire secondaire plus efficace.

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie

CHAPITRE 7

L'IMMUNITÉ ET LA RÉPONSE IMMUNITAIRE

# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

Le schéma d'une coupe de peau au niveau d'une blessure est présenté ci-dessous. Nomme les éléments représentés par les chiffres.

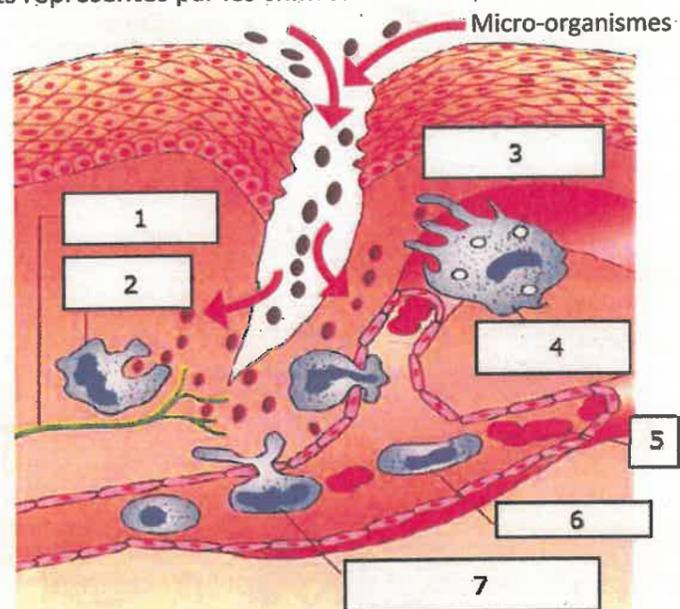


Schéma d'une coupe de peau au niveau d'une blessure.

### Exercice 2

En jouant au football avec ses camarades, Pierre est tombé et s'est écorché le genou. Le lendemain, le genou était enflé, douloureux et légèrement rougeâtre.

- 1- Explique l'enflure, la douleur et la rougeur du genou.
- 2- Explique la réaction de l'organisme ainsi mise en évidence.

### Exercice 3

Recopie la lettre qui correspond à la bonne réponse.

Les anticorps sont des molécules :

- a- reconnues comme étrangères à l'organisme.
- b- normalement présentes dans l'organisme.
- c- portées uniquement par les cellules étrangères.
- d- produites par les lymphocytes B.
- e- produites par les cellules phagocytaires.
- f- produites quelques jours après une première infection.
- g- produites plusieurs jours après une deuxième infection par le même antigène.

### Exercice 4

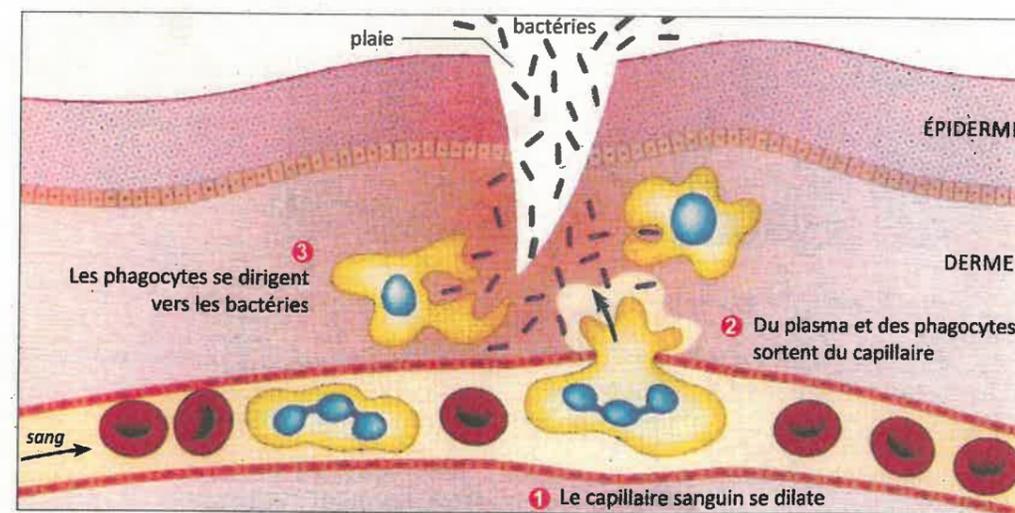
Recopie et associe chaque chiffre à la lettre qui correspond à la bonne réponse.

- 1- Les cellules sanguines qui réalisent la phagocytose sont :
  - a- les lymphocytes B.
  - b- les lymphocytes T.
  - c- les polynucléaires.
  - d- les hématies.
  - e- les macrophages.
- 2- Les cellules sanguines qui fabriquent les anticorps sont :
  - a- les lymphocytes B.
  - b- les lymphocytes T.
  - c- les polynucléaires.
  - d- les hématies.
  - e- les macrophages.
- 3- Les cellules sanguines qui détruisent, directement, les cellules infectées sont :
  - a- les lymphocytes B.
  - b- les lymphocytes T.
  - c- les polynucléaires.
  - d- les hématies.
  - e- les macrophages.

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 5

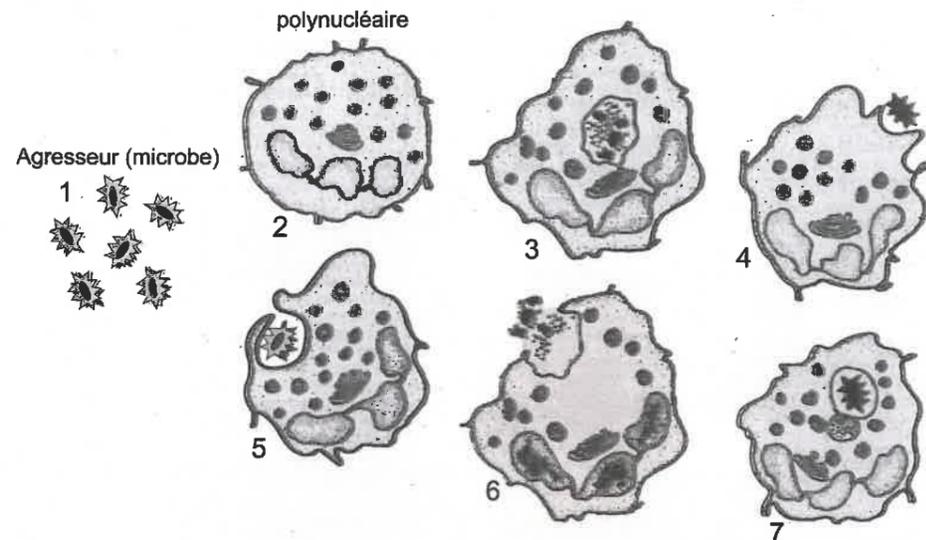
Après une blessure, en quelques heures, la défense de l'organisme est activée. Le document qui suit montre l'entrée en jeu des acteurs de cette défense locale.



À partir du document, rédige un texte expliquant les mécanismes de défenses qui permettent de lutter contre une infection localisée.

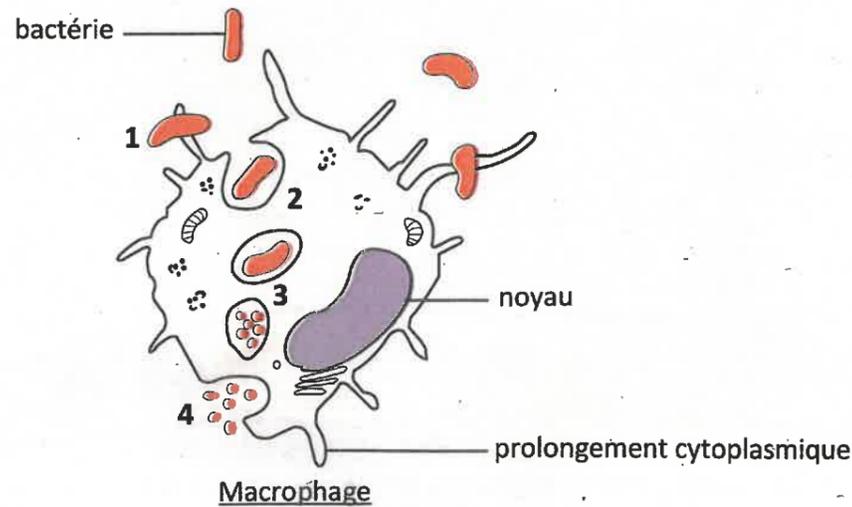
**Exercice 6**

La phagocytose est une réaction immunitaire rapide, réalisée par des cellules immunitaires : les phagocytes (les polynucléaires et les macrophages). Elle permet, le plus souvent, de stopper l'infection. Le **document 1** présente (dans le désordre) les principales étapes de la phagocytose effectuée par un polynucléaire. Le **document 2** présente la phagocytose effectuée par un macrophage.



**Document 1.** Phagocytose effectuée par un polynucléaire.

- 1- À l'aide des éléments représentés dans le **document 1**, construis un schéma fonctionnel des principales étapes de la phagocytose effectuée par le polynucléaire.
- 2- Décris la phagocytose effectuée par un macrophage.
- 3- En comparant les deux mécanismes de la phagocytose :
  - a- indique le mécanisme le plus efficace pour éliminer les bactéries. Justifie ta réponse.
  - b- justifie l'appellation de macrophage donnée à la cellule présentée par le **document 2**.



**Document 2.** Phagocytose effectuée par un macrophage.

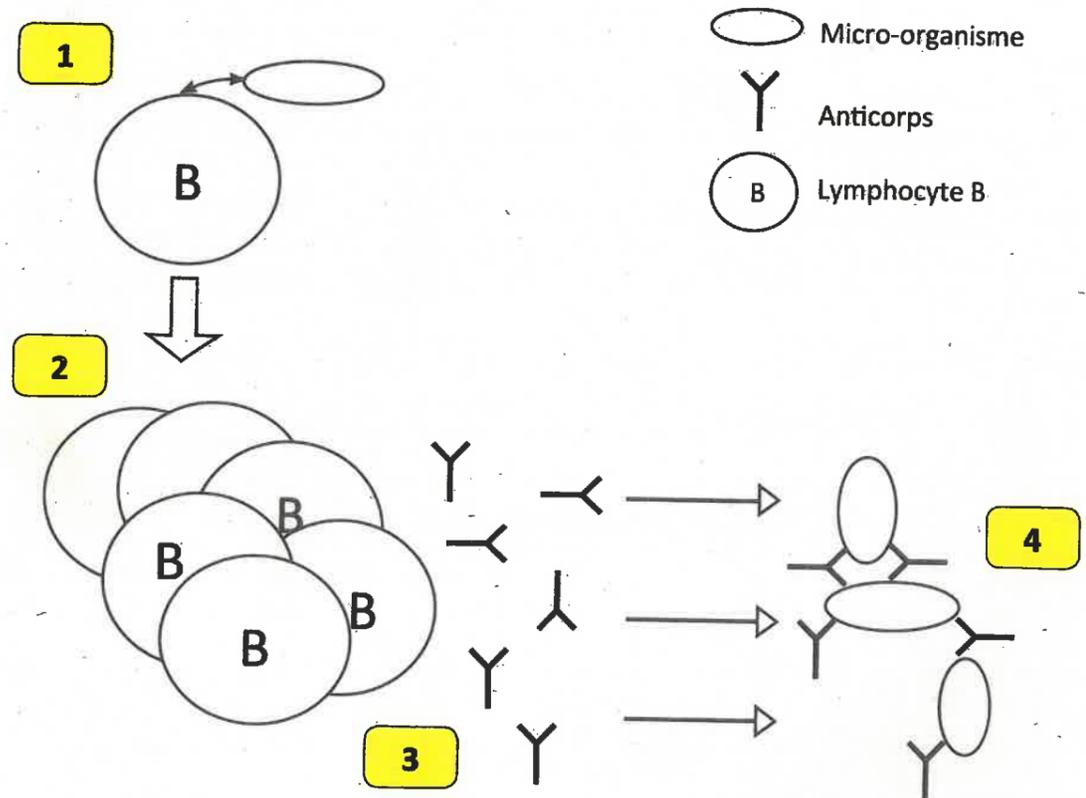
**Exercice 7**

L'organisme reconnaît, en permanence, la présence d'éléments étrangers, grâce à son système immunitaire. Certains globules blancs, les lymphocytes B, lorsqu'ils reconnaissent un micro-organisme dangereux, vont être activés et se multiplier, rapidement, dans les organes lymphoïdes, en particulier, dans les ganglions lymphatiques.

Ces lymphocytes activés vont fabriquer des molécules appelées anticorps, puis vont les libérer dans le sang. Ces anticorps spécifiques d'un micro-organisme vont se fixer sur lui et le neutraliser. Le micro-organisme pourra être, plus facilement, phagocyté par les autres cellules du système immunitaire.

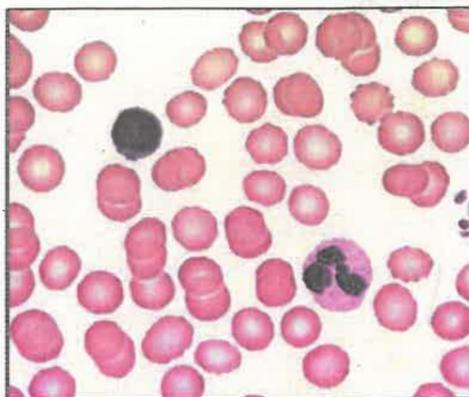
À partir du texte, remplace les numéros (1, 2, 3, 4) du schéma qui suit par les étapes suivantes :

- neutralisation du micro-organisme ;
- reconnaissance ;
- fabrication et libération des anticorps ;
- multiplication des lymphocytes.



**Exercice 8**

La photographie ci-contre représente un frottis sanguin observé au microscope. On peut repérer les hématies (ou globules rouges) qui sont des cellules sans noyau, un lymphocyte caractérisé par un noyau violacé bien rond et un phagocyte caractérisé par un noyau violacé formé de trois parties. Chacune de ces cellules contient, également, un cytoplasme et est limitée par une membrane plasmique.

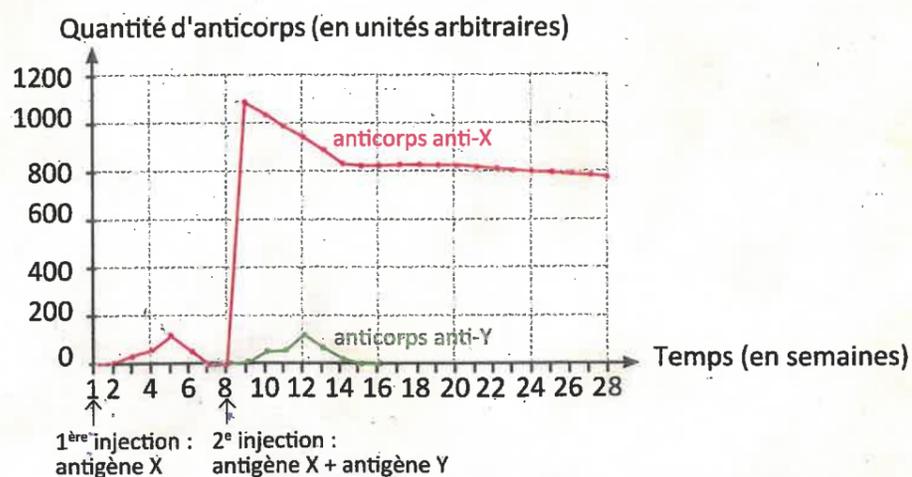


- 1- Réalise, sur une feuille blanche, au crayon de papier, un dessin d'observation de la photographie. Le dessin doit être centré et soigné. Il ne doit pas être trop petit.
- 2- Légende, au crayon de papier, le dessin avec les termes suivants : hématie, lymphocyte, phagocyte. Précise, aussi, sur le phagocyte, les trois légendes suivantes : noyau, membrane plasmique, cytoplasme. Les traits de rappel doivent être horizontaux, fléchés et tracés à la règle. Les légendes doivent être écrites au bout du trait de rappel.
- 3- Donne un titre au dessin. Le titre doit être écrit au crayon noir, souligné et placé sous le dessin.

**Exercice 9**

On injecte, à une souris, un antigène X et on mesure le taux plasmatique d'anticorps spécifiques anti-X. Lorsque ce taux est redevenu presque nul (au bout de 7 jours environ), on pratique une seconde injection du même antigène X et une injection d'antigène Y. On dose, à nouveau, les taux d'anticorps anti-X et anti-Y. Le document ci-dessous traduit les résultats obtenus.

- 1- En comparant l'évolution des quantités d'anticorps anti-X et anti-Y en fonction du temps, indique les propriétés du système immunitaire mises en évidence. Justifie, à chaque fois, ta réponse.
- 2- Indique l'importance de la propriété mise en évidence par la deuxième injection de l'antigène X.



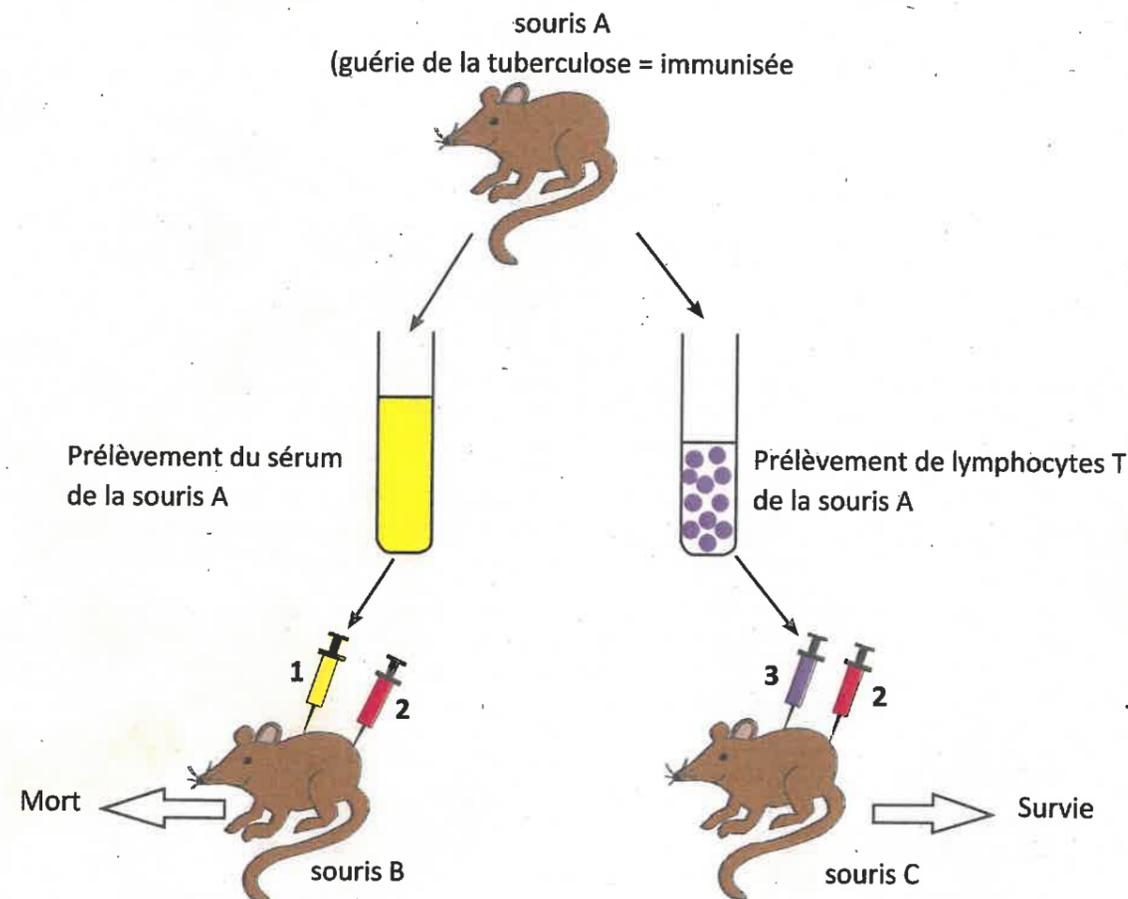
Évolution en fonction du temps, de la quantité d'anticorps dans le sang d'une souris ayant subi deux injections d'antigènes.

**Exercice 10**

Le bacille de Koch est la bactérie responsable de la tuberculose. Contrairement à beaucoup de bactéries, ce bacille ne reste pas dans le sang ou les liquides de l'organisme, mais pénètre à l'intérieur des cellules (du poumon, des os...) et s'y multiplie.

Les expériences représentées ci-dessous permettent de découvrir les moyens de défense utilisés par l'organisme contre ce bacille.

En t'appuyant sur ce document ci-dessous et tes connaissances, explique la mort de la souris B et la survie de la souris C.



- 1 = injection de sérum de la souris A
- 2 = injection de bacilles de Koch
- 3 = injection de lymphocytes T de la souris A

Document. Moyens de défense de l'organisme contre le bacille de Koch.

**Exercice 11**

Deux lots de souris (lots A et B) reçoivent une première injection de globules rouges de mouton (GRM) au jour 0. Ces GRM jouent le rôle d'antigènes, car ils sont reconnus comme étrangers par l'organisme de la souris.

**Document 1.** Sécrétion d'anticorps suite au contact avec des antigènes.

**Expérience 1**

Tous les deux jours, une souris du lot A est sacrifiée, on prélève sa rate et, à l'aide d'une technique appropriée d'immunologie, on détermine le nombre de lymphocytes B sécréteurs d'anticorps anti-GRM. Trente jours après la première injection, les souris restantes reçoivent une seconde injection de GRM. Les prélèvements de rate se poursuivent chaque jour et les lymphocytes B sécréteurs d'anticorps anti-GRM sont dénombrés.

**Expérience 2**

Comme les souris du lot A, les souris du lot B ont reçu une injection de globules rouges de mouton (GRM) au jour 0, mais, au jour 30, les souris restantes reçoivent une injection de globules rouges de lapin (GRL). Les prélèvements de rate se font tous les deux jours comme précédemment à partir du jour 0, mais, cependant, on ne dénombre pas les lymphocytes B sécréteurs d'anticorps anti-GRM, mais les lymphocytes B sécréteurs d'anticorps anti-GRL.

Souris du Lot A	Souris ayant reçu la 1 <sup>ère</sup> injection de GRM					Souris ayant reçu la 2 <sup>ème</sup> injection de GRM						
	0	2	4	6	8	30	32	34	36	38	40	42
Jour de prélèvement	0	2	4	6	8	30	32	34	36	38	40	42
Quantité de LB sécréteurs d'anti GRM	0	3	15	90	20	1	180	850	500	300	100	70
Moment d'injection de GRM	↑ GRM					↑ GRM						

Souris du Lot B	Souris ayant reçu la 1 <sup>ère</sup> injection de GRM					Souris ayant reçu la 2 <sup>ème</sup> injection de GRL						
	0	2	4	6	8	30	32	34	36	38	40	42
Jour de prélèvement	0	2	4	6	8	30	32	34	36	38	40	42
Quantité de LB sécréteurs d'anti GRL	0	0	0	0	0	0	2	75	95	20	10	3
Moment d'injection de GRM et GRL	↑ GRM					↑ GRL						

**Document 2.** Résultats.

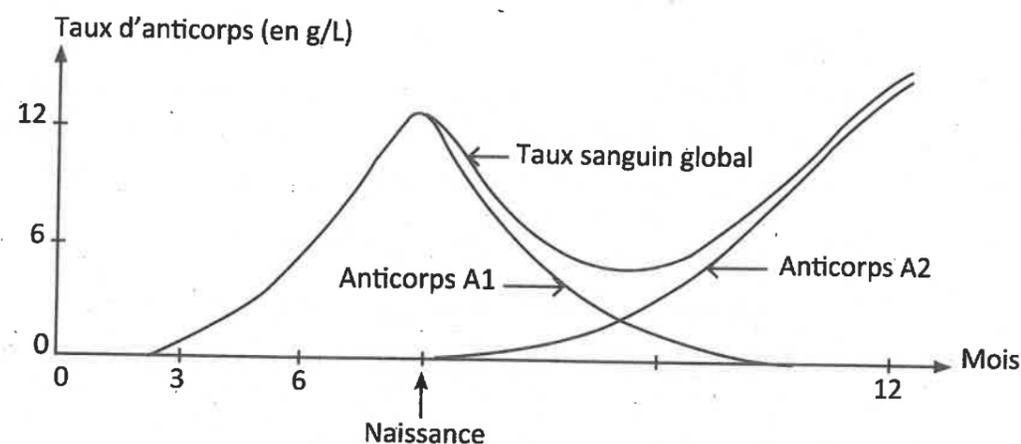
- Trace les courbes de variation des quantités de LB sécréteurs d'anticorps anti-GRM et anti-GRL en fonction du temps.
- En comparant l'évolution des quantités de LB sécréteurs d'anticorps anti-GRM et d'anticorps anti-GRL en fonction du temps, indique les propriétés du système immunitaire mises en évidence. Justifie, à chaque fois, ta réponse.
- Indique l'importance de la propriété mise en évidence par la deuxième injection de l'antigène GRM.

**Exercice 12**

Pendant la grossesse, le fœtus est, en principe, à l'abri de toute infection, bien que son système immunitaire soit encore incapable de fabriquer des anticorps. Cette protection est due au fait que la plupart des anticorps maternels peuvent traverser le placenta et passer, ainsi, dans la circulation sanguine du fœtus. Après la naissance, le système immunitaire devient, progressivement, fonctionnel ; ce qui permet au nouveau-né de fabriquer ses propres anticorps.

Le graphique suivant traduit l'évolution, dans le sang du nouveau-né :

- des taux d'anticorps A1 et A2, d'origines différentes ;
- du taux sanguin global d'anticorps.



Évolution du taux d'anticorps dans le sang du nouveau-né.

- À l'aide des informations fournies ci-dessus, indique l'origine des anticorps A1 et A2.
- Pendant les premières semaines qui suivent la naissance, le nouveau-né est, rarement, sujet à des infections microbiennes. Explique pourquoi, en te basant sur le texte.
- En revanche, à partir du 4<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> mois, le bébé devient très sensible aux infections. Propose une explication en utilisant le graphique.

**Exercice 13**

Des tests sanguins ont été réalisés chez des individus ayant contracté une des maladies ci-dessous dès la naissance.

Maladies contractées depuis la naissance	Tests sanguins
Rubéole	Présence d'anticorps anti-rubéole
Varicelle	Présence d'anticorps anti-varicelle
Oreillons	Présence d'anticorps anti-oreillons
Aucune	Absence d'anticorps anti VIH

- Explique pour quels microbes cette personne est séropositive.
- Explique pourquoi on peut dire que cette personne est séronégative pour les virus du SIDA.
- À partir du document, définis la notion de séropositivité.



# CHAPITRE 8 LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

Le système immunitaire est constitué d'un ensemble coordonné d'éléments qui joue un rôle primordial dans la défense de l'organisme contre les corps étrangers.

Quel est le rôle du système immunitaire dans la défense de l'organisme ?

**Problème.** Quel est le rôle du système immunitaire dans la défense de l'organisme ?

**Objectif :** identifier les éléments constitutifs du système immunitaire et leurs rôles dans la défense de l'organisme.

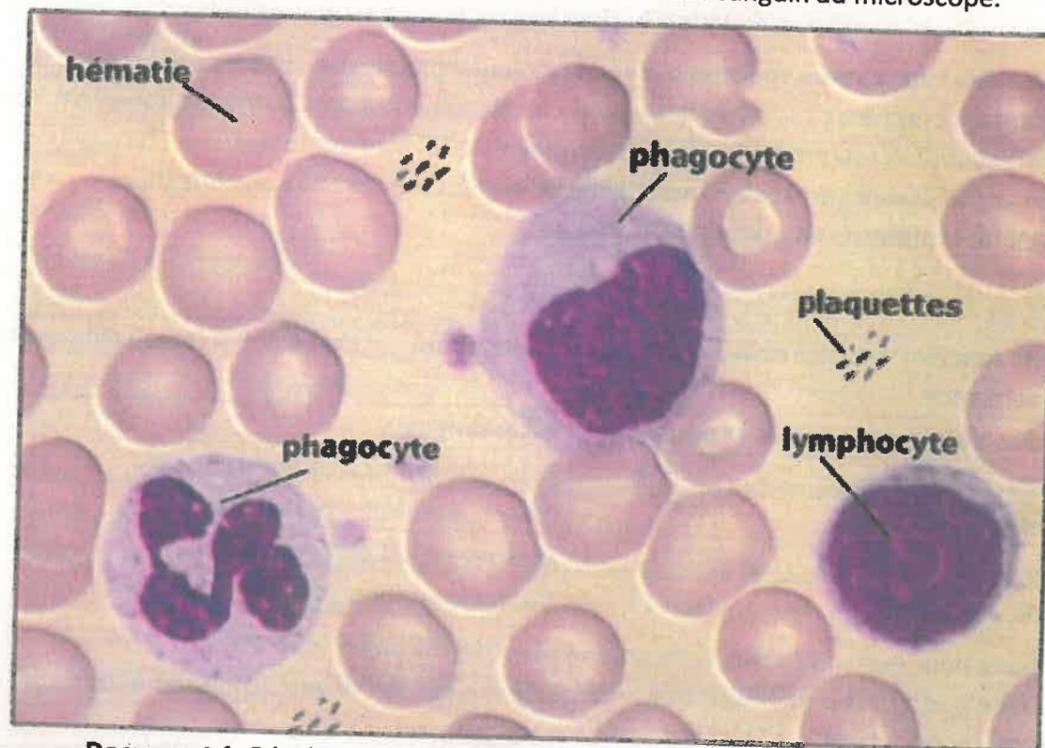
## RÔLE DU SYSTÈME IMMUNITAIRE DANS LA DÉFENSE DE L'ORGANISME

### Les éléments constitutifs du système immunitaire et leurs rôles

#### 1- Les cellules du système immunitaire

Quel que soit l'endroit où se situe la blessure, les éléments du système immunitaire doivent se déplacer pour lutter contre les microbes. Le système immunitaire est donc constitué par «des éléments mobiles» qui se trouvent obligatoirement dans le sang.

Le document 1 présente les résultats d'observation d'un frottis sanguin au microscope.



Document 1. Résultats d'observation d'un frottis sanguin au microscope.

L'angine est une maladie peu grave dont on guérit souvent sans prendre de médicaments ; car l'organisme réagit en combattant les micro-organismes pathogènes (bactéries ou virus) responsables de cette maladie. Le document 2 présente les résultats d'analyses comparées de frottis d'un sujet sain et d'un sujet atteint d'angine.

Nombres d'éléments figurés /ml de sang	Normes	Sujet sain	Sujet atteint d'une angine
Leucocytes	4000 à 10 000	9 000	14 000
Hématies	4 400 000 à 5 500 000	5 100 000	5 020 000
Plaquettes	150 000 à 400 000	260 000	285 000

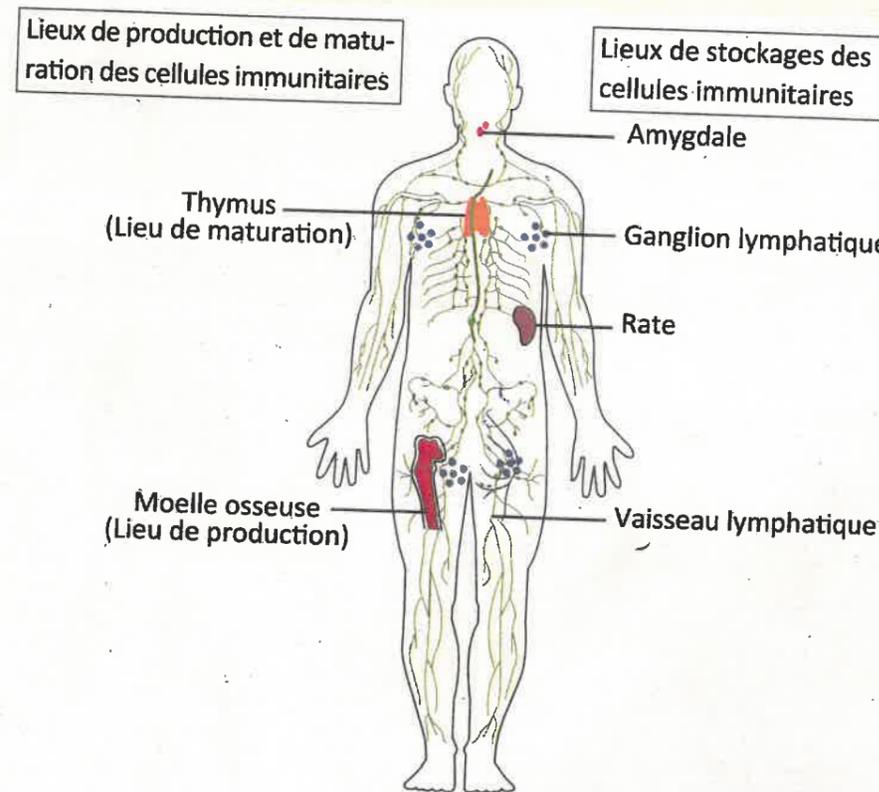
Document 2. Résultats d'analyses comparées du sang d'un sujet sain et celui d'un sujet atteint d'angine.

### 2 - Les organes du système immunitaire

Document 3a. Observations cliniques.

Les observations cliniques suivantes permettent de compléter le système immunitaire en précisant les organes qui fabriquent et qui stockent les leucocytes :

- Un nouveau-né dépourvu de système immunitaire est placé sous un bulle sans microbe en attendant une greffe de moelle osseuse.
- Des rats sans thymus meurent à la naissance.
- Le médecin, pour déceler une infection, commence par palper les ganglions lymphatiques du malade. En cas d'infection, ces ganglions grossissent.



Document 3b. Schéma montrant les organes du système immunitaire.

ACTIVITES

- Liste les constituants du sang présents dans le **document 1** et réalise un schéma annoté de chacun de ces constituants. Formule une hypothèse sur les constituants impliqués dans la réponse immunitaire.
- En t'appuyant sur le **document 2**, indique les constituants du sang qui interviennent dans la réponse immunitaire.
- À l'aide du **document 3 (a et b)**, liste les organes qui constituent le système immunitaire en précisant le rôle de chacun d'entre eux.

LEXIQUE

<b>Ganglion lymphatique</b>	organe situé sur le réseau lymphatique et contenant de nombreuses cellules immunitaires.
-----------------------------	--

BILAN

Le système immunitaire est un vaste réseau interne constitué de **cellules** et d'**organes**. Les cellules du système immunitaire sont représentées par les globules blancs ou leucocytes **phagocytes** (polynucléaires et macrophages) et les **lymphocytes** (**lymphocytes B** et **T**). En plus des cellules B et T, le système immunitaire comprend des **organes** comme la moelle rouge des os, les ganglions lymphatiques, la rate, les amygdales. La **moelle osseuse** joue un rôle majeur. C'est là que prennent naissance toutes les cellules du système immunitaire qui migrent, ensuite, vers le **thymus** où elles mûrissent.

ÉVALUATION

MAITRISE DES CONNAISSANCES

Exercice 1

Vrai ou faux

- Les lymphocytes B et T sont des cellules phagocytaires.
- Les lymphocytes se multiplient dans les ganglions lymphatiques.
- Les ganglions lymphatiques sont des cellules du système immunitaire..
- Certains lymphocytes sont des cellules mémoires.
- Les cellules immunitaires naissent dans les ganglions lymphatiques.

Exercice 2

À l'aide des mots de la liste ci-dessous, complète le texte en remplaçant chaque chiffre du texte par un mot de la liste.

Liste : sang, antigènes, molécules, ganglions lymphatiques, lymphocytes T, lymphocytes B, moelle rouge des os, cellules infectées par un virus.

"Les anticorps sont des...(1)...produites par des cellules sécrétrices provenant des...(2)... ; ils sont capables de se fixer sur les...(3)...et de les neutraliser. Les cellules tueuses provenant des...(4)... détruisent par contact les...(5)... Les lymphocytes sont produits dans la ...(6)..., circulent dans le...(7)...puis sont stockés dans les...(8)..."

COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

Exercice 3

Le tableau ci-dessous présente de données relatives au nombre de leucocytes dans le sang d'un individu sain et dans celui d'un individu atteint d'angine.

Évolution du nombre de leucocytes		Lymphocytes	Phagocytes	Total des leucocytes
Nombre de cellules par m <sup>3</sup> de sang	Individu sain	1 900	5 100	7 000
	Individu atteint d'angine	2 100	13 200	15 300

- Compare le nombre de leucocytes chez les deux individus. Quel constat fais-tu ?
- Explique ce constat.

## Réponses immunitaires contrôlées par les lymphocytes T

L'abréviation «T» dans lymphocytes T signifie thymus, puisque c'est le principal organe où les cellules T se développent et se différencient.

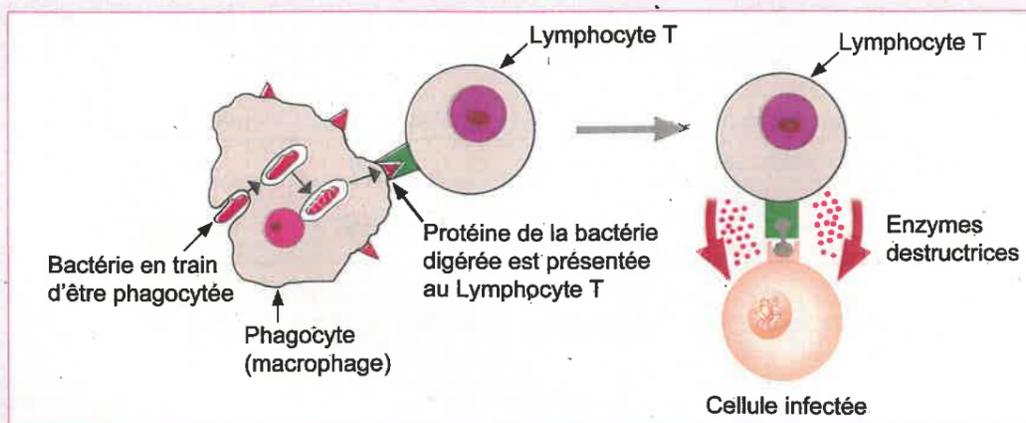
Les phagocytes et les lymphocytes B ne sont pas les seules cellules immunitaires à intervenir dans l'immunité. Il y a aussi d'autres lymphocytes T comme les lymphocytes T-cytotoxiques ou les cellules tueuses qui se fixent sur les cellules infectées ou sur les cellules tumorales et les détruisent.

L'importance de l'immunité contrôlée par les lymphocytes T dans l'auto-défense a été soulignée par plusieurs exemples de déficiences des lymphocytes T :

- des enfants nés sans thymus n'ont pas de lymphocytes T. Ces enfants sont vulnérables à tout type d'infection contrôlée par les lymphocytes T.
- Le SIDA est, également, une conséquence de l'élimination des cellules T ; les personnes atteintes du SIDA meurent, parce que leur système immunitaire ne fonctionne pas correctement.

**Les lymphocytes T-mémoires assurent une protection rapide et de longue durée**  
Comme dans le cas des lymphocytes B, il existe des lymphocytes T-mémoires.

- Lorsque les lymphocytes T sont activées, elles agissent, immédiatement, pour détruire le pathogène ou aider les autres cellules à le faire. Mais, elles donnent, également, naissance à une population de lymphocytes T-mémoires qui vont persister dans le corps, en attente d'une seconde rencontre avec le même agent pathogène.
- Cette seconde rencontre peut prendre place des années après le contact initial et dans ce cas,
- Les cellules T-mémoires répondront rapidement afin de détruire l'envahisseur : ceci procure une protection spécifique et de longue durée.



L'immunité ne se manifeste pas seulement lors des agressions microbiennes. Elle se manifeste aussi lors des transfusions sanguines et lors des opérations de greffes d'organes.

- Comment se manifeste l'immunité lors des transfusions sanguines ?
- Comment se manifeste l'immunité lors des opérations de greffes d'organes ?

## Problème 1. Comment se manifeste l'immunité lors des transfusions sanguines ?

- Objectifs :**
- Distinguer les groupes sanguins.
  - Déterminer les principes de la transfusion sanguine.

## I - MANIFESTATIONS DE L'IMMUNITÉ LORS DES TRANSFUSIONS SANGUINES

## A - LES GROUPES SANGUINS

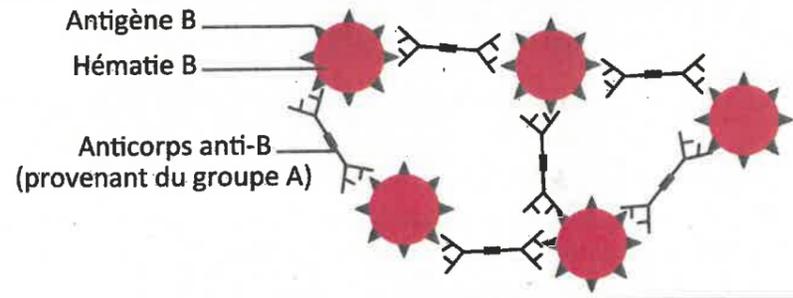
La classification du sang en groupes ayant des caractéristiques identiques est indispensable pour assurer la compatibilité entre donneurs et receveurs lors des transfusions sanguines.

## 1 - Caractéristique du système ABO

Le système ABO fut découvert en 1900 par le médecin allemand Karl Landsteiner. Celui-ci, en mélangeant le sang de différentes personnes, découvrit que certains mélanges sont homogènes, d'autres forment de petits grumeaux dus à un phénomène appelé **agglutination** (Document 2). Dans ces cas, les sangs ne peuvent pas être mélangés : ils sont dits **incompatibles**. Lorsqu'il n'y a pas agglutination (mélanges homogènes), les sangs sont **compatibles**. C'est pourquoi, avant toute transfusion sanguine, on identifie, d'abord, les antigènes contenus dans le sang du receveur pour lui donner un sang compatible.

Pour expliquer ses faits, Landsteiner mit ainsi en évidence deux antigènes présents à la surface des globules rouges, qu'il appela **Antigène A** et **Antigène B**. Selon que les globules rouges d'une personne portent l'un ou l'autre de ces antigènes, les deux à la fois ou aucun d'entre eux, il les classa dans les groupes **A**, **B**, **AB** et **O**. Par ailleurs, Landsteiner découvrit que les personnes du groupe B ont, sur leurs hématies, des antigènes B, mais dans leur plasma, des anticorps anti-A. Celles du groupe A ont, sur leurs hématies, des antigènes A, mais dans leur plasma, des anticorps anti-B. Les personnes du groupe O n'ont aucun des deux antigènes à la surface de leurs hématies, mais ont, à la fois, les deux anticorps dans leur plasma. Les personnes du groupe AB ont, à la surface de leurs hématies, les deux antigènes, à la fois, mais n'ont aucun des deux anticorps dans leur plasma (voir Document 3).

Document 1. Découverte du système ABO.



Document 2. Agglutination d'hématies du groupe B par du sang du groupe A.

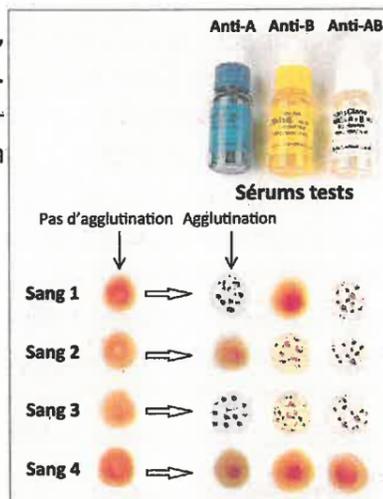
	A	B	AB	O
Surface des hématies	<p>Membrane de l'hématie Antigène A</p>	<p>Antigène B</p>		
Anticorps présents dans le plasma	<p>Anti-B</p>	<p>Anti-A</p>	Pas d'anticorps	<p>Anti-B et Anti-A</p>

Document 3. Caractéristiques des quatre groupes sanguins.

### 2 - La détermination du groupe sanguin

Pour déterminer le groupe sanguin (système ABO) d'une personne, on fait agir, sur ses globules rouges, des sérums-tests connus. Ceux-ci entraînent, si le sérum contient des anticorps correspondant aux antigènes présents sur les globules rouges, une réaction dite d'agglutination. Selon le groupe, les globules rouges sont agglutinés par un sérum-test particulier :

- Sérum-test contenant des anticorps anti-B pour un sang de groupe B ou AB ;
  - Sérum-test anti-A pour un sang de groupe A ou AB.
- Un sang de groupe O ne s'agglutine avec aucun sérum-test.



Document 4. Tests de détermination des groupes sanguins : Technique de BETH-VINCENT.

THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

## B - PRINCIPES DE LA TRANSFUSION SANGUINE

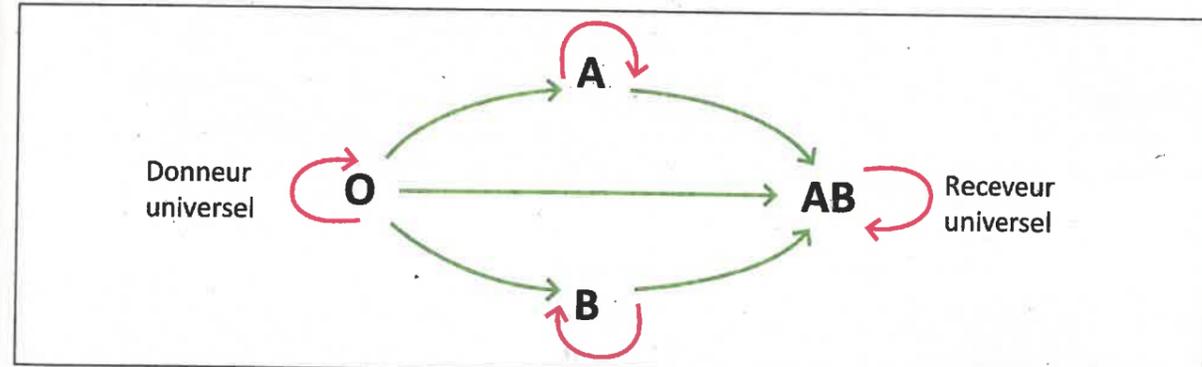
### Document 5

La transfusion sanguine consiste en une administration, par voie intraveineuse, du sang d'un donneur.

Les situations dans lesquelles on est amené à réaliser une transfusion sanguine sont variées (les pertes de sang importantes par hémorragie grave, certains accouchements difficiles ou, plus couramment, dans le cadre de maladies sanguines, comme la leucémie et la drépanocytose).

La première règle à respecter lors d'une transfusion sanguine est d'éviter le conflit antigène-anticorps. En effet, une personne à qui l'on transfuse avec des globules rouges portant un antigène qu'elle-même ne possède pas, réagit, en formant des anticorps contre cet antigène. La transfusion peut, alors, être inefficace (destruction des globules rouges transfusés par le sérum du receveur) ou entraîner la destruction des globules rouges du receveur, avec des conséquences, parfois, très graves : fièvre, insuffisance rénale, état de choc. C'est pourquoi, avant toute transfusion, on identifie, d'abord, les antigènes contenus dans le sang du receveur pour lui donner un sang compatible. Les meilleures transfusions sanguines sont celles qui se déroulent à l'intérieur du même groupe sanguin. Toutes les possibilités sont représentées dans le document 6.

Les personnes du **groupe O**, qui peuvent, théoriquement, donner leur sang à des personnes de tout groupe, mais ne peuvent recevoir que du sang de groupe O, sont dits **donneurs universels**. À l'inverse, les personnes du **groupe AB**, qui peuvent recevoir du sang de n'importe quel groupe, sont dits **receveurs universels**.



Document 6. Diagramme des transfusions sanguines.

### 1 - Le facteur Rhésus

Il arrive que des accidents surviennent, alors que la transfusion a été faite à l'intérieur du même groupe sanguin. Des recherches poussées, effectuées par Landsteiner ont permis de découvrir, en 1940, à la surface des hématies, un autre antigène appelé **antigène D**, appartenant au système Rhésus et qui est responsable de ces accidents. Le système Rhésus apporte une information supplémentaire à la classification établie par le système ABO. Il doit son nom à un singe d'Asie du Sud-Est sur lequel Landsteiner faisait ses expériences. Une personne qui possède l'antigène D est dite Rhésus positif (Rh<sup>+</sup>) ; une personne qui n'en possède pas, Rhésus négatif (Rh<sup>-</sup>). Il ne faut jamais transfuser du sang Rhésus<sup>+</sup> à un receveur Rhésus<sup>-</sup>.

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie CHAPITRE 9 AUTRES MANIFESTATIONS DE L'IMMUNITÉ



## 2 - La maladie hémolytique du nouveau-né, une incompatibilité entre la mère et le fœtus

Lorsqu'une femme Rh<sup>-</sup> est enceinte d'un enfant Rh<sup>+</sup>, le contact de son sang avec celui de l'enfant qu'elle porte entraîne, chez elle, la formation d'anticorps anti-Rhésus. Ce contact ne survient, habituellement, que lors de l'accouchement. Mais si cette femme attend un deuxième enfant Rh<sup>+</sup>, ses anticorps anti-Rhésus risquent de détruire les globules rouges du fœtus, exposant celui-ci à une grave anémie, la maladie hémolytique du nouveau-né. Aujourd'hui, les femmes enceintes sont soumises à un examen sanguin au début de leur grossesse pour vérifier si elles sont Rh<sup>-</sup>. Dans ce cas, après le premier accouchement et si l'enfant qu'elles viennent de mettre au monde est Rh<sup>+</sup>, on leur injecte une substance empêchant la formation d'anticorps anti-Rhésus. La maladie hémolytique est, ainsi, en voie de disparition.

Pour prévenir la maladie hémolytique du nouveau-né, on peut injecter, à la mère, des anticorps anti-Rhésus (anti-D), avant le premier accouchement. Ces anticorps vont détruire les hématies Rh<sup>+</sup> du fœtus passant chez la mère lors du premier accouchement. Une fois les hématies Rh<sup>+</sup> détruits, l'organisme de la mère ne va pas produire des anticorps anti-D.

Document 7. Le système Rhésus.

### ACTIVITES

- 1- En utilisant du carton ou de la planche, réalise des modèles d'antigènes (A, B et D), des modèles d'anticorps (Anti-A, Anti-B et Anti-D), des modèles de globules rouges (A, B, AB, Rh<sup>+</sup> et Rh<sup>-</sup>).
- 2- Identifie les groupes sanguins correspondants aux sangs 1, 2, 3 et 4 du document 4.
- 3- A l'aide des modèles réalisés, explique :
  - les agglutinations constatées dans le document 4.
  - la maladie hémolytique du nouveau-né décrite dans le document 7.

## LEXIQUE

<b>Agglutination</b>	regroupement de cellules étrangères en une masse par les anticorps (agglutinines).
<b>Compatible</b>	qui peut s'accorder ou coexister avec autre chose.
<b>Hémolytique</b>	qui provoque la destruction des globules rouges du sang (l'hémolyse).
<b>Incompatible</b>	qui ne peut s'accorder, ni coexister avec autre chose.
<b>Transfusion</b>	injection, dans une veine d'un malade, du sang ou d'un produit donné.

## Problème 2. Comment se manifeste l'immunité lors des opérations de greffes d'organes ?

- Objectifs :**
- Déterminer les modalités de greffes d'organes.
  - Déterminer les mécanismes de rejets.
  - Identifier les moyens de prévention des rejets.

## II - MANIFESTATIONS DE L'IMMUNITÉ LORS DES OPÉRATIONS DE GREFFES D'ORGANES

### A - LES MODALITÉS DE GREFFES D'ORGANES

Le terme *greffe* désigne le transfert d'un tissu ou d'un fragment d'organe (peau, cornée, moelle osseuse, rein, cœur...). Lorsque le transfert concerne un organe entier, on utilise le terme *transplantation*. L'intervention comporte, alors, le rétablissement de la continuité vasculaire avec les vaisseaux du receveur.

La greffe d'organe est pratiquée depuis plus de 50 ans. Les premières greffes chez l'Homme, réalisées au cours de la seconde guerre mondiale, se sont soldées par des échecs avec la mort des receveurs. Actuellement, des progrès constants ont été réalisés dans ce domaine, notamment dans la lutte contre le rejet des organes transplantés ou greffons.

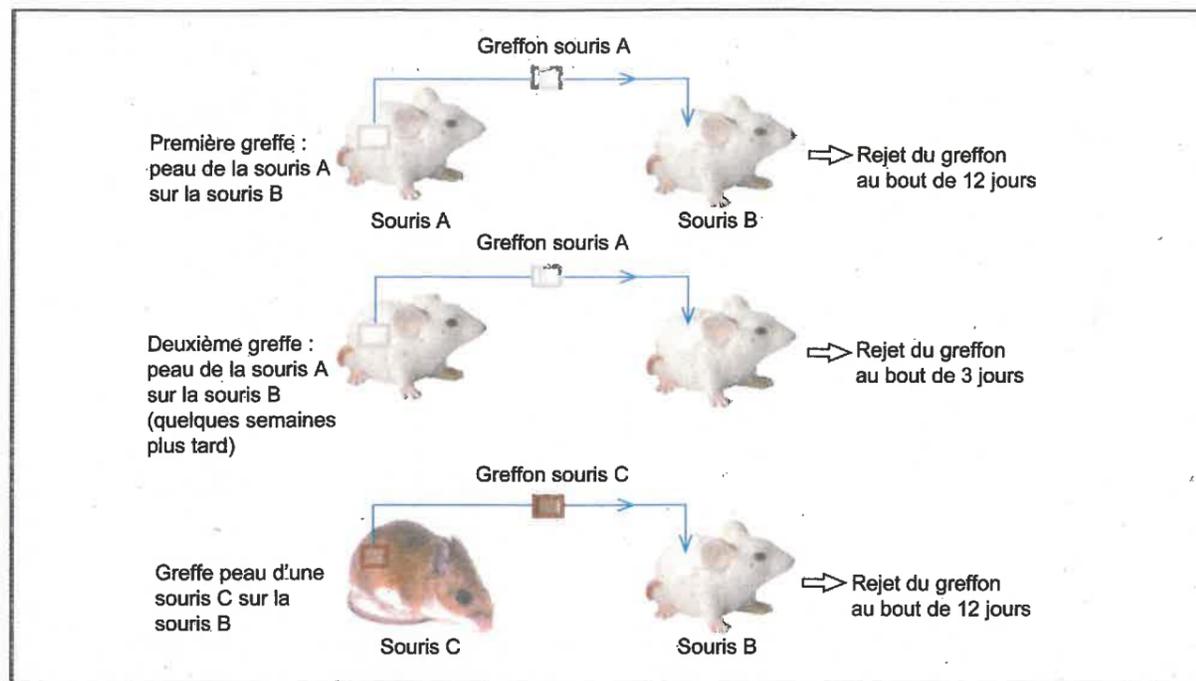
L'organisme n'aime pas les corps étrangers. Dès qu'il en détecte un (virus, bactéries, organe greffé, fines particules...), il met en marche, immédiatement, le système immunitaire pour s'en débarrasser. Dans le cas des autogreffes et des isogreffes, le greffon est accepté sans problème. Par contre, dans le cas des allogreffes (malheureusement les plus fréquents chez l'Homme) et des xéno-greffes, le greffon est, en général, rejeté. Il est considéré comme agresseur.

Document 8. La greffe d'organe et le phénomène de rejet.

### B - LES MÉCANISMES DE REJETS

Le rejet n'est pas causé par les anticorps, mais plutôt par les **lymphocytes T** du receveur qui peuvent reconnaître l'organe greffé. Les lymphocytes T considérant ainsi le greffon comme un corps étranger, sont activés. Certains deviennent des **lymphocytes T-cytotoxiques** ou **cellules tueuses**, à durée de vie limitée, capables de s'attaquer et de détruire les cellules du greffon. D'autres, à durée de vie plus longue, constituent les **lymphocytes T-mémoires**. Le rejet peut avoir lieu quelques heures après la greffe ou plusieurs années plus tard.

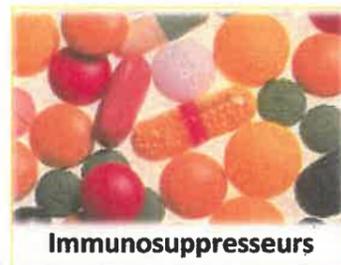
Des expériences de greffes de peau sont réalisées chez des souris différentes. La souris B reçoit une première greffe de la souris A. Puis, quelques semaines plus tard, elle reçoit une deuxième greffe de la même souris A. Enfin, la souris B reçoit une greffe d'une souris C. Les résultats sont présentés par le document 9.



Document 9. Expériences de greffes de peau à des souris.

### C - LES MOYENS DE PRÉVENTION DES REJETS

Pour éviter le rejet, les personnes greffées doivent prendre un sérum anti-lymphocytaire ou des médicaments appelés immunosuppresseurs. Ces produits empêchent lymphocytes T d'agir, mais leur utilisation comporte un gros inconvénient : ils diminuent les défenses immunitaires et rendent, donc, la personne plus vulnérable aux maladies et aux tumeurs cancéreuses. Il faut alors surveiller, attentivement, la santé du patient.



Document 10. Prévention des rejets.

### ACTIVITES

- 1- En t'aidant du **document 8**, liste quelques organes que l'on peut greffer.
- 2- À partir du **document 9** :
  - explique le mécanisme de rejet des greffons à la suite d'une opération de greffe ;
  - indique les propriétés du système immunitaire mises en évidence.
- 3- À l'aide du **document 10** :
  - indique les moyens de prévenir les rejets de greffons.
  - Quels sont les risques encourus par le patient à la suite de l'utilisation de sérum anti-lymphocytaire ?

## LEXIQUE

<b>Allogreffe</b>	transplantation entre deux individus différents, mais de la même espèce. Par exemple de souris à souris ou d'homme à homme (vrais jumeaux exclus).
<b>Autogreffe</b>	transfert d'un greffon prélevé chez le receveur lui-même. Il s'agit, par exemple, du transfert, chez le même individu, d'un fragment de peau sain vers une zone brûlée. Les autogreffes ne sont jamais rejetées, car l'organisme reconnaît ce qui lui appartient.
<b>Isogreffe</b>	transfert d'un greffon prélevé chez le vrai jumeau du patient.
<b>Xénogreffe</b>	transplantation entre espèces différentes. Par exemple, de la souris au rat ou de l'animal (singe, porc ...) à l'homme.

## BILAN

Il existe, comme dans le cas des groupes sanguins, des groupes tissulaires définis par les antigènes présents sur les membranes cellulaires. Pour qu'une greffe réussisse, il faut que les cellules du donneur et celles du receveur soient compatibles. Dans ce cas, le greffon se développe et s'intègre normalement, la vascularisation se rétablit entre le greffon et l'organisme. Parfois, le greffon se détériore et meurt : on parle, alors, de phénomène de rejet. Afin d'augmenter les chances de succès, on abaisse, par des moyens médicaux, l'intensité de la réponse immunitaire de l'organisme :

- en diminuant le nombre de lymphocytes grâce au sérum anti lymphocytaire ;
- en utilisant des médicaments immunodépresseurs.

La baisse des réactions immunitaires entraîne, en contrepartie, une diminution de la résistance à l'infection.



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

À l'aide des chiffres et des lettres, associe chaque groupe sanguin de la colonne A, au (aux) groupe (s) sanguin (s) qui peut (vent) le recevoir.

Colonne A : Groupe sanguin du donneur	Colonne B : Groupe sanguin du receveur
1- Groupe A	a- Groupe A
2- Groupe B	b- Groupe B
3- Groupe AB	c- Groupe AB
4- Groupe O	d- Groupe O

### Exercice 2

À l'aide d'un exemple, explique pourquoi il est dangereux de transfuser du sang d'un individu Rhésus<sup>+</sup> à un individu Rhésus<sup>-</sup>.

### Exercice 3

- 1- Explique pourquoi il est dangereux, pour une mère Rhésus<sup>-</sup>, d'avoir un premier enfant Rhésus<sup>+</sup> ;
- 2- Quelle précaution les médecins doivent-ils prendre pour que cette mère puisse avoir un deuxième enfant Rhésus<sup>+</sup> sans problème ?

### Exercice 4

Recopie, dans ton cahier d'exercices, et encercle la lettre correspondant à la bonne réponse.

- 1- La greffe est aussi appelée :  
a- Replantation    b- Transplantation    c- Plantation
- 2- Lorsque le fragment d'organe est prélevé sur la personne à greffer même, on parle :  
a- d'allogreffe    b- d'isogreffe    c- d'autogreffe    d- de xéno greffe
- 3- Lorsque le fragment d'organe est prélevé sur le vrai jumeau de la personne à greffer, on parle :  
a- d'allogreffe    b- d'isogreffe    c- d'autogreffe    d- de xéno greffe
- 4- Lorsque le fragment d'organe est prélevé sur le faux jumeau de la personne à greffer, on parle :  
a- d'allogreffe    b- d'isogreffe    c- d'autogreffe    d- de xéno greffe
- 5- L'organe prélevé pour être transplanté est appelé :  
a- transplanteur    b- greffon    c- prélèvement
- 6- Quel est le type de greffe le plus fréquent chez l'homme ?  
a- L'isogreffe    b- L'allogreffe    c- La xéno greffe

THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 5

#### Le test de SIMONIN

Il se réalise à l'aide d'hématies test connues. Il permet d'identifier les anticorps contenus dans le plasma. On mélange du sang de groupes inconnus (X, Y, Z et T) à des hématies A et à des hématies B.

Hématies A	Hématies B	Détermination
pas de réaction	agglutination	Groupe X
agglutination	agglutination	Groupe Y
pas de réaction	pas de réaction	Groupe Z
agglutination	pas de réaction	Groupe T

Recherche les anticorps présents dans le plasma de chaque groupe, puis détermine le groupe en question.

### Exercice 6

On a réalisé des transfusions sanguines dont certaines ont connu un succès, d'autres un échec.

Groupe sanguin du donneur	Groupe sanguin du receveur	Résultats de la transfusion sanguine
A ou B ou AB	O	Échec
O	A ou B ou AB	Succès
AB	A ou B	Échec
A ou B	AB	Succès

Transfusions sanguines et résultats

En utilisant les connaissances acquises sur les anticorps et les antigènes, propose une explication des cas d'échecs présentés dans le document ci-dessus.

PREMIÈRE PARTIE

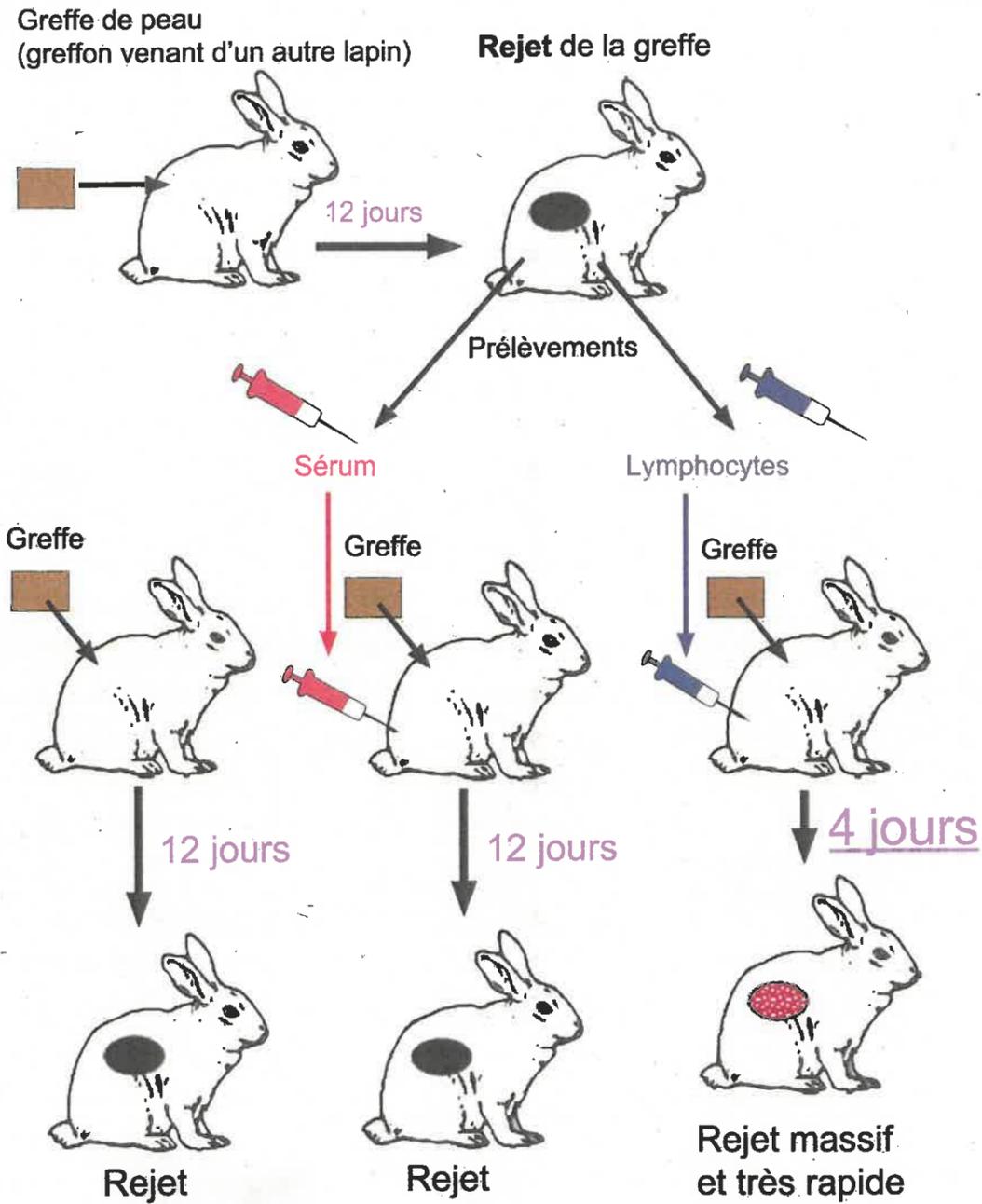
CHAPITRE 9

AUTRES MANIFESTATIONS DE L'IMMUNITÉ



**Exercice 7**

On sait que les greffes de tissus ne sont possibles que si le donneur et le receveur sont compatibles. On cherche à préciser les mécanismes immunitaires impliqués dans le rejet d'une greffe de peau chez le lapin.



Greffe de peau d'un lapin A sur un lapin B.

À partir de l'exploitation rigoureuse du document et de tes connaissances, montre que le rejet du greffon résulte d'une réponse immunitaire faisant intervenir des cellules spécialisées.

**POUR EN SAVOIR PLUS**

Le risque premier, lors d'une transfusion sanguine, est lié à la possibilité de réunir, dans l'organisme du receveur (la personne transfusée), un anticorps et l'antigène correspondant. La connaissance du conflit antigène/anticorps permet, aujourd'hui, de prendre en charge, au mieux, les accidents de la transfusion sanguine, pendant et après.

Pendant la transfusion sanguine, on assure, au patient, une surveillance régulière qui consiste à mesurer sa température, son pouls, sa pression artérielle pour voir s'il ne va pas y avoir d'incidents au cours de la transfusion. À la suite de la transfusion, on lui donne aussi une ordonnance pour rechercher, en général, un à deux mois après, la production d'anticorps irréguliers du fait de l'introduction, au cours de la transfusion, d'un autre antigène appartenant à un système moins important que le système ABO et le système Rhésus (car il y a 26 systèmes de groupes sanguins différents). La production d'un tel anticorps pourrait créer une réaction avec l'antigène correspondant, lors d'une seconde transfusion du même sang.

L'autotransfusion consiste à se donner du sang. En effet, à certaines périodes, les dons de sang ne suffisent pas, toujours, à satisfaire l'ensemble des besoins. Pour ne pas être confronté à un tel problème, un patient, qui doit subir une intervention chirurgicale programmée, peut donner, à l'avance, une à trois poches de sang qu'on lui stockerait jusqu'au jour de son rendez-vous. Il faut, donc, mettre en place de nouvelles stratégies autour de toutes les opérations chirurgicales programmées, quand il est possible d'anticiper.

On constatera, alors, l'importance du don de sang anonyme et gratuit, spontané ou dans le cadre de campagne de collecte à grande échelle, ouvert à toute personne dès l'âge de la majorité. La solidarité de chacun est d'autant plus importante que le déficit en sang est chronique et que certaines situations exigent une compatibilité très poussée (nombreux systèmes pris en compte) entre le sang à transfuser et le receveur, à tel point que parfois, le sang le plus approprié n'est, malheureusement, pas toujours disponible.



CHAPITRE  
10

## AIDE À L'IMMUNITÉ

Parfois la réaction inflammatoire ne suffit pas pour se débarrasser de tous les agresseurs. Des réactions plus efficaces sont, alors, mises en œuvre par l'organisme pour lutter contre les microbes. Or, il faut plusieurs jours pour que l'organisme fabrique ces anticorps à la suite d'une infection ; ce qui laisse, souvent, à la maladie, le temps de se développer.

*Comment aider l'organisme à faire face, plus rapidement, aux infections ?*

**Problème.** Comment aider l'organisme à faire face, plus rapidement, aux infections ?

**Objectif :** Déterminer les principes de la vaccination, de la sérothérapie et de l'antibiothérapie.

## A - LA VACCINATION

## 1 - Jenner et le vaccin contre la variole

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la variole était une maladie infectieuse grave, très contagieuse, à l'origine d'épidémies, souvent, mortelles. JENNER, médecin anglais, constate que les paysans qui avaient contracté le cow-pox en trayant des vaches, échappaient aux épidémies de variole. JENNER se demanda : « Comment se servir de cette protection des paysans atteints du cow-pox pour protéger la population ? ».

En mai 1776, on présente, à Jenner, une jeune fille, Sarah Nelmes qui avait contracté, à la main droite, sur une égratignure, un gros "bouton" pustuleux en soignant une vache. Jenner pense qu'il se trouve en présence d'une manifestation du cow-pox qui doit protéger de la

variole. Il émet, alors, l'hypothèse selon laquelle le contenu des pustules de la jeune fille est actif, et qu'il peut avoir cette même activité sur n'importe quel individu. Le 14 mai, Jenner fait deux incisions superficielles au bras d'un jeune garçon, James Philipps et il y insère une partie du liquide recueilli dans la grosse pustule de Sarah Nelmes ; il espère, ainsi, mettre Philipps à l'abri d'une atteinte ultérieure du virus variolique. Jenner surveille, avec attention, son "opéré". Une pustule apparût au niveau de l'inoculation. Le 8<sup>e</sup> jour, le jeune Philipps se plaignit d'une petite douleur au niveau des ganglions et, le 9<sup>e</sup> jour, il ressentait quelques frissons, perdait l'appétit. Pendant toute la journée, il continua à être indisposé. Le lendemain, il était, parfaitement, bien portant. Jenner espère que Philipps échappera à la variole. Cependant, il lui faut une preuve incontestable. Le 1<sup>er</sup> juillet de l'année suivante, il inocule le virus de la variole (variolisation) à James Philipps. Les jours se succèdent, James Philipps n'a présenté aucune réaction locale au point d'infection variolique, il est réfractaire à la variole. Le cow-pox l'a immunisé.

**Document 1.** Découverte de la vaccination contre la variole.



**Edward JENNER** 1749-1823  
Médecin anglais  
Première vaccination contre la variole : 1796

## 2 - Pasteur et le vaccin contre le choléra des poules

En 1879, Pasteur étudie les microbes du choléra des poules. En inoculant, à des poules, une vieille culture microbienne oubliée depuis quelques semaines, il observe que les poules ne meurent pas. Les cultures vieilles ont, donc, perdu leur virulence. Pasteur inocule alors, une culture virulente d'une part aux poules "rescapées" qui avaient subi l'inoculation de la vieille culture et d'autre part à des poules qui n'avaient pas subi l'inoculation de cette vieille culture. Le lendemain, il constate que les "rescapées" ont, parfaitement, résisté alors que les secondes sont toutes mortes. Une telle culture microbienne à virulence atténuée permet à l'organisme de résister à la maladie.

**Document 2.** Découverte de la première technique de fabrication de vaccin.



**Louis Pasteur**  
Chimiste et physicien français  
(1822-1895)

## 3 - Différents types de vaccins

Maladie (premier vaccin)	Préparation	Agent vaccinant
<b>Variole Jenner (1796)</b>	Contenu des pustules	Virus, mais inoffensifs
<b>Choléra des poules Pasteur (1879)</b>	Vieillessement de la culture microbienne pendant quelques semaines	Bacilles vivants, mais atténués
<b>Rage (Pasteur : 1885)</b>	Moelle épinière de lapin atteint de la rage, conservée à l'air sec pendant 14 jours	Virus vivants, mais atténués
<b>Tuberculose Calmette et Guérin (1908 - 1921)</b>	Bacilles de la tuberculose bovine atténués après 13 jours de culture	Bacilles vivants, mais atténués
<b>Diphtérie (Ramon : 1923)</b>	Toxine diphtérique soumise à l'action du formol et chauffée pendant 1 mois	Anatoxine (toxine neutralisée)
<b>Hépatite B (Institut Pasteur 1975-1981)</b>	Enveloppe du virus prélevé de l'organisme d'un porteur "sain"	Extraits du virus

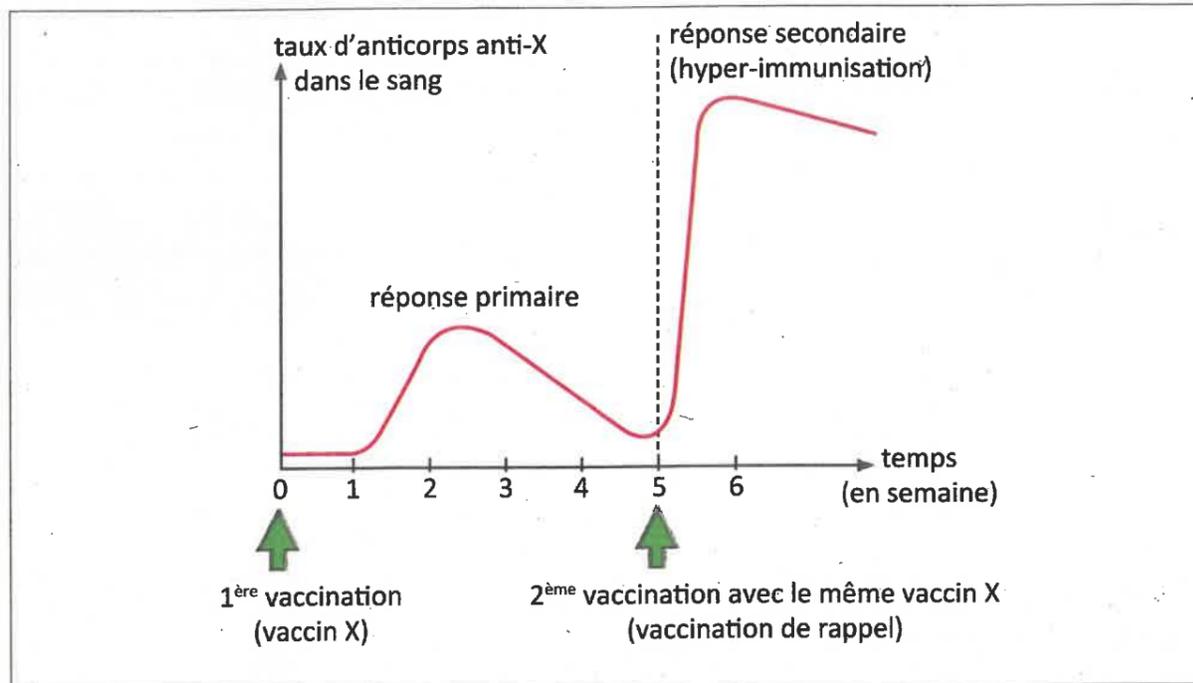
**Document 3.** Procédé de fabrication des vaccins.

## 4 - Principe de la vaccination

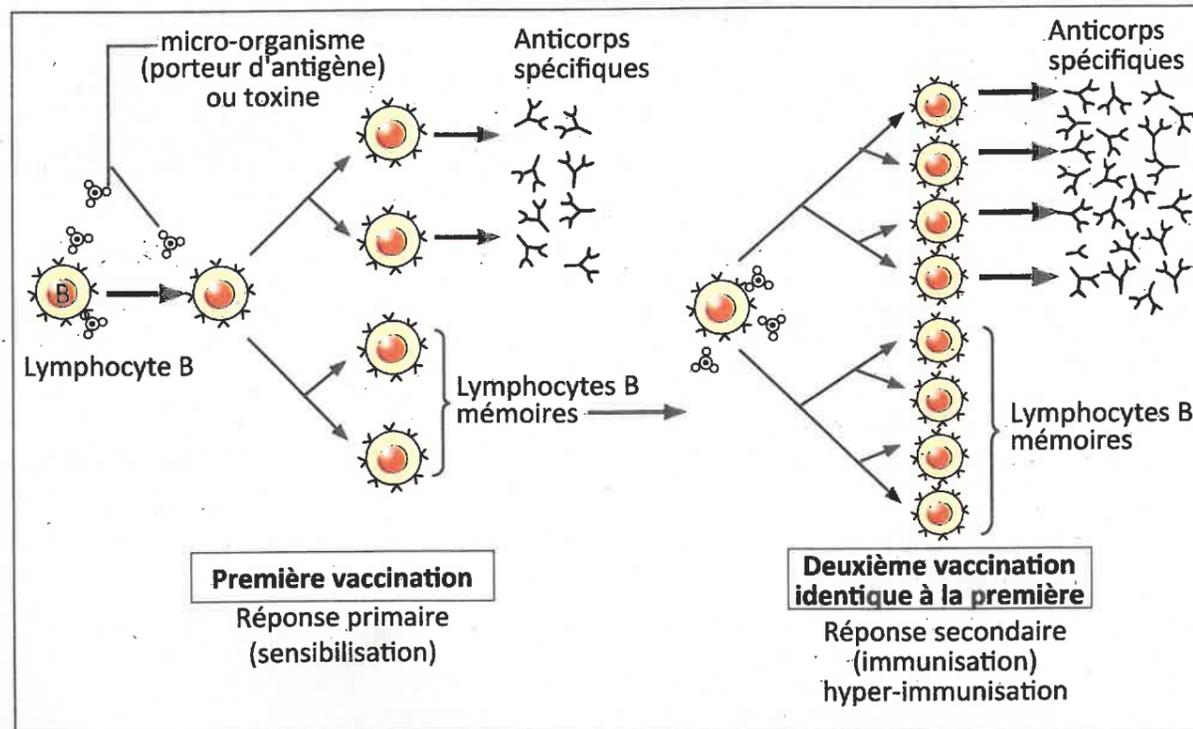
**Expériences :**

On administre, à un enfant, un vaccin X, puis on mesure le taux plasmatique d'anticorps anti-X. Lorsque ce taux est redevenu presque nul (au bout de 5 semaines environ), on lui administre, une seconde fois, le même vaccin X. On dose encore le taux plasmatique d'anticorps anti-X.

Le document 4 traduit les résultats obtenus.



Document 4a. Réponse primaire et réponse secondaire.



Document 4b. Production de cellules sécrétrices d'anticorps et de cellules mémoires.

Document 4. Réaction de l'organisme face à deux vaccinations successives par le même vaccin.

## B - LA SÉROTHÉRAPIE

### 1 - Principe de la sérothérapie

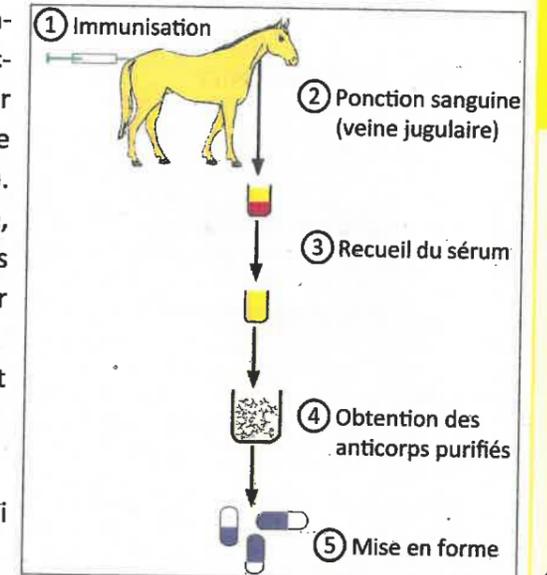
La sérothérapie consiste à injecter, à un sujet, des anticorps protecteurs en grande quantité, provenant d'un animal hyper-immunisé. La protection est, dans ce cas, immédiate, mais l'organisme receveur n'élabore lui-même aucun système de défense : c'est une immunité passive. De plus, la protection est limitée dans le temps (quelques semaines). Cependant, elle permet d'arrêter, efficacement, une infection contre laquelle le sujet n'aurait pas été, préalablement, vacciné. Après la célèbre découverte de la sérothérapie antitétanique au XIX<sup>e</sup> siècle, Roux et Martin, chercheurs français, démontrèrent, vers 1894, le pouvoir curatif d'un sérum antidiphtérique. Par la suite, seront mis au point des sérums antivenimeux, antituberculeux.

### 2 - Production des sérums

La production de sérums suit un processus qui commence par l'immunisation des chevaux, suivi de la ponction sanguine, le recueil du sérum et se termine par l'étape de la purification du produit obtenu qui précède le conditionnement en formes galéniques (Document 5). L'immunisation consiste à inoculer, de façon répétée, chez l'animal, les antigènes spécifiques aux anticorps à produire. L'administration se fait, généralement, par voie intraveineuse (veine jugulaire) chez les chevaux. La ponction est effectuée sous anesthésie locale et est assurée par un vétérinaire.

On obtient le sérum par coagulation du sang.

**Remarque :** on utilise le sérum de cheval, car c'est celui qui est le mieux toléré par l'organisme humain.



Document 5. Schéma de production des sérums.

### 3 - Modalité de la sérothérapie

La sérothérapie permet de soigner les maladies à toxines (tétanos, diphtérie). Cependant, elle doit être réalisée précocement (dès l'infection). En cas de diphtérie ou de tétanos déclaré, c'est le seul traitement auquel on peut avoir recours. Les agents antibactériens s'opposent à la multiplication des micro-organismes. Le sérum agit rapidement et neutralise les toxines, car les anticorps qu'il contient sont des antitoxines. Cependant, l'action du sérum est de courte durée. La sérothérapie et la vaccination peuvent être associées. La protection immédiate du sérum étant consolidée secondairement par l'anatoxine qui provoque, au bout d'un certain temps, la production d'antitoxines. Cette protection par le vaccin est durable surtout lorsque des vaccinations de rappels sont effectuées. La sérothérapie trouve son application principale contre les germes qui produisent des toxines.

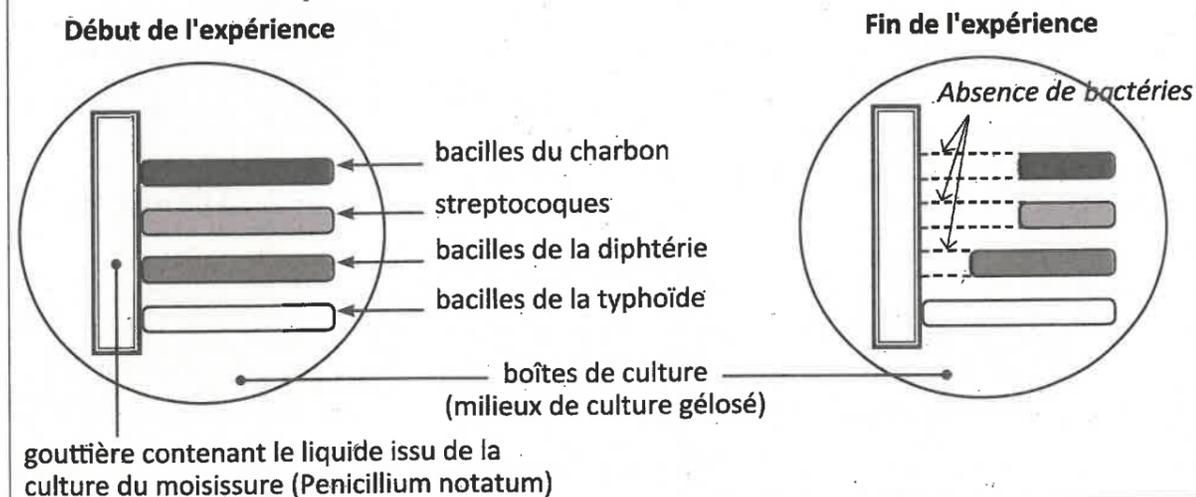
## C - L'ANTIBIOTHÉRAPIE

## 1 - Découverte de la Pénicilline



Alexander Fleming

En 1928, un savant anglais nommé Alexander Fleming, cultivant des colonies de staphylocoques (bactéries), fut étonné de constater le développement d'une moisissure (*penicillium notatum*) dans l'une de ses boîtes de culture. Fait surprenant, les colonies de staphylocoques avaient disparu autour de la moisissure en laissant une auréole transparente. À partir de cette observation, il émit l'hypothèse que cette moisissure produisait une substance qui devait avoir une action négative sur le développement des bactéries. Pour prouver son idée, il réalisa une expérience : il mit la moisissure en contact avec diverses souches bactériennes dans une boîte de culture. Les résultats sont décrits ci-dessous.

Document 6. La découverte médicale la plus importante du 20<sup>e</sup> siècle.

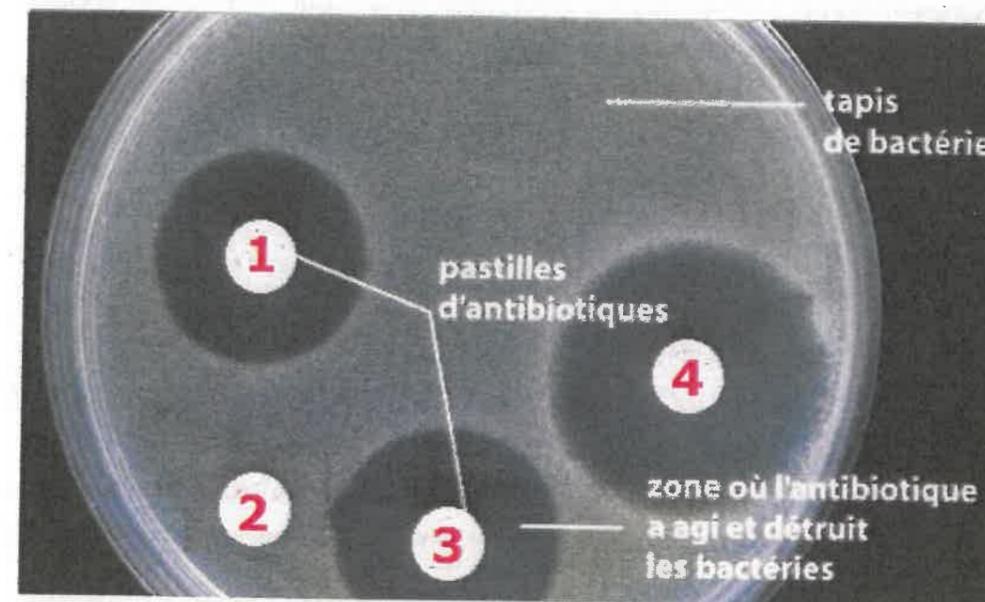
Fleming parvient à isoler cette substance et lui donne un nom : la pénicilline. C'est la naissance du premier antibiotique. Ce n'est qu'en 1941 que la pénicilline sera utilisée, pour la première fois, en traitement et ce sera un succès.

Depuis, de nombreux autres antibiotiques ont été découverts pour lutter contre un plus grand nombre de bactéries.

**Remarque :** un antibiotique est sans effet contre les virus, car ces derniers sont protégés à l'intérieur des cellules qu'ils infectent. Il est, donc, inutile de soigner une infection virale avec des antibiotiques.

## 2 - L'antibiogramme

Depuis la découverte de la pénicilline, d'autres antibiotiques ont été isolés. Face à une infection bactérienne, le médecin a, donc, à sa disposition, plusieurs antibiotiques. Cependant, les microbes n'ont pas les mêmes sensibilités aux différents antibiotiques. Pour soigner, efficacement, une infection avec des antibiotiques, il convient de réaliser un antibiogramme qui permet de déterminer l'antibiotique le plus efficace contre le microbe responsable de cette infection. Le principe consiste à placer plusieurs pastilles imbibées d'antibiotiques sur une culture de bactéries contenue dans une boîte de Pétri et à observer les conséquences sur le développement et la survie de celle-ci. Le document 7 présente les résultats obtenus.



Document 7. Antibiogramme effectué pour tester l'efficacité de 4 antibiotiques.

## ACTIVITES

- 1- En te basant sur le document 1, indique comment la vaccination contre la variole a été découverte.
- 2- À l'aide du document 2, explique pourquoi Pasteur ne se contente pas d'inoculer une culture microbienne aux seules poules rescapées pour tester leur résistance au choléra.
- 3- Le document 3 présente des vaccins différents. Malgré leurs différences, tous ces vaccins ont le même principe. Indique ce principe commun.
- 4- À l'aide du document 4, explique comment la vaccination permet de lutter immédiatement et efficacement contre une infection.
- 5- À partir du document 5, rappelle comment on obtient du sérum.
- 6- À l'aide du document 6 :
  - donne, pour chaque souche bactérienne étudiée, les résultats obtenus en fin d'expérience.
  - indique l'action de la substance produite par la moisissure sur chaque souche bactérienne étudiée.
- 7- À la vue du document 7, indique l'antibiotique le plus efficace contre. Justifie ta réponse.

BILAN

La vaccination est une pratique médicale préventive : le sujet « apprend » à produire des **anticorps** et des **cellules mémoires** efficaces contre un microbe déterminé. L'immunité ainsi acquise par l'organisme quelques semaines après la vaccination, est spécifique et durable. Malgré leurs différences, tous les vaccins ont le même principe : il faut que les antigènes du vaccin déclenchent la production d'anticorps spécifiques, sans pour autant déclencher la maladie chez le patient. C'est pourquoi, le plus souvent, la virulence de ces antigènes est, d'abord, atténuée avant de les injecter à une personne.

La **réponse primaire** est la production d'anticorps suite à la première vaccination. Elle a lieu pendant un temps plus ou moins long. Elle est inefficace et ne sert qu'à **sensibiliser** l'organisme.

La réponse secondaire est la production d'anticorps suite à la deuxième vaccination appelée vaccination de **rappel**. La production d'anticorps est plus importante (**hyper-immunisation**) et plus rapide, car le délai d'une semaine observé lors de la réponse primaire est supprimé. Ceci s'explique par la mise en place, lors du premier contact avec l'antigène de **lymphocytes mémoires** capables à la seconde vaccination avec le même vaccin, de reconnaître beaucoup plus rapidement l'antigène contenu dans le vaccin et, donc, de permettre une réponse beaucoup plus efficace.

La vaccination est donc, essentiellement, une mise en mémoire qui permet de réduire le temps de réponse afin que l'organisme puisse lutter, immédiatement, contre une infection.

Grâce à l'utilisation d'antibiotiques, on peut protéger un organisme déjà infecté et non immunisé au préalable. La réalisation d'un antibiogramme est indispensable dans certains cas. Il existe trois types d'interprétation selon le diamètre du cercle qui entoure le disque d'antibiotique : bactérie **sensible**, **intermédiaire** ou **résistante**.



LEXIQUE

<b>Anatoxine</b>	toxine bactérienne, dénaturée par le formol et la chaleur, perdant ainsi ses propriétés toxiques, mais gardant ses propriétés immunisantes.
<b>Antibiogramme</b>	technique de laboratoire visant à tester la sensibilité d'une souche bactérienne vis-à-vis d'un ou plusieurs antibiotiques supposés ou connus.
<b>Antibiotique</b>	substance produite par des champignons (moisissures), par des bactéries ou synthétisées en laboratoire et qui ont la propriété d'empêcher la prolifération des bactéries et, parfois, de les détruire.
<b>Cow-pox</b>	maladie virale bénigne se manifestant par l'apparition de pustules au point de la contamination.
<b>Hyper-immunisation</b>	inoculation répétée d'une préparation antigénique à un animal en vue de la production d'un sérum de plus en plus riche en anticorps.
<b>Inoculation</b>	introduction, dans un organisme, d'un germe, d'un virus, d'une toxine.
<b>Pis</b>	La vache possède deux paires de mamelles, et dont l'ensemble très volumineux constitue le pis.
<b>Porteur "sain"</b>	individu infecté par un micro-organisme sans présenter de signes cliniques de cette infection.
<b>Pustule</b>	lésion cutanée se caractérisant par un soulèvement bien délimité de l'épiderme (couche superficielle de la peau) et contenant un liquide purulent (du pus).
<b>Vaccination</b>	méthode préventive consistant à provoquer, par injection d'un antigène dont la virulence a été atténuée (affaiblie), la fabrication d'anticorps spécifique.
<b>Variolisation</b>	méthode employée avant la vaccination et qui consistait à inoculer une variole bénigne pour éviter une variole grave.
<b>Virulence</b>	correspond au degré de rapidité de multiplication d'un micro-organisme (bactérie ou champignon) dans un organisme donné et à produire la maladie.

# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

- 1- Quelle est l'origine du mot vaccination ?
- C'est un dérivé du mot « vacuole ».
  - C'est un dérivé du mot « variole ».
  - C'est un dérivé du mot « virus ».
  - C'est un dérivé du mot « vache ».
- 2- Quand on prend du retard dans ses vaccinations, il faut tout refaire. Mythe ou réalité (Vrai ou faux) ?

### Exercice 2

Indique la différence entre la vaccination et la sérothérapie en remplissant le tableau de comparaison ci-dessous.

	Composition	Mode d'action	Durée d'action	Type d'immunité (passive ou active)
Vaccin				
Sérum				

### Exercice 3

Recopie et remplace les espaces en pointillés par l'un des mots ou groupes de mots suivants :  
*infection – immunisé – microbes – vaccine – variole – système immunitaire – Jenner – Louis Pasteur.*

La vaccination est une pratique médicale préventive. Le principe de la vaccination est basé sur une première stimulation du ... pour le préparer à combattre, efficacement, une ... Pour cela, on met en contact l'organisme avec des ... affaiblis ou tués, mais encore capables d'activer le système. Notre organisme est, ainsi, ... contre les microbes en question. La vaccination est un concept très ancien, qui débuta en 1796, lorsque ... eut l'idée d'injecter une préparation de ... (maladie de la vache), semblable à la ... afin de protéger de la variole. Cependant, le premier vaccin a été mis au point en 1885 par le français ... Il a, ainsi, ouvert la voie à de nombreuses découvertes et avancées médicales.

### Exercice 4

<p><b>1- Un vaccin, c'est...</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un virus fabriqué en laboratoire.</li> <li>une protection contre les maladies.</li> <li>seulement pour les enfants.</li> <li>surtout pour les gens de plus de 15 ans.</li> </ol>	<p><b>2- Que veut dire « être à jour » ?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>se lever tôt.</li> <li>avoir reçu tous ses vaccins.</li> <li>prendre ses médicaments.</li> <li>se tenir au courant de l'actualité.</li> </ol>	<p><b>3- Qu'est-ce qu'un rappel ?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>la répétition d'un même vaccin.</li> <li>une bosse qui se forme après une injection.</li> <li>une deuxième infection.</li> <li>un effet secondaire.</li> </ol>
--	---	---

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 5

Le tableau ci-dessous représente un calendrier de vaccinations.

Âges	Vaccins						
	BCG Tuberculose	DTP Diphtérie, Tétanos, Poliomyélite	Coqueluche	Hépatite B	Infection à pneumocoque	ROR Rougeole, Oreillons, Rubéole	Papilloma virus
1 mois	X						
2 mois		X	X	X	X		
3 mois		X	X	X	X		
4 mois		X	X		X		
12 mois				X	X	X	
16 mois		X	X	Rappel	Rappel	X	
Plus de 16 mois		1 rappel tous les 5 ans pendant l'enfance, puis 1 tous les 10 ans	1 rappel entre 11 et 13 ans				1 injection pour les filles, à 14 ans

- Quelles sont les informations fournies par le calendrier de vaccination ?
- Indique les vaccins qui ne nécessitent qu'une seule injection.
- Indique quels vaccins le médecin fera à un enfant de 12 ans.
- Indique à quel âge il est nécessaire de recevoir des injections de vaccin anti-coqueluche.
- Donne le nombre d'injections nécessaires contre l'hépatite B.

### Exercice 6

#### Étude de cas :

**Cas n°1-** Monsieur Georges s'est blessé au doigt avec une scie. Le médecin qui redoute une infection par le bacille tétanique, demande au blessé s'il a été vacciné contre le tétanos.

La réponse est «oui», la dernière injection vaccinale remonte à moins de 2 mois. Après la pose de quelques points de suture, monsieur Georges peut repartir. Deux semaines plus tard, son état général est toujours bon.

**Cas n°2-** Monsieur Martin s'est piqué avec un fil de fer qui a provoqué une blessure minime. Dix jours après l'incident, il perçoit une gêne quand il ouvre la bouche, il éprouve, également, de la difficulté à s'alimenter. Le médecin diagnostique le tétanos et demande au malade s'il a été vacciné contre cette maladie. La réponse est «non». Le médecin ne prescrit pas de vaccin.

- Dans le cas n°1, explique pourquoi monsieur Georges, vacciné, n'a-t-il pas contracté le tétanos.
- Dans le cas n°2, explique pourquoi le médecin ne prescrit pas de vaccin antitétanique.



**Exercice 7**

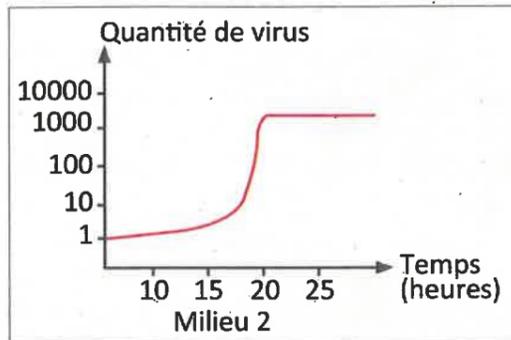
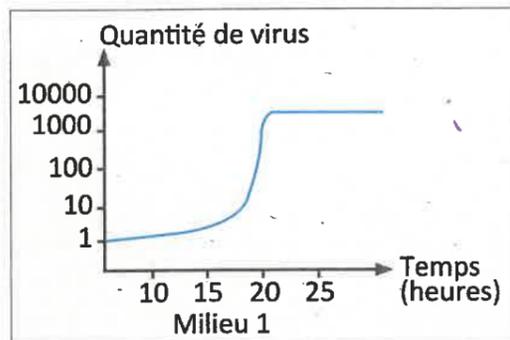
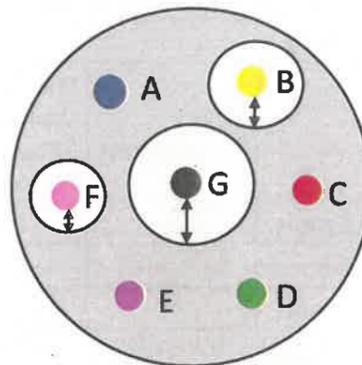
Un médecin peut réaliser un antibiogramme, c'est-à-dire un test pour savoir quel antibiotique administrer à un patient infecté par une bactérie.

1- Classe les antibiotiques A, B, C, D, E, F et G du plus efficace au moins efficace.

2- Les courbes ci-dessous rendent compte de la multiplication de virus dans deux milieux favorables à leur développement :

- Milieu 1, sans antibiotique ;
- Milieu 2, avec un antibiotique très efficace.

Tire une conclusion sur l'action des antibiotiques sur les virus.



**Exercice 8**

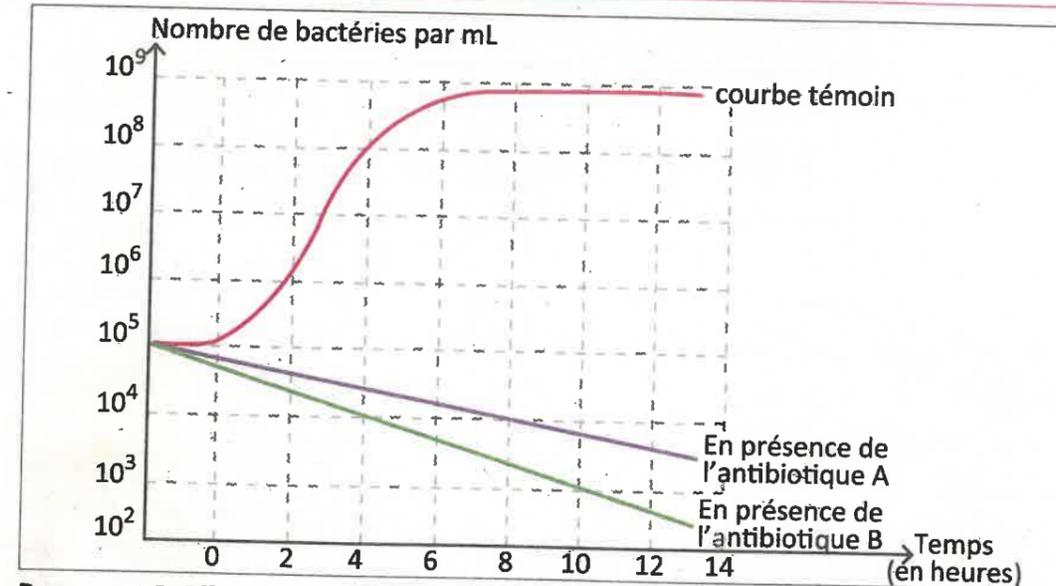
**Problématique :** Comment les antibiotiques peuvent-ils nous aider à lutter contre une infection bactérienne ?

**Document 1.** En 1928, le médecin anglais Alexander Fleming cultive, pour les étudier, des bactéries pathogènes (qui rendent malade). Un jour, il constate que des cultures ont été contaminées par un champignon microscopique appelé *Penicillium notatum* et que des bactéries à proximité du champignon ont disparu. Il les observe et émet l'hypothèse que le champignon produit une substance qui empêche le développement de la bactérie.

C'est la découverte du premier antibiotique : la **pénicilline**.

Maladies	Effets des antibiotiques
Angine d'origine virale	Aucun
Angine d'origine bactérienne	Guérison du malade

**Document 2.** Effets des antibiotiques sur les angines.



**Document 3.** Effets des antibiotiques sur une souche bactérienne.

À partir des informations apportées par chaque documents 1, 2 et 3, réponds au problème posé.

**Exercice 9**

Un bactériologiste anglais, Alexander Fleming, observe une culture de staphylocoques qui l'intrigue. La culture a été, accidentellement, contaminée par une moisissure. Le *Penicillium notatum*, et les bactéries ont été, en partie, détruites. Fleming prépare, alors, un filtrat de moisissure qu'il nomme pénicilline, et constate que cette solution a un fort pouvoir bactéricide et une faible toxicité pour l'homme. La pénicilline est purifiée en 1940 et le premier patient atteint de septicémie à staphylocoques est traité en 1941. Depuis cette découverte, plus d'une centaine d'antibiotiques ont été produits, chacun efficace contre un nombre d'espèces de bactéries plus ou moins grand. Les antibiotiques sont des substances produites par des champignons (moisissures), par des bactéries ou synthétisées en laboratoire et qui ont la propriété d'empêcher la prolifération des bactéries et parfois, de les détruire. Un antibiotique est inefficace contre les virus.

Depuis quelques années, on observe, toutefois, avec inquiétude, qu'un certain nombre de souches bactériennes deviennent résistantes aux antibiotiques. Ainsi, certaines maladies comme la tuberculose sont en recrudescence et redeviennent préoccupantes. La recherche pharmaceutique est, de ce fait, condamnée à découvrir, sans cesse, de nouveaux antibiotiques.

D'après le texte ci-dessus :

- 1- Nomme le premier antibiotique découvert et son découvreur.
- 2- Indique l'origine des antibiotiques.
- 3- Indique les effets des antibiotiques sur les microbes.
- 4- Désigne les microbes contre lesquels les antibiotiques sont inefficaces.
- 5- Explique la recrudescence de certaines maladies malgré l'utilisation d'antibiotiques.

**NB : Bactériologiste :** biologiste qui cultive des bactéries.

**Staphylocoques :** bactéries responsables de nombreuses infections.

**Filtrat :** liquide obtenu après filtration.

**Bactéricide :** qui tue les bactéries.

**Septicémie :** infection généralisée due aux bactéries.

**Recrudescence :** brusque réapparition de quelque chose avec redoublement d'intensité.



POUR EN SAVOIR PLUS

À PROPOS DE L'ANTIBIOTHÉRAPIE

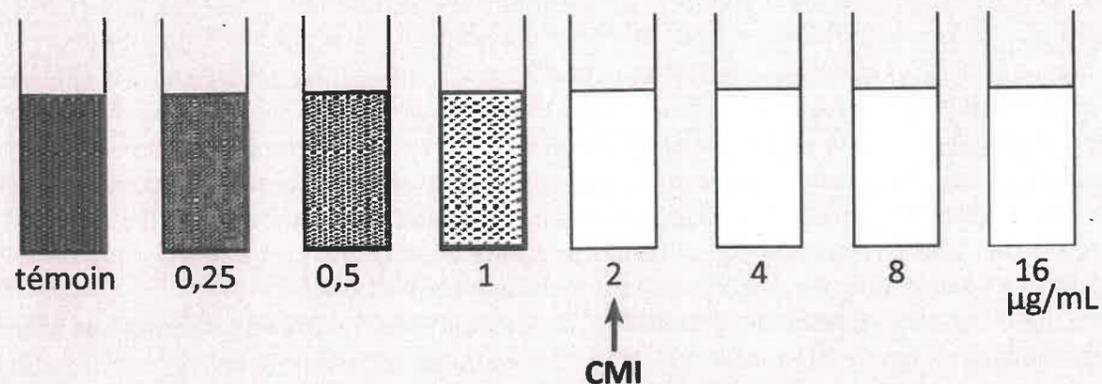
Sur une ordonnance, on peut lire par exemple : "prendre deux comprimés trois fois par jour, pendant six jours"

Cette recommandation du médecin n'est pas le fruit du hasard. En effet, même en utilisant l'antibiotique le plus efficace, au moins deux autres conditions doivent être respectées pour avoir une guérison satisfaisante. Il s'agit de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et de la durée du traitement.

Ce fait est illustré par l'expérience ci-dessous :

Une espèce bactérienne est inoculée dans des milieux de culture contenant des concentrations décroissantes de l'antibiotique le plus efficace contre cette espèce (d'après les résultats de l'antibiogramme).

Après incubation, la CMI est indiquée par le tube qui contient la plus faible concentration de l'antibiotique où aucun développement des microbes n'est visible. Ainsi, la CMI de la souche testée est de 2 µg/mL.



Le non-respect des recommandations du médecin peut entraîner la résistance des microbes à l'antibiotique et rendre le traitement inefficace.

THÈME III. IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

CHAPITRE 11 DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE : CAS DU SIDA

La résistance de l'organisme aux infections nécessite un fonctionnement satisfaisant du système immunitaire. Parfois, ce système immunitaire présente des dysfonctionnements dont les conséquences peuvent être redoutables. C'est le cas de l'infection par le VIH (virus de l'immunodéficience humaine) qui a entraîné, depuis le début des années 1980, l'apparition et la propagation du SIDA dans le monde entier, touchant toutes les populations.

- Comment l'infection au VIH entraîne-t-elle le dysfonctionnement du système immunitaire ?
- Comment lutter contre la propagation du SIDA ?

**Problème 1.** Comment l'infection au VIH peut-elle entraîner le dysfonctionnement du système immunitaire ?

**Objectif :** Déterminer les caractéristiques de l'infection au VIH.

I - L'INFECTION AU VIH ET LE DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

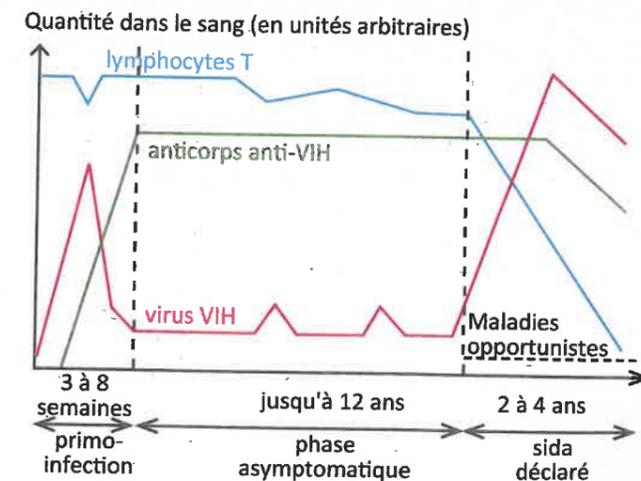
Les caractéristiques de l'infection au VIH

Le SIDA est une maladie qui évolue de façon différente selon les sujets. Le document 1, ci-dessous, a été réalisé à partir de résultats d'analyses effectuées chez une personne contaminée par le VIH.

À la suite d'une contamination par le virus du VIH, on observe plusieurs phases de l'infection : **Primo-infection** : symptôme d'une maladie virale bénigne. Séropositivité détectable quelques semaines après la contamination.

**Phase asymptomatique** : l'individu est séropositif, mais ne présente aucun symptôme.

**Phase de sida déclaré** : les maladies opportunistes apparaissent lors de la phase de SIDA déclaré. Ce sont des maladies qui profitent de l'affaiblissement des défenses immunitaires pour s'installer. Les symptômes sont des pertes de poids, des infections graves (pneumonie, méningite) et des cancers. L'individu meurt d'une infection généralisée en l'absence de traitement.



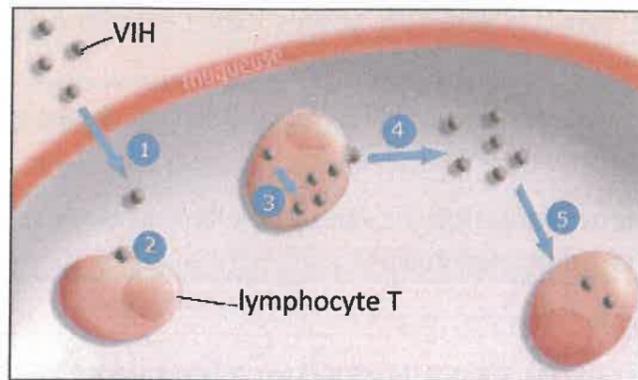
**Document 1.** Évolution des quantités de lymphocytes T, de VIH et d'anticorps anti-VIH au cours des différentes phases de l'infection au VIH.

PREMIÈRE PARTIE Sciences de la Vie

CHAPITRE 11

DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE : CAS DU SIDA

Comme tous les virus, le VIH est un parasite intracellulaire obligatoire qui ne peut se multiplier que dans une cellule vivante : cellule hôte. Les principales cellules cibles de VIH sont les lymphocytes T4 (LT4). Une fois dans l'organisme (1), le virus pénètre dans le lymphocyte T4 (2) et fabrique dans le cytoplasme du lymphocyte T4, de nouveaux virus (3). Le lymphocyte T4 infecté est, alors, détruit et de nouveaux virus sont libérés dans le sang (4). Ils s'attaquent à d'autres lymphocytes T4 et les détruisent aussi.



Document 2. Mode de développement du virus du SIDA.

ACTIVITES

- À l'aide du document 1 :
  - explique les expressions suivantes : contamination par le VIH, sujet séronégatif, sujet séropositif, déficience immunitaire.
  - compare l'évolution de la quantité de virus à celle de la quantité de lymphocytes T4. Quel constat fais-tu ?
- En utilisant les documents 1 et 2, propose une explication à l'apparition des maladies opportunistes.

LEXIQUE

<b>Maladie opportuniste</b>	maladie qui profite de l'affaiblissement des défenses immunitaires d'un sujet pour se développer.
<b>VIH</b>	virus responsable de l'immunodéficience humaine.
<b>Séropositif</b>	qualifie une personne présentant, dans son sérum, des anticorps spécifiques d'un antigène.
<b>SIDA</b>	syndrome de l'immunodéficience acquise.

Problème 2. Comment lutter contre la propagation du SIDA ?

- Objectifs :**
- Déterminer les modes de transmission au VIH.
  - Identifier les moyens de prévention du SIDA.

II - LUTTE CONTRE LA PROPAGATION DU SIDA

A - Les modes de transmission au VIH

Document 3.

**Texte :** La pandémie du SIDA est apparue dans les années 1980. Il fallut quelques années avant que l'on découvre ses modes de transmission et que des tests soient disponibles. Durant cette période et même après, certaines doses de sang provenant de donneurs séropositifs ont été transfusées à des malades lors d'interventions chirurgicales, et ceux-ci ont contracté le VIH. Après la découverte de ce problème de santé publique, des mesures ont été prises pour détecter la présence du VIH dans le sang des donneurs après le don. Cela a permis de sécuriser les transfusions sanguines. Les rapports sexuels non protégés sont la principale voie de contamination par le VIH.

Le VIH peut également se transmettre de la mère infectée à l'enfant durant la grossesse ou lors de l'accouchement. L'allaitement est aussi une voie de transmission du virus, celui-ci étant présent dans le lait maternel.

Ces modes de contamination sont plus importants dans les pays en développement, les mères et leurs enfants n'étant pas toujours suivis.

Les enfants nés de mères infectées ne sont pas tous contaminés (environ 8 % le sont).

On n'attrape pas le sida en embrassant une personne séropositive.

On n'attrape pas le sida en serrant la main d'une personne séropositive.

On n'attrape pas le sida en utilisant les mêmes toilettes qu'une personne séropositive.

On n'attrape pas le sida en partageant le repas d'une personne séropositive.

Document 4. Quelques fausses croyances sur la contamination du SIDA.

B - Les moyens de prévention du SIDA

1 - Dépistage du SIDA

Le test de dépistage et la séropositivité

L'infection par le VIH ne peut être détectée que par un test de dépistage. Ce test vise à déceler la séropositivité : la présence d'anticorps anti-VIH produits par l'organisme après une contamination par le VIH. Toutefois, ces anticorps ne sont présents en quantité suffisante pour être décelables qu'après une période plus ou moins longue (dans un délai de 3 mois après la contamination). Chaque test est, donc, fait, au moins, deux fois par sécurité. L'infection par le VIH n'est pas décelable, immédiatement, après la contamination, mais l'individu demeure contagieux.



2 - Autres actions de prévention du SIDA

**STOP SIDA**  
LE PRÉSERVATIF  
EST MON  
MEILLEUR  
COMPAGNON  
DU VOYAGE



Affiche 1



SOYEZ FIDÈLE À VOTRE PARTENAIRE  
C'EST LE MEILLEUR MOYEN D'ÉVITER  
DE CONTRACTER LE SIDA

Affiche 2



MOINS DE  
PARTENAIRE  
SEXUELLES  
=  
MOINS DE  
RISQUES

Affiche 3

Je suis trop jeune pour le sexe



L'ABSTINENCE  
c'est mon  
CHOIX

Affiche 4

ACTIVITES

- 1- À partir du document 3, cite les modes de contamination du SIDA.
- 2- À l'aide du document 4, complète le message suivant : "On n'attrape pas le sida en ...".
- 3- Les affiches du document 5 présentent des moyens de prévention du SIDA. Classe ces moyens de prévention des plus efficaces aux moyens efficaces.

LEXIQUE

**Pandémie** contagion qui se développe à l'échelle internationale, c'est-à-dire au-delà des frontières.

BILAN

Le virus du SIDA parasite une catégorie de lymphocytes T (les lymphocytes T4) dans lesquels il se multiplie, entraînant leur destruction. Lorsque le nombre de lymphocytes T4 diminue (il peut passer de 1000 par mm<sup>3</sup> de sang à 200 par mm<sup>3</sup> de sang). Les lymphocytes B et les lymphocytes T-Tueuses gardent leur nombre presque constant, mais deviennent inactifs (ils ne peuvent plus se multiplier). On en déduit que les lymphocytes T4 jouent un rôle dans l'activation des lymphocytes B et des cellules-tueuses. Les défenses immunitaires de l'organisme deviennent, donc, insuffisantes : on parle d'immunodéficience. Cette immunodéficience est acquise, puisqu'elle est apparue après la naissance.

La baisse du nombre de lymphocytes T4 entraîne l'apparition des maladies opportunistes qui sont dues au développement d'agents pathogènes (bactéries, virus...).

Un test de séropositivité permet de savoir si une personne est contaminée par le virus du SIDA.

ÉVALUATION

MAITRISE DES CONNAISSANCES

Exercice 1

Recopie la ou les bonne (s) réponse (s).

Le mot SIDA signifie :

- A - symptômes de l'immunodéficience avancée.
- B - système immunodépresseur actif.
- C - syndrome immunodéficitaire acquis.

Exercice 2

- 1 - Qu'est-ce qu'une personne séropositive ?
- 2 - Qu'est-ce qu'une personne séronégative ?
- 3 - Explique comment une personne peut être séronégative, alors qu'elle est contaminée par le virus du Sida.

Exercice 3

Parmi les liquides biologiques ci-dessous, quels sont ceux dans lesquels la concentration virale peut être suffisamment élevée pour entraîner un risque de contamination par le VIH ?

Recopie la ou les bonne (s) réponse (s).

- A - Le sperme
- B - Les larmes
- C - La salive
- D - L'urine
- E - La sueur.

Exercice 4

Vrai ou faux

- 1 - Le VIH entraîne une déficience immunitaire en :
  - a) détruisant les globules rouges.
  - b) détruisant les cellules nerveuses.
  - c) détruisant les globules blancs.
  - d) détruisant les plaquettes sanguines.
- 2 - Le VIH se transmet :
  - a) en embrassant un séropositif ou une séropositive.
  - b) lors une prise de sang.
  - c) lorsqu'on est piqué par un moustique qui vient de piquer une personne séropositive.
  - d) lors d'un rapport sexuel non protégé avec une personne contaminée par le virus du Sida.
  - e) en buvant dans le même verre, en partageant le même repas, les mêmes habits, le même bureau qu'une personne séropositive.
  - f) lors d'un tatouage et/ou un piercing.
  - g) quand on partage une seringue en cas d'usage de drogue.
  - h) d'une mère séropositive à son enfant : Lors de la grossesse, de l'accouchement ou de l'allaitement.
- 3 - Le préservatif est le seul moyen de prévention du SIDA lors d'une relation sexuelle.
- 4 - La prévention du SIDA implique la lutte contre l'exclusion et la discrimination des personnes séropositives.



## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 5

Dans les premiers mois qui suivent la contamination par le VIH, virus du SIDA, ces sujets séropositifs, infectés et potentiellement contaminants, présentent différents symptômes d'infections dites opportunistes mineures et majeures, qui servent de pronostic voire de diagnostic de la maladie, à savoir une pharyngite, de la fièvre inexpliquée et prolongée, des sueurs nocturnes abondantes, un amaigrissement involontaire important, des diarrhées chroniques sans cause évidente, des douleurs musculaires et articulaires, des manifestations au niveau du système nerveux (infection de la rétine, de l'œil, attaque cérébrale,...), du système respiratoire (pneumopathies, tuberculose...), des muqueuses et de la peau (candidose buccale, ...) et des tumeurs malignes et cancéreuses.

Source : Center for Disease Control d'Atlanta USA

PRINCIPALES MANIFESTATIONS DIGESTIVES <i>observées au cours de l'infection à VIH</i>	PRINCIPALES MANIFESTATIONS NEUROLOGIQUES <i>observées au cours de l'infection à VIH</i>
<b>Manifestations infectieuses digestives hautes</b> candidose œsophagienne (+++) Œsophagite à cytomégalovirus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infections cérébro-méningées à germes opportunistes                              Toxoplasma gondii (+++)                              Cryptococcus neoformans                              Cytomégalovirus                              Papovavirus (LEMP)</li> <li>• Encéphalites à VIH</li> <li>• Lymphomes cérébraux</li> <li>• Neuropathies périphériques</li> </ul>
<b>Manifestations infectieuses digestives basses</b> <i>A germes opportunistes</i> Cryptosporidium (+++) Isospora belli Cytomégalovirus Mycobacterium avium intracellulare Communes Salmonella Campylobacter, ...	
<b>Manifestations tumorales</b> Sarcome de Kaposi (lymphomes)	

- 1- Relève, du texte, les différents symptômes d'infections dans les premiers mois qui suivent la contamination par le VIH.
- 2- Observe, attentivement, les tableaux ci-dessus, et dresse une liste des micro-organismes les plus fortement responsables des principales infections digestives et neurologiques à l'origine des manifestations observées au cours de l'évolution du SIDA.

### Exercice 6

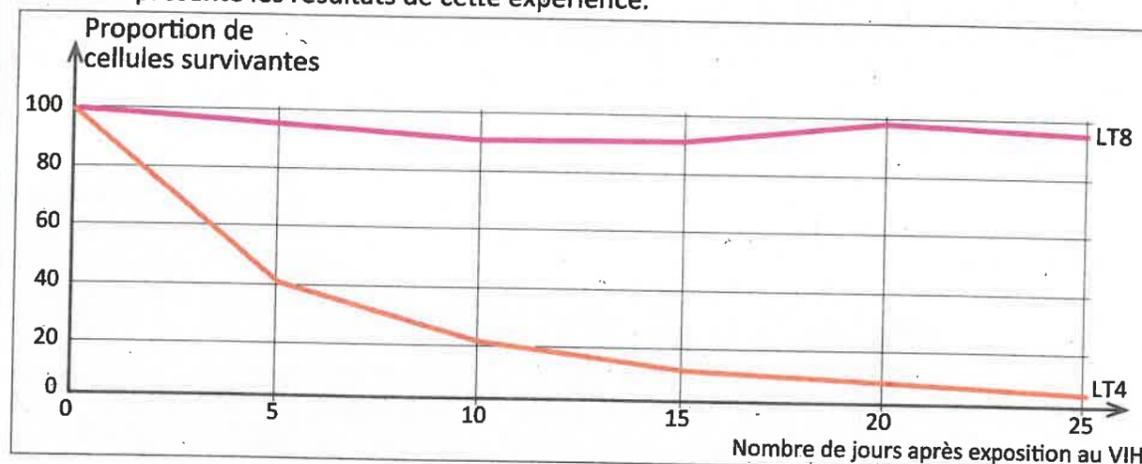
Voici les résultats de 2 tests de dépistage effectués 4 jours après un rapport sexuel non protégé entre une personne A et une personne B.

Trois mois plus tard, un nouveau test montre que la personne A était devenue séropositive sans avoir eu d'autres rapports sexuels entre temps. Explique la séronégativité de la personne A.

	1 <sup>er</sup> test	2 <sup>ème</sup> test	3 <sup>ème</sup> test
Personne A	Négatif	Négatif	Séronégatif
Personne B	Positif	Positif	Séropositif

### Exercice 7

Pour identifier les cellules du système immunitaire qui sont les cibles du VIH, des chercheurs ont mis en contact le VIH avec deux types de lymphocytes différents, les LT8 et les LT4. Le graphe ci-dessous présente les résultats de cette expérience.



Évolution des deux types de lymphocytes suite au contact avec le VIH.

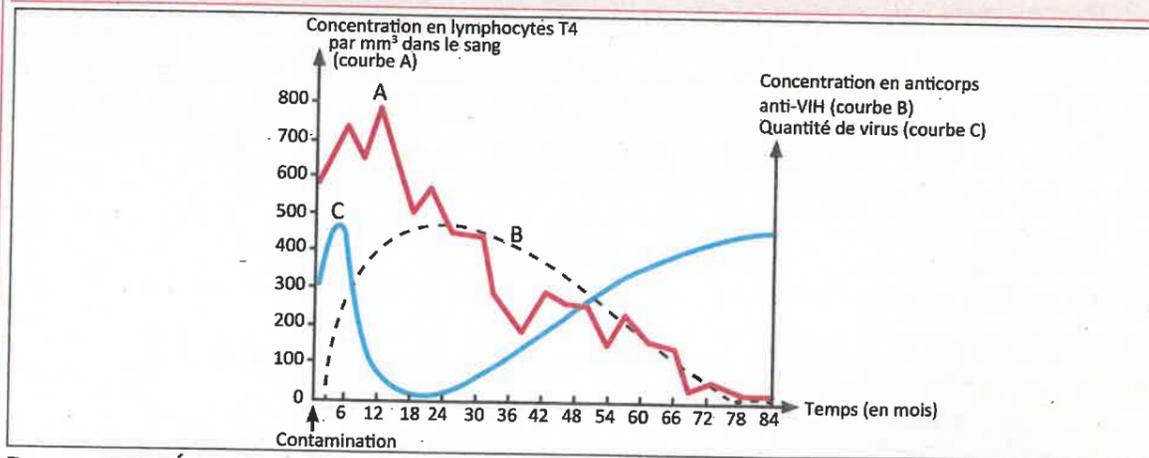
Indique les cellules du système immunitaire qui sont les cibles du VIH. Justifie ta réponse.

### Exercice 8

Des élèves de troisième demandent à leur professeur de SVT : « Pourquoi on meurt du SIDA ? ». Pour les aider à répondre à cette question, le professeur leur donne un graphique accompagné d'un texte.

Le SIDA est dû à un virus, le VIH (virus de l'immuno-déficience humaine). Les cellules cibles du virus du sida sont les lymphocytes T4. Le virus pénètre dans le lymphocyte T4 et fabrique, dans son cytoplasme, de nombreux virus. Les virus sont, ensuite, libérés en grand nombre dans le sang. Le lymphocyte T4 infecté est, alors, détruit.

Document 1. Action du VIH.



Document 2. Évolution des concentrations en lymphocytes T4, en VIH et en anticorps anti-VIH au cours de l'infection au VIH.

En t'appuyant sur les documents fournis par le professeur, donne la réponse au problème des élèves : « Pourquoi on meurt du SIDA ? ».



DEUXIÈME PARTIE  
**SCIENCES DE LA TERRE**



**SOMMAIRE**

**THÈME IV : LA TECTONIQUE DES PLAQUES**

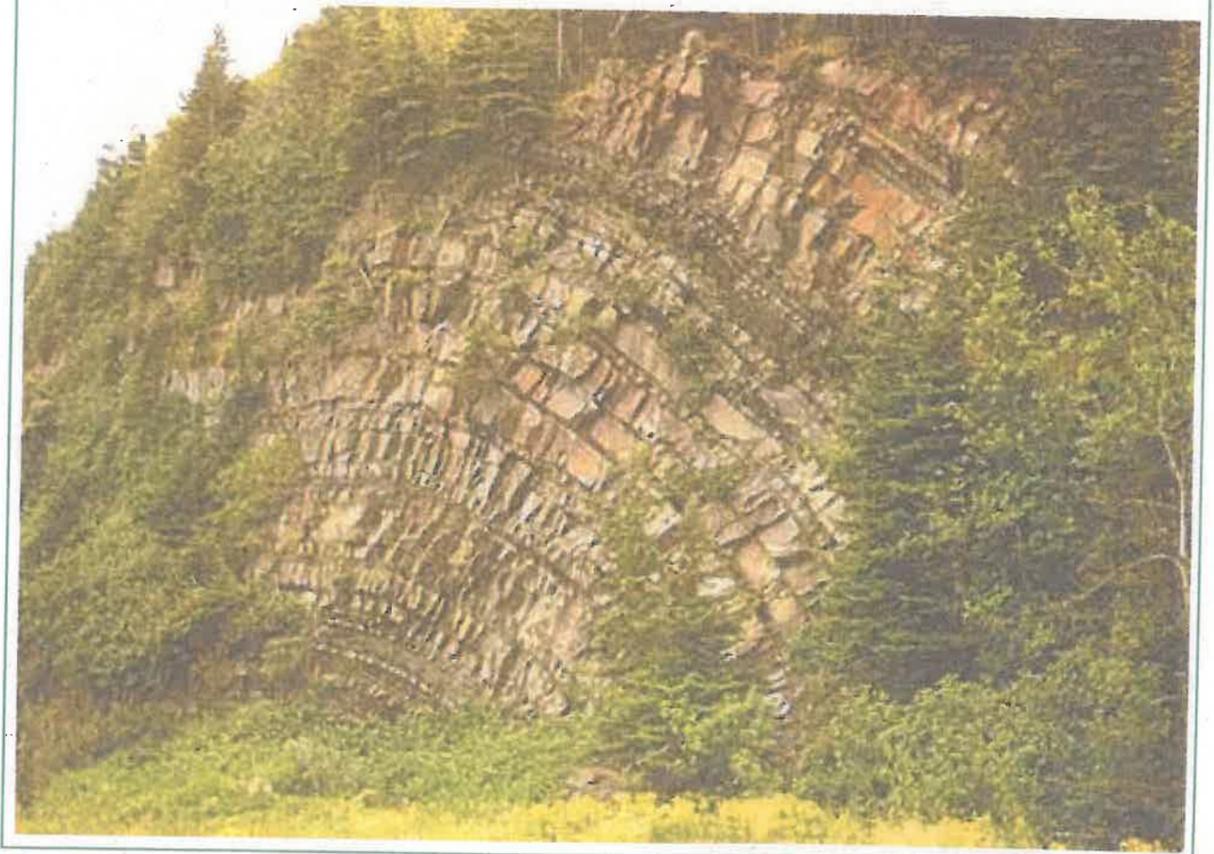
- CHAPITRE 12** LA TECTONIQUE DES PLAQUES Page 155  
**CHAPITRE 13** LA FORMATION DES ROCHES MÉTAMORPHIQUES Page 173

**THÈME V : LE CYCLE DES ROCHES**

- CHAPITRE 14** LE CYCLE DES ROCHES Page 180

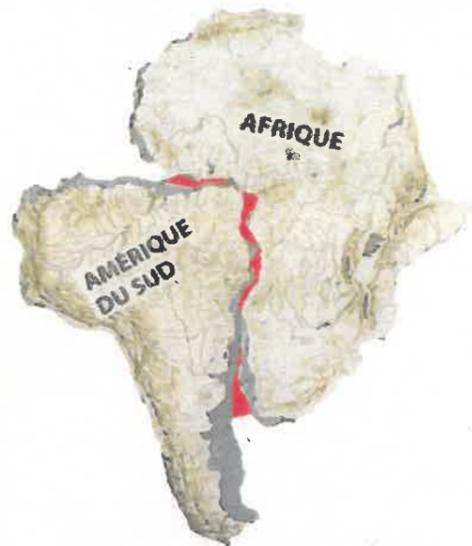
**THÈME VI : LA CHRONOLOGIE**

- CHAPITRE 15** LA CHRONOLOGIE EN GÉOLOGIE Page 183



# THÈME IV. LA TECTONIQUE DES PLAQUES

THÈME IV. LA TECTONIQUE DES PLAQUES



Il y a 250 millions d'années.



**Alfred Lothar WEGENER**  
Astronome et climatologue allemand (1880 - 1930)



Position actuelle des continents

# CHAPITRE 12 LA TECTONIQUE DES PLAQUES

DEUXIÈME PARTIE Sciences de la Terre

CHAPITRE 12

LA TECTONIQUE DES PLAQUES

La dérive des continents est une théorie proposée en 1912 par l'astronome et climatologue allemand, Alfred Lothar Wegener, pour tenter d'expliquer, entre autres, la similitude dans le tracé des côtes de part et d'autre de l'Atlantique. Selon cette théorie, les 5 continents auraient été, autrefois, réunis en un seul bloc appelé la Pangée, puis se seraient séparés. Ils continueraient de s'éloigner les uns par rapport aux autres. Cette théorie constitue un point de départ fondamental pour la mise en place du modèle actuel de la tectonique des plaques.

- Quels sont les fondements de la théorie de Wegener ?
- Quel est le modèle actuel de la tectonique des plaques ?
- Quelles sont les conséquences de la tectonique des plaques ?

**Problème 1.** Quels sont les fondements de la théorie de Wegener ?

**Objectif :** Identifier les arguments qui ont permis à Wegener d'affirmer sa théorie.

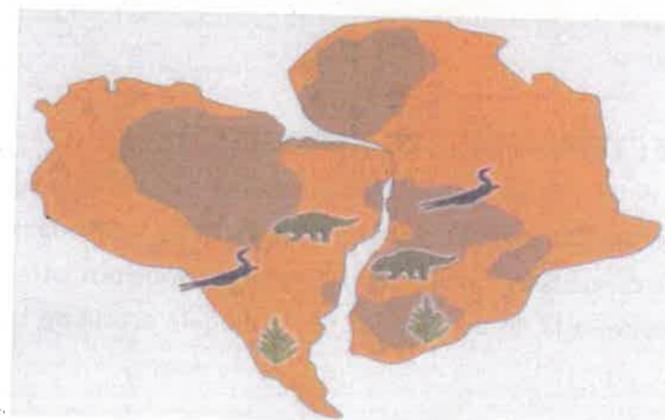
## I - LES FONDEMENTS DE LA THÉORIE DE WEGENER

### Les arguments qui ont permis à Wegener d'affirmer sa théorie.

L'hypothèse de la mobilité horizontale avancée par Wegener se fonde sur des faits scientifiques avérés, présentés par les documents 1 et 2.

« Wegener, dans son livre paru en 1915, a émis l'hypothèse d'un déplacement des continents au cours des temps géologiques. Il a remarqué que la côte Ouest de l'Afrique et la côte Est d'Amérique du Sud peuvent s'encaster l'une dans l'autre et que si on les rapproche, l'Afrique et l'Amérique du Sud ne forment qu'un bloc. La répartition de fossiles d'animaux et de fossiles de végétaux identiques de part et d'autre de l'Atlantique ajoute un argument à sa théorie.

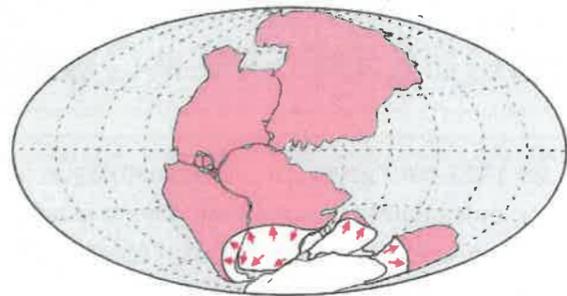
Wegener n'ayant pas trouvé d'explications pour le « moteur » de ces déplacements, sa théorie ne fut pas acceptée à l'époque ».



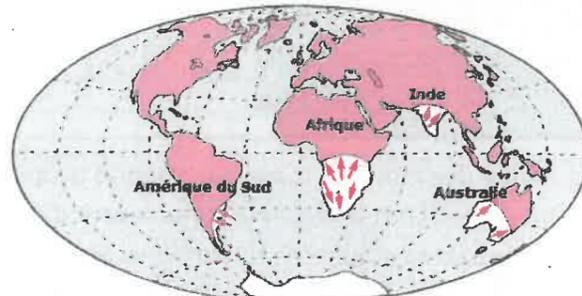
- quatre qu'ilimose*
- Roches qui ont plus de 2 milliards d'années
  - Direction des principales structures géologiques
  - Dans les roches, à l'affleurement, on trouve les mêmes fossiles en Amérique du Sud et en Afrique : les animaux *Mesosaurus* et *Cynognathus*, une fougère (*Glossopteris*).

**Document 1.** Faits scientifiques fondant la théorie de Wegener.





→ Sens d'écoulement de la glace



→ Sens d'écoulement de la glace

Document 2. Marques de glaciation datant de 250 millions d'année (l'âge de la Pangée).

ACTIVITES

Recherche, dans chacun des documents 1 et 2, les arguments donnés par Wegener pour conforter son hypothèse.

LEXIQUE

<b>Fossile</b>	vestige d'être vivant ou de son activité.
<b>Glaciation</b>	période géologique froide, avec un maximum d'extension des calottes glaciaires et descente des glaciers dans les vallées.

Problème 2. Quel est le modèle actuel de la tectonique des plaques ?

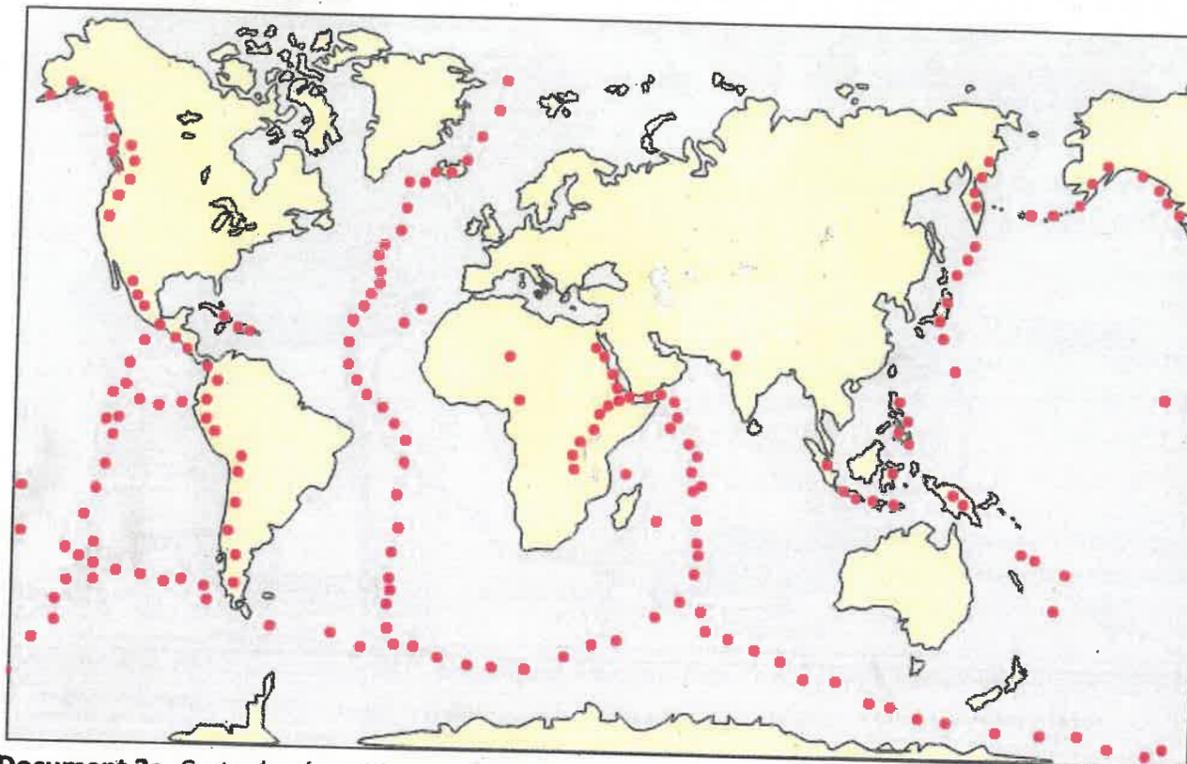
Objectifs

- Identifier les renseignements fournis par la répartition des volcans et des séismes à travers le monde
- Identifier les plaques tectoniques et le sens de leur mobilité
- Identifier le moteur de la mobilité des plaques

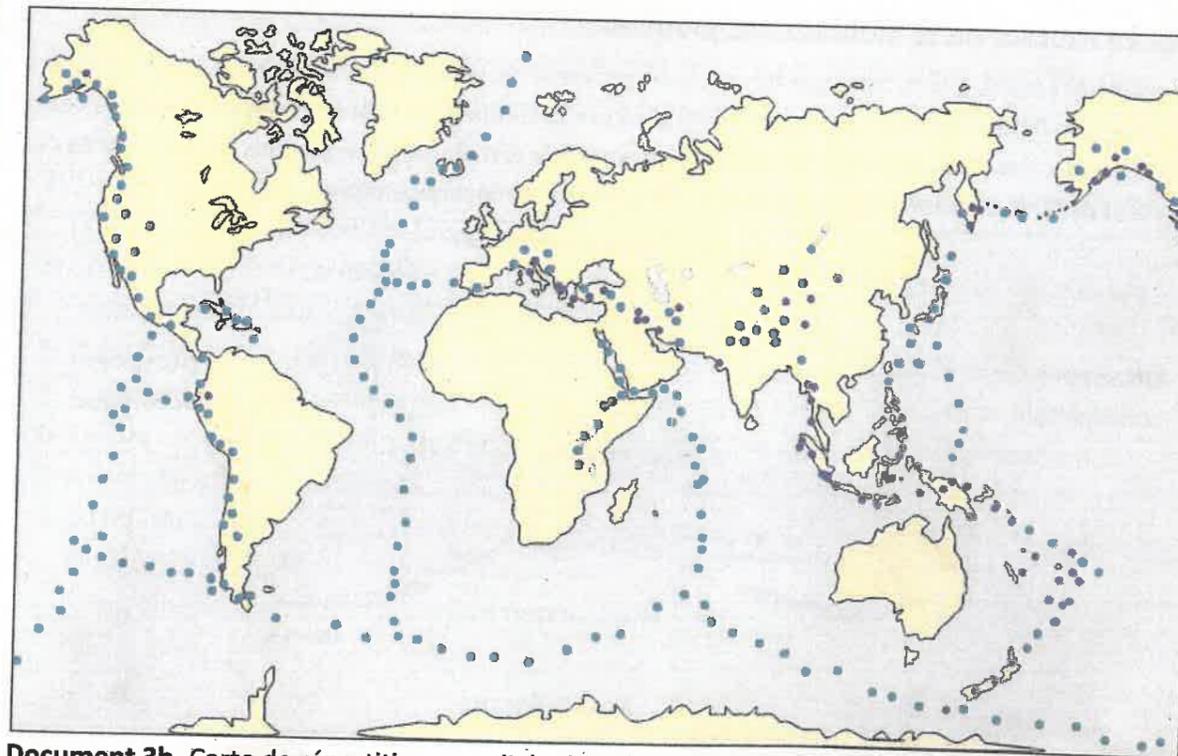
II - LE MODÈLE ACTUEL DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES

À l'époque où Wegener proposait sa théorie, des outils tels que le GPS n'existaient pas, et l'activité interne du globe terrestre n'était pas bien connue. L'amélioration des techniques, notamment dans le domaine de l'océanographie, et la meilleure connaissance de l'activité interne du globe terrestre, ont permis aux scientifiques de mettre en place, à la fin des années 60, le modèle actuel de la tectonique des plaques.

A - Les renseignements fournis par la répartition des volcans et des séismes à travers le monde

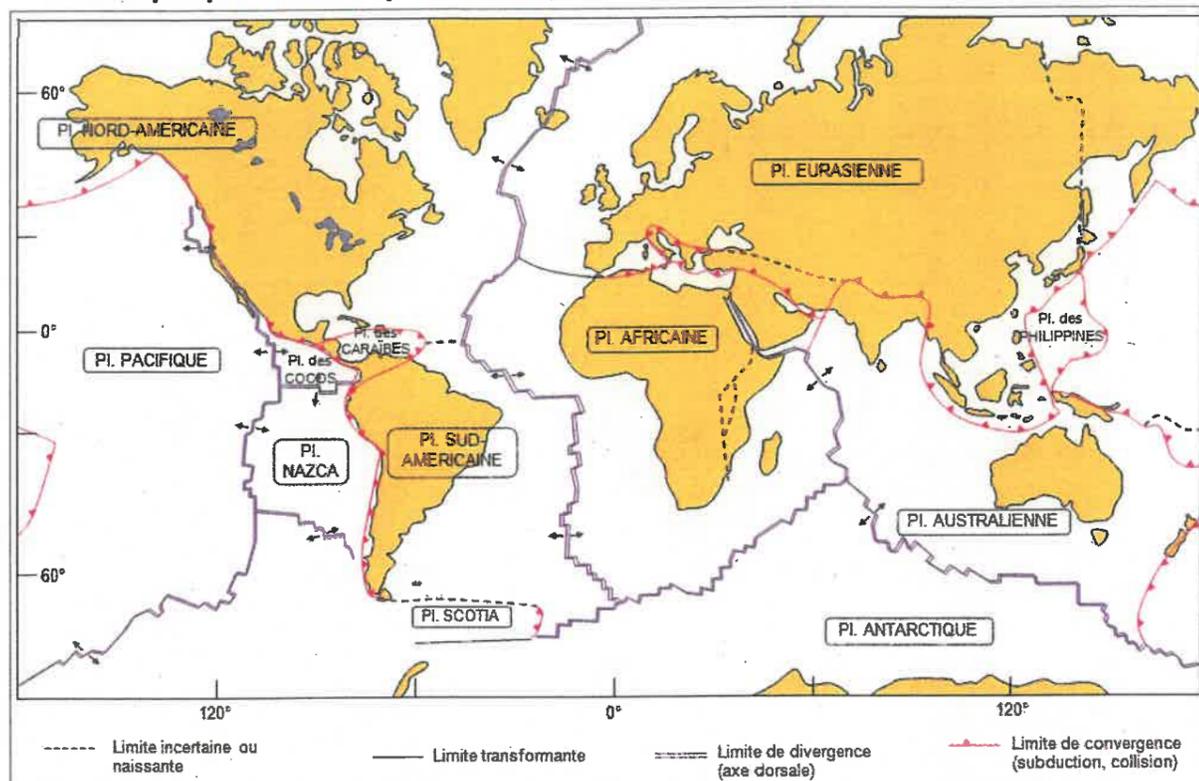


Document 3a. Carte de répartition mondiale des volcans.



Document 3b. Carte de répartition mondiale des séismes.

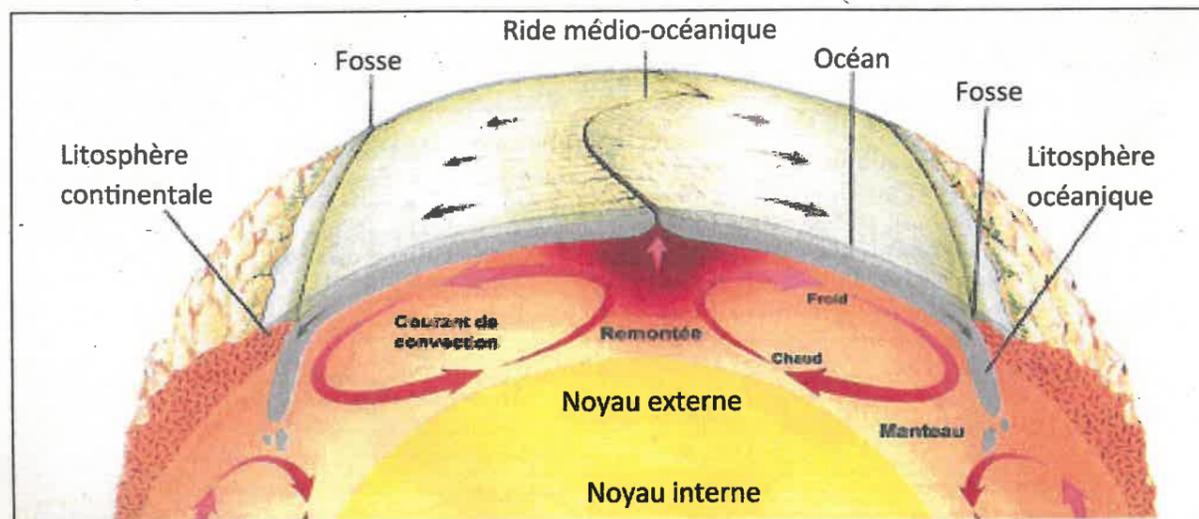
B - Les plaques tectoniques et le sens de leur mobilité



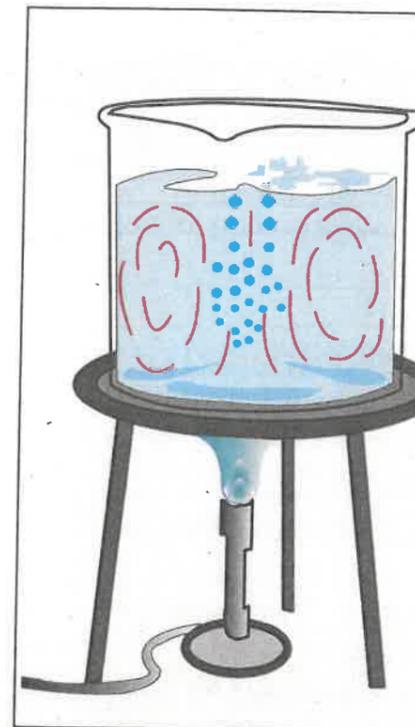
Document 4. Carte de répartition des principales plaques tectoniques.

C - Le moteur de la mobilité des plaques

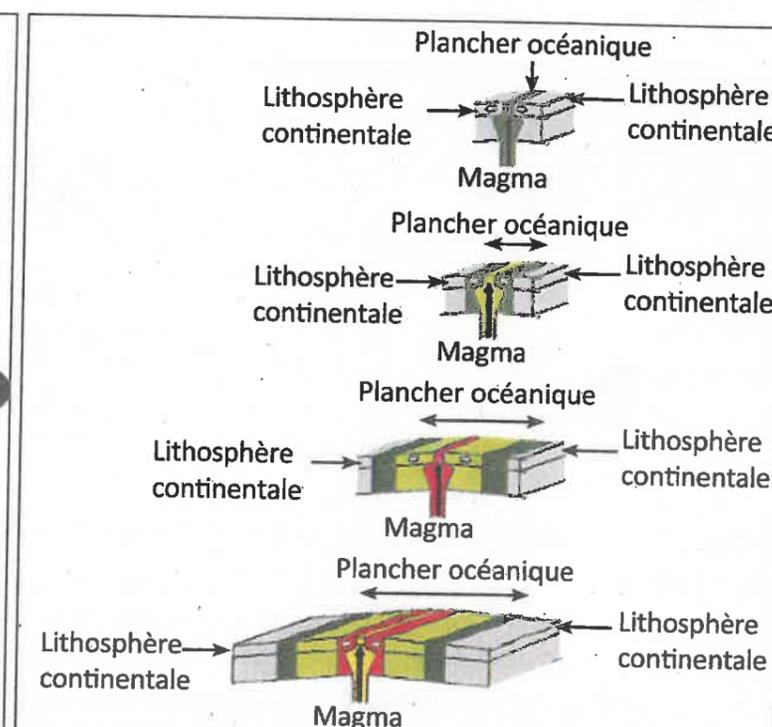
L'énergie nécessaire à la tectonique des plaques provient de la chaleur produite par la radioactivité des roches de l'intérieur de la terre. Le flux thermique se déplace des zones chaudes vers la surface, moins chaude. Ces mouvements de chaleur entraînent une distribution inégale des températures qui se traduit par des courants de convection à l'origine des forces mécaniques.



Document 5. Schéma décrivant le phénomène de la convection dans le manteau.



Document 6. Modélisation de la convection.



Document 7. Schéma décrivant les mécanismes d'élargissement du plancher océanique.

ACTIVITES

- Décalque les cartes de répartition des séismes et des volcans (documents 3a et 3b), puis superpose-les. Quel constat fais-tu quant à la répartition des volcans et des séismes à travers le monde ?
- Superpose les deux calques et la carte de répartition des principales plaques tectoniques (document 4). Quel constat fais-tu ?
- Comment peux-tu caractériser les zones d'écartement et de rapprochement des plaques (zones stables ou zones instables) ? Justifie ta réponse.
- À partir de la réponse à la question 3, définis les notions de zone instable et de zone stable.
- À quels endroits du document 4 correspondent les zones stables et les zones instables ?
- Relève le nom et le nombre de plaques tectoniques présentées sur le document 4.
- À l'aide des documents 5, 6 et 7, décris les phénomènes qui se déroulent au niveau de la dorsale.
- En utilisant les informations contenues dans les documents 4 à 7, rédige un texte décrivant le modèle actuel de la tectonique des plaques.

## LEXIQUE

<b>Accrétion</b>	création ou l'accroissement d'un élément.
<b>Convection</b>	ensemble des mouvements (verticaux ou horizontaux) qui animent un fluide sous l'influence de la différence de température.
<b>Dorsale océanique</b>	zone d'écartement de deux plaques tectoniques.
<b>Expansion océanique</b>	élargissement des océans résultant de l'accrétion de la croûte océanique par la mise en place de matériaux provenant du manteau dans l'axe des dorsales océaniques.
<b>Fosse océanique</b>	dépression abyssale longue profonde et large qui marque la présence d'une zone de subduction.
<b>GPS</b>	(Global Positioning System), que l'on peut traduire en Français par « système de positionnement mondial », est un système de géolocalisation qui permet de connaître, avec précision, la position d'un individu ou d'un objet sur la surface de la Terre.
<b>Manteau</b>	couche intermédiaire entre le noyau et la croûte terrestre.
<b>Plaque tectonique</b>	(ou plaque lithosphérique) fragments de la lithosphère qui résultent de son découpage par un système de dorsales, de fosses océaniques et de rifts.
<b>Rift</b>	zone où la lithosphère continentale est en extension.

## Problème 3. Quelles sont les conséquences de la tectonique des plaques ?

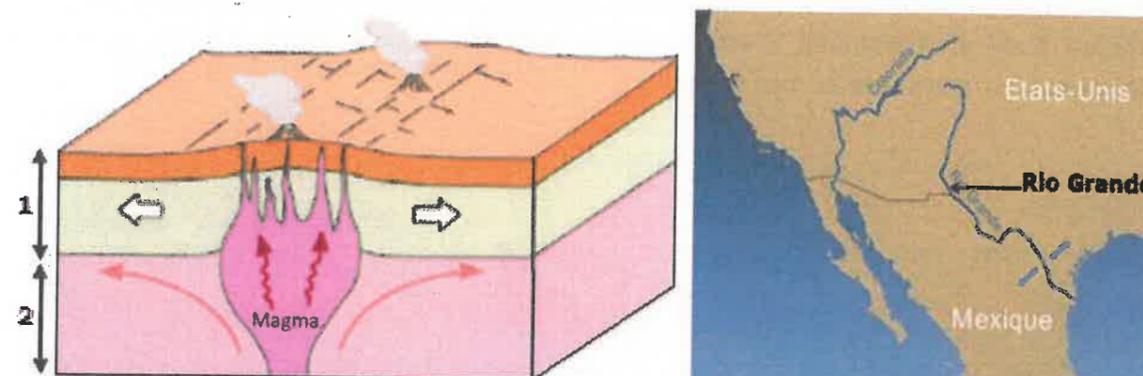
- Objectifs :**
- Identifier les causes de la naissance et de l'expansion d'un océan
  - Identifier les causes de subduction
  - Identifier les causes de la formation d'une chaîne de montagne

## III - QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES ?

## A - Naissance et expansion d'un océan

Les dorsales sont les zones où naissent et grandissent les océans. Les schémas ci-dessous illustrent les quatre étapes de ces deux phénomènes géologiques.

**Étape 1 (Document 8a)**- L'accumulation de chaleur sous une plaque continentale cause une dilatation de la matière qui conduit à un bombement de la lithosphère. Il s'ensuit des forces de tension qui fracturent la lithosphère et amorcent le mouvement de divergence. Le magma s'infiltre dans les fissures ; ce qui cause, par endroit, un volcanisme continental. Un exemple de cette première étape de la formation d'un océan est observable, actuellement, dans la vallée de Rio Grande aux USA.

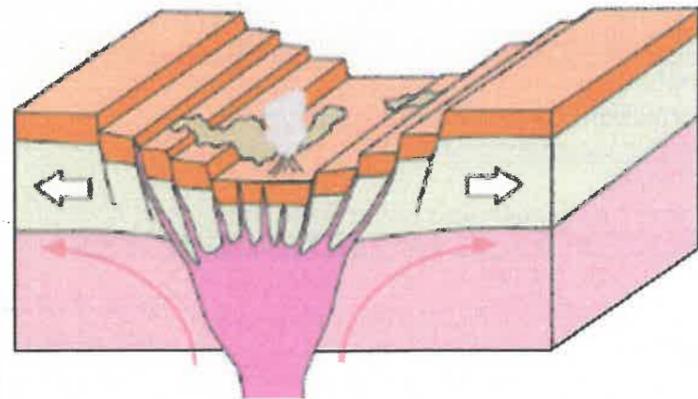


- 1 = Lithosphère continentale  
2 = Asthénosphère

**Document 8a.** Amorce d'un Rift continental : la vallée de Rio Grande aux USA.

## Étape 2 (Document 8b)

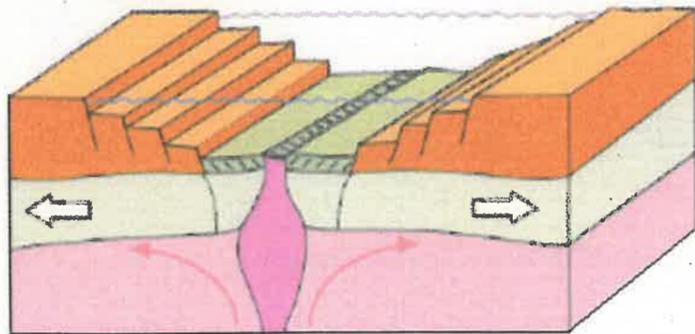
La poursuite des tensions produit un étirement de la lithosphère ; il se produit, alors, un effondrement en escalier ; ce qui est à l'origine d'une vallée appelée un rift continental, avec des volcans et des épanchements de laves le long des fractures. Le grand rift en Afrique orientale est un bon exemple de cette deuxième étape. En effet, un océan est, actuellement, en train de se former là où se situent les Grands Lacs est-africains par cassure de la plaque africaine.



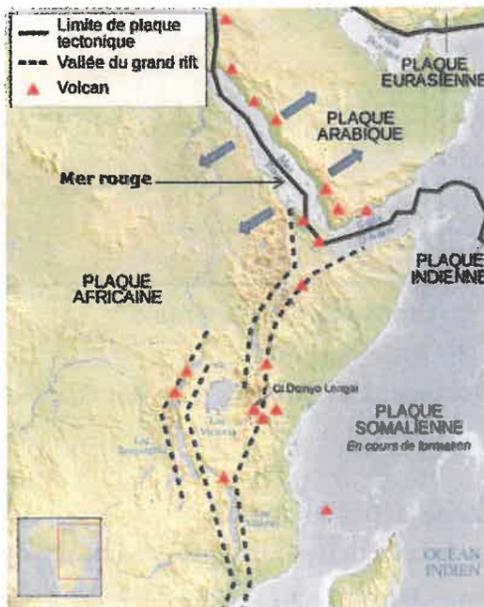
Document 8b. Rift continental : le rift Est-Africain.

Étape 3 (Document 8c)

Les étirements persistants provoquent l'enfoncement du rift sous le niveau de la mer et les eaux marines envahissent la vallée. Ainsi, deux morceaux de lithosphère continentale se séparent, progressivement, l'un de l'autre. Le volcanisme sous-marin forme un premier plancher océanique basaltique (croûte océanique). C'est la troisième étape appelée mer linéaire observable, actuellement, au niveau de la mer rouge.

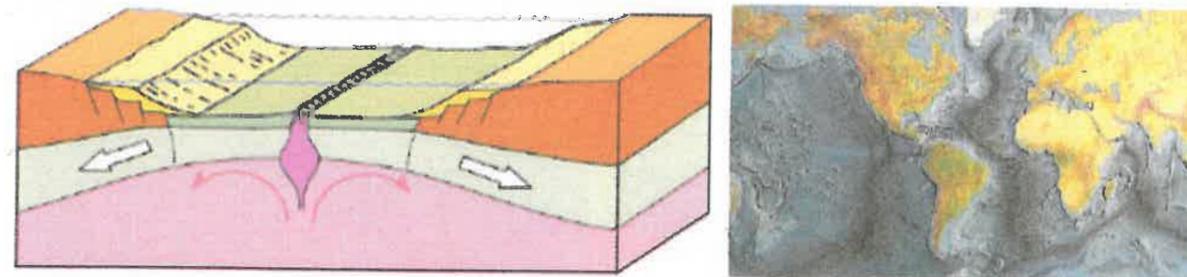


Document 8c. Premier plancher océanique : mer linéaire.



Étape 4 (Document 8d)

L'élargissement de la mer linéaire par l'accroissement du plancher océanique constitue la quatrième étape qui conduit à la formation d'un océan de type Atlantique.

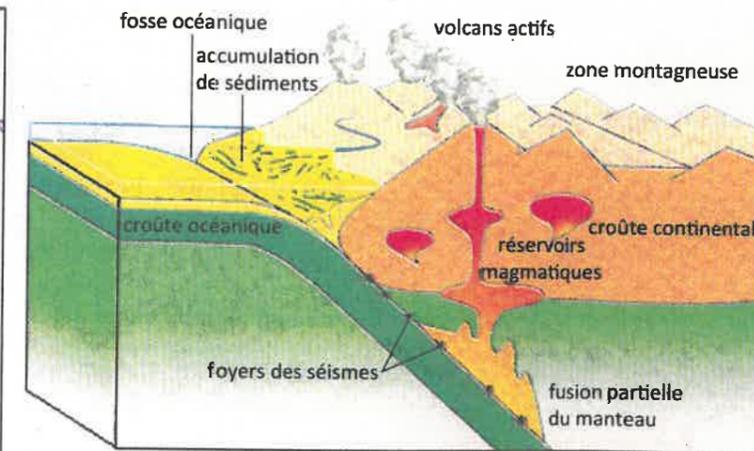


Document 8d- Océan de type Atlantique.

Document 8. Accrétion, expansion et formation d'un océan.

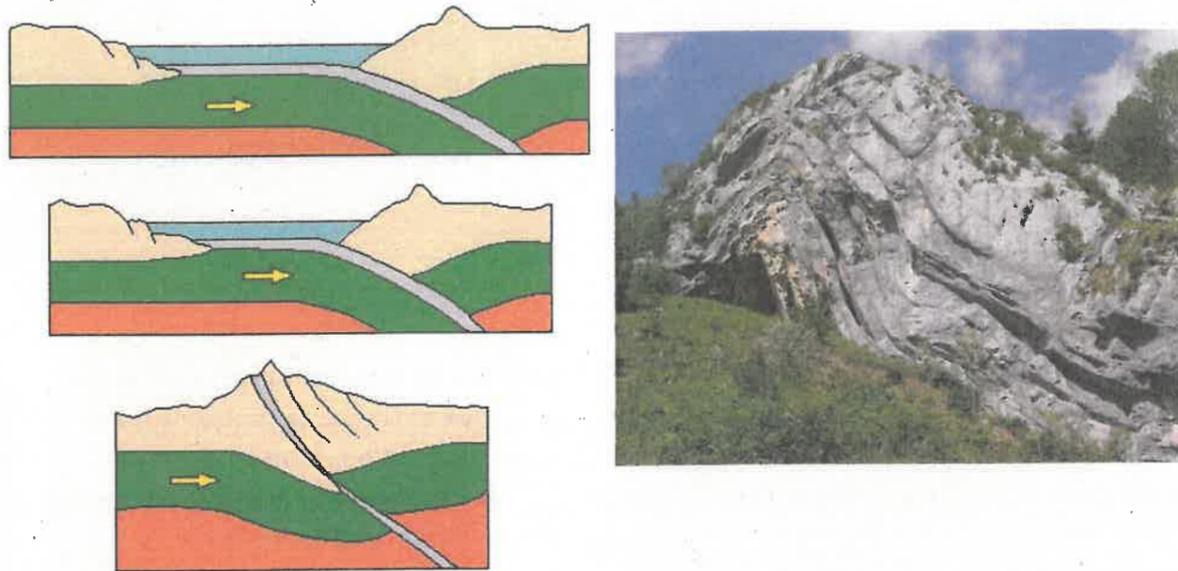
B - La subduction

Placé sur la ceinture de feu du Pacifique, le Chili subit les conflits des plaques tectoniques qui l'entourent : les plaques Nazca, Sud-Américaine, Antarctique et Scotia. Le problème majeur vient de Nazca et, dans une moindre mesure, de la plaque Antarctique qui, comme expliqué ici, a une tendance à aller de l'avant malmenant, au passage, la plaque continentale Sud-Américaine et donc, le Chili. C'est ce phénomène de subduction qui est à l'origine de l'activité sismique chilienne. La plaque de Nazca, en glissant de 7 à 9 cm par an sous la plaque Sud-Américaine, provoque des frictions sur toute la zone de contact. Évidemment, des frictions à l'échelle de la croûte terrestre, ce ne sont pas des guiliguillis entre cailloux. On parle, ici, de quelques-uns des plus importants tremblements de terre de l'histoire de la sismologie.



C - Formation d'une chaîne de montagne

Dans les zones de formation de chaînes de montagnes (zone d'orogénèse), la violence des mouvements de l'écorce terrestre plisse les roches sédimentaires qui recouvrent la croûte granitique.



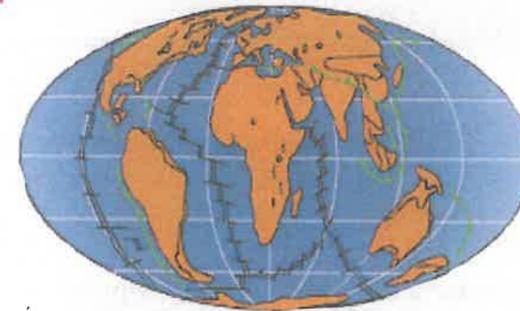
Document 9. Subduction, collision et formation d'une chaîne de montagnes.

THÈME IV. LA TECTONIQUE DES PLAQUES

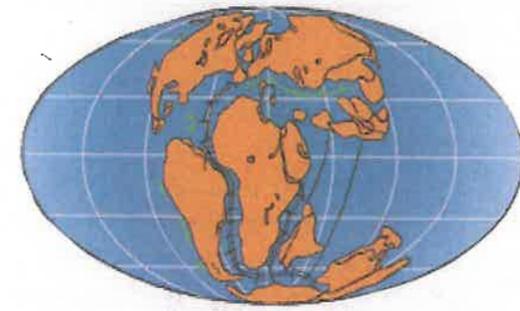
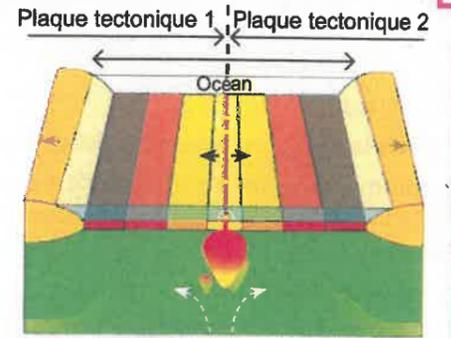
LEXIQUE

<b>Expansion océanique</b>	agrandissement de la croûte océanique.
<b>Subduction</b>	enfouissement d'une plaque océanique sous une plaque adjacente, continentale ou océanique.

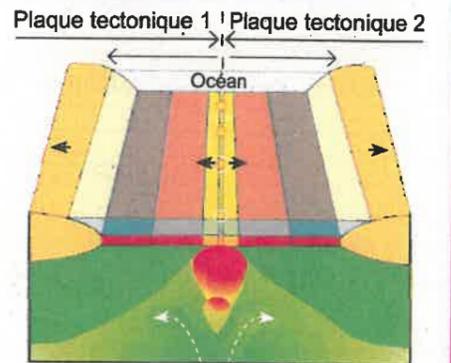
BILAN



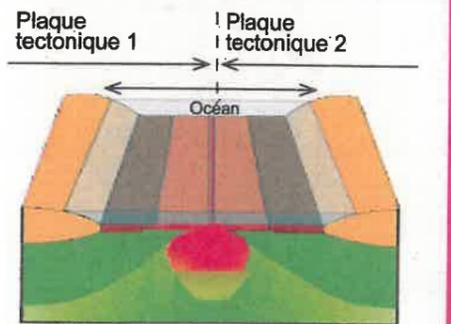
Position actuelle des continents



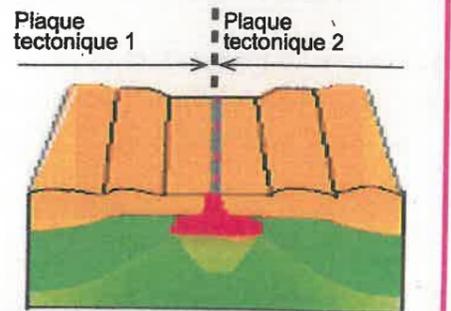
Il y a 100 millions d'années (Ma).



Il y a 160 millions d'années (Ma).



Il y a 250 millions d'années (Ma).  
(Pangée)



LA TECTONIQUE DES PLAQUES CHAPITRE 12 DEUXIÈME PARTIE



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

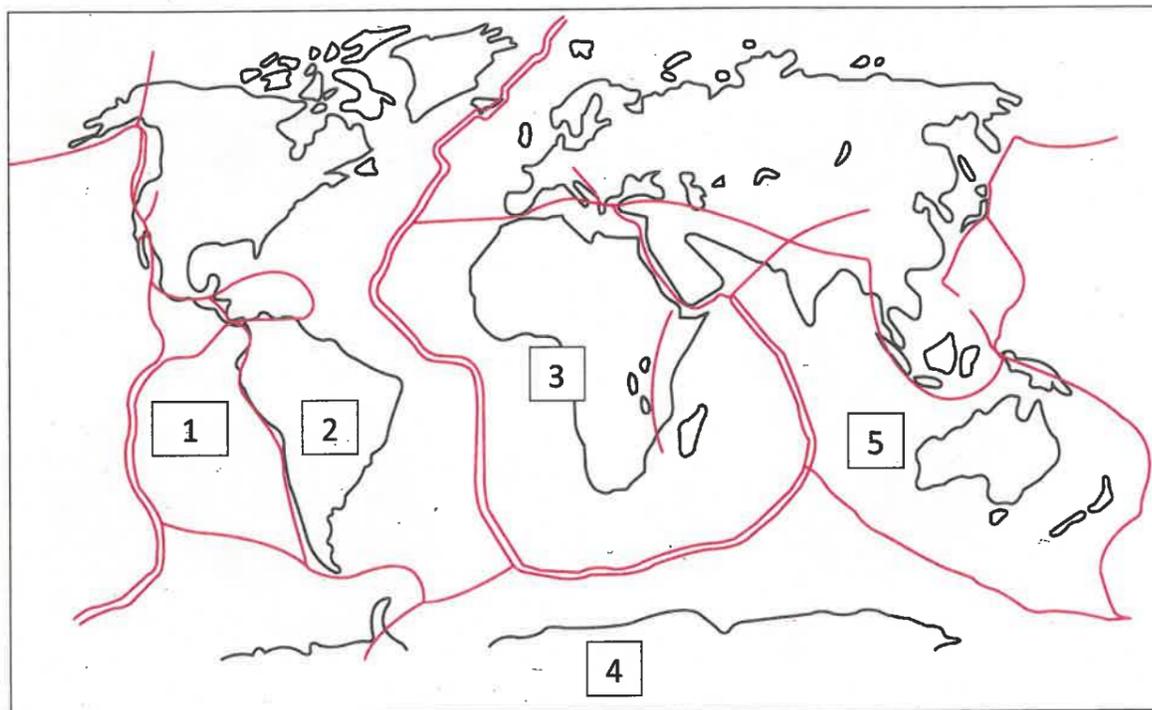
Définis les termes suivants : lithosphère – courants de convection – dorsale océanique – fosses océaniques – plaques lithosphériques – magma – accréation – plancher océanique.

### Exercice 2

- 1- Indique le comportement des plaques au niveau de la dorsale et des fossés océaniques.
- 2- Quelles sont les conséquences de la collision de 2 continents ?

### Exercice 3

La carte ci-après présente quelques plaques lithosphériques :



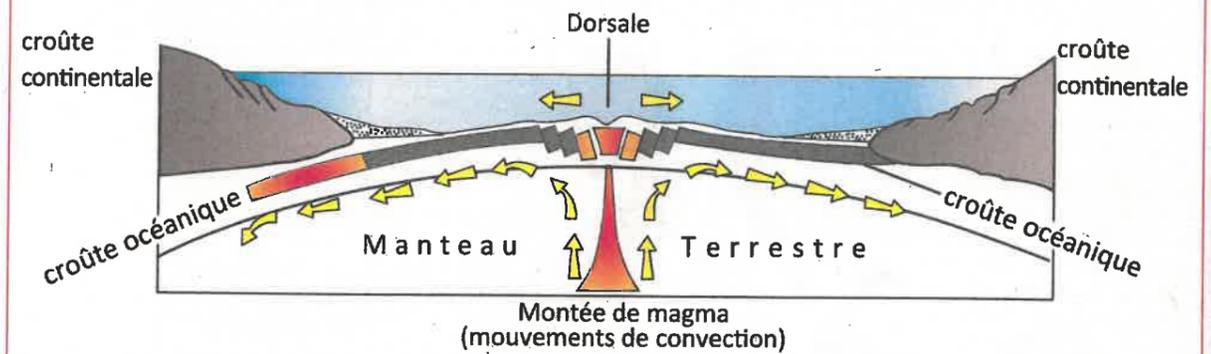
- 1- Nomme les plaques lithosphériques représentées par les chiffres (1, 2, 3, 4 et 5).
- 2- Indique, par des flèches le sens de leurs déplacements au niveau des limites des plaques : en rouge les divergences, en bleu les convergences.

THÈME IV. LA TECTONIQUE DES PLAQUES

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 4

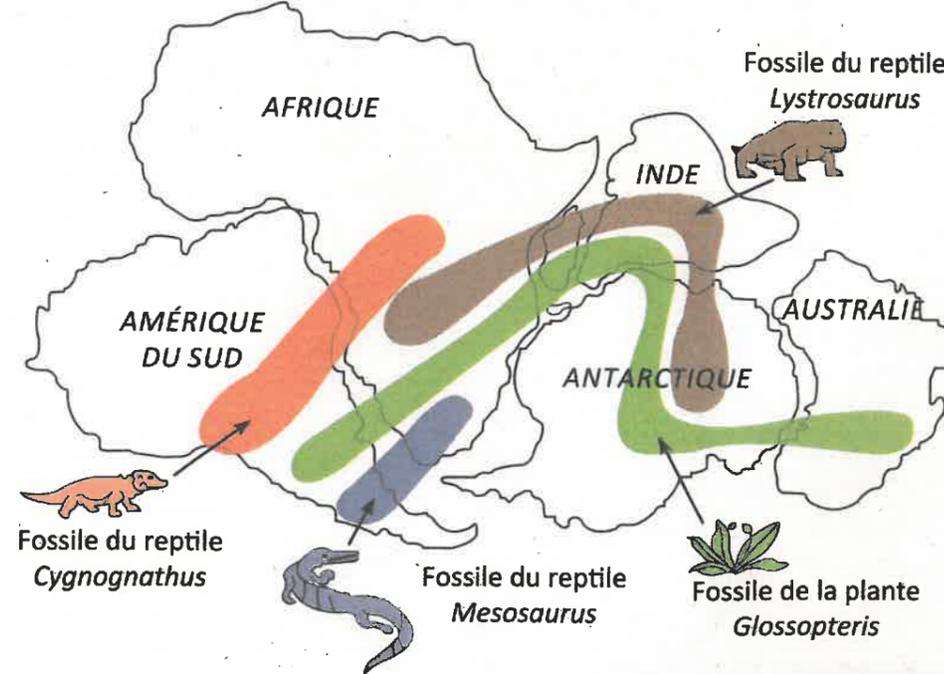
Le document ci-dessous présente les mouvements de convection et leurs conséquences.



### Exercice 5

« En automne 1911, j'eus connaissance [...] de conclusions paléontologiques admettant l'existence d'une liaison ancienne entre le Brésil et l'Afrique... Tout se passe comme si nous devions rassembler les morceaux déchirés d'un journal sur la seule base de leurs contours pour vérifier, ensuite seulement, que les lignes imprimées se raccordent correctement. Si tel est bien le cas, il ne reste plus qu'à conclure que les morceaux étaient, en effet, disposés ainsi... »

Extraits de *La genèse des continents et des océans*, Alfred Wegener (1915).



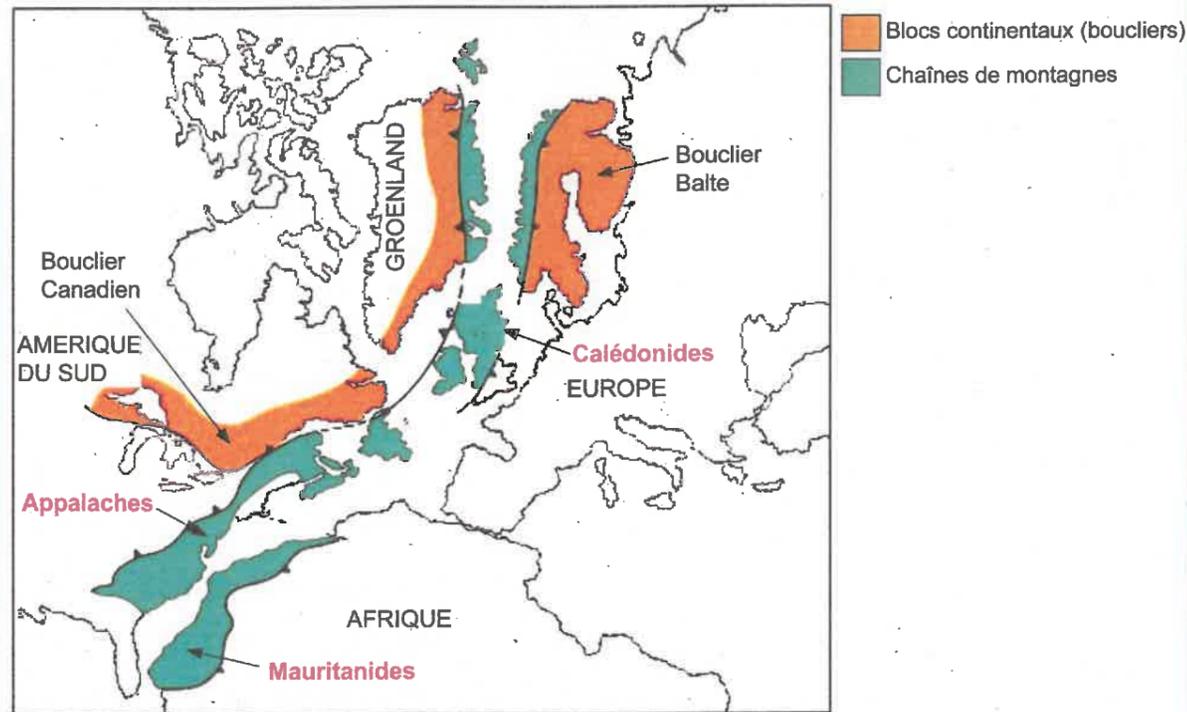
Indique les arguments de Wegener présentés dans le document ci-dessus.

DEUXIÈME PARTIE

LA TECTONIQUE DES PLAQUES CHAPITRE 12

**Exercice 6**

La carte ci-dessous est une représentation du rapprochement de trois continents : l'Amérique, l'Europe et l'Afrique.

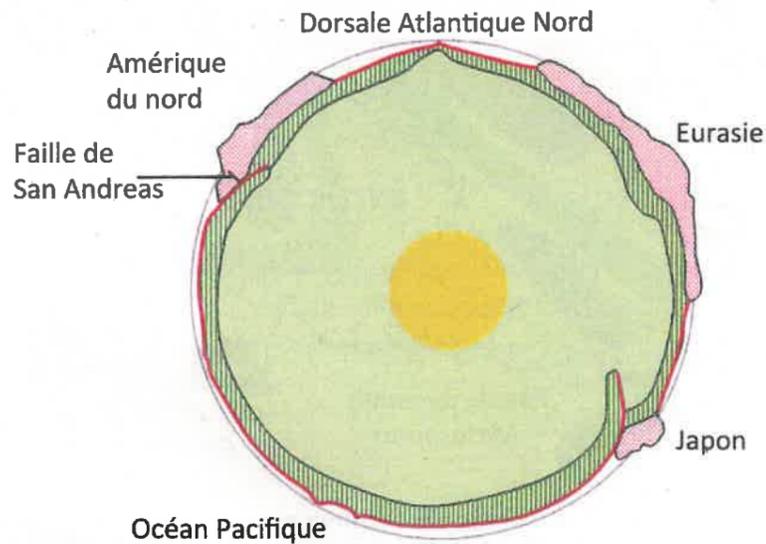


Quels arguments de Wegener sont présentés par la carte ?

**Exercice 7**

Sachant que les plaques tectoniques sont des fragments de la lithosphère séparés par des dorsales, des fosses ou des rifts :

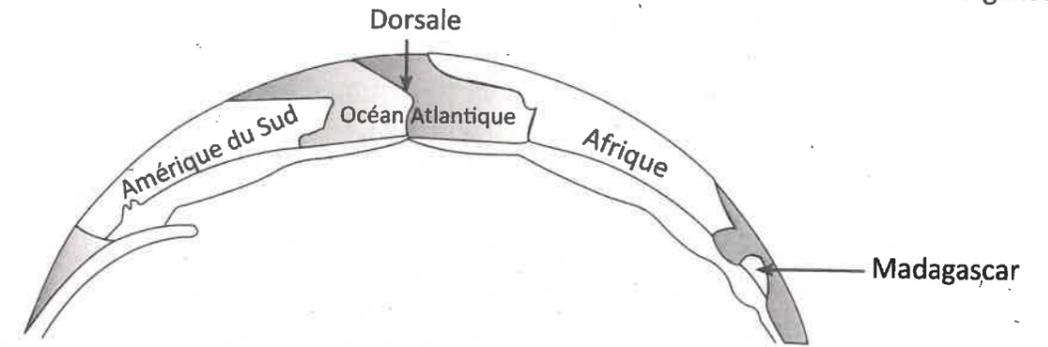
- 1- indique le nombre de plaques représentées sur le schéma.
- 2- indique la plaque la plus grande, là où elle commence et là où elle s'arrête.



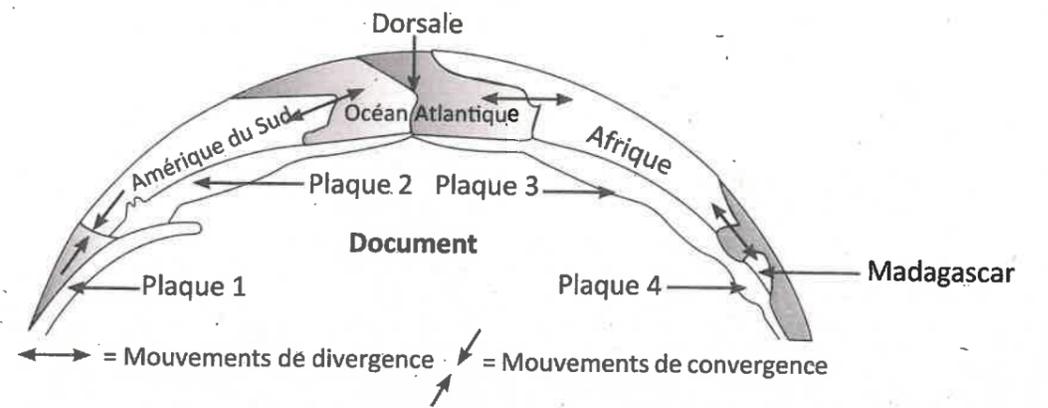
**Exercice 8**

Lors d'un devoir surveillé, un professeur propose l'exercice suivant : "Sur le document ci-dessous qui représente une coupe de lithosphère en trois dimensions :

- 1- Identifie les plaques lithosphériques par des numéros différents.
- 2- Localise, par des flèches, les mouvements de convergences et les mouvements de divergence".



Un élève propose comme réponse le document suivant :

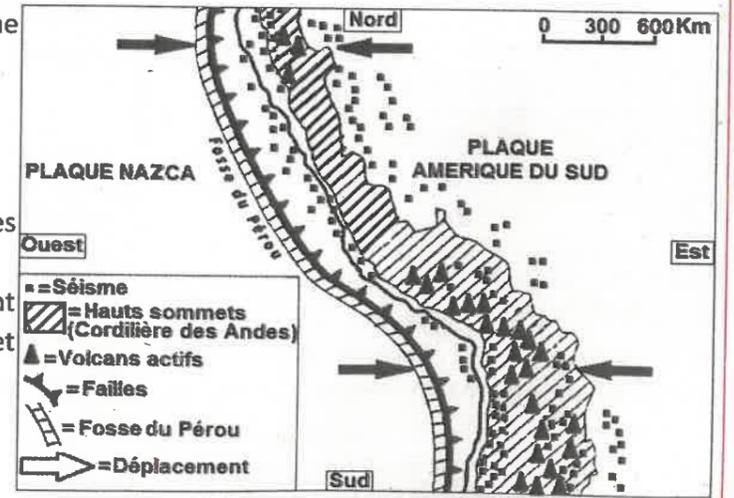


Identifie, puis explique les erreurs commises par cet élève.

**Exercice 9**

Le document ci-contre représente une carte d'une zone de convergence.

- 1- Localise la fosse du Pérou par rapport aux plaques.
- 2- Quel constat fais-tu en ce qui concerne la répartition des séismes et des volcans dans cette zone ?
- 3- Donne deux arguments qui prouvent que les plaques Amérique du Sud et Nazca sont en convergence.



**Exercice 10**

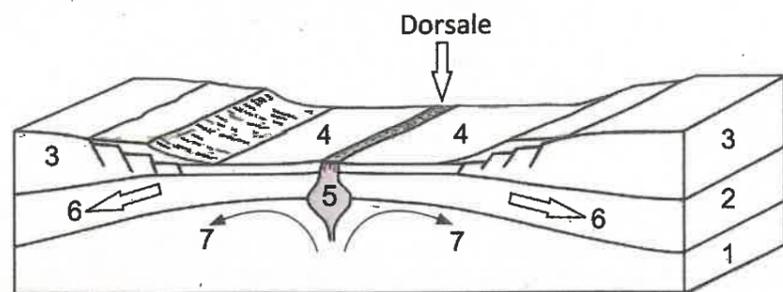
Depuis la naissance de la géologie, les scientifiques ont cherché à expliquer les grands phénomènes comme la formation des chaînes de montagnes. Ils ont établi des modèles rendant compte des observations à une époque donnée.

Un modèle scientifique est une construction intellectuelle hypothétique et modifiable. Au cours des temps, la communauté scientifique l'affine et le précise en le confrontant, en permanence, au réel. Un modèle scientifique a une valeur prédictive et c'est, souvent, l'une de ces prédictions qui conduit à la recherche d'un fait nouveau qui, suivant qu'il est ou non découvert, conduit à étayer ou à modifier le modèle. La solidité d'un modèle est, peu à peu, acquise par l'accumulation d'observations en accord avec lui. Les progrès techniques accompagnent le perfectionnement du modèle tout autant que les débats ou controverses.

- 1- Quel rôle joue un modèle scientifique ?
- 2- Quelles sont les caractéristiques d'un modèle scientifique ?
- 3- Comment s'est élaboré le modèle actuel de la tectonique des plaques ?

**Exercice 11**

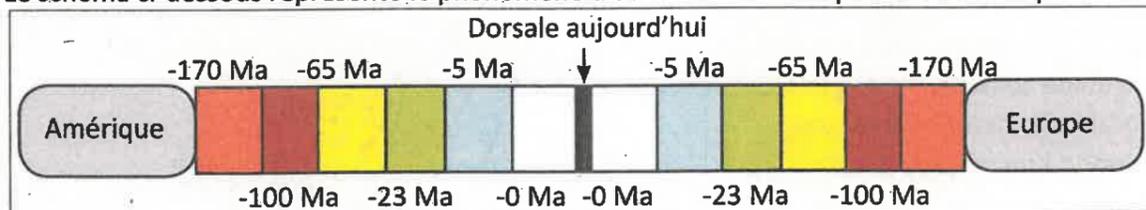
Le schéma ci-après illustre le fonctionnement d'une dorsale.



Nomme les structures représentées par les chiffres (1, 2, 3, 4 et 5).  
Nomme les phénomènes représentés par les chiffres (6 et 7).

**Exercice 12**

Le schéma ci-dessous représente le phénomène d'accroissement du plancher océanique.

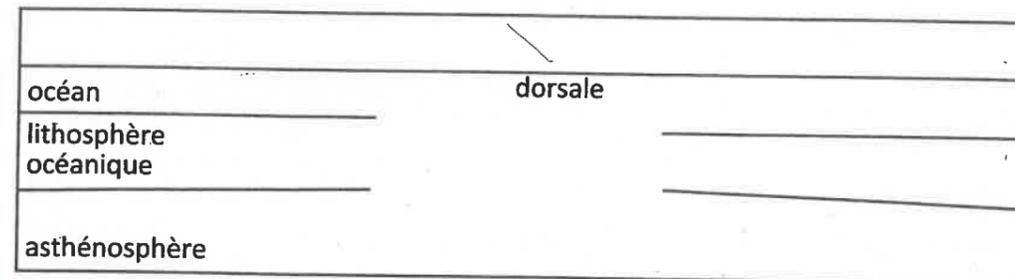


Document 1. Accroissement du plancher océanique.

- 1- Indique l'évolution de l'âge de la lithosphère océanique lorsqu'on s'éloigne de la dorsale.
- 2- Formule une hypothèse sur l'origine des plaques.
- 3- En comparant deux étapes de la modélisation, teste ton hypothèse.
4. Plie ta bande de manière à montrer l'aspect des fonds de l'océan Atlantique à -2Ma, -5Ma, -23Ma et -38Ma.
- 5- Que se passe-t-il pour le continent Amérique et le continent Europe quand on remonte le temps ?
- 6- Recherche à quel moment la dorsale a commencé à fonctionner sur la carte de l'âge des fonds océaniques. Quelle était alors la position des deux continents ?

7- Recopie et complète le schéma.

8- Indique les mouvements des plaques par des flèches.



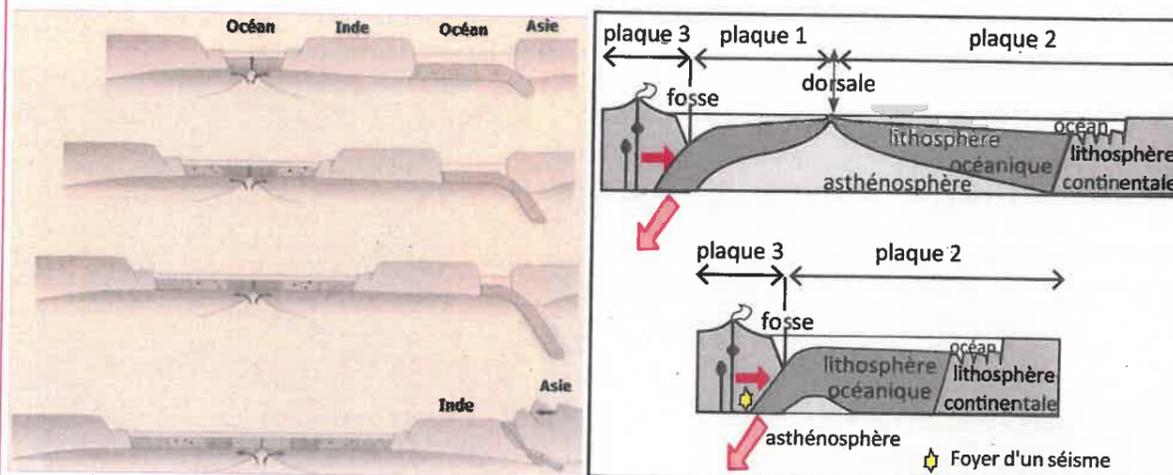
Document 2. Schéma d'interprétation des faits observés au niveau d'une dorsale océanique : l'accrétion océanique.

**Exercice 13**

À l'aide des termes ci-dessous, rédige un texte décrivant le modèle de la tectonique des plaques. Lithosphère – Asthénosphère - Convection - Dorsale océanique – Manteau – Magma – Plaques lithosphériques – Accrétion – Plancher océanique.

**Exercice 14**

Les documents a et b ci-après présentent, chacun, quelques conséquences de la tectonique des plaques.



Document a

Document b

Indique les phénomènes représentés dans chacun des documents a et b et leurs conséquences.

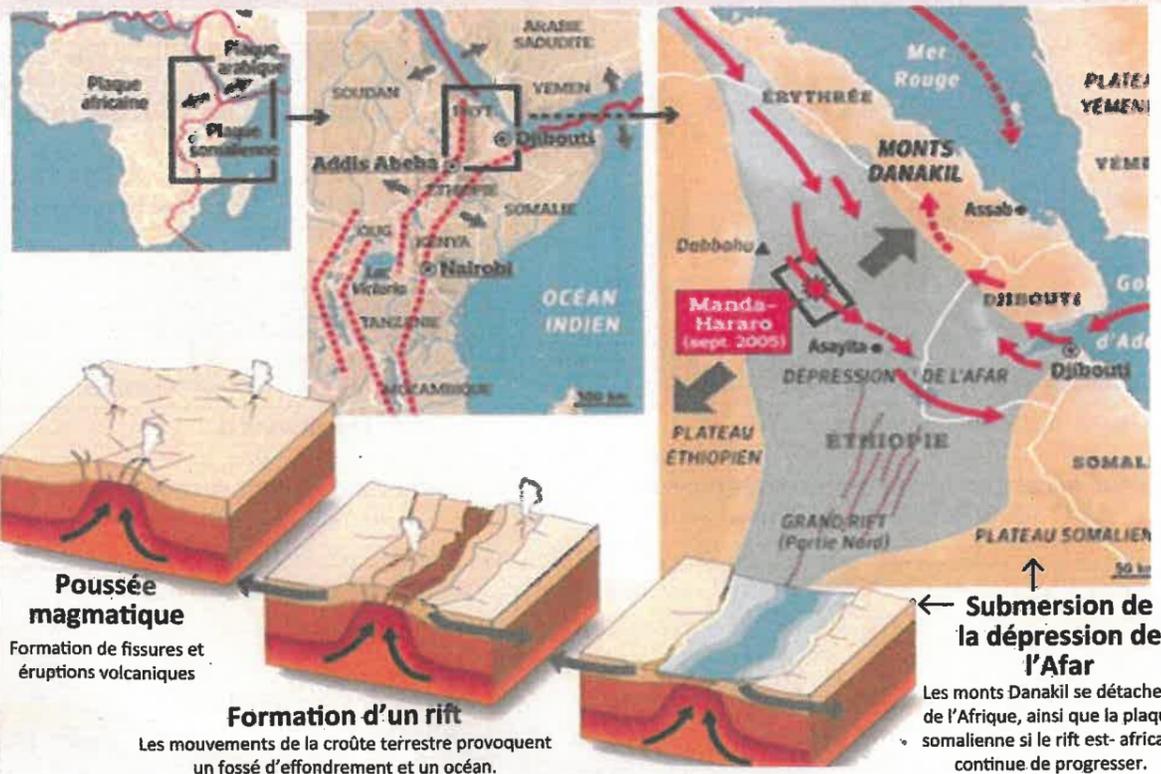


**POUR EN SAVOIR PLUS**

Corne de l'Afrique : un nouvel océan pourrait voir le jour.



L'ouverture d'une fissure géante dans la croûte terrestre en Ethiopie pourrait marquer le début de la formation d'un océan, selon une équipe de scientifiques internationaux.



THÈME IV. LA TECTONIQUE DES PLAQUES

**CHAPITRE 13**

**LA FORMATION DES ROCHES MÉTAMORPHIQUES**

La Terre est une planète géologiquement active. Très peu de structures géologiques sont restées intactes depuis leur formation. Elles subissent l'influence des phénomènes géologiques ultérieurs à leur mise en place. Les roches sont enfouies, déformées et, plus ou moins, transformées à l'état solide. C'est le métamorphisme.

Quel est le principe général du métamorphisme ?

**Problème.** Quel est le principe général du métamorphisme ?

- Objectifs :**
- Identifier les caractères communs aux roches métamorphiques.
  - Déterminer les facteurs du métamorphisme.
  - Distinguer les différents types de métamorphisme.

**PRINCIPE GÉNÉRAL DU MÉTAMORPHISME**

**A - Caractères communs aux roches métamorphiques**

Les roches métamorphiques ont, en commun, des caractères qui les distinguent des autres roches. Les documents 1, 2, 3 et 4 présentent des échantillons de roches métamorphiques récoltés dans la nature.



Document 1. Schistes.



Document 2. Micaschistes.



Document 3. Para-gneiss.



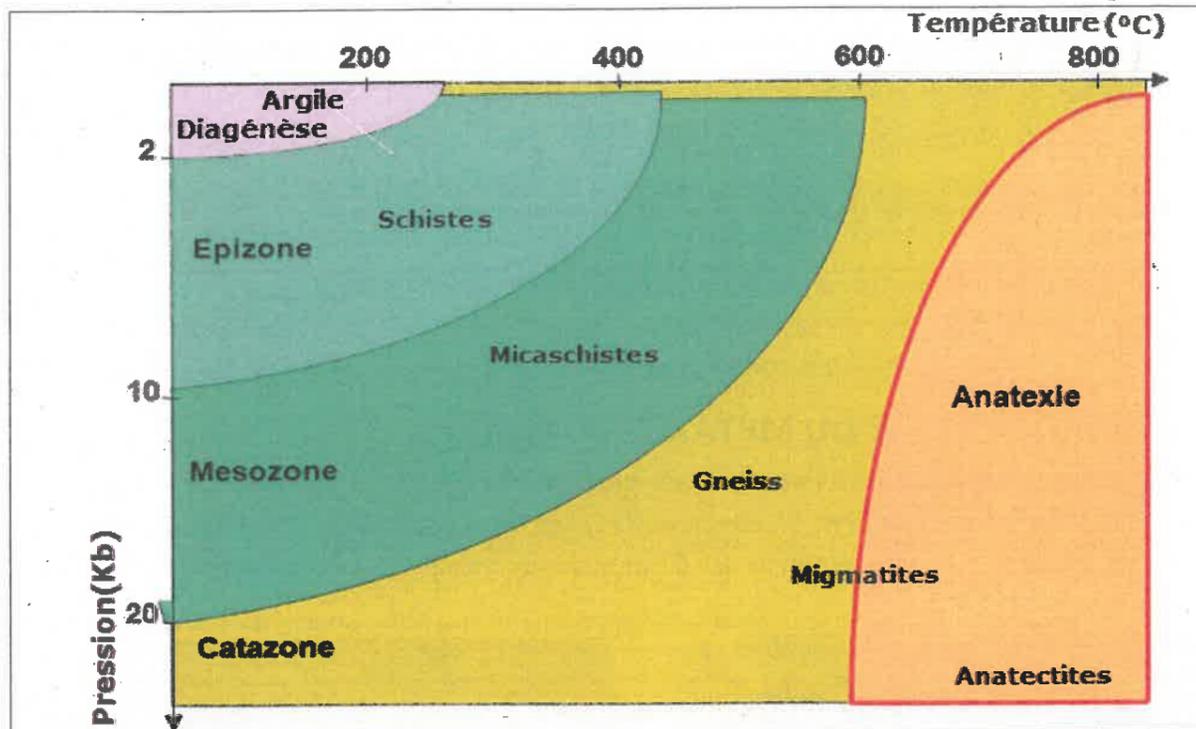
Document 4. Gneiss.

DEUXIÈME PARTIE CHAPITRE 13 LA FORMATION DES ROCHES MÉTAMORPHIQUES



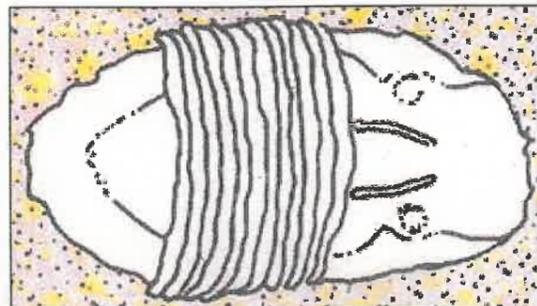
### B - Les facteurs du métamorphisme

Lors du métamorphisme, l'argile (roche sédimentaire) subit des transformations et devient du gneiss (roche métamorphique). Le document 5 présente les facteurs du métamorphisme et les trois zones où s'effectue le métamorphisme (épizone, mésozone et catazone). Chaque zone correspond à une étape de la transformation de l'argile en gneiss.

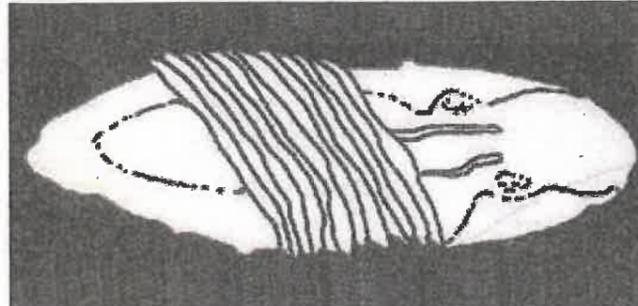


Document 5. Le métamorphisme de l'argile.

Les documents ci-dessous présentent l'aspect d'un fossile appelé trilobite dans une roche sédimentaire (document 6) et dans une roche métamorphique (document 7).



Document 6. Trilobite dans une roche sédimentaire.



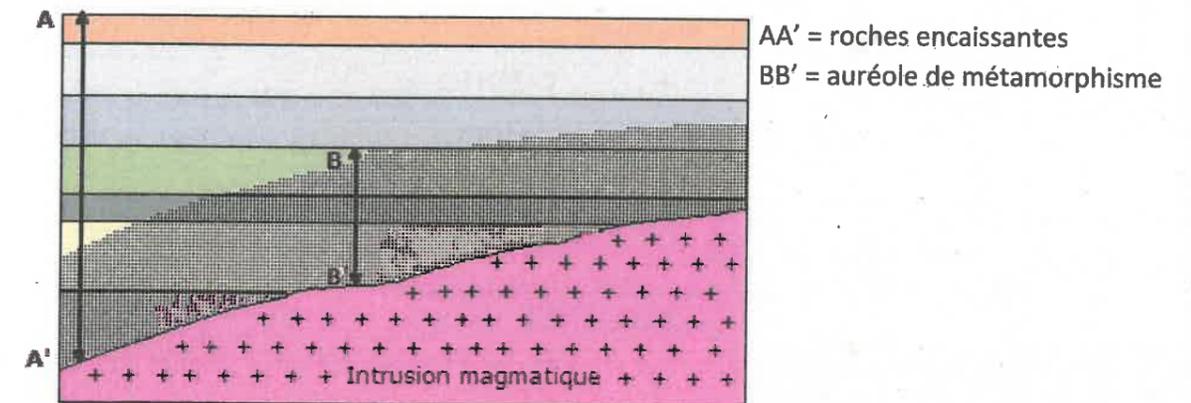
Document 7. Trilobite dans une roche métamorphique.

### C - Les différents types de métamorphisme

On peut distinguer deux principaux types de métamorphismes :

#### • Le métamorphisme de contact

Les roches sont métamorphosées au contact d'une intrusion magmatique. Le magma, en poussant les terrains déjà en place, peut induire une schistosité. De nouveaux minéraux apparaissent, sans changement de composition chimique (métamorphisme isochimique). C'est la température du magma qui est responsable de la transformation des roches encaissantes. Dans ce type de métamorphisme, il y a peu de déformations liées à la pression. La zone métamorphosée se présente sous la forme d'une auréole de métamorphisme autour du magma refroidi.

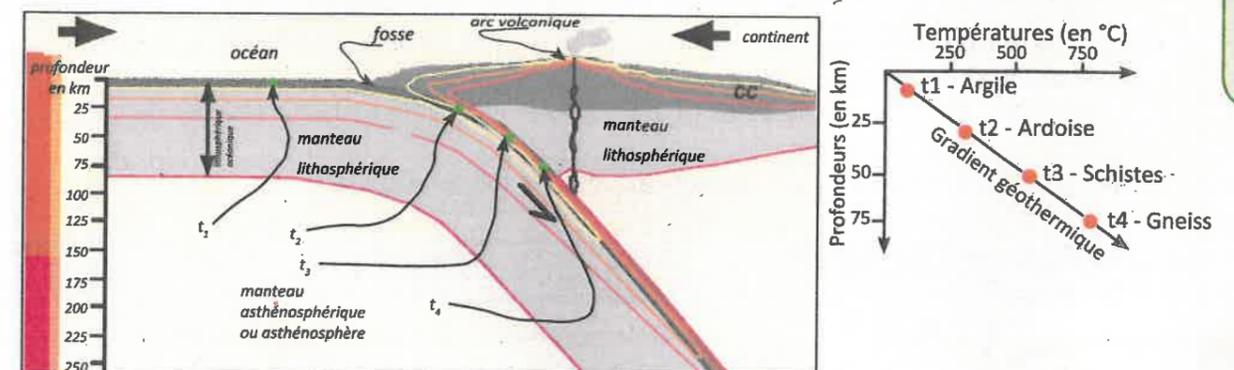


Document 8. Coupe géologique simplifiée montrant une intrusion magmatique dans des terrains sédimentaires (roches encaissantes).

#### • Le métamorphisme régional

Il affecte des zones sur plus de 10 km. On peut y observer une succession de terrains dont le degré de métamorphisme est de plus en plus accentué avec une schistosité de plus en plus poussée. Ce métamorphisme peut aboutir à un début de fusion (migmatite) voire même à une fusion complète de la roche (anatexite).

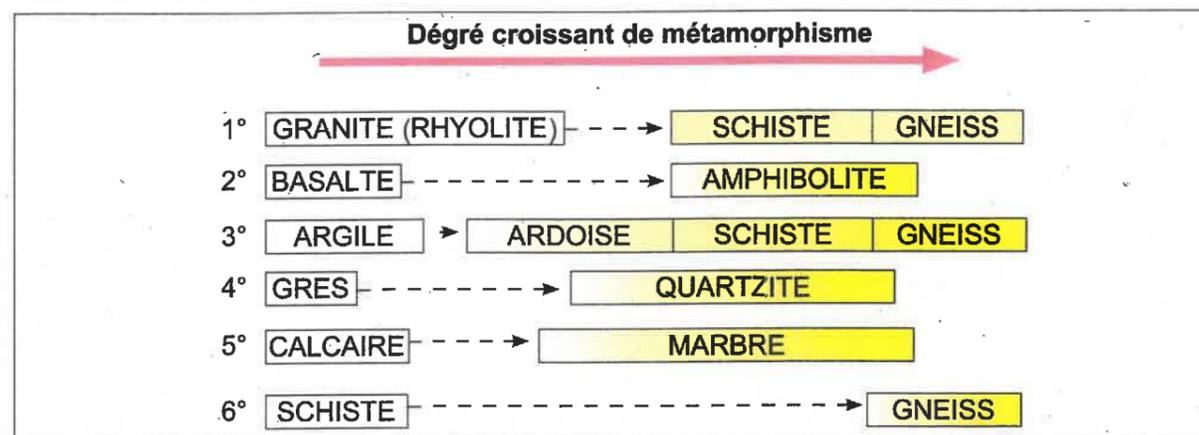
La principale cause de ce métamorphisme est d'origine tectonique. C'est la pression et la haute température qui règnent aux racines des chaînes de montagne, aux zones de subduction qui sont mises en jeu. Le document 9 présente le métamorphisme de l'argile dans une zone de subduction.



Document 9. Métamorphisme régional au niveau d'une zone de subduction.

### Les séries métamorphiques

Au niveau du métamorphisme en général, il est souvent possible de distinguer les différentes étapes de transformation des roches : on parle de séries métamorphiques. Ces étapes sont caractérisées par la formation de certains minéraux dont la nature dépend de la roche de départ. Ainsi certaines roches sont caractéristiques d'une série métamorphique.



Document 10. Les séries métamorphiques.

### ACTIVITES

- Indique le principal caractère commun aux échantillons de roches métamorphiques illustrées par les documents 1, 2, 3 et 4.
- À l'aide du document 5 :
  - note les facteurs du métamorphisme.
  - explique le processus de transformation de l'argile en gneiss, en précisant les différentes étapes ainsi que les conditions qui règnent dans chaque étape et les roches qui les caractérisent.
  - déduis-en la définition de métamorphisme.
- En comparant les aspects du fossile dans la roche sédimentaire (document 6) et dans la roche métamorphique (document 7) :
  - indique les modifications constatées.
  - formule une hypothèse pour expliquer les modifications constatées.
- À partir des documents 8 et 9, indique les différents types de métamorphismes et leurs caractéristiques.
- À partir du document 9, explique la transformation de l'argile au cours de la subduction.
- En te fondant sur le document 10 :
  - désigne trois exemples de séries métamorphiques et les roches métamorphiques de chaque série.
  - indique les catégories de roches qui peuvent subir le métamorphisme.

### LEXIQUE

<b>Série métamorphique</b>	succession de roches métamorphiques issues de la transformation d'une même roche.
----------------------------	---

### BILAN

#### LES CARACTÈRES COMMUNS AUX ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Les roches métamorphiques subissent, souvent, des déformations. Ces contraintes entraînent l'apparition de structures particulières dans la roche. On peut en distinguer trois types qui se succèdent avec l'intensité du métamorphisme :

- Une **stratification** : elle résulte des dépôts, en couches superposées, dus aux phénomènes de sédimentation.
- Une **schistosité** : c'est lorsque la roche est débitée en feuillets de même composition minéralogique. Cette disposition apparaît à partir de 5 km de profondeur. Elle peut apparaître lors de la diagenèse (pression lithostatique), mais elle est souvent à relier aux contraintes tectoniques.
- Une **foliation** : c'est lorsque les nouveaux minéraux qui apparaissent ou minéraux néoformés s'aplatissent et s'orientent selon la direction de la schistosité en se regroupant sous forme de lits sombres qui alternent avec des lits clairs. (Micaschistes, gneiss). La foliation apparaît à partir de 10 Km de profondeur.

#### Les facteurs du métamorphisme

- La **température** : plus on s'enfonce sous terre, plus la température augmente. En moyenne, l'augmentation est de 3°C tous les 100 mètres ; c'est le **gradient géothermique moyen**.
  - La **pression** : elle augmente aussi avec la profondeur. L'augmentation de la pression peut avoir différentes origines :
    - le poids des roches accumulées par subsidence sédimentaire, par subduction ou par chevauchement et charriage. La pression entraîne une compaction et la diagenèse. C'est la **pression lithostatique**.
    - les phénomènes tectoniques. C'est la **pression de contrainte**.
    - les fluides (dioxyde de carbone, eau), lors de leur libération : c'est la **pression hydrostatique**.
- Quand une roche s'enfonce, elle subit, d'abord, les phénomènes de la diagenèse. Au fur et à mesure que la température et la pression augmentent, de nouveaux minéraux se forment. Il y a, alors, **métamorphisme**. Le métamorphisme correspond à l'intervalle existant entre la diagenèse des sédiments (faible température et faible pression) et la fusion des roches (par **anatexie**). La roche reste, toujours, solide et garde la même composition chimique (isochimique) malgré les transformations subies.

#### Les différents types de métamorphismes

On peut distinguer deux principaux types de métamorphismes : le **métamorphisme de contact** et le **métamorphisme régional**.

#### Les séries métamorphiques

La roche de départ peut être n'importe quelle roche (magmatique, sédimentaire ou métamorphique déjà existante). On distingue :

- le **para-métamorphisme** : si c'est une roche sédimentaire qui est métamorphisée ;
  - l'**ortho-métamorphisme** : si c'est une roche magmatique qui est métamorphisée ;
  - le **poly-métamorphisme** : si c'est une roche métamorphique qui est métamorphisée ;
- Chaque type de métamorphisme donne naissance à des séries métamorphiques.

Exemple de para-métamorphisme : ARGILE → ARDOISE → SCHISTE → GNEISS



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

Classe les roches dont les noms suivent dans l'une des catégories indiquées.

Roche : micaschiste, granite, argile, basalte, grès, gneiss, rhyolite.

Catégorie : métamorphique, volcanique, plutonique, sédimentaire.

### Exercice 2

1- Cite les caractères communs aux roches métamorphiques.

2- Rappelle les noms des différents types de métamorphismes et leurs caractéristiques.

3- Définis les termes et expressions suivants : métamorphisme, épizone, catazone et facteurs du métamorphisme.

### Exercice 3

Recopie et remplace chaque chiffre par le mot convenable.

Les roches magmatiques se forment différemment. Un refroidissement ...(1)... du magma permet la formation d'une roche volcanique, alors qu'un refroidissement ...(2)... en profondeur donne naissance à une roche plutonique, entièrement, cristallisée comme le ...(3)... . L'enfouissement de ces roches, à de grandes profondeurs, les expose à des ...(4)... et à des ...(5)... très élevées. Ces facteurs physiques provoquent leur ...(6)... en roches métamorphiques.

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

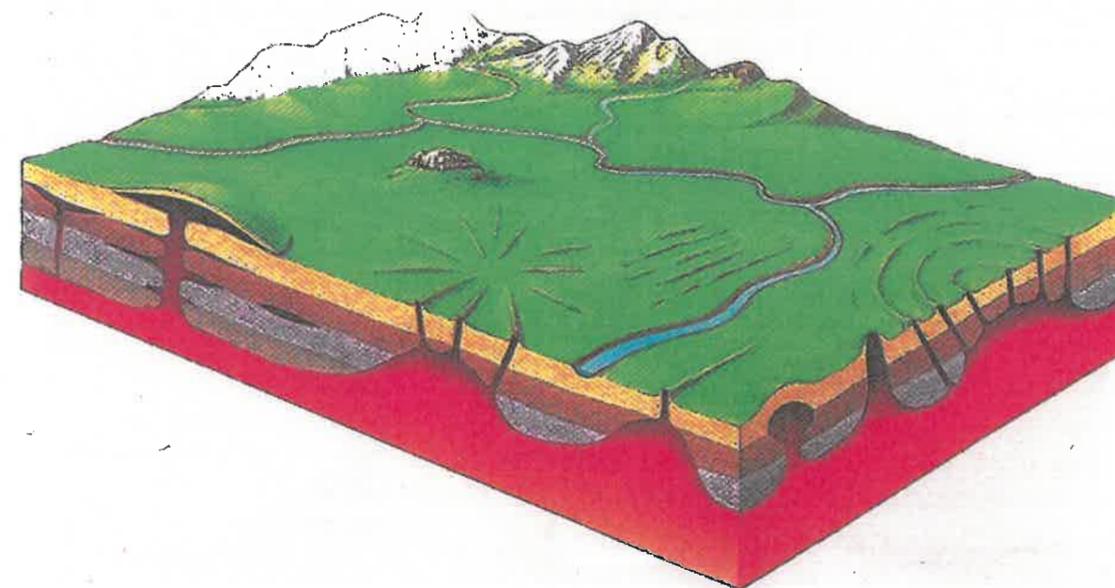
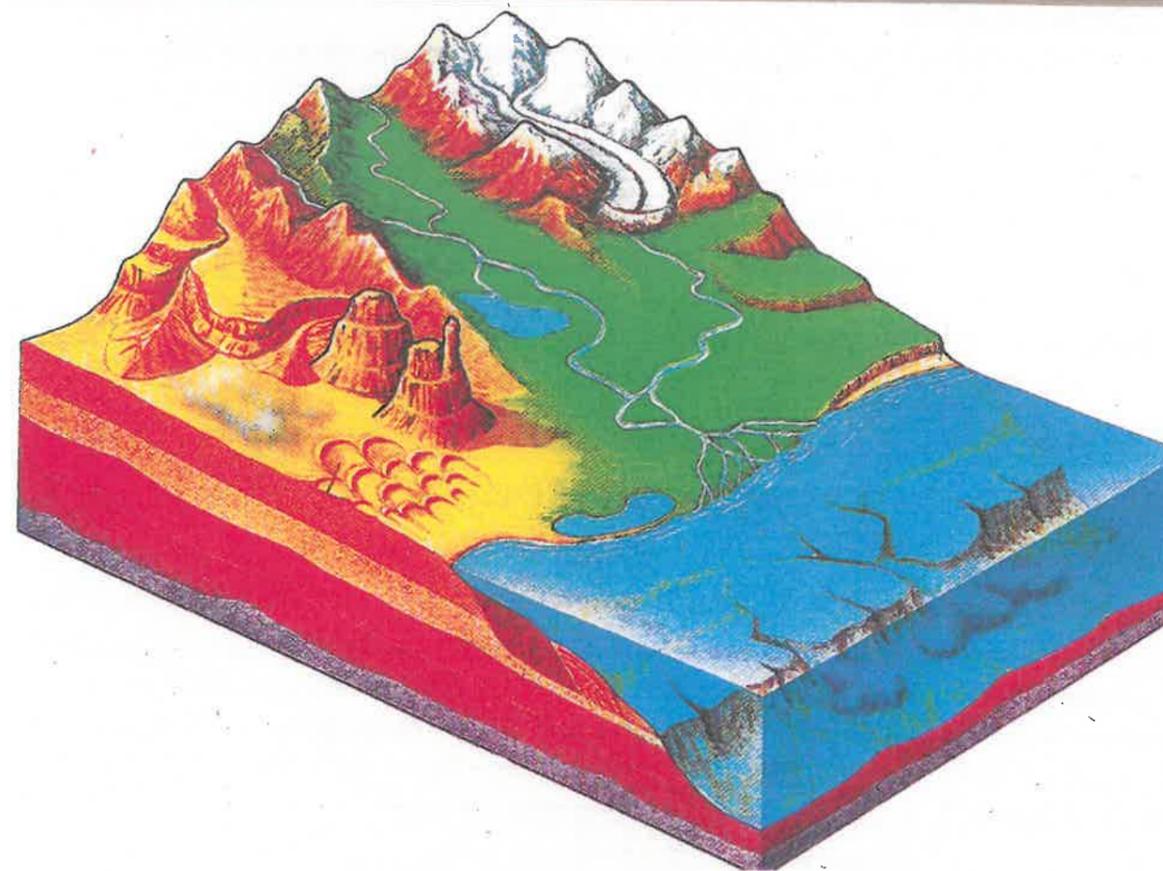
### Exercice 4

« Dans l'intérieur du globe terrestre, pression et température se livrent une lutte féroce pour savoir laquelle exerce une influence prépondérante sur la matière. L'une et l'autre augmentent avec la profondeur, mais leurs influences respectives sont antagonistes. Dans le manteau terrestre, c'est la pression qui l'emporte. Autrement dit, une roche portée à 1300°C à la surface de la terre est fondue et à la même température, la même roche à 200 km de profondeur est solide... Si nous remontons cette roche, brutalement, à la surface, elle sera, toujours, à 1300°, mais la pression ayant disparu, elle fondra et se transformera en liquide ou magma... »

1- Relève, dans le texte, les fragments de phrases qui permettent de comprendre pourquoi les roches du manteau sont solides, malgré la température élevée.

2- Quel facteur physique peut produire leur fusion ?

## THÈME V. LE CYCLE DES ROCHES



# CHAPITRE 14 LE CYCLE DES ROCHES

Au niveau de la planète Terre, la plupart des phénomènes obéissent à des cycles : cycle de la vie, cycle de l'eau, cycle du carbone, cycle de l'azote, ... À l'intérieur de ces cycles, une matière est ramenée inévitablement, vers son point d'origine après avoir connu plusieurs états. La Terre elle-même tourne sur son axe et autour du soleil et revient à son point de départ. Le cycle des roches fait partie de ces nombreux cycles qui gouvernent le fonctionnement de la terre.

Quelles sont les étapes de l'évolution d'une roche à travers le cycle des roches ?

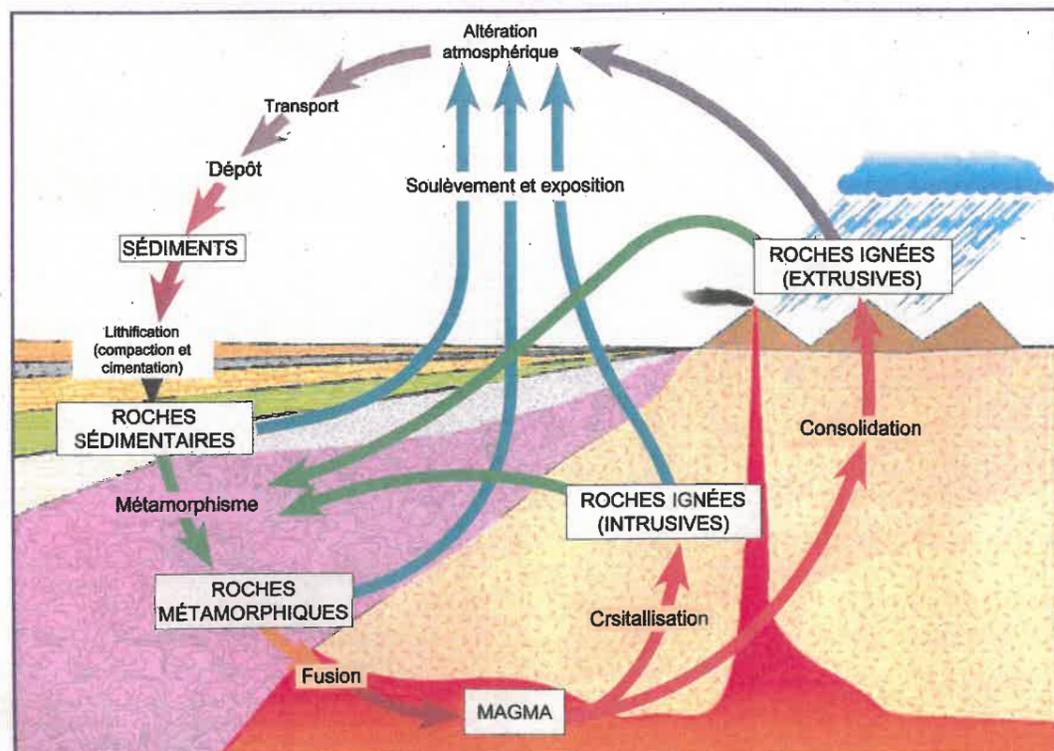
**Problème.** Quelles sont les étapes de l'évolution d'une roche à travers le cycle des roches ?

**Objectif :** Identifier les principales étapes de la transformation d'une roche au cours du cycle.

## LES ÉTAPES DE L'ÉVOLUTION D'UNE ROCHE À TRAVERS LE CYCLE DES ROCHES

### Les principales étapes de la transformation d'une roche au cours du cycle

Les principaux types de roches sont : les roches ignées, les roches sédimentaires et les roches métamorphiques. Chaque type de roches, dans son évolution, peut se transformer en l'une ou l'autre catégorie, avant de revenir à son état initial, au court du cycle comme le montre le schéma ci-dessous.



Document. Cycle des roches

## ACTIVITES

À l'aide du document, décris l'un des parcours possibles de chacun des trois principaux types de roches, à travers le cycle.

## LEXIQUE

<b>Magma</b>	roche fondue.
<b>Roche magmatique</b> (roche ignée)	elle provient du refroidissement du magma fondu (roches volcaniques et les roches plutoniques).
<b>Roche volcanique</b> (roche extrusive)	elle résulte de coulées de lave solidifiée en surface.
<b>Roche plutonique</b> (roche intrusive)	elle a cristallisé, lentement, en profondeur à partir du magma «superficiel».
<b>Roche sédimentaire</b>	roche formée par accumulation de sédiments issus de l'érosion des roches affleurant en surface.

## BILAN

Chaque catégorie de roches (roches ignées, roches sédimentaires et roches métamorphiques) prendra des millions d'années pour accomplir le voyage à travers le cycle des roches.

### ROCHES IGNÉES

À certains endroits dans les profondeurs de l'écorce terrestre, les roches ont fondu et se sont transformées en magma, qui est un mélange de cristaux et de roches liquides. Quand le magma fait surface en jaillissant d'un volcan, on l'appelle "lave". Lorsque la lave refroidit et durcit sur la surface terrestre, elle devient une "roche ignée volcanique". Toutefois, lorsque le magma refroidit et durcit sous la terre, il devient une "roche ignée plutonique".

### ROCHES SÉDIMENTAIRES

Le vent et l'eau causent l'érosion en détachant de petits morceaux de roches et en les transportant d'un endroit à un autre. Petit à petit, ces morceaux s'ajoutent au sable, aux cailloux, aux coquilles et aux matières végétales pour former des couches qu'on appelle "sédiments". Au cours d'une longue période de temps, les sédiments durcissent et deviennent de la roche. C'est ainsi que se forme la roche sédimentaire. La plupart des roches sur la surface terrestre sont des roches sédimentaires.

### ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Les roches changent au fur et à mesure qu'elles sont chauffées et pressées, un peu comme la pâte à biscuits change lorsqu'elle cuit. Les roches qui se trouvent dans les profondeurs de la terre sont soumises à une chaleur et à une pression intenses. Avec le temps, ces forces transforment les roches sédimentaires ou ignées en un autre type de roche qu'on appelle "roche métamorphique".



## THÈME VI. LA CHRONOLOGIE



THÈME VI. LA CHRONOLOGIE



## CHAPITRE 15 LA CHRONOLOGIE EN GÉOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE  
CHAPITRE 15

La géologie s'intéresse à des phénomènes dont la durée varie de l'ordre de la minute (séismes) à quelques milliards d'années (histoire de la Terre). La chronologie tient un rôle essentiel dans la compréhension de l'histoire de la Terre. Pour ordonner les événements (sédimentation, orogénèse) et les structures (failles, plis, roches, minéraux) avec précision, les géologues utilisent de nombreux outils. La datation des fossiles, des événements et des structures est soit relative (A antérieur à B), soit absolue (date définie).

- Quelles sont les principes de la datation relative ?
- Quelles sont les principes de la datation absolue ?
- Comment est découpé le temps géologique ?

**Problème 1.** Quelles sont les principes de la chronologie relative ?

**Objectif :** Déterminer l'âge relatif des événements et des structures géologiques.

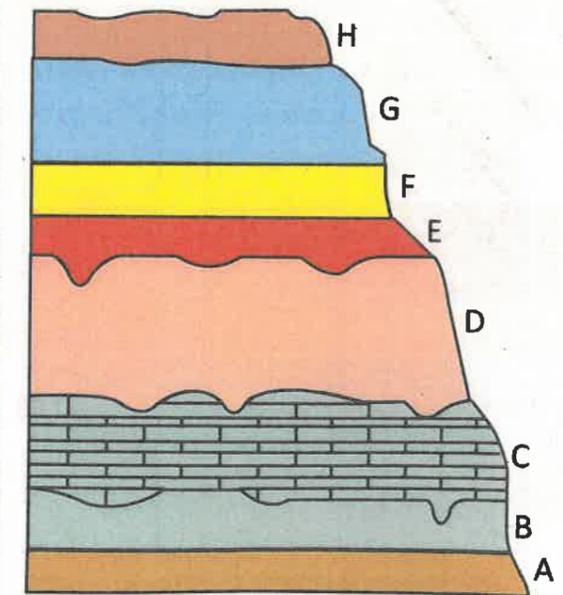
### I- LES PRINCIPES DE LA DATATION RELATIVE

#### L'âge relatif des événements et des structures géologiques

Les documents 1 et 2 montrent une succession de couches sédimentaires observées dans une région et un croquis illustrant une superposition de couches sédimentaires.



Document 1. Affleurement de roches sédimentaires.

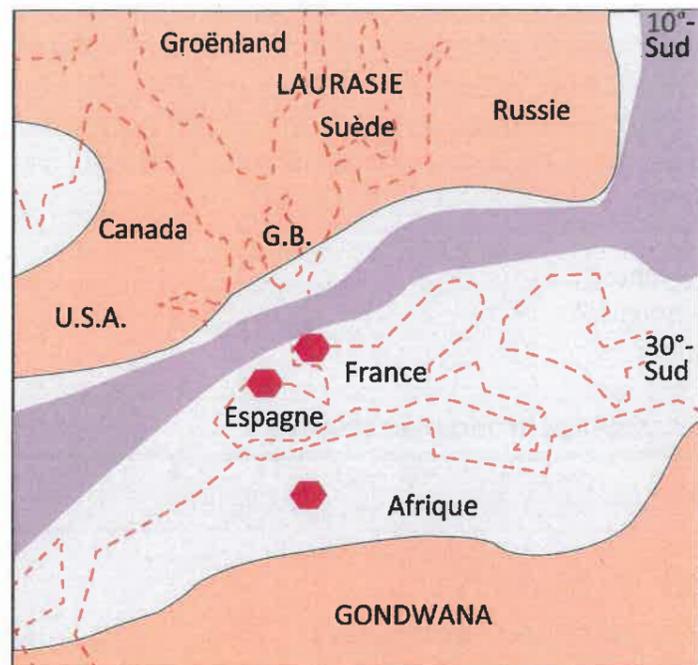


Document 2. Croquis illustrant une superposition de couches sédimentaires.

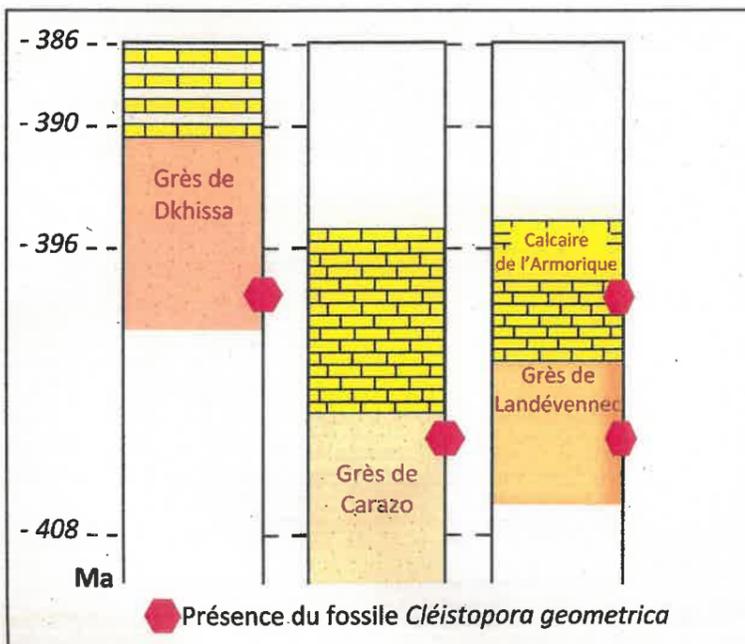
LA CHRONOLOGIE EN GÉOLOGIE



Dans la rade de Brest (**document 3**), certaines strates contiennent des fossiles de *Cleistopora geometrica*, un organisme marin colonial appartenant au groupe des coraux. Cette espèce n'a vécu qu'entre - 408 et - 400Ma. On retrouve ce type de fossiles en Bretagne (Grès de Landévennec et calcaires de l'Armorique), au nord de l'Espagne (grès de Carazo) et en Algérie (grès de Dkhissa) **document 4** et **document 5**.



**Document 3.** Localisation du fossile *Cleistopora geometrica*.

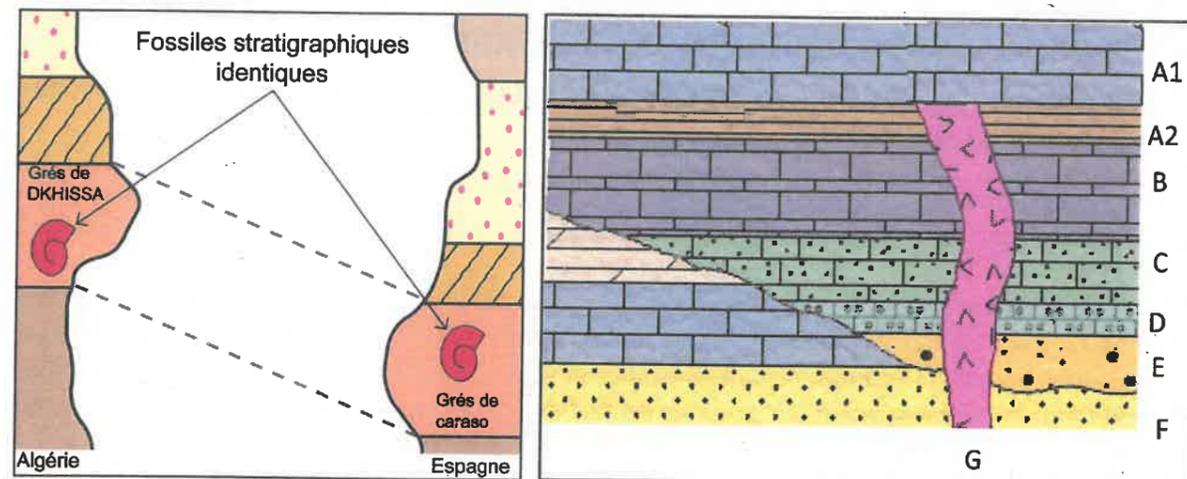


**Document 4.** Couches sédimentaires contenant *Cleistopora*.

- Terres émergées au Dévonien inférieur.
- Frontières fictives des continents actuels
- Mer épicontinentale (plateau continental)
- Océan (plancher océanique)
- Localisation des fossiles de *Cleistopora geometrica*

THÈME VI. LA CHRONOLOGIE

Le **document 6** représente la coupe schématique d'une région montrant quelques types de contacts que l'on peut rencontrer entre des couches de roches qui sont disposées selon leur dépôt naturel. Une intrusion magmatique G traverse certaines de ces couches.



**Document 5.** Grès de Dkhissa en Algérie et grès de Carazo en Espagne. **Document 6.** Coupe schématique d'une région.

**ACTIVITES**

- 1- Réalise un schéma d'interprétation du **document 1** montrant des roches sédimentaires.
- 2- Classe les couches sédimentaires (H, G, F...A) du **document 2** de la plus ancienne à la plus récente. Déduis-en l'énoncé du principe de superposition.
- 3- À partir du **document 3**, cite les pays dans lesquels on retrouve les fossiles de *Cleistopora geometrica*.
- 4- En t'appuyant sur les **documents 4** et **5**, donne l'argument qui permet d'affirmer que le grès de Dkhissa, le grès de Carazo, le calcaire de l'Armorique et le grès de Landévennec se sont déposés au cours de la même période géologique. Déduis-en l'énoncé du principe d'identité paléontologique.
- 5- Énonce le principe de continuité, à partir du **document 5**. Donne l'âge relatif des couches A à F.
- 6- À partir du **document 6**, détermine l'âge relatif de l'intrusion magmatique G par rapport aux couches A1, A2 et les autres. Déduis-en l'énoncé du principe de recoupement ou d'intrusion.

**LEXIQUE**

<b>Datation relative</b> (chronologie relative)	classement, dans le temps, des événements les uns par rapport aux autres.
<b>Datation absolue</b> (chronologie absolue)	estimation de la durée des événements géologiques.

DEUXIÈME PARTIE CHAPITRE 15 LA CHRONOLOGIE EN GÉOLOGIE

**Problème 2.** Quelles sont les principes de la chronologie absolue ?

**Objectif :** Déterminer l'âge numérique des événements géologiques.

**II- LES PRINCIPES DE LA CHRONOLOGIE ABSOLUE**

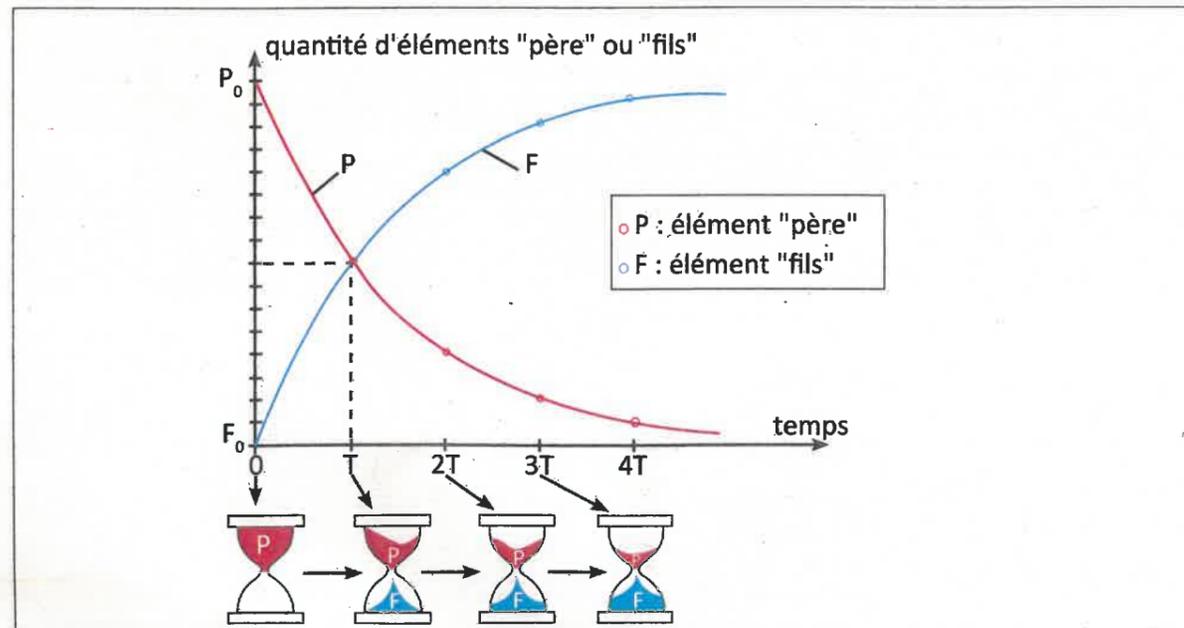
**L'âge numérique des événements et des structures géologiques : le principe de la datation au carbone 14**

La datation au carbone 14 repose sur la mesure de l'activité de désintégration du carbone 14 présent dans la matière organique que l'on cherche à dater. Elle a été inventée en 1949 par Willard Frank Libby.

Tous les êtres vivants contiennent un peu de carbone 14. Tant qu'on vit, cette proportion de carbone 14, par rapport au carbone 12, reste constante. Lorsque l'organisme meurt, le carbone 14 cesse de se renouveler. Il commence à se désintégrer selon un certain rythme appelé demi-vie ou période de demi-désintégration. La demi-vie du carbone 14 est de 5 730 ans. Concrètement, cela signifie qu'il lui faut 5 730 ans pour réduire son nombre d'atomes ou sa masse de moitié. De façon encore plus concrète, si on a 10 000 atomes de carbone 14 enfermés dans une petite boîte, il n'en restera plus que 5 000 en l'an 5 734. En l'an 13 464, ils ne seront plus que 2 500, et ainsi de suite... Cette technique, qui permet de dater les faits récents jusqu'à 50 000 ans, ne fonctionne toutefois que pour la matière organique dans laquelle le carbone occupe une place prépondérante. On peut, ainsi, dater tous les restes d'êtres vivants préexistants (du bois, du tissu, des os, du cuir...) isolés ou incrustés dans de la roche.

**Document 7.** Méthode de datation au carbone 14 ( $C^{14}$ ).

Le **document 8** présente le principe de la désintégration radioactive des corps radioactifs. Le corps radioactif est un composé instable constitué d'éléments « père » (P) qui, en se désintégrant, donnent naissance à des éléments « fils » (F) stables au bout d'un temps appelé demi-vie.



**Document 8.** Principe de désintégration radioactive des corps radioactifs.

THÈME VI. LA CHRONOLOGIE

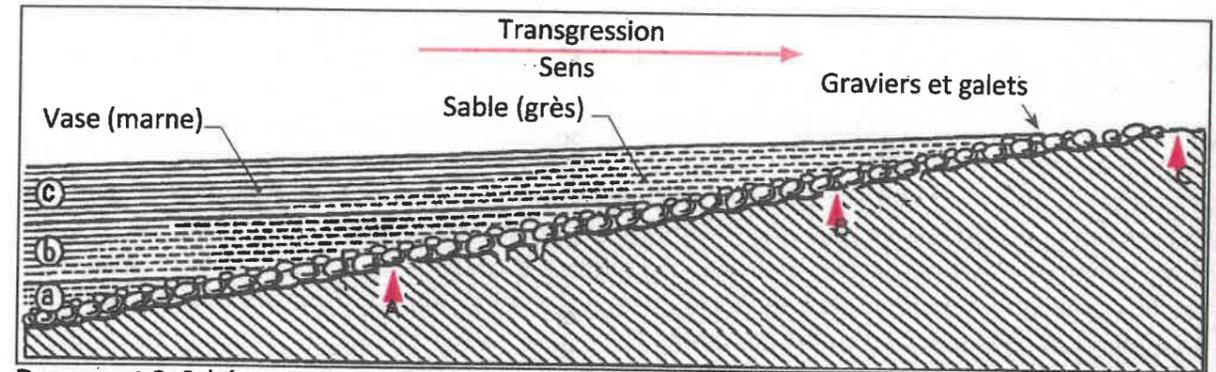
**Problème 3.** Comment est découpé le temps géologique ?

**Objectifs :**

- Identifier les grands événements géologiques.
- Déterminer les modalités de découpage du temps géologique.

**III- LE DÉCOUPAGE DU TEMPS GÉOLOGIQUE**

**A - Les grands événements géologiques**



**Document 9.** Schéma montrant différents dépôts sédimentaires au cours d'une transgression.

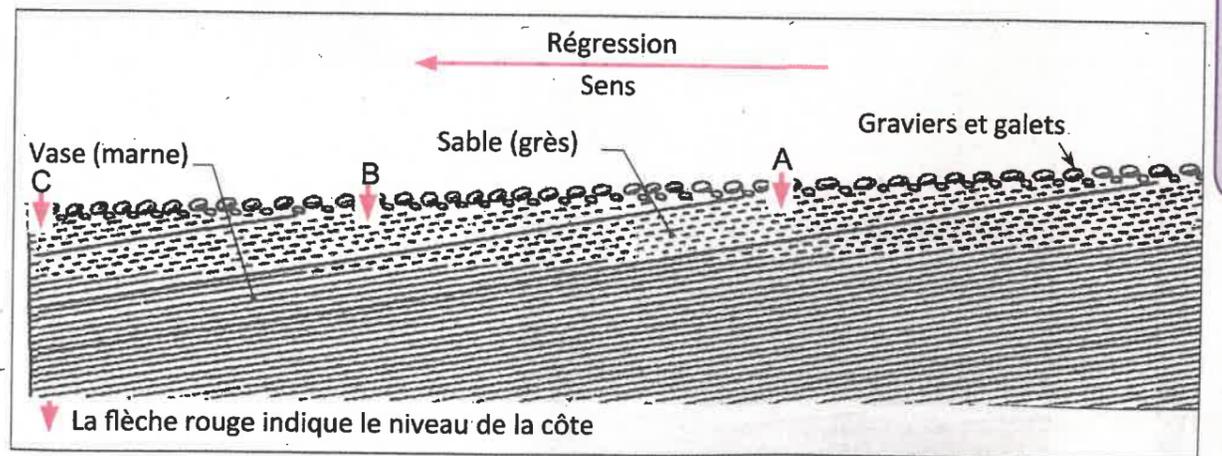
Ce sont des variations du niveau de la mer (limites côtières) à l'échelle des temps géologiques. Elles sont dues aux phénomènes climatiques liés soit aux glaciations soit aux réchauffements, mais aussi, parfois, selon des variations d'amplitude des dorsales médio-océaniques (subsides ou, au contraire, à des soulèvements, voire des basculements de plaques lithosphériques).

Lorsque la côte est en A, les galets et graviers a se déposent le long du rivage.

Lorsque celui-ci se déplace et arrive en B, des sables b (qui se transformeront en grès) se déposent et recouvrent les galets et graviers.

Lorsque la côte se retrouve en C, il se dépose de la vase c (qui donnera des marnes) qui recouvre le sable. Le passage de sédiments grossiers à des sédiments plus fins indique un approfondissement de la mer, c'est-à-dire un éloignement du rivage.

Au cours de cette transgression marine, beaucoup d'espèces animales et végétales sont englouties et disparaissent, on parle d'extinction d'espèces.



La flèche rouge indique le niveau de la côte

**Document 10.** Schéma montrant différents dépôts sédimentaires au cours d'une régression.



LA CHRONOLOGIE EN GÉOLOGIE CHAPITRE 15 DEUXIÈME PARTIE

Les dépôts sédimentaires se produisent, mais en sens inverse. Il y a, successivement, dépôts de vase ou marnes, puis les sables et grès et, enfin, les galets et graviers.

### Les glaciations

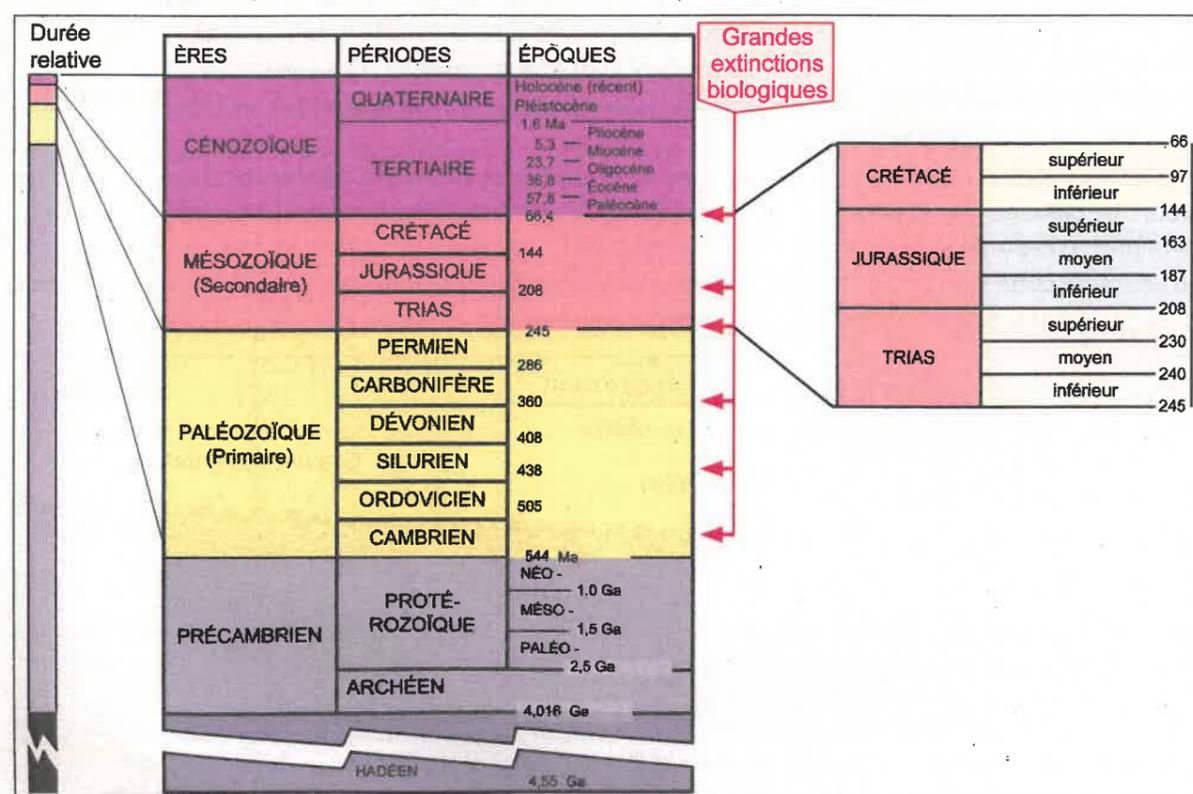
Une glaciation (ou englaciation) est une période glaciaire marquée par un abaissement des températures qui fait qu'une part importante des continents est recouverte de glace. D'après l'aspect de certains dépôts et la nature de certaines roches, les géologues ont pu identifier huit grandes périodes glaciaires. La plus ancienne connue remonte au précambrien, il y a environ 2,30 milliards d'années à 2,70 milliards d'années. À cette époque, il n'existait qu'un seul continent le Gondwana et c'est entre 2,30 milliards d'années et 600 millions d'années que les glaciations ont été les plus importantes. La Terre était, entièrement, recouverte de glace jusqu'à l'équateur et les océans gelés peuvent l'être jusqu'à 1000 mètres de profondeur. Les glaciations ont modifié l'environnement et influencé l'évolution de la vie. La glaciation du carbonifère (vers -280 millions d'années) semble avoir entraîné d'importantes modifications dans la vie végétale, comme l'atteste l'observation de certains fossiles : les calamites (sortes de prêles fossiles).

Ces glaciations s'accompagnent, souvent, d'extinction d'animaux et de végétaux non adaptés à ces fortes variations de température. Après chaque glaciation, apparaissent des espèces nouvelles adaptées aux conditions naturelles du moment.

**Document 11.** Les phénomènes de glaciations et leurs conséquences.

### B - Le découpage du temps géologique

Les temps géologiques sont découpés en ères (primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire). Les ères sont découpés en périodes qui, à leur tour, sont découpés en époques.



**Document 12.** Chronologie des temps géologiques (ères, périodes, époques et âges).

### ACTIVITES

- En t'appuyant sur le **document 7** :
  - donne le nom de l'inventeur de la méthode de datation au carbone 14.
  - définis la notion de demi-vie.
- Explique, à l'aide des **documents 7 et 8**, le principe de la datation au carbone 14.
- Explique les causes de la transgression marine à partir du **document 9**.
- Indique les conséquences des transgressions, des régressions et des glaciations sur les êtres vivants, à partir des **documents 9, 10 et 11**.
- Situe, à l'aide du **document 12**, les moments des grandes extinctions biologiques.
- Explique pourquoi ces extinctions biologiques permettent la délimitation des temps géologiques.
- Cite quatre grandes divisions des temps géologiques en précisant les âges limites de chacun.
- Cite d'autres subdivisions des temps géologiques.

### BILAN

Pour dater les couches sédimentaires ou les événements géologiques, les géologues utilisent la datation relative et la datation absolue.

La datation relative repose sur les quatre principes suivants :

Le **principe de superposition** qui stipule que dans un ensemble de strates non déformées et non remaniées, toute couche sédimentaire est plus récente que celle qu'elle recouvre et est plus ancienne que celle qui la surmonte.

Le **principe de continuité** qui permet de considérer, malgré les discontinuités d'affleurement, que deux couches séparées dans l'espace mais limitées par les mêmes couches à la base et au sommet, sont de même âge.

Le **principe de recoupement** qui indique que toute formation géologique qui en recoupe une autre lui est postérieure (plus récente).

Le **principe d'identité paléontologique** qui stipule que deux couches ayant le même contenu fossilifère sont de même âge.

Les fossiles stratigraphiques permettent de déterminer l'âge d'une roche avec précision. Ces fossiles doivent correspondre à des espèces ayant une très grande extension géographique et une très faible extension dans le temps.

La **datation relative** donne un âge approximatif à des ensembles sédimentaires ou des événements géologiques les uns par rapport aux autres.

La **datation absolue** donne un âge aux couches sédimentaires ou aux événements géologiques. Elle est fondée sur la désintégration de certains éléments chimiques présents à l'état de trace dans les échantillons de roches. Quelle que soit la quantité de l'élément « initial », il se réduit de moitié par désintégration durant un moment appelée période ou demi-vie (T). Cette demi-vie varie selon les éléments chimiques.

Les temps géologiques sont marqués par des événements biologiques correspondant à des extinctions d'espèces (disparition des reptiles dinosauriens à la fin du secondaire) et à l'apparition d'espèces mieux adaptées aux conditions de vie (apparition des mammifères et diversification à l'ère tertiaire).

Ces phénomènes biologiques sont, souvent, accompagnés de phénomènes géologiques comme les transgressions et les régressions marines qui délimitent les périodes des ères géologiques.

Le calendrier des temps géologiques montre quatre ères qui sont des plus anciens aux plus récents : le **paléozoïque** ou **ère primaire**, le **mésozoïque** ou **ère secondaire**, le **cénozoïque** ou **ère tertiaire** et l'**anthropozoïque** ou **ère quaternaire**. Chaque ère est subdivisée en périodes : exemple l'ère secondaire comprend trois périodes : le **trias**, le **jurassique** et le **crétacé**.



# ÉVALUATION

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1

Repère les affirmations VRAIES et corrige celles qui sont FAUSSES.

- 1- Dans un empilement de strates en position normale, les couches situées à la base de la série sont les plus récentes.
- 2- Deux ensembles de couches sédimentaires contenant les mêmes fossiles stratigraphiques sont de même âge.
- 3- Le carbone 14 permet de donner un âge absolu aux couches sédimentaires qui le contiennent.
- 4- Une faille est toujours antérieure aux ensembles sédimentaires qu'elle sépare.

### Exercice 2

Rédige une ou deux phrases avec chaque groupe de mots ou expressions suivantes.

- 1- Principe de superposition, âge relatif à un ensemble de couches sédimentaires.
- 2- Datation relative, principe d'identité paléontologique, principe de continuité.
- 3- Carbone 14, désintégration radioactive, demi-vie de 5 730 ans.

### Exercice 3

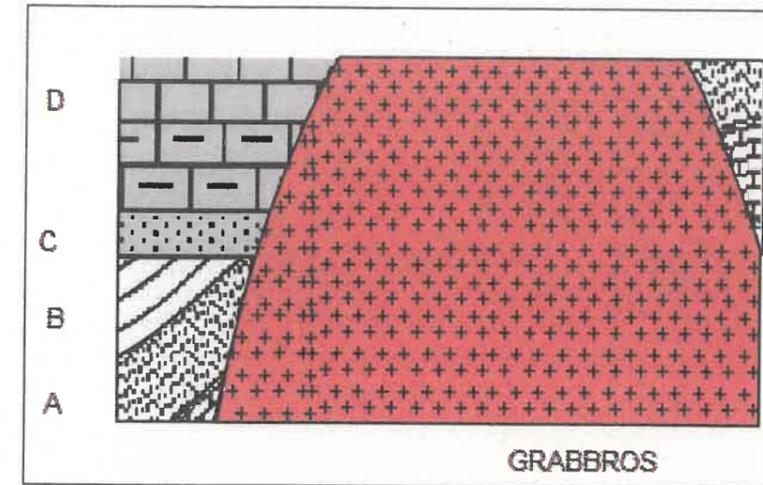
Associe chaque chiffre (1 et 2) à une lettre illustrant le type de datation.

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1) datation absolue  | a) Principe de superposition              |
| 2) datation relative | b) Principe d'identité paléontologique    |
|                      | c) Datation au carbone 14                 |
|                      | d) Principe d'intrusion ou de recoupement |

## COMPÉTENCES MÉTHODOLOGIQUES

### Exercice 4

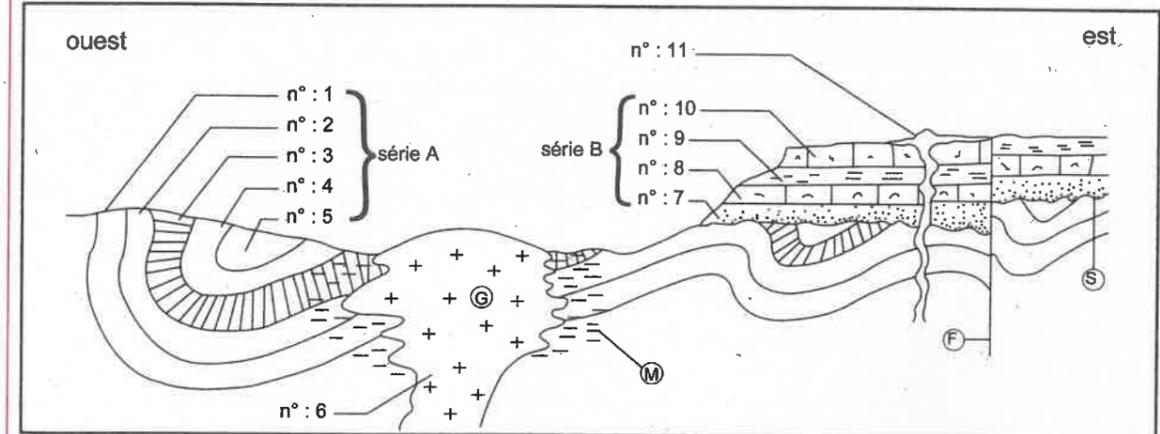
Le document qui suit présente la succession d'événements géologiques dans une région X.



- 1- Donne les noms des événements géologiques qui ont affecté cette région X.
- 2- Classe les événements, par ordre chronologique, du plus ancien au plus récent.
- 3- Rappelle les énoncés des principes de chronologie relative que tu as utilisés pour classer les événements.

### Exercice 5

On cherche à retrouver la chronologie des événements géologiques ayant eu lieu dans le sud du Massif central. Pour cela, on utilisera certains principes de la datation relative.



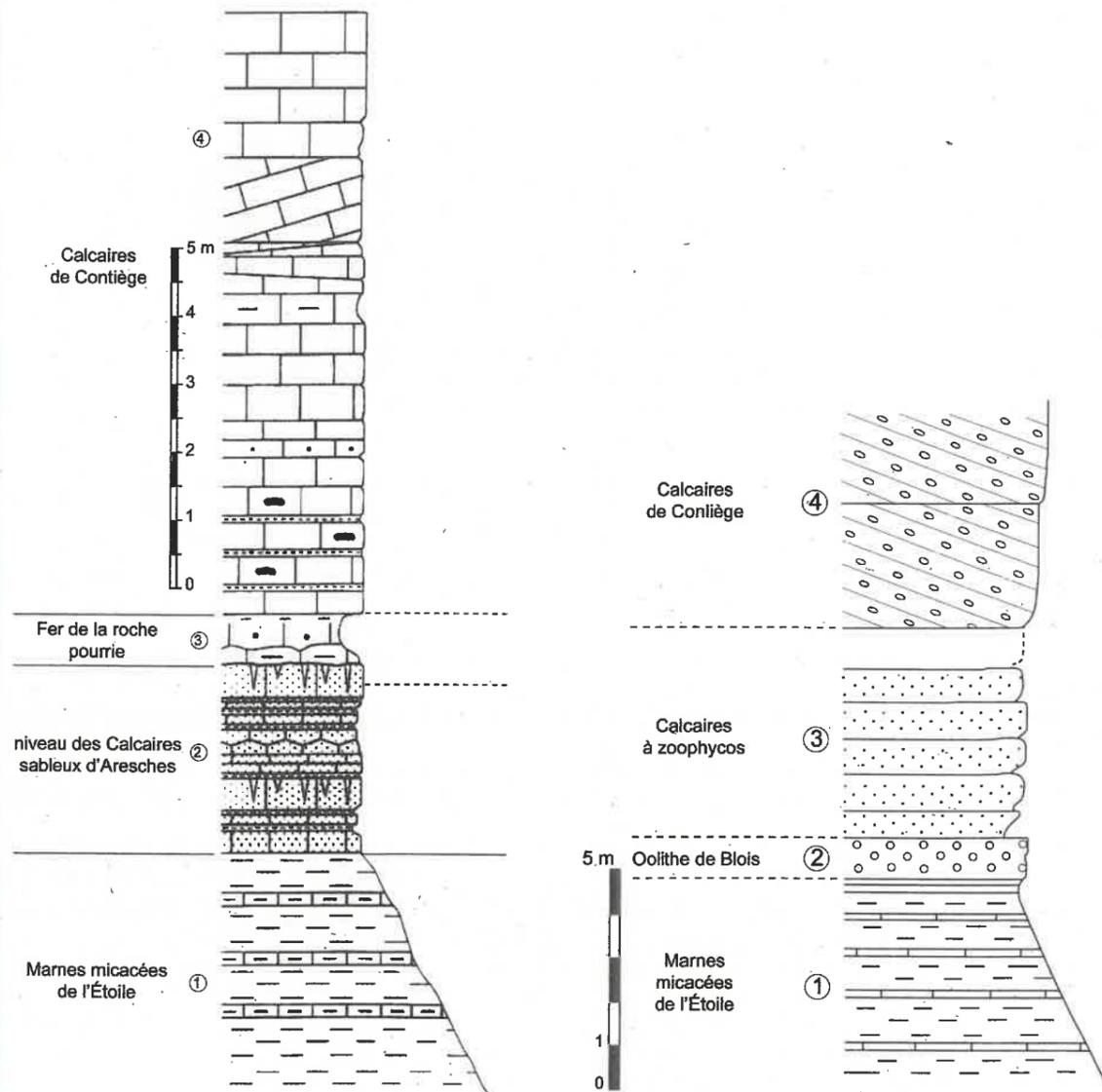
Séries A et B du Massif central

- M = Métamorphisme
- F = Faille
- S = Surface d'érosion

Établis la chronologie relative de chacune des séries A et B de cette région du massif central.

**Exercice 6**

Les régions A et B présentent deux coupes éloignées d'une centaine de kilomètres l'une de l'autre dans le Jura.



Région A du Jura - à 100 km de la région B.

Région B du Jura - à 100 km de la région A.

Sur chaque coupe est représentée la succession des strates numérotées de 1 à 4.

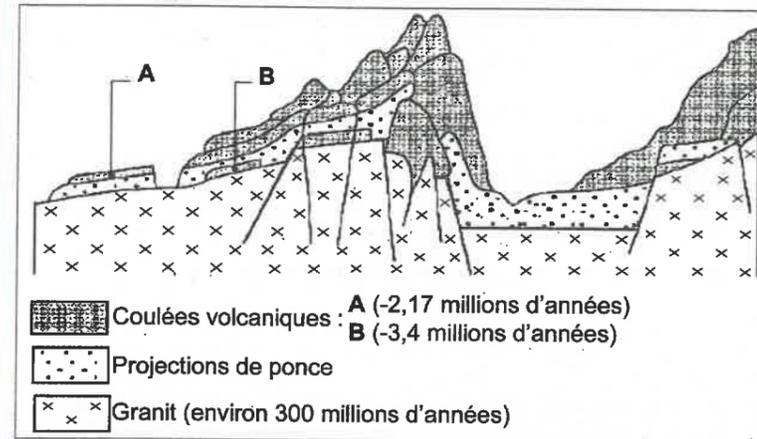
- 1- Décris la succession des strates. Que constates-tu ?
- 2- Les couches 2 de la région A et de la région B sont de même âge. Quel argument peux-tu donner pour valider cette affirmation ?

**Exercice 7**

On cherche à dater les projections de ponces provenant des éruptions volcaniques.

**Document 1.** Information sur les projections de ponces.

Les projections de ponces se sont mises en place lors d'une phase éruptive explosive. Elles contiennent des cristaux arrachés au soubassement granitique (le granite est composé de quartz, micas et feldspaths potassiques) lors des émissions fortement explosives. Il est impossible de séparer ces cristaux de granite des ponces.



**Document 2.** Coupe géologique au niveau de terrains à roches volcaniques et plutoniques.

- 1- À partir des informations extraites des documents 1 et 2, date les projections de ponces provenant des éruptions volcaniques.
- 2- Explique pourquoi, dans ce cas, la datation relative de ces ponces est plus fiable que leur datation absolue.

**Exercice 8**

Le document ci-dessous illustre le principe de la datation au carbone 14. Ce carbone, en se désintégrant, se transforme en azote 14. Les quantités de carbone 14 et d'azote 14 ont été mesurées au temps  $T_0$  correspondant à la mort du poisson et plusieurs années après au niveau des restes du poisson. En considérant que chaque point noir correspond à une unité de carbone 14 et chaque point vert à une unité d'azote 14.

Datation au Carbone 14 : Désintégration du Carbone 14 en Azote 14		
$T_0$ : mort	$T + 5730$ a	$T + 11460$ a

Quantité	$T_0$	$T_0 + 5730$ ans	$T_0 + 11460$ ans
De carbone	...	...	...
D'azote	...	...	...

- 1- Recopie et complète le tableau ci-dessus en t'appuyant sur le document de datation au carbone 14.
- 2- Trace les courbes d'évolution de la quantité de carbone et d'azote en fonction du temps.
- 3- Précise l'échelle que tu as utilisée pour réaliser la représentation graphique.

**Exercice 9**

**Les ammonites au cours des temps géologiques**

Les ammonites constituent un grand groupe de mollusques marins céphalopodes. Leur corps mou est protégé par une coquille dont la forme rappelle celle d'une corne de bélier. Actuellement, il n'y a pas d'ammonites sur notre planète. On ne les retrouve plus qu'à l'état de fossile.

- 1- À l'aide des données du tableau ci-dessous, construis le graphique représentant l'évolution du nombre d'ammonites au cours du temps.
- 2- Explique comment les scientifiques ont pu trouver les valeurs qui figurent dans le tableau.
- 3- Place, sur le graphique, la date d'apparition des ammonites, la période de développement, la période de régression et la date de disparition.

Nombre d'ammonites	0	20	40	50	100	250	400	350	0
Temps (en millions d'années)	- 445	- 380	- 350	- 300	- 250	- 220	- 140	- 80	- 60

**POUR EN SAVOIR PLUS**



**LIBBY WILLARD FRANK**  
(1908 - 1980)



**DIOP CHEIKH ANTA** (1923 - 1986)

Chimiste américain, né à Grand Valley (Colorado) et mort à Los Angeles, Willard Frank **LIBBY** effectue ses études à l'université de Californie à Berkeley. C'est à partir de 1945, à Chicago, que Libby met au point la méthode de datation radioactive au radiocarbone 14C. Cette méthode, testée avec des objets dont l'âge était connue, s'est révélée très fiable pour des anciennetés de l'ordre de 5 000 ans et encore utilisable jusqu'à 50 000 ans. Libby finit de mettre au point la méthode de datation dès 1947 et reçoit, en 1960, le prix nobel de chimie.

Cheikh Anta **DIOP** entreprend, en 1961, la création d'un laboratoire de datation par le Carbone 14 (radiocarbone) au sein de l'IFAN de Dakar alors dirigé par le professeur Théodore Monod. De nombreux domaines peuvent bénéficier de l'existence d'un tel laboratoire : l'archéologie, la préhistoire, l'histoire, la géologie, la climatologie ... Des relations de travail seront établies entre l'IFAN et le CEA français (Commissariat à l'Énergie Atomique)/CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique français) au travers, entre autres, de Jean Le Run, qui avait monté le premier ensemble de datation par le radiocarbone du CNRS à Gif-sur-Yvette, de Jacques Labeyrie, Directeur du CFR (Centre des Faibles Radioactivités) et Georgette Delibrias (Directrice du Laboratoire du Radiocarbone du CFR).



## SITUATION D'INTÉGRATION

### Contexte

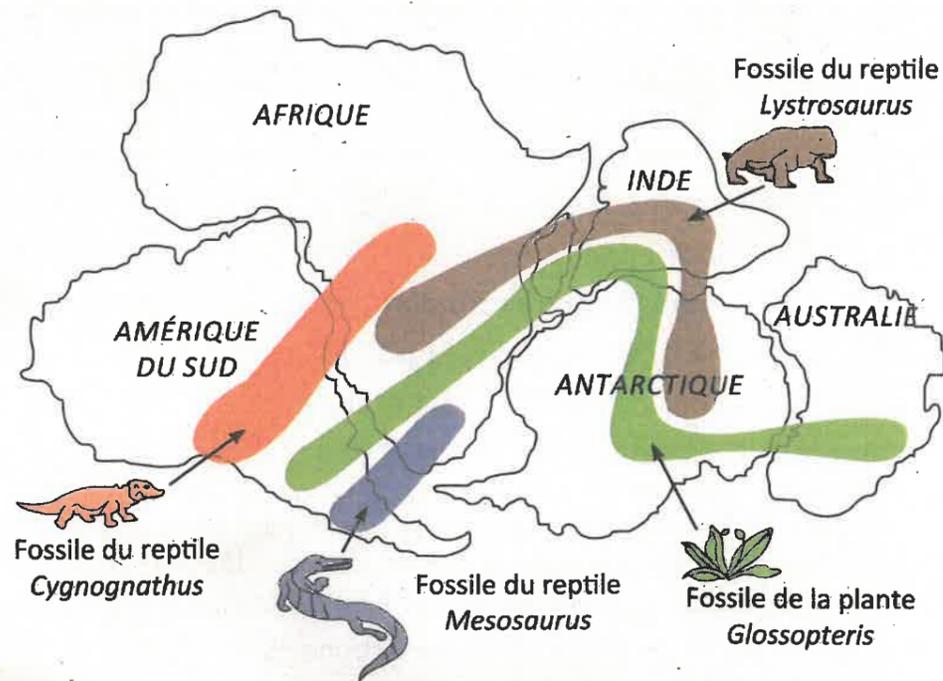
« La compagnie brésilienne d'Etat, Petrobras, vient de découvrir un gisement colossal de pétrole, le plus important de ces trente dernières années. La découverte est estimée à 33 milliards de barils en termes de réserves ; ce qui pourrait amener le Brésil à détenir le troisième principal gisement du monde. Le nouveau champ pétrolifère pourrait permettre au pays d'accéder à l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP). Dans tous les pays sud-américains (Brésil, Argentine, Uruguay) situés sur la côte ouest atlantique, des zones pétrolifères offshore ont été découverts ».

Damien Borjas, journaliste au « Bulletin de l'industrie pétrolière ». Les sud-africains et les angolais ayant appris cette découverte de pétrole offshore au Brésil, se lancèrent dans la prospection pétrolière dans leurs pays respectifs.

### Consigne

En partant des documents 1, 2, 3 et de tes connaissances sur la tectonique des plaques et sur les principes de la stratigraphie, rédige un texte d'une vingtaine de lignes pour expliquer pourquoi la prospection pétrolière en Afrique du sud et en Angola se justifie.

Le document 1 indique la position relative des continents (Afrique, Amérique du sud, Antarctique, Inde et Australie) les uns par rapport aux autres à l'ère secondaire et les êtres vivants qui les peuplaient vers - 240 millions d'années.



Document 1. Répartition des continents au secondaire: vers -240 millions d'années.

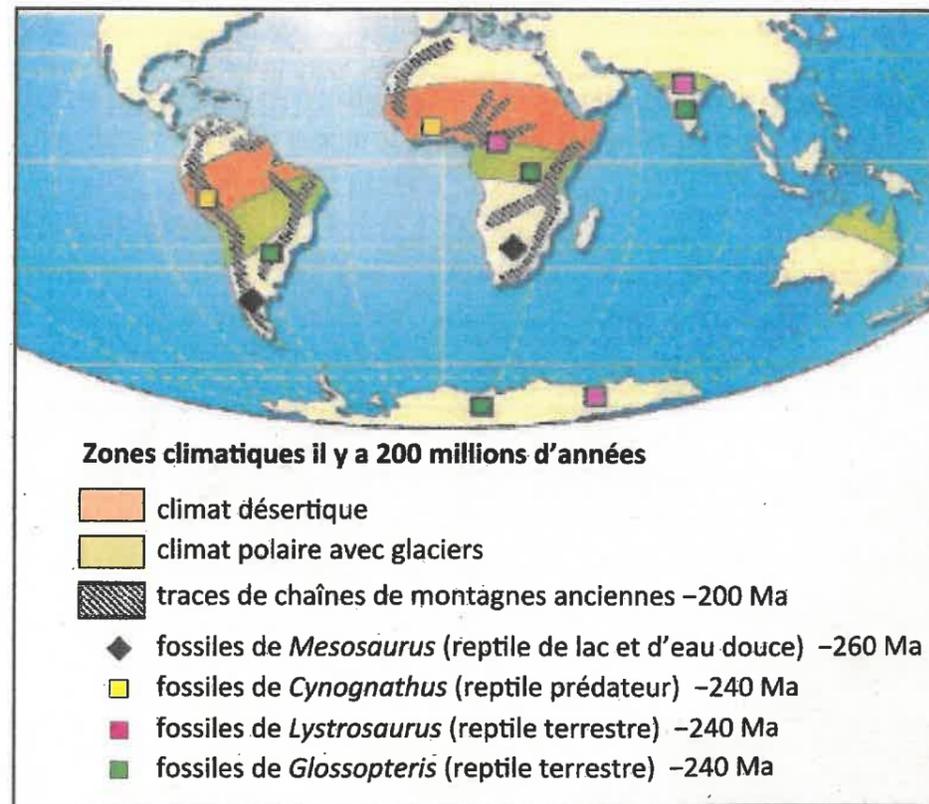
### Document 2. Gisement de pétrole au Brésil

Le groupe Petrobras estime, que le gisement de Tupi, au large des côtes est et sud-est du pays, recèlerait des réserves estimées entre 5 et 8 milliards de barils de pétrole et de gaz naturel, soit 40 % des réserves actuelles du pays.

Le gisement se situe sous 2 140 m d'eau, 3 000 m de sable et de rochers contenant des fossiles de mésosaurus et de glossoptéris, ainsi que sous 2 000 m de sel. Le forage sous-marin à travers cette épaisse couche de sel est une première pour Petrobras.

Avec 1 milliard de dollars d'investissement ces dernières années, 15 puits ont été forés pour atteindre cette couche. Ces puits produisent, à ce jour, une huile légère (28° API) à haute valeur commerciale et une grande quantité de gaz naturel associé. Petrobras élabore de nouveaux projets de forage pour atteindre des profondeurs de 5 000 à 7 000 mètres. Deux mille mètres ont déjà été creusés dans le sel. Les données obtenues à partir de ces puits permettent d'évaluer la surface du gisement : il s'étend de l'Etat d'Espirito Santo à l'Etat de Santa Catarina sur 800 km de long et 200 km de large, sous des profondeurs d'eau comprises entre 2 000 et 3 000 m.

Le document 3 indique la position actuelle des continents (Afrique, Amérique du sud, Inde, Antarctique et Australie), ainsi que les zones climatiques d'il y a 240 millions d'années et les fossiles.



Document 3. Position actuelle des continents montrant les zones climatiques et les fossiles de -240Ma.

# Table des matières

PREMIERE PARTIE - SCIENCES DE LA VIE	
<b>THÈME I – FONCTION DE RELATION</b>	Page 10
<b>CHAPITRE 1- LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX</b>	Page 11
I - La perception de notre environnement	Page 11
A - Les stimuli responsables de nos comportements et les organes des sens correspondant aux stimuli	Page 11
B - Lieu de naissance des messages sensoriels	Page 12
C - Le devenir des messages sensoriels	Page 13
Lexique	Page 14
II - Les organes qui interviennent dans une réaction involontaire (réaction réflexe) .....	Page 15
A - Les organes du système nerveux	Page 15
B - Les organes qui interviennent dans une réaction réflexe, les relations entre ces organes ainsi que le sens de déplacement de l'influx nerveux.	Page 16
Lexique	Page 18
III - Les organes qui interviennent dans une réaction volontaire	Page 19
A - Les aires corticales	Page 19
B - Les organes qui interviennent dans une réaction volontaire, les relations entre ces organes ainsi que le sens de déplacement de l'influx nerveux	Page 21
Lexique	Page 22
IV - Hygiène pour un bon fonctionnement du système nerveux	Page 23
Les méfaits des substances nocives (drogue, alcool...), de la fatigue dans le fonctionnement du système nerveux	Page 23
Lexique	Page 25
Bilan	Page 26
Évaluation	Page 28
Pour en savoir plus	Page 38
<b>CHAPITRE 2- ÉTUDE DE LA VISION</b>	Page 40
I - Fonctionnement d'un œil normal	Page 40
Les mécanismes de fonctionnement d'un œil normal	Page 40
II - Fonctionnement d'un œil présentant une anomalie et principe de correction	Page 44
Les mécanismes de fonctionnement d'un œil présentant une anomalie	Page 44
Lexique	Page 45
Bilan	Page 46
Évaluation	Page 47
Situation d'intégration 1	Page 50
Pour en savoir plus	Page 51
Situation d'intégration 2	Page 53
<b>THÈME II – FONCTION DE NUTRITION</b>	Page 56
<b>CHAPITRE 3- LA RESPIRATION CHEZ L'ESPÈCE HUMAINE</b>	Page 57

I- Les échanges gazeux respiratoires avec l'atmosphère	Page 57
Mécanismes qui permettent le renouvellement de l'air dans les poumons	Page 57
Lexique	Page 59
II- les échanges gazeux respiratoires	Page 60
A - trajet de l'air dans l'appareil respiratoire	Page 60
B- Les échanges entre l'air atmosphérique et le sang	Page 61
III- Hygiène pour un bon fonctionnement de l'appareil respiratoire	Page 63
Les méfaits de la cigarette et de la pollution	Page 63
Lexique	Page 66
Bilan	Page 67
Évaluation	Page 68
Pour en savoir plus	Page 73
<b>CHAPITRE 4 – Les phénomènes énergétiques qui accompagnent la respiration</b>	Page 74
But des échanges réalisés entre les cellules et le sang	Page 74
A- Les échanges entre le sang et les organes	Page 74
B- origine de l'énergie utilisée par les organes	Page 75
Lexique	Page 76
Bilan	Page 77
Évaluation	Page 78
<b>CHAPITRE 5 – LA FERMENTATION ; UN AUTRE MOYEN DE SE PROCURER DE L'ÉNERGIE</b>	Page 80
La production d'énergie se fait-elle en absence de dioxygène	Page 80
A - Les caractéristiques de la respiration et celles de la fermentation	Page 80
B - Différence entre la respiration et la fermentation	Page 82
Lexique	Page 82
Bilan	Page 83
Évaluation	Page 84
Pour en savoir plus	Page 86
<b>CHAPITRE 6 – LE RÔLE DU REIN DANS L'EXCRÉTION URINAIRE ET LA RÉGULATION DU MILIEU INTÉRIEUR</b>	Page 87
Évacuation des déchets les reins	Page 87
A - Rôle du rein	Page 87
B - Les éléments constitutifs de l'appareil urinaire	Page 88
C - Les étapes de la formation de l'urine	Page 90
Lexique	Page 91
Bilan	Page 92
Évaluation	Page 93
Pour en savoir plus	Page 96
Situation d'intégration	Page 97

<b>THÈME III- IMMUNITÉ / DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE</b>	Page 98
<b>CHAPITRE 7 – L'IMMUNITÉ ET LA RÉPONSE IMMUNITAIRE</b>	Page 99
Les défenses naturelles de l'organisme	Page 99
A- Les caractéristiques de la réaction inflammatoire	Page 99
B - Rôle des leucocytes	Page 100
C - Propriétés du système immunitaire	Page 104
Lexique	Page 106
Bilan	Page 107
Évaluation	Page 108
<b>CHAPITRE 8 – LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME IMMUNITAIRE</b>	Page 115
Rôle du système immunitaire dans la défense de l'organisme	Page 116
Les éléments constitutifs du système immunitaire et leurs rôles	Page 116
Lexique	Page 118
Bilan	Page 118
Évaluation	Page 119
Pour en savoir plus	Page 120
<b>CHAPITRE 9 – AUTRES MANIFESTATION DE L'IMMUNITÉ</b>	Page 121
I- Manifestation de l'immunité lors des transfusions sanguines	Page 121
A- Les groupes sanguins	Page 121
B- Les principes de la transfusion sanguine	Page 123
Lexique	Page 124
II- Manifestation de l'immunité lors des opérations de greffes d'organes	Page 125
A- Les modalités de greffes d'organes	Page 125
B- Les modalités de rejets	Page 125
C- Les moyens de prévention des rejets	Page 126
Lexique	Page 127
Bilan	Page 127
Évaluation	Page 128
Pour en savoir plus	Page 131
<b>CHAPITRE 10 – AIDE À L'IMMUNITÉ</b>	Page 132
A - La vaccination	Page 132
B - La sérothérapie	Page 135
C - L'antibiothérapie	Page 136
Lexique	Page 138
Bilan	Page 139
Évaluation	Page 140
Pour en savoir plus	Page 144

<b>CHAPITRE 11 – DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME IMMUNITAIRE : CAS DU SIDA</b>	Page 145
I- l'infection au VIH entraîne t- elle le dysfonctionnement du système immunitaire	Page 145
Les caractéristiques de l'infection au VIH	Page 145
Lexique	Page 146
II- Luter contre la propagation du SIDA	Page 147
A- Les modes de transmission au VIH	Page 147
B - Les moyens de prévention du SIDA	Page 147
Lexique	Page 148
Bilan	Page 148
Évaluation	Page 149
<b>DEUXIÈME PARTIE - SCIENCES DE LA TERRE</b>	Page 152
<b>THÈME IV- LA TECTONIQUE DES PLAQUES</b>	Page 154
<b>CHAPITRE 12 – LA TECTONIQUE DES PLAQUES</b>	Page 155
I- Les fondements de la théorie de Wegener	Page 155
Les arguments qui ont permis à Wegener d'affirmer sa théorie	Page 155
Lexique	Page 156
II- Le modèle actuel de la tectonique des plaques	Page 156
A- Les renseignements fournis par la répartition des volcans et des séismes à travers le monde	Page 157
B - Les plaques tectoniques et le sens leur mobilité	Page 158
C- Le moteur de la mobilité des plaques	Page 158
Lexique	Page 160
III- Les conséquences de la tectonique des plaques	Page 161
A - Naissance et expansion d'un océan	Page 161
B- La subduction	Page 163
C- Formation d'une chaîne de montagne	Page 164
Lexique	Page 164
Bilan	Page 165
Évaluation	Page 166
Pour en savoir plus	Page 172

<b>CHAPITRE 13 – MODE DE FORMATION DES ROCHES MÉTAMORPHIQUES</b>	Page 173
Principe général du métamorphisme	Page 173
A- caractères communs aux roches métamorphiques	Page 173
B- Les facteurs du métamorphisme	Page 174
C - Les différents types de métamorphisme	Page 175
Lexique	Page 176
Bilan	Page 177
Évaluation	Page 178
<b>THÈME V. LE CYCLE DES ROCHES</b>	Page 179
<b>CHAPITRE 14 – LE CYCLE DES ROCHES</b>	Page 180
Les étapes de l'évolution d'une roche à travers le cycle des roches	Page 180
Les principales étapes de la transformation d'une roche au cours du cycle	Page 180
Lexique	Page 181
Bilan	Page 181
<b>THÈME VI. LA CHRONOLOGIE</b>	Page 182
<b>CHAPITRE 15 – LA CHRONOLOGIE EN GÉOLOGIE</b>	Page 183
I- Les principes de la datation relative	Page 183
L'âge relatif des événements et des structures géologiques	Page 183
Lexique	Page 185
II- Les principes de la datation absolue	Page 186
L'âge numérique des événements et des structures géologiques : le principe de la datation au carbone 14	Page 186
III- Le découpage du temps géologique	Page 187
les grands événements géologiques	Page 187
Bilan	Page 189
Évaluation	Page 190
Pour en savoir plus	Page 195
Situation d'intégration	Page 196

## Bibliographie

1. **CNRP**, Programme officiel de mathématiques du Sénégal, 2008.
2. **CNFC**, TP-Elève, redynamisation de la pratique expérimentale en Sciences de la Vie et de la Terre, 2008
3. **DEMSG / EDB**, Rapport général du MAPPING (cartographie scolaire), 2009.
4. **DEMSG / EDB**, Cadre théorique pour l'amélioration du Curriculum de l'enseignement moyen (CRACEM), 2009.
5. **DEMSG / EDB**, Guide d'usage (GU) du programme de Sciences de la Vie et de la Terre du Sénégal, 2010.
6. **DEMSG / EDB**, Guide Pédagogique , 2010
7. **DEMSG / EDB**, La boîte à outils de l'évaluation formative, 2010
8. **MAGER F**, Comment définir les objectifs pédagogiques, Paris, Gauthier- Villars, 1977
9. **Hameline D.** Les objectifs pédagogiques en formation initiale et en formation continue, Paris, E.S.F, Entreprise moderne d'édition, 2<sup>ème</sup> édition, 1980
10. **J.M. DE KETELE**, Objectifs et évaluation, Bulletin de pédagogie universitaire, Kinshasa, 1983.
11. **J.M. DE KETELE**, Pédagogie en développement, De BOECK Wesmael S.A, 1995
12. **D'Hainaut**, Des fins aux objectifs de l'éducation. Bruxelles, 1983.
13. **De Ketèle**, L'approche par compétences : ses fondements. De Boeck. Bruxelles, 1996.
14. **Roegiers X**, Une pédagogie de l'intégration, compétences et intégration des acquis dans l'enseignement ; de Boeck, 2000, réédité en 2004.
15. **Roegiers X**, Des situations pour intégrer les acquis scolaires. De Boeck, 2003.

### **Auteurs**

Mamadou SENGHOR, Conseiller pédagogique au Pôle Régional  
de Formation (PRF) de Dakar

Cheikh Tidiane DIOP, Coordonnateur national des SVT

### **Collaborateur**

Gottfried Yves Kokou Egnona ZÉBADA, Assistant d'édition

### **Illustrateurs**

Papa Abdou Boun Malick BOP, Professeur d'éducation artistique

Mouhamadou K. TRAORÉ, Artiste plasticien graphiste

Amidou BADJI, Artiste plasticien graphiste

### **Infographistes**

Pape Ibrahima SEYDI

Frédéric Nana MENDY

Mamadou SAMBE



B.P. : 25729 Dakar-Fann

Dakar - Sénégal

e-mail : didactikossuarl@gmail.com

Édition 2018