

SVT

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

3^e

NOUVEAU PROGRAMME
2009

Directeur d'ouvrage

André Duco

Auteurs

Laure Ayrinhac

Sabine Bobée

Gilles Camus

Gérard Chapron

Geneviève Decarre

Fatima El Aziz Khalil

Clara Etner

Hervé Froissard

Camilia Hasnaoui

Gérard Guillot

Delphine Jourdin

Jean-Jacques Mangier

Rudy Moniez

Claire Piazzini

Lise Schroun

Gilles Thomas

Aurélie Zwang

Ce livre du professeur a été réalisé pour expliciter les choix pédagogiques et scientifiques du manuel de SVT 3^e. Il suit le découpage du manuel, en démontre la conformité par rapport au programme officiel, et surtout explique la démarche pédagogique voulue par les auteurs.

Les enseignants y trouveront des pistes de travail pour la classe et l'ensemble des compétences méthodologiques et techniques visées par les activités pédagogiques et les exercices du manuel.

Des fiches photocopiables, des exercices complémentaires, des schémas « muets », des documents et des compléments d'informations sont disponibles sur le site du manuel de SVT 3^e. (voir l'adresse ci-dessous).



Livre du professeur téléchargeable gratuitement sur le site compagnon du manuel SVT 3^e : www.libtheque.fr/svtcollege

Retrouvez à cette même adresse le **Lib' Premium**, livre interactif Belin, et les compléments du manuel téléchargeables gratuitement (voir la liste au dos de cet ouvrage).

Pour nous contacter : svt-college@editions-belin.fr

Couverture : © DLILLC/Corbis

Mise en page : Microcompo

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » [article L. 122-5] ; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple ou d'illustration. En revanche « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » [article L. 122-4]. La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. [Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris], l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© Éditions Belin 2012

Sommaire

• Partie A	DIVERSITÉ ET UNITÉ DES ÊTRES HUMAINS	4
Chapitre 1	Tous semblables et tous différents	5
Chapitre 2	Chromosomes et information génétique	10
Chapitre 3	Information génétique et division cellulaire	14
Chapitre 4	L'origine de la diversité des êtres humains	17
• Partie B	RISQUE INFECTIEUX ET PROTECTION DE L'ORGANISME	21
Chapitre 1	L'Homme face aux micro-organismes	22
Chapitre 2	Les défenses de l'organisme contre les micro-organismes	27
Chapitre 3	Stimulations et perturbations du système immunitaire	32
• Partie C	ÉVOLUTION DES ORGANISMES VIVANTS ET HISTOIRE DE LA TERRE	35
Chapitre 1	L'histoire de la vie au cours du temps	36
Chapitre 2	Évolution des espèces au cours du temps	40
Chapitre 3	Histoire de la Terre et évolution de la vie	45
• Partie D	RESPONSABILITÉ HUMAINE EN MATIÈRE DE SANTÉ ET D'ENVIRONNEMENT	50
Thème 1	Biodiversité, alimentation et activités humaines	52
Thème 2	Énergies fossiles et énergies renouvelables	54
Thème 3	Pollution des milieux naturels et santé	56
Thème 4	Habitudes de vie et santé	58
Thème 5	Des pratiques médicales pour sauver des vies	60
Thème 6	La maîtrise de la reproduction	62

Diversité et unité des êtres humains

Programme officiel : « Diversité et unité des êtres humains »

(durée conseillée : 30 %)

Connaissances du programme	Correspondance avec le manuel
Diversité et unité des êtres humains Cohérence verticale : Espèces, cellule, classification des êtres vivants (6° et 5°) ; transmission de la vie chez l'Homme (4°). Chaque individu présente les caractères de l'espèce avec des variations qui lui sont propres. Les caractères qui se retrouvent dans les générations successives sont des caractères héréditaires. Les facteurs environnementaux peuvent modifier certains caractères. Ces modifications ne sont pas héréditaires. Les chromosomes présents dans le noyau sont le support de l'information génétique. Chaque cellule d'un individu de l'espèce humaine possède 23 paires de chromosomes, l'une d'elles présente des caractéristiques différentes selon le sexe. Un nombre anormal de chromosomes empêche le développement de l'embryon ou entraîne des caractères différents chez l'individu concerné. Chaque chromosome est constitué d'ADN. L'ADN est une molécule qui peut se pelotonner lors de la division cellulaire, ce qui rend visibles les chromosomes. Chaque chromosome contient de nombreux gènes. Chaque gène est porteur d'une information génétique. Les gènes déterminent les caractères héréditaires. Un gène peut exister sous des versions différentes appelées allèles. Les cellules de l'organisme, à l'exception des cellules reproductrices, possèdent la même information génétique que la cellule-œuf dont elles proviennent par divisions successives. La division d'une cellule : – est préparée par la copie de chacun de ses 46 chromosomes ; – se caractérise par la séparation des chromosomes obtenus, chacune des deux cellules formées recevant 23 paires de chromosomes identiques à ceux de la cellule initiale. Chaque cellule reproductrice contient 23 chromosomes. Lors de la formation des cellules reproductrices les chromosomes d'une paire, génétiquement différents, se répartissent au hasard. Les cellules reproductrices produites par un individu sont donc génétiquement différentes. La fécondation, en associant pour chaque paire de chromosomes, un chromosome du père et un de la mère, rétablit le nombre de chromosomes de l'espèce. Chaque individu issu de la reproduction sexuée est génétiquement unique.	Partie A : Diversité et unité des êtres humains ▶ Je m'interroge pour commencer (pp. 10-11 du manuel de l'élève) ▶ Ce que je sais déjà (p. 12 du manuel de l'élève) ▶ Chapitre 1. Tous semblables et tous différents (pp. 13-28 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. Les caractères des êtres humains ▶ Unité 2. L'origine des caractères individuels ▶ Unité 3. La détermination des caractères héréditaires ▶ Unité 4. Les chromosomes de l'espèce humaine ▶ Chapitre 2. Chromosomes et information génétique (pp. 29-42 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. La constitution des chromosomes ▶ Unité 2. L'organisation de l'information génétique dans les chromosomes ▶ Unité 3. Gènes et caractères héréditaires ▶ Chapitre 3. Information génétique et division cellulaire (pp. 43-54 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. L'information génétique des cellules d'un organisme ▶ Unité 2. La conservation de l'information génétique ▶ Chapitre 4. L'origine de la diversité des êtres humains (pp. 55-66 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. Les chromosomes des cellules reproductrices ▶ Unité 2. Le devenir des chromosomes lors de la fécondation ▶ Unité 3. La formation d'individus tous différents et uniques.

Tous semblables et tous différents

Les caractères des êtres humains

(pp. 12-13 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin de distinguer un caractère de l'espèce humaine et ses variations individuelles.	– Extraire des informations à partir de textes et de photographies (doc. 1 et 2). – Mettre en relation des informations et argumenter (doc. 1, 3 et 4). – Réaliser un calcul (doc. 4). – Rédiger une conclusion. (doc. 1 à 4).

Conseils et suggestions

- Cette première partie du programme permet d'acquérir les connaissances concernant l'unité et la diversité des êtres humains.
- La page d'ouverture du chapitre pourra être utilisée afin de mettre en évidence l'unité et la diversité dans la population humaine.
- En classe de 6^e et de 4^e, les notions d'espèce, de classification, de reproduction sexuée, de fécondation, d'unité et de diversité ont été abordées [voir « **Je m'interroge pour commencer** » pp. 10-11 du manuel de l'élève]. Il s'agit, en classe de 3^e, de les compléter et de fournir aux élèves des connaissances pour comprendre dans la partie « Évolution des organismes vivants et histoire de la Terre » l'origine commune à tous les êtres vivants et l'origine de leur diversité.
- Dans cette première unité, il s'agit d'identifier les caractères de l'espèce humaine (ou attributs) et leurs variations individuelles. Il est cependant inutile de dresser un catalogue des caractères de l'espèce humaine.
- Cette unité, comme toute cette partie, s'inscrit dans une éducation à la citoyenneté et aux droits de l'Homme (**Compétence 6**). Elle permet aux élèves de prendre conscience de la diversité des êtres humains mais aussi de l'unité qui existe entre eux. L'**atelier** « Tous pareils, tous différents et TOUS ÉGAUX ! » p. 24 offre un prolongement à cette unité.
- Dans cette unité, les élèves pourront utiliser la classification simplifiée des animaux [voir au début du manuel].

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe (*Rédiger une synthèse*). Chaque individu de l'espèce humaine présente les caractères de l'espèce avec des variations qui lui sont propres.

Doc. 1 et 2 (*Saisir des informations à partir de textes et de photographies*). L'être humain et le chimpanzé commun possèdent une bouche et des yeux : ce sont des animaux. Ils possèdent un squelette interne, un crâne, quatre membres, des poils et des mamelles : ce sont des mammifères. Les attributs de l'espèce humaine sont : une station verticale permanente, deux membres postérieurs plus longs que les antérieurs et une pilosité faible. Ceux du chimpanzé sont : une station verticale occasionnelle, deux membres antérieurs plus longs que les postérieurs et une pilosité importante qui recouvre toute la peau.

Doc. 1, 3 et 4 (*Mettre en relation des informations et argumenter*). Ces quatre individus présentent des caractères communs : les attributs de l'espèce humaine. Mais chaque individu possède des caractères qui lui sont propres : taille, couleur des cheveux, des yeux, de la peau, vision nécessitant des lunettes, etc.

Doc. 4 (*Réaliser un calcul*). Avec 5 traits différents, il est possible de réaliser 32 visages différents (2⁵).

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin de définir un caractère héréditaire et mettre en évidence des variations liées à l'environnement.	– Extraire des informations (doc. 1 et 2). – Mettre en relation des informations et argumenter (doc. 3 à 5). – Lire un graphique (doc. 4).

Conseils et suggestions

– Cette unité permet d'établir la notion de caractère héréditaire. Celle-ci peut être construite à partir de l'étude d'un arbre généalogique en évitant un exemple familial d'élève et en prenant soin de ne pas s'appuyer uniquement sur des maladies.

– L'arbre généalogique présenté comme support à la construction de la notion d'hérédité (**doc. 2**) est simple afin d'être facilement lisible. Les caractères qui seront envisagés devront être des caractères directement exploitables (caractères morphologiques) (**doc. 4 et 5**).

– La transmission des caractères à l'échelle cellulaire est ensuite abordée avec l'exemple du volume d'hématies et, par la suite, l'échelle moléculaire le sera grâce à l'exemple des groupes sanguins (**doc. 4 et 5**).

– Dans cette unité, il s'agit aussi de mettre en évidence de manière simple et concrète l'influence de facteurs environnementaux sur l'expression des caractères de chacun. L'exemple de l'effet des rayons du soleil sur la pigmentation de la peau (**doc. 4**) sera approfondi dans la partie D du manuel qui traite des conséquences de l'exposition au soleil (p. 206). On relève ici le caractère réversible du bronzage afin de l'opposer aux caractères héréditaires définis plus tôt.

– Les **doc. 4 et 5** mettent en relation l'altitude et le volume d'hématies dans le sang. On précisera que cet effet « dopant naturel » dure 4 mois après un retour en plaine (durée de vie des hématies).

– L'**exercice 5** (p. 26 du manuel), issu d'une étude, publiée dans *The Journal of Physiology* en 2004, illustre le caractère héréditaire de la concentration en hémoglobine, ainsi que ses variations sous l'influence d'un facteur de l'environnement (l'altitude).

– L'**exercice 7** (p. 27 du manuel) prend pour exemple de caractère héréditaire un caractère monogénique : la forme du menton. En revanche, les caractères les plus visibles, comme la couleur des yeux, sont liés à l'expression de plusieurs gènes, ce qui pourra être précisé aux élèves afin de comprendre leur propre hérédité familiale.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 et 2 (*Extraire des informations et argumenter*). • Deux caractères présents au cours des générations :

– la couleur des cheveux qui est la même chez la mère et le fils (blonds) ;

– la forme des yeux qui est identique chez le père et les enfants (en amande).

• Ces caractères constituent des caractères héréditaires car ils se retrouvent dans plusieurs générations successives.

2 Doc. 3 à 5 (*Extraire des informations*). Le volume moyen d'hématies dans le sang et la pigmentation de la peau varient. La pigmentation de la peau varie à cause de l'exposition au soleil. Le volume moyen d'hématies dans le sang augmente en fonction du temps passé en altitude.

3 Doc. 3 à 5 (*Argumenter*). La modification de la pigmentation de la peau après une exposition au soleil (le bronzage) et l'augmentation du volume d'hématies dans le sang ne sont pas des caractères héréditaires car ils ne se transmettent pas au cours des générations successives et ils sont réversibles.

4 En conclusion (*Rédiger une synthèse*). Chaque individu présente des caractères individuels. Parmi ces caractères, un grand nombre sont transmis aux cours des générations : ce sont les caractères héréditaires. Les conditions environnementales peuvent modifier certains caractères, mais ces modifications ne sont pas héréditaires.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Formuler des hypothèses quant à la localisation de l'information génétique. - Valider ou réfuter ces hypothèses à partir de résultats d'expériences. - Réaliser une observation microscopique de cellules montrant des chromosomes.	- Pratiquer une démarche expérimentale (doc. 1 à 3). - Exploiter des résultats d'expérience (doc. 1 à 5). - Réaliser un geste technique (doc. 4 et 5). - Réaliser un dessin d'observation (doc. 5).

Conseils et suggestions

- Cette unité vise à faire comprendre l'origine des caractères héréditaires présentés dans l'unité 2.
- Les résultats expérimentaux de transferts de noyaux chez le cheval (clonage) permettront de présenter les progrès de cette technique et d'établir un lien avec la partie D sur le thème de la bioéthique (un débat pourra être organisé pour répondre aux questions fréquentes des élèves sur l'éventualité d'un clonage humain).
- Le **doc. 4** présente une des techniques de coloration des chromosomes : la technique de Feulgen. Elle a été choisie car le colorant utilisé, le réactif de Schiff, a l'avantage d'être spécifique de la molécule d'ADN. On parvient ainsi à identifier l'ADN comme le support de l'information héréditaire contenue dans le noyau (voir p. 30 du manuel). Toutefois, l'utilisation au préalable d'acide chlorhydrique est peu recommandée pour une manipulation en classe. On pourra utiliser le colorant vert de méthyle pour une coloration en classe (voir p. 10 de cet ouvrage), tout en sachant qu'il est peu spécifique de la molécule d'ADN (il colore par exemple la paroi squelettique et il ne permet donc pas d'identifier l'ADN).
- L'observation microscopique (**doc. 5**) sera l'occasion de vérifier que les élèves savent manipuler un microscope jusqu'au plus fort grossissement (voir la **fiche méthode** p. 247 du manuel).
- L'observation microscopique de cellules en cours de divisions sera l'occasion de mobiliser les acquis sur la cellule amorcés en classe de 6^e et complétés en classe de 4^e. La réalisation d'un schéma pourra être envisagée.
- L'atelier « Dessine-moi des chromosomes » (p. 25) est fondé sur l'utilisation des TICE avec le logiciel Mesurium facilement téléchargeable.

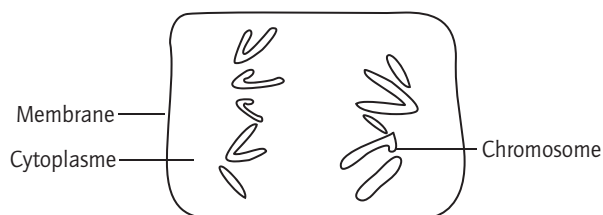
Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 à 3 (*Emettre une hypothèse et exploiter des résultats d'expérience*).

- L'information génétique se localise peut-être dans le noyau des cellules.
- Le noyau de la cellule du cheval donneur B est transféré dans une cellule de la jument receveuse A dont la couleur du pelage est différente. Après transfert dans une jument porteuse C, le poulain D qui naît à la même couleur de pelage que le cheval donneur B. L'hypothèse est donc validée : l'information génétique se localise dans le noyau des cellules.

2 Doc. 4 à 5 (*Extraire des informations*). Le noyau contient l'information génétique. Or, dans le noyau d'une cellule en cours de division, on observe des filaments qui se colorent de la même façon que le noyau : l'information génétique se localise donc dans les chromosomes présents dans le noyau des cellules.

3 Doc. 5 (*Communiquer à l'aide d'un schéma*).



Titre : une cellule en cours de division

4 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Les caractères héréditaires sont déterminés par l'information génétique dont le support est présent dans le noyau des cellules : les chromosomes.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations pour établir une relation entre les caractères et les chromosomes.	– Extraire des informations (doc. 1 à 3). – Mettre en relation des informations et argumenter (doc. 1 à 6). – Lire un graphique (doc. 6).

Conseils et suggestions

- À partir de caryotypes de l'espèce humaine, cette unité permet de mettre en évidence le lien entre caractères et chromosomes.
- Les caryotypes présentés ont été réalisés après un marquage par des sondes couplées à divers fluorochromes qui reconnaissent des portions entières de chromosomes. Celles-ci sont visualisées à l'aide de microscopes à fluorescence. Cette technique a été préférée dans tout le manuel aux caryotypes obtenus par la technique du « banding » qui montre des chromosomes avec des alternances de bandes sombres et de bandes claires que les élèves associent maladroitement à des gènes, ce qui leur donne une fausse représentation du nombre de gènes mais aussi l'idée qu'on peut distinguer en « regardant » l'ADN l'emplacement des gènes. Par ailleurs, le banding permet de distinguer les deux chromatides du chromosome métaphasique par encore étudiées à ce stade de la progression.
- Les **doc. 1 à 3 et 5** permettent de mettre en évidence la spécificité de leur nombre de chromosomes. Afin de réfuter l'hypothèse intuitive d'une augmentation de leur nombre avec la complexification des espèces, on pourra rappeler que la poule possède 78 chromosomes, la carpe 104 et certaines fougères plusieurs centaines. Le **doc. 3** montre l'existence de deux caryotypes liés au sexe et donc permet de mettre en évidence le lien existant entre les chromosomes et les caractères sexuels.
- Les **doc. 4 et 5** illustrent une anomalie chromosomique associée au syndrome de Down connu des élèves sous le terme de trisomie 21. Le **doc. 4** explique les caractères des individus atteints mais aussi le fait que, comme les autres êtres humains, ils possèdent une unité et une diversité de caractères.
- L'**exercice 8** p. 27 aborde un autre exemple d'anomalie chromosomique liée au syndrome de Klinefelter.
- Le **doc. 6** permet de faire le lien avec un thème abordé dans la partie « Responsabilité humaine en matière de santé et d'environnement » pp. 224 à 225, au sujet de l'IVG. L'interruption médicale de grossesse (IMG) est peu connue des élèves : elle se pratique sans délai limite dans le cas d'affections graves de la mère ou du fœtus, dont le syndrome de Down.

Exploitation des documents par les activités

- 1 Doc. 1 et 2** (*Extraire des informations*). Une cellule de l'espèce humaine contient 46 chromosomes contre 48 chez le chimpanzé commun et 40 chez la souris domestique.
- 2 Doc. 3** (*Comparer et raisonner*). • Ces deux caryotypes contiennent le même nombre de chromosomes : 23 paires soit 46. La 23^e paire diffère selon le sexe : la femme possède deux chromosomes X alors que l'homme possède un chromosome X et un chromosome Y.
• Les chromosomes X et Y sont des chromosomes sexuels car ils déterminent le sexe femelle ou mâle de l'individu qui les possède.
- 3 Doc. 4 et 5** (*Extraire des informations et raisonner*). Le caryotype présente trois chromosomes n° 21 au lieu de deux, d'où le nom de « trisomie 21 ».
- 4 Doc. 4 et 5** (*Mettre en relation des informations*). Les personnes atteintes du syndrome de Down possèdent des caractères différents de ceux des individus non atteints. Leur caryotype révèle la présence de trois chromosomes n° 21 au lieu de deux : il existe donc une relation entre le nombre anormal de chromosomes et les caractères observés. Les chromosomes sont bien le support des caractères de l'individu.
- 5 Doc. 4 et 6** (*Lire un graphique*). Un nombre anormal de chromosomes peut entraîner des caractères différents (la trisomie 21, par exemple). Il peut aussi entraîner l'élimination spontanée de l'embryon en début de la grossesse (avortement spontané).
- 6 En conclusion** (*Rédiger une synthèse*). Une cellule humaine possède 23 paires de chromosomes. Parmi ces 46 chromosomes, deux (la 23^e paire) diffèrent selon le sexe de l'individu : la femme possède deux chromosomes sexuels X identiques, l'homme possède un chromosome sexuel X et un chromosome sexuel Y.

Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 26 du manuel de l'élève) et le corrigé de l'exercice de méthode guidé (p. 28) se trouvent à la fin du manuel élève (pp. 248-250). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de l'exercice d'application de la **rubrique Méthode**.

5 PISA

Interpréter une expérience. Cet exercice permet de compléter et de vérifier les notions abordées en **unité 2** sur l'exemple de l'altitude comme facteur de l'environnement susceptible de faire varier des caractères.

Réponses attendues :

1. a. 3 ; b. 2.

2. Au début de l'expérience, les individus qui vivent à moyenne altitude (groupe 1) ont une quantité d'hémoglobine dans le sang supérieure à celle de ceux qui vivent à basse altitude (groupe 2).

Les individus du groupe 2 ont des parents dont le milieu de vie est celui du groupe 1, mais ils possèdent pourtant des quantités d'hémoglobine inférieures à celles du groupe 1 : la quantité d'hémoglobine dans le sang est un caractère dont les variations sous l'effet de l'environnement ne sont pas héréditaires.

Après 28 jours passés en haute altitude, la quantité d'hémoglobine augmente chez les individus des deux groupes. L'augmentation de l'altitude provoque donc une augmentation de la quantité d'hémoglobine sanguine dans les deux groupes après 28 jours en altitude : l'altitude est donc un facteur environnemental qui influe sur la quantité d'hémoglobine sanguine. (À noter que cette quantité retrouve son niveau initial après 4 mois de retour en plaine.)

6 Le caryotype de deux espèces

Extraire des informations.

Cet exercice compare le caryotype de l'espèce humaine à celui du chimpanzé commun afin de généraliser le concept de chromosome comme support de l'information génétique.

Réponses attendues :

a. La cellule d'un être humain possède 23 paires de chromosomes alors que la cellule d'un chimpanzé commun en possède 24 paires.

b. Les chromosomes de la 23^e paire sont des chromosomes X et Y : c'est donc une cellule qui appartient à un homme.

7 La transmission d'un caractère dans une famille

Mettre en relation des informations. Cet exercice mobilise des acquis de l'**unité 2**. Il permet de vérifier qu'avec les

consignes, un élève parvient à exploiter un arbre généalogique. La construction d'arbres n'est pas un objectif de la classe de troisième.

Réponses attendues :

a. Le caractère présent chez l'individu II. 3 est « présence d'une fossette au menton ».

b. L'individu II.3 est un homme dont la mère est I.1 et le père I.2.

c. La présence d'une fossette au menton est visible chez I.1, II.1, II.3 et III.2. Ce caractère se retrouve donc dans plusieurs générations successives. Il a été transmis de parents aux enfants : il est héréditaire.

8 Une anomalie chromosomique

Pratiquer une démarche scientifique. Cet exercice mobilise les capacités d'analyse de caryotypes développées dans l'**unité 4**. Il présente une autre anomalie du nombre de chromosomes.

Réponses attendues :

a. Ce caryotype d'homme présente 47 chromosomes contrairement à celui de l'exercice 6 où on en compte 46.

b. L'anomalie est la présence 3 chromosomes sexuels, 2 chromosomes X et 1 Y, au lieu des 2 normalement présents chez un homme (XY).

c. Le syndrome de Klinefelter est lié à une anomalie chromosomique due à la présence d'un chromosome surnuméraire qui est à l'origine de caractères différents tels que la présence d'organes reproducteurs peu développés et une faible pilosité. Il existe donc bien un lien entre les caractères de l'individu et les chromosomes présents dans ses cellules.

9 10 Formuler et tester une hypothèse (Méthode).

Exercice guidé : voir le corrigé p. 248 du manuel de l'élève.

Réponses attendues pour l'exercice d'application :

a. Hypothèse : Je suppose que l'information génétique se localise dans le noyau d'une cellule puisque l'expérience consiste en un transfert de noyau.

b. D'après les résultats obtenus, l'hypothèse est validée : l'acétabulaire obtenue présente un chapeau à bord crénelé, tout comme l'acétabulaire donneuse du noyau.

Chromosomes et information génétique

La constitution des chromosomes

(pp. 30-31 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Suivre un protocole d'extraction et de coloration de l'ADN des cellules végétales.	– Identifier l'ADN comme constituant principal des chromosomes (doc. 1 à 3). – Observer et comprendre les deux états de l'ADN (doc. 4 à 6).

Conseils et suggestions

- Dans le **chapitre 1**, le lien entre chromosomes et caractères a été établi. Il s'agit ici d'expliquer ce lien à l'échelle moléculaire.
- Cette première unité vise à identifier l'ADN comme le constituant principal des chromosomes via son extraction et sa coloration spécifique.
- L'extraction de l'ADN est proposée en association à la coloration au réactif de Feulgen de cellules végétales (voir le doc. 5 p. 19). Ainsi, l'ADN peut être localisé dans le noyau et envisagé sous deux aspects différents : au moment d'une division cellulaire ou à un autre moment.
- En classe, la coloration au vert de méthyle – bien que non spécifique, contrairement au réactif de Schiff (voir p. 7 de cet ouvrage) – peut représenter une bonne alternative par sa simplicité : deux à trois gouttes de vert de méthyle sont déposées sur un prélèvement d'épiderme d'oignon entre lame et lamelle et dans un tube à essai avec un filament d'ADN, ce qui permet de constater une coloration homogène (bleu-vert) du matériel génétique (au microscope optique et à l'œil nu).
- L'extraction de la molécule d'ADN peut être réussie dans de nombreuses conditions expérimentales, à condition de bien placer tous les produits et réactifs au frais. Elle peut être réalisée avec de la banane, des oignons, mais aussi du kiwi, du chou-fleur ou du foie de veau.
- L'**exercice 6** vient compléter cette unité et permet une compréhension du rôle de chaque étape du protocole expérimental (ici, l'extraction de l'ADN) de manière plus ludique.
- Le terme ADN est connu des élèves pour être souvent utilisé dans les faits d'actualités et dans les fictions télévisées. L'atelier « **Découvrir un métier** » (p. 39) sera l'occasion de comprendre l'intérêt de méthodes d'étude moléculaires pour identifier des personnes.

- La structure de la molécule d'ADN n'est pas au programme, on évoque uniquement sa localisation dans le **doc. 1**, et sa constitution sera approfondie au lycée.
- On se contente de présenter ici les deux états de l'ADN (déroulé, pelotonné) à l'aide d'un modèle simple (**doc. 5**).

Exploitation des documents par les activités

① **Doc. 1 à 3** (*Exploiter des résultats*). L'ADN est la molécule majoritaire du noyau, colorée par la technique de Feulgen. On peut l'extraire et la colorer dans des extraits de banane par exemple. Les chromosomes sont également colorés par la technique de Feulgen : l'ADN constitue donc les chromosomes.

② **Doc. 4 à 6** (*Extraire l'information utile et communiquer à l'aide d'un tableau*).

	État de l'ADN	Cellule en cours de division	État des chromosomes
Cellule A	Déroulé	Non	Invisibles
Cellule B	Pelotonné	Oui	Visibles

③ **Doc. 4 à 6** (*Extraire des informations et communiquer à l'aide d'un texte*). Les chromosomes sont constitués d'ADN : ils deviennent visibles lorsque l'ADN se pelotonne sur lui-même.

④ **En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Les chromosomes portent l'information génétique sous la forme d'une longue molécule, l'ADN, qui est soit déroulée soit pelotonnée lors de la division cellulaire, ce qui rend visibles les chromosomes.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
Observer, recenser et organiser des informations pour établir une relation entre les caractères et les chromosomes.	- Extraire l'information utile de documents (doc. 1 à 3). - Réaliser un calcul simple (doc. 4 à 6). - Montrer que chaque caractère est déterminé par une portion de chromosome qui s'appelle un gène (doc. 3 à 6).

Conseils et suggestions

– Cette unité 2 permet d'établir le lien entre caractères et chromosomes constitués d'ADN. Il s'agit ici de construire la notion de gène. La mucoviscidose a été prise pour exemple (**doc. 1 à 3**), car son déterminisme est simple, mais on prendra soin de présenter de nombreux gènes, sur de nombreux chromosomes, responsables de caractères variés (**doc. 4 à 7**). Cette approche contribuera à éviter l'association un gène/une maladie et à la remplacer par un gène/un caractère (la plupart des caractères est néanmoins déterminée par plusieurs gènes). De plus, la représentation schématique des chromosomes constitués de « bobines » de fil enroulés (**doc. 6**) permet de lutter contre une conception erronée d'un chromosome qui serait un support sur lequel s'enfilent des « perles » : les gènes.

– Dans cette unité, le choix de la mucoviscidose est motivé par la connaissance qu'en ont les élèves (maladie génétique qu'ils citent spontanément), surtout parce que c'est la maladie autosomique récessive la plus fréquente en France. Une personne sur 25 en moyenne est hétérozygote. Cette maladie est monogénique et son nom ainsi que ses symptômes peuvent être compris des élèves. Le gène CFTR, porté par le chromosome 7, porte plusieurs mutations dont la plus fréquente est une délétion mais plus de 900 mutations différentes existent.

– Les techniques de biologie moléculaire présentées permettent d'identifier la mutation sur la paire n° 7, sans distinguer les deux chromatides (dont les élèves n'ont pas connaissance) de chaque chromosome dans le **doc. 2**. Toutefois, sur le **doc. 5**, on distingue davantage les deux chromatides et un chromosome porte deux points et donc deux gènes, mais cette information n'est pas à exploiter à ce stade.

– Les **exercices 4 et 5** présentent d'autres cas de maladies monogéniques afin de compléter la notion de gène.

– L'**atelier « Internet »** (p. 38) relatif à d'autres maladies génétiques que les élèves citent souvent permet de mettre l'accent sur l'**éducation à la santé** et de ne pas évoquer uniquement les pathologies mais aussi les soins possibles.

– L'**atelier « Histoire des arts »** (p. 38) permet d'appréhender concrètement les symptômes d'une maladie, le daltonisme, dont les conséquences sont mineures et qui touche un peu moins de 10 % de la population française (presque exclusivement des hommes), soit 1 à 2 garçons par classe en moyenne.

Exploitation des documents par les activités

① Doc. 1 à 3 (*Extraire l'information utile de documents*). La mucoviscidose est une maladie génétique caractérisée par un mucus épais. On observe **doc. 3** que cet épaississement est présent lorsque les gènes CFTR portés par les chromosomes n° 7 sont modifiés. Or, le caryotype de l'embryon révèle que ses gènes CFTR, le sont donc l'embryon est atteint de la mucoviscidose.

② Doc. 4 à 6 (*Réaliser un calcul simple*). Il y a 30 000 gènes sur 23 paires de chromosomes, soit en moyenne : $30\,000 \times 1/23 = 1304$ gènes par chromosome.

③ Doc. 3 et 7 (*Communiquer à l'aide d'un tableau*).

	N° du chromosome	Caractère héréditaire
1 ^{er} gène	7	Fabrication du mucus
2 ^e gène	9	Pigmentation de la peau
3 ^e gène	9	Groupe sanguin

④ En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*).

L'information génétique se trouve sous la forme de gènes qui sont des portions d'ADN. Chaque chromosome comporte de nombreux gènes et chaque gène porte une information génétique qui détermine un caractère héréditaire.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
Formuler des hypothèses sur une relation de cause à effet entre les gènes et les caractères héréditaires.	- Identifier l'existence de versions de gènes : les allèles (doc. 1 à 3). - Mettre en relation différentes versions alléliques et différents caractères héréditaires (doc. 4 à 6 et Exercice méthode).

Conseils et suggestions

- Le but de cette unité est de comprendre qu'aux variations d'un caractère correspondent des variations d'un même gène : il existe des allèles différents.
- L'existence d'allèles différents implique de manière déductive l'existence de différences dans la molécule d'ADN, mais la structure de la molécule d'ADN n'étant pas au programme, il convient de ne pas préciser la nature de ses différences (les nucléotides).
- La notion d'allèle est indispensable pour comprendre ensuite la diversité des êtres humains dans le chapitre 4 « L'origine de la diversité des êtres humains » pp. 55-66 du manuel.
- L'exemple des groupes sanguins a été privilégié à cause de l'intérêt d'étudier un caractère monogénique accessible aux élèves. Il permet également d'insister sur l'idée qu'un gène existe sous plusieurs formes dont l'une n'est pas forcément responsable d'une maladie.
- Cet exemple sera réinvesti dans la partie D, Chapitre 5 « Des pratiques médicales pour sauver des vies humaines » pp. (213-222) notamment dans la compréhension des compatibilités sanguines lors de transfusions sanguines.
- Les maquettes de chromosomes utilisées, spécialement mises au point par Sciencethic (**doc. 6**), permettent de représenter des chromosomes simples ou doubles de façon indépendante. Des gènes ou allèles sont modélisés par de petits supports magnétiques réinscriptibles, permettant à l'enseignant de choisir le gène et les allèles à volonté. L'angle réalisé permet de les associer par deux pour former des chromosomes à deux chromatides et mimer l'aspect en « X » visible sur les caryotypes (doc. 1 p. 60) ou de les utiliser pour modéliser les chromosomes simples, à une chromatide.
- La nouvelle version du programme précise que les notions de dominance et de récessivité ne sont pas à construire : on évoque uniquement qu'il est possible de porter les mêmes allèles ou deux allèles différents, et dans ce cadre, des exemples de co-dominance sont à privilégier pour simplifier le propos.

- L'exercice 5 p. 41 peut être associé à l'atelier « **Histoire des arts** » (p. 38) sur le daltonisme et permet de travailler sur d'autres allèles responsables de caractères dont les symptômes peuvent être compris facilement par les élèves. Ce sera l'occasion d'évoquer le fait que ces différences au niveau de la molécule d'ADN sont responsables de différences de caractères qu'on peut qualifier d'anomalies (par rapport au phénotype sauvage qui est considéré comme la norme, définie en biologie par l'aspect le plus fréquent dans la population).

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Si une cellule possède deux allèles A, la personne est de groupe sanguin A. Si elle possède un allèle A et un allèle B, elle est de groupe sanguin AB. Ceci est vrai pour l'ensemble des gènes portés par les chromosomes et un gène, pour lequel il existe différents allèles, peut donc déterminer plusieurs versions d'un caractère héréditaire.

Doc. 1 à 3 (*Extraire des informations*). Dans le cas du caractère « groupe sanguin », on observe que 4 groupes existent dans l'espèce humaine : A, B, AB et O. Ces groupes sont liés aux molécules portées par les globules rouges qui peuvent être des molécules a et/ou b.

Doc. 4 à 6 (*Extraire des informations*). Le gène responsable du caractère groupe sanguin est porté par la paire de chromosomes n° 9 et ce gène existe sous différentes versions qui sont appelées des allèles. Il existe 3 versions ou allèles du gène responsable du groupe sanguin : l'allèle A, l'allèle B et l'allèle O.

Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » [p. 40 du manuel de l'élève] et le corrigé de l'exercice guidé de la **rubrique Méthode** [p. 42] se trouvent à la fin du manuel élève [pp. 248–250]. Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de l'exercice d'application de la **rubrique Méthode**.

4 PISA Une maladie génétique : l'hémophilie

Raisonnement à partir d'un texte. Cet exercice permet de vérifier que l'élève maîtrise l'idée qu'un changement au niveau d'un gène est responsable d'un changement de caractère (ici, les molécules de la coagulation) et que le fait d'introduire un autre gène normal permet d'obtenir la molécule normale. Cet exercice de type PISA peut être mis en relation avec l'exercice 7 p. 41.

Réponses attendues :

1. a. 1 et 3 ; b. 2.
2. Le but de la thérapie génique est de permettre au patient de coaguler normalement en lui donnant une version normale du gène. Ainsi, des facteurs de coagulation normaux sont fabriqués par le patient et permettent d'interrompre le saignement.

5 L'origine du daltonisme

Communiquer à l'aide d'un tableau. Cet exercice mobilise des acquis du chapitre et peut être mis en relation avec l'atelier « Histoire des arts » [p. 38].

Réponses attendues :

- a. Un allèle est une version d'un gène (ici « d » allèle responsable du daltonisme et « D » allèle responsable de la vision normale des couleurs).
- b. Le garçon porte un seul allèle d sur son unique chromosome X et la fille porte deux allèles D et D.
- c.

	Vision normale	Daltonisme
Gène porté par le chromosome X	Allèles D et D	Allèles d et d

6 Extraire de l'ADN dans sa cuisine

Comprendre un protocole expérimental. Cet exercice permet de comprendre le rôle de chaque étape d'un protocole et pourra être utilisé en association avec le bloc « Je manipule » de l'unité 1 [p. 30].

Réponses attendues :

- a. L'ADN est présent dans le noyau de la cellule. Avant une division cellulaire, l'ADN qui était déroulé commence à se pelotonner pour former les chromosomes qui seront visibles pendant la division cellulaire.

b.

Étape de l'extraction de l'ADN	Rôle
1.	Éviter la dégradation de l'ADN
2.	Casser les membranes des cellules et des noyaux.
3.	Séparer l'ADN des débris cellulaires.
4.	Précipiter l'ADN afin de le visualiser.

c. Étape 5 : On peut réaliser une coloration de Feulgen : de cette coloration spécifique de l'ADN, on pourra déduire que la structure extraite est bien de l'ADN.

7 Des souris fluorescentes

Interpréter une expérience. Cet exercice permet d'évaluer la compréhension du lien entre un gène et un caractère.

Réponses attendues :

- a. On observe que l'introduction du fragment d'ADN de méduse dans la souris est suivie de l'émission de fluorescence par la souris. On en déduit que l'ADN porte l'information responsable de la fluorescence qu'on appelle l'information génétique.
- b. Un gène est une portion d'ADN qui contient une information génétique.
- c. L'introduction du fragment d'ADN apporte un nouveau caractère à la souris : la fluorescence. Or, on sait qu'un caractère est porté par un gène. Donc, on déduit que cet ADN comportait le gène responsable de la fluorescence.

8 9 J'apprends à mettre en relation des informations (Méthode).

Exercice guidé : voir le corrigé p. 248 du manuel de l'élève.

Réponse attendue pour l'exercice d'application :

On s'intéresse au caractère « pigmentation de la peau ». On note dans le doc. 1 que ce caractère est modifié dans le cas de l'albinisme : la peau, les cheveux, etc. sont dépigmentés. L'allèle responsable de ce défaut de pigmentation chez un individu atteint se retrouve chez ses parents, donc ce caractère est héréditaire. Le doc. 2 montre que ce gène, noté « T », est porté par la paire de chromosomes n° 11. L'individu sain porte deux versions T2 et l'individu malade porte deux versions T1 du gène, donc l'allèle responsable de la maladie est T1. Ainsi, on peut en déduire que le gène T est impliqué dans le caractère héréditaire « pigmentation de la peau ».

Information génétique et division cellulaire

L'information génétique des cellules d'un organisme

(pp. 44-45 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser des informations pour établir le maintien du nombre de chromosomes au cours des générations.	– Extraire et mettre en relation des informations (doc. 1). – Exploiter des résultats expérimentaux (doc. 5 et 6).

Conseils et suggestions

- Dans cette unité, est abordée l'étude de la transmission de la totalité de l'information génétique de la cellule-œuf aux cellules au cours des divisions cellulaires.
- On présente ici des cellules embryonnaires, déjà étudiées en classe de 4^e et identifiées comme telles à partir du stade 2 cellules (**doc. 1**).
- La cellule intestinale (**doc. 3**) a été choisie chez l'adulte pour illustrer un tissu aux divisions fréquentes.
- Une expérience historique de transfert de noyaux (**doc. 6**) permet de compléter par une approche expérimentale l'analyse du contenu génétique du noyau embryonnaire, et de renforcer la notion d'information génétique contenue dans les noyaux. Sur le schéma du **doc. 6**, trois cellules-œufs reconstituées ont été représentées et seulement deux embryons se développent pour donner des xénopes adultes : en réalité, ces expériences de transferts de noyaux (clonage), qu'ils soient prélevés sur un embryon ou un adulte, ont toutes des taux de réussite très faibles, de l'ordre de 1 %.
- L'atelier « **Manger de la viande clonée ?** » p. 51 permet d'ouvrir le débat sur les utilisations actuelles et futures du clonage dans l'agriculture, etc.

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe (*communiquer avec une synthèse*). Les cellules de l'organisme possèdent la même information génétique que la cellule-œuf, dont elles proviennent par divisions successives. L'information génétique est conservée au cours des divisions.

Doc. 1 à 4. (*Saisir des informations et raisonner*). Une cellule-œuf se divise en 2, 4, 8 cellules jusqu'à la formation d'un individu adulte constitué de millions de cellules contenant toutes le même nombre de chromosomes : 46. Il y a conservation du nombre de chromosomes au cours des divisions successives de la cellule-œuf.

Doc. 5 et 6. (*Exploiter des résultats*). D'après cette expérience, on constate que les individus obtenus sont tous albinos comme l'embryon d'où proviennent les cellules dans lesquelles les noyaux ont été prélevés. L'information génétique contenue dans les noyaux de toutes les cellules est donc identique. Il y a conservation du nombre de chromosomes au cours des divisions successives de la cellule-œuf mais aussi conservation de l'information génétique au cours des divisions cellulaires.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser des informations pour identifier les étapes de la division d'une cellule. – Faire un schéma représentant la répartition des chromosomes lors des divisions cellulaires.	– Extraire des informations (doc. 1). – Lire un graphique (doc. 2). – Mettre en relation des informations et argumenter (doc. 1 à 6). – Communiquer à l'aide d'un langage adapté (doc. 1, 4 et 5).

Conseils et suggestions

- Cette unité 2 démontre comment la division cellulaire permet la conservation de l'information génétique.
- La notion est d'abord envisagée à partir de documents présentant le phénomène de division de façon dynamique. Les phases successives de la mitose sont donc abordées, sans les nommer, afin de comprendre la répartition des chromosomes.
- Les photographies présentées (**doc. 1**) proviennent de cellules végétales qui peuvent être observées en classe sur des préparations microscopiques de racines par exemple. Pour visualiser la dynamique de ces étapes, on fera référence à l'état de l'ADN avant et pendant une division cellulaire, vu dans le chapitre précédent (voir p. 31 du manuel). Il semble nécessaire d'accompagner ces documents, soit de vidéogrammes, soit de logiciels comme celui proposé en **atelier** p. 51.
- Il convient de mettre en évidence la « copie » de l'ADN des chromosomes, étape qui permet la préparation de la division. Le terme « chromatide » étant exclu du programme, les termes de « chromosomes simples » et de « chromosomes doubles » sont utilisés afin de distinguer les chromosomes non copiés de ceux copiés.
- On pourra préciser aux élèves que ce stade de chromosomes doubles n'est qu'un moment furtif dans la vie de la cellule mais que, pour des raisons techniques, il est le seul visualisable ce qui explique que toutes les photos de chromosomes les présentent sous cet état et jamais composés d'une seule molécule d'ADN.
- Des maquettes de chromosomes (voir p. 35) peuvent être réutilisées ici afin de mimer la séparation des deux chromatides constituant les chromosomes doubles de part et d'autre de la cellule.
- Avec l'**atelier** « **Le cancer, une histoire de division** » (p. 50) et l'**exercice 7** p. 53, la notion de cancer pourra être abordée comme un exemple de prolifération incontrôlée, et donc de division excessive des cellules. Il ne s'agit pas ici d'aborder tous les cancers mais juste de l'introduire pour faire le lien avec la Partie D « Responsabilité en matière de santé et d'environnement » pp. 203-212.

Exploitation des documents par les activités

- 1 Doc. 1** (*Extraire des informations*) Avant une division, l'ADN des 8 paires de chromosomes se pelotonne progressivement, ce qui rend les visibles (étapes A et B). Ensuite, les chromosomes s'alignent selon une ligne « équatoriale » dans la cellule (étape C). Les chromosomes se séparent en deux lots et sont « tirés » vers un des pôles de la cellule (étapes D et E). L'ADN des chromosomes se dépelotonne dans chacun des noyaux des deux cellules formées, contenant chacune 8 paires de chromosomes (étape F).
- 2 Doc. 2** (*Exploiter un graphique*). • La quantité d'ADN augmente en fonction du temps ; elle double entre la 5^e et la 8^e heure. Puis elle est divisée par 2 pendant la phase de division (13^e heure). Contrairement à la quantité d'ADN, le nombre de chromosomes ne change pas ; il reste à 46 chromosomes. • Hypothèse : Les chromosomes se dédoublent en copiant leur ADN.
- 3 Doc. 3 à 5** (*Pratiquer une démarche expérimentale*). Le doc. 3 montre, dans un chromosome d'une cellule qui se prépare à se diviser, la fabrication d'une molécule d'ADN supplémentaire. Le doc. 4 illustre un chromosome dans une cellule prête à se diviser constitué de 2 molécules d'ADN identiques. L'hypothèse est donc validée : l'ADN des chromosomes est copié juste avant une division cellulaire.
- 4 Doc. 1, 4 et 5** (*Communiquer à l'aide d'un langage adapté*). Pendant la phase de division, les chromosomes qui ont été doublés se séparent chacun en deux chromosomes simples identiques : chaque chromosome simple migre à chaque pôle de la cellule. **Voir le schéma sur le site du manuel (www.libtheque.fr/svtcollege).**
- 5 En conclusion.** (*Communiquer avec une synthèse*). La conservation de l'information génétique pendant une division est possible car une division est préparée par la copie de l'ADN de chacun de ses chromosomes et se caractérise par la séparation des chromosomes doubles obtenus. Chacune des deux cellules formées reçoit le même nombre de chromosomes que la cellule initiale.

Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 52 du manuel de l'élève) et le corrigé de **l'exercice de méthode guidé** (p. 54) se trouvent à la fin du manuel élève (pp. 248-250). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de l'exercice d'application de la **rubrique Méthode**.

4 PISA Quantité d'ADN et division cellulaire.

Extraire des informations. Cet exercice vient compléter l'unité 2 sur l'évolution de la quantité d'ADN avant et pendant la division. Il s'agit ici de suivre cette évolution sur plusieurs cycles cellulaires.

Réponses attendues :

1. a. 3 ; b. 1

2. La conservation de l'information génétique pendant une division est possible car une division :

- est préparée par la copie de l'ADN de chacun de ses chromosomes ;
- se caractérise par séparation des chromosomes doubles obtenus.

Chacune des deux cellules formées reçoit le même nombre de chromosomes que la cellule initiale.

5 Le devenir d'un gène avant la division cellulaire

Interpréter une expérience. Cet exercice permet de faire le lien entre les **chapitres 2 et 3**, en évoquant le devenir des gènes.

Réponses attendues :

- a. Chaque cellule possède deux exemplaires de chaque gène.
- b. Le phénomène mis en évidence est la copie des chromosomes.
- c. Chaque cellule recevra deux exemplaires de chaque gène.

6 Préparation d'une division cellulaire

Formuler une hypothèse. Cet exercice mobilise les acquis de l'unité 2. Il permet aussi de vérifier l'acquisition de la démarche expérimentale.

Réponses attendues :

- a. Hypothèse : avant une division, la cellule copie l'ADN de ses chromosomes.
- b. On observe que les molécules M se sont associées aux chromosomes, qui apparaissent colorés en jaune.
- c. L'hypothèse de départ est donc validée.

7 Une prolifération incontrôlée

Mettre en relation des informations. Il s'agit ici de comprendre l'origine d'un cancer en le mettant en relation avec le mécanisme de division cellulaire.

Réponses attendues :

- a. Sur la coupe de col de l'utérus d'une femme atteinte d'un cancer, on observe un nombre beaucoup plus important de cellules que sur la coupe équivalente d'une femme saine.
- b. Le cancer est une maladie qui résulte d'une prolifération incontrôlée de certaines cellules : ces cellules se divisent de manière importante et peuvent modifier le fonctionnement des organes (doc. 1). Le résultat de cette prolifération est observable dans un tissu cancéreux : il contient de très nombreuses cellules.

8 9 Communiquer à l'aide d'un schéma (Méthode).

Exercice guidé : voir le corrigé p. 248 du manuel de l'élève.

Réponses attendues pour l'exercice d'application :

- a. Voir le schéma sur le site du manuel (www.libtheque.fr/svtcollege).
- b. Les chromosomes doubles sont en cours de séparation en chromosomes simples. Ceux-ci migrent vers chacune des extrémités de la cellule. La cellule observée est donc en cours de division cellulaire.

L'origine de la diversité des êtres humains

Les chromosomes des cellules reproductrices

(pp. 56-57 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Formuler des hypothèses afin d'établir le nombre de chromosomes des cellules reproductrices. – Valider ou invalider les hypothèses à partir d'observations de cellules reproductrices.	– Observer le caryotype de cellules reproductrices (doc. 3). – Comprendre à l'aide de schémas le mode de formation des cellules reproductrices (doc. 5). – S'informer et raisonner à partir de photographies (doc. 4).

Conseils et suggestions

– Le chapitre 4 vise à comprendre comment la reproduction sexuée assure la diversité génétique. Pour cela, on étudiera successivement le rôle de la formation des cellules reproductrices (**unité 1**) puis celui de la fécondation dans cette diversité (**unité 2**).

– Dans l'**unité 1**, on cherche à comprendre comment les cellules reproductrices se forment et à établir leur contenu en chromosomes. On aborde donc ici le processus de la méiose, sans le nommer et en le simplifiant à l'idée d'un processus qui produit des cellules qui contiennent deux fois moins de chromosomes, un de chaque paire. L'étude est donc centrée sur l'anaphase de première division, celle qui sépare les chromosomes homologues d'une paire et non pas les chromatides. Des représentations schématiques simplifiées (**doc. 5**), qui pourront être enrichies par des manipulations en classe de maquettes de chromosomes.

– Les figures de méiose, présentées ici chez le lis (**doc. 4**), peuvent être observées en classe sur des lames achetées dans le commerce et illustrent d'autres espèces végétales ou encore de testicules de criquet. Historiquement, elles ont été observées chez l'ascaris.

– Un **jeu de rôle** pourra être proposé en classe aux élèves afin de mimer les étapes de la méiose : on choisit 8 élèves (dont chacun représente une chromatide). On les scinde en deux groupes facilement identifiables (par exemple, 4 à tee-shirt unis et 4 à tee-shirt à motifs). Les élèves se tiennent la main au départ pour modéliser les chromosomes doubles. Lors de la première division, ils migrent à deux pôles de la classe, tout en se tenant par la main, puis se lâchent la main afin de mimer la deuxième division.

– L'**exercice 3** (p. 66) permet de raisonner sur les anomalies de nombre des chromosomes : la trisomie 21 a déjà été abordée dans le chapitre 1 (p. 19). On parle ici à nouveau d'anomalie de nombre, mais dans le cas d'une monosomie, et l'on peut ainsi expliquer les causes de la formation d'une cellule-œuf à l'origine d'un individu malade (jusqu'à présent, on s'était contenté de montrer le lien entre nombre anormal de chromosomes et caractères modifiés).

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe (Communiquer avec une synthèse).

Les cellules reproductrices se forment à partir de cellules qui comportent 23 paires de chromosomes. Ces paires se séparent et se répartissent afin de former des cellules reproductrices à 23 chromosomes chacune.

Doc. 1 à 3 (S'informer en établissant une relation entre documents). Les caryotypes de cellules humaines montrent qu'elles possèdent 23 paires de chromosomes c'est-à-dire 46 chromosomes. En revanche, chaque cellule reproductrice observée sur le **doc. 3** en contient 23, c'est-à-dire deux fois moins.

Doc. 4 et 5 (S'informer et raisonner à partir de photographies et de schéma). Sur les photographies du **doc. 4**, on observe que les chromosomes se séparent en deux lots. On suppose que la moitié des chromosomes migre vers un pôle de la cellule et l'autre moitié vers l'autre pôle. La représentation schématique du **doc. 5** confirme cette séparation qui conduit à 23 chromosomes dans chaque cellule reproductrice.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Formuler des hypothèses afin d'établir le nombre de chromosomes au cours des générations. - Valider ou invalider les hypothèses à partir d'observations de fécondation.	- Observer le caryotype d'une cellule-œuf (doc. 2). - S'informer et raisonner à partir de photographies (doc. 3). - Comprendre à l'aide de photographies le devenir des chromosomes lors de la formation d'une cellule-œuf (doc. 4 et 5).

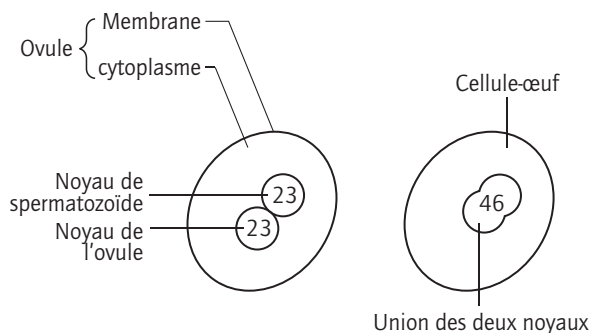
Conseils et suggestions

- Cette unité permet de comprendre comment les cellules reproductrices étudiées dans l'**unité 1** fusionnent pour former une cellule-œuf, en conservant le nombre de chromosomes de l'espèce.
- Le lien avec « La transmission de la vie » chez l'Homme étudiée en classe de 4^e est ici réalisé : on détaille le comportement des chromosomes à l'intérieur de la cellule qui résulte de l'union du spermatozoïde et de l'ovule : la cellule-œuf (**doc. 4 et 5**).
- Cette unité traite aussi de la paire de chromosomes sexuels (**doc. 5**) à mettre en relation avec les caryotypes présentés dans le doc. 3 de l'unité 1 (p. 56).
- Dans le **doc. 5**, l'origine du sexe a été prise comme exemple de conservation du nombre des chromosomes au cours des générations : la cellule-œuf qui est représentée montre la formation d'un individu de sexe féminin. Cette représentation pourra être complétée, à l'aide de maquettes semblables, par le cas complémentaire que les élèves comprennent mieux spontanément : celui d'un père qui transmet son chromosome Y à son fils.
- Une comparaison du nombre de chromosomes chez d'autres organismes évoqués dans d'autres parties du manuel permet de généraliser (**doc. 1**) le processus à tous les organismes à reproduction sexuée.
- Afin de comprendre l'association de chromosomes de la même paire entre eux, une représentation privilégiant des couleurs relatives à l'origine maternelle ou paternelle des chromosomes a été choisie (**doc. 4**), sans y placer de gènes pour ne pas compliquer le propos. On peut toutefois imaginer que les élèves manipulent les mêmes maquettes au fil des chapitres afin de consolider leur compréhension des chromosomes et de leur devenir.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 et 2 (*S'informer à partir d'un tableau et d'un caryotype*). Chez les trois espèces étudiées, les cellules reproductrices mâles et femelles possèdent le même nombre de chromosomes et la somme des deux donne le nombre de chromosomes de la cellule-œuf. On émet l'hypothèse que les chromosomes des cellules reproductrices se réassocient lors de la fécondation.

2 Doc. 3 (*Représenter des informations par un schéma légendé*).



3 Doc. 4 et 5 (*Raisonner à l'aide d'une représentation schématique et d'une modélisation*).

- Un chromosome par paire de la cellule-œuf provient du père et l'autre provient de la mère. On valide l'hypothèse.
- Une fille est obtenue lorsque chaque cellule reproductrice comporte un chromosome X. Un garçon est obtenu par fécondation d'un ovule X avec un spermatozoïde Y.

4 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*).

Les cellules reproductrices, en s'unissant lors de la fécondation, permettent de rétablir le nombre de chromosomes de l'espèce : pour chacune des 23 paires de chromosomes, un chromosome vient du père et l'autre de la mère.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Valider ou invalider des hypothèses à partir d'observations de cellules reproductrices et de fécondations.	– Mettre en œuvre une modélisation (doc. 1). – Réaliser un calcul simple (doc. 3)

Conseils et suggestions

- Après avoir compris dans l'unité 2 que le nombre de chromosomes reste stable au fil des générations, et donc insisté sur la stabilité de l'espèce grâce à la reproduction sexuée, on étudie dans l'unité 3 la variabilité des cellules reproductrices et on évoque l'idée de combinaisons multiples lors de la rencontre des cellules reproductrices. Il s'agit donc d'insister sur les différences entre individus d'une fratrie par exemple.
- Une représentation sous la forme d'arbre généalogique est étudiée (**doc. 2**) tout comme dans la **tâche complexe** (p. 67). Elle permet de réinvestir des notions acquises dans le chapitre 1 (p. 16) sur la transmission des caractères.
- Pour illustrer la diversité des cellules reproductrices, on peut à nouveau utiliser des maquettes (**doc. 1**).
- L'exemple des groupes sanguins par lequel la notion de gène a été établie (pp. 34 et 35) est réexploité **doc. 1 et 2**. On associe un autre caractère, le facteur Rhésus, afin de montrer comment la formation des cellules reproductrices (**doc. 1**) puis la fécondation (**doc. 3**) aboutissent à une diversité des groupes sanguins, diversité que les élèves peuvent découvrir en consultant leur carnet de santé (sur lequel figure leur groupe sanguin). Dans l'arbre généalogique du **doc. 2**, on précise que des personnes possédant les allèles Rh+ et Rh– sont de Rhésus positif : c'est une façon d'évoquer l'existence de la dominance-récessivité, sur laquelle les élèves s'interrogent souvent spontanément lorsqu'ils manipulent des maquettes de chromosomes, mais sans y insister car ces notions ne sont plus au programme. Elles seront abordées au lycée.
- Le **doc. 3** permet une approche plus calculatoire du grand nombre de combinaisons possibles. L'**atelier « Réalisation »** p. 64 prolonge cette approche en évoquant, en continuité de l'unité 2, la détermination du sexe d'un individu, dans le cas d'études statistiques c'est-à-dire réalisées sur de très grands échantillons.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1** (*Raisonnement à partir d'une modélisation*).
 - Dans chaque cellules reproductrice, il y a un chromosome de la paire n° 1 et un chromosome de la paire n° 9. Cette répartition se fait au hasard et donne ici 4 combinaisons possibles.
 - Les cellules formées contiennent des couples d'allèles différents : soit (Rh+, B), soit (Rh+, A), soit (Rh–, B) et soit (Rh–, A). Elles sont donc génétiquement différentes les unes des autres.
- Doc. 2** (*S'informer à partir d'un arbre généalogique*). Les deux parents portent des milliers de gènes et ils possèdent des allèles différents. Ils peuvent former des cellules reproductrices rassemblant différentes combinaisons alléliques dues au hasard. Par exemple, le père peut produire des spermatozoïdes contenant (Rh+, A) et la mère des ovules contenant (Rh+, A) ou (Rh+, B) ou (Rh–, A) ou (Rh–, B). Ensuite, ces cellules reproductrices s'assemblent lors de la fécondation pour former différents enfants ayant des caractères variables déterminés par les allèles dont ils héritent au hasard.
- Doc. 3** (*Réalisez un calcul simple*). Si les parents portent 3 paires de chromosomes, ils peuvent fabriquer chacun $2^3 = 8$ cellules reproductrices différentes. Il y a chez l'Homme 23 paires de chromosomes et donc 2^{23} cellules reproductrices possibles pour chacun des deux sexes. Le nombre de descendants possibles différents est donc de $2^{23} \times 2^{23} =$ plus de 70 000 milliards.
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Lors de la formation des cellules reproductrices, un chromosome au hasard est sélectionné pour chaque paire. Lors de la fécondation, une combinaison de 23 chromosomes au hasard s'unit à une autre combinaison pour donner une cellule-œuf. Compte-tenu du grand nombre de chromosomes et du grand nombre de gènes (existant sous des formes différentes ou allèles) portés par chaque chromosome, chaque individu est donc unique et différent des autres individus de son espèce.

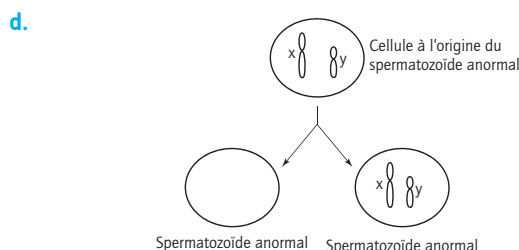
Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 66 du manuel de l'élève) se trouvent à la fin du manuel élève (pp. 248–250). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et « **J'apprends à résoudre une tâche complexe** ».

3 Un caryotype anormal

Raisonnement à l'aide d'un caryotype. Cet exercice permet de vérifier la compréhension des caryotypes de cellules reproductrices et de cellule-œuf.

Réponses attendues :

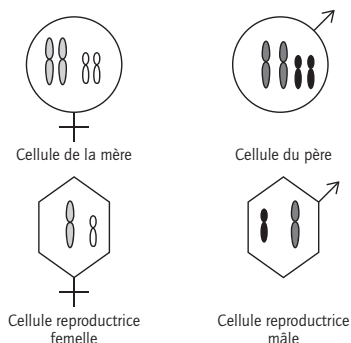
- Un spermatozoïde normal comporte 23 chromosomes, alors que ce caryotype en présente 22 : il manque le chromosome 21.
- La cellule-œuf comporterait 23 paires de chromosomes ainsi qu'un chromosome 21 unique : le chromosome 21 apporté par l'ovule normal.
- La monosomie est le fait de ne porter qu'un chromosome d'une paire au lieu de deux.



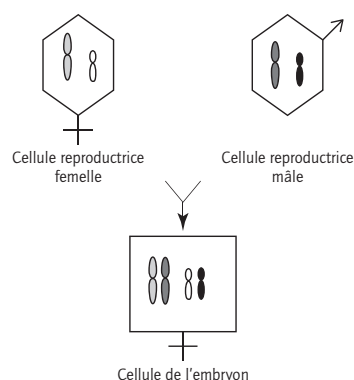
4 Nombre de chromosomes et reproduction

Communiquer à l'aide d'un schéma. Cet exercice mobilise des acquis de toute la partie et répond à une capacité précise du programme : réaliser un schéma traduisant le maintien du nombre de chromosomes lors de la reproduction sexuée. On peut réaliser un schéma en formatif et l'autre en sommatif : l'un détaillant le maintien du nombre de chromosomes et l'autre la diversité des combinaisons obtenues, en conservant des consignes similaires mais en utilisant des code-couleurs variables.

a. et b.



c.



- Les parents possèdent 4 chromosomes (une paire de grands chromosomes et une paire de petits chromosomes) et l'embryon formé en comprend également 4 (2 paires) : le nombre de chromosomes a donc été maintenu constant.

J'apprends à résoudre une tâche complexe

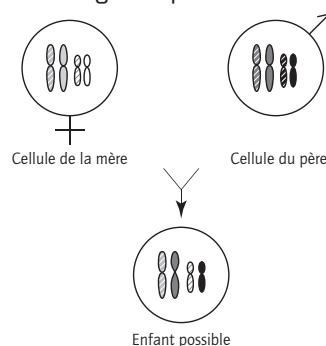
Réponse attendue :

La cellule-œuf qui est à l'origine du futur bébé de ce couple est le résultat de la fécondation au hasard d'une cellule reproductrice du père et d'une cellule reproductrice de la mère contenant chacune 23 chromosomes.

Lors de sa formation, une cellule reproductrice ne reçoit au hasard que 23 chromosomes, soit un chromosome par paire.

Lors de la fécondation, chacun des chromosomes de la cellule reproductrice du père et chacun des chromosomes de la cellule reproductrice de la mère s'associent pour former le contenu chromosomique de la cellule-œuf à l'origine du futur enfant. Ainsi pour chaque gène, un allèle vient du père et un allèle vient de la mère.

L'information génétique du futur enfant provient donc pour moitié de la mère et pour moitié du père et non de la somme des informations génétiques de ses deux parents.



Risque infectieux et protection de l'organisme

Programme officiel : « Risque infectieux et protection de l'organisme » [horaire conseillé : 25 %]

Connaissances	Correspondance avec le manuel
L'organisme est constamment confronté à la possibilité de pénétration de micro-organismes (bactéries et virus) issus de son environnement. Ils se transmettent de différentes façons d'un individu à l'autre directement ou indirectement. Ils franchissent la peau ou les muqueuses : c'est la contamination. Après contamination, les microorganismes se multiplient au sein de l'organisme : c'est l'infection. Ces risques sont limités par la pratique de l'asepsie et par l'utilisation de produits antiseptiques. L'utilisation du préservatif permet de lutter contre la contamination par les microorganismes responsables des infections sexuellement transmissibles (IST) notamment celui du SIDA Des antibiotiques appropriés permettent d'éliminer les bactéries. Ils sont sans effet sur les virus.	Partie B ▶ Je m'interroge pour commencer (pp. 70-71 du manuel de l'élève) ▶ Ce que je sais déjà (p. 72 du manuel de l'élève) ▶ Chapitre 1. L'Homme face aux micro-organismes (pp. 73-88 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. Les micro-organismes de notre environnement ▶ Unité 2. Des micro-organismes pathogènes dans l'organisme ▶ Unité 3. Des micro-organismes à l'origine de maladies ▶ Unité 4. Limiter la contamination et l'infection
L'organisme reconnaît en permanence la présence d'éléments étrangers grâce à son système immunitaire. Une réaction rapide – la phagocytose, réalisée par des leucocytes – permet le plus souvent de stopper l'infection. D'autres leucocytes, des lymphocytes spécifiques d'un antigène reconnu, se multiplient rapidement dans certains organes, particulièrement les ganglions lymphatiques. Les lymphocytes B sécrètent dans le sang des molécules nommées anticorps, capables de participer à la neutralisation des microorganismes et de favoriser la phagocytose. Une personne est dite séropositive pour un anticorps déterminé lorsqu'elle présente cet anticorps dans son sang. Les lymphocytes T détruisent par contact les cellules infectées par un virus. Les réactions spécifiques sont plus rapides et plus efficaces lors de contacts ultérieurs avec l'antigène.	▶ Chapitre 2. Les défenses de l'organisme (pp. 89-104 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. L'organisme face à une infection ▶ Unité 2. Une réaction immunitaire rapide ▶ Unité 3. D'autres réactions immunitaires ▶ Unité 4. Le mode d'action des lymphocytes
La vaccination permet à l'organisme d'acquérir préventivement et durablement une mémoire immunitaire relative à un microorganisme déterminé grâce au maintien dans l'organisme de nombreux leucocytes spécifiques. Une immunodéficience acquise, le SIDA, peut perturber le système immunitaire. Un test permet de déterminer si une personne a été contaminée par le VIH.	▶ Chapitre 3. Stimulations et perturbation du système immunitaire (pp. 105-115 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. Le principe de la vaccination ▶ Unité 2. Sida et perturbation du système immunitaire

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Suivre un protocole de réalisation d'une préparation microscopique de microorganismes non pathogènes. – Effectuer un geste technique en observant au microscope quelques microorganismes.	– Réaliser un geste technique (doc. 1). – Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour identifier les micro-organismes de notre environnement (doc. 1 à 8). – Comparer la taille de micro-organismes (doc. 5 à 7). – Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 8).

Conseils et suggestions

- Cette unité s'appuie sur les **acquis** de la classe de 6^e où la notion de micro-organisme a été abordée lors de l'étude de la fabrication d'aliments. On s'attachera ici à montrer la diversité des microorganismes en s'appuyant principalement sur les bactéries et les virus (cf. le B0).
- Cette unité amène les élèves à réaliser une préparation microscopique de micro-organismes du commerce (**doc. 1**) et à repérer 2 types de bactéries (faire le lien avec les **acquis** p. 70 du manuel rappelant le rôle des micro-organismes dans la fabrication des yaourts). Les élèves sont amenés à observer d'autres micro-organismes de notre environnement (**doc. 3, doc. 5 à 8**), à découvrir que ces micro-organismes sont présents dans tous les milieux (**doc. 4**), sur nos aliments et sur nos muqueuses et que notre organisme vit en permanence avec eux (**doc. 1 à 8**). C'est l'occasion d'insister sur l'existence de nombreuses bactéries non pathogènes, voire utiles (bactéries protectrices, formant des barrières naturelles – voir unité 2 –, bactéries utiles à l'Homme).
- La réalisation de cultures microbiennes devra être faite dans le respect de la réglementation en vigueur : voir le document « **risque et sécurité en SVT** » de l'Observatoire national de la sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur sur le site EduSCOL à l'adresse suivante : <http://eduscol.education.fr/securiteSVT>.
- L'**exercice 5** (p. 87 du manuel) sensibilise les élèves à la notion d'échelle par la comparaison de la taille de différents éléments (bactérie, virus et leucocyte).
- Les **exercices 6 et 7** (p. 87 du manuel) proposent des exemples de micro-organismes responsables d'épidémies.
- L'**atelier** sur l'épidémie de grippe (p. 84) et l'**atelier** sur l'acné (p. 85) offrent un prolongement à cette unité.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1** (*Communiquer par un dessin d'observation*). Les élèves ont pu réaliser une préparation d'une goutte de yaourt, puis son observation au microscope. En s'aidant du doc. 1, ils peuvent réaliser un dessin d'observation. Un titre, le grossissement, la technique utilisée et une légende des deux types de bactéries sont attendus.
Voir le schéma muet sur le site du manuel (www.libtheque.fr/svtcollege).
- Doc. 5 à 7** (*Réaliser des mesures et raisonner*). Taille d'un staphylocoque : 1 μm ; taille du virus de l'Herpès : 200 nm ; taille d'un leucocyte : 30 μm . Les virus ont une taille très inférieure à celle des bactéries.
- Doc. 1, 2 et 5 à 8** (*Saisir des informations*). Les lactobacilles et les streptocoques présents dans le yaourt, les bactéries dans l'intestin favorisant la digestion ne sont pas pathogènes. Le virus de la varicelle, les bactéries salmonelles présentes sur la peau de poulet et le champignon *C. albicans* sont des micro-organismes pathogènes.
- Doc. 1 à 8** (*Extraire des informations et les mettre en relation*). Les micro-organismes sont présents dans le sol (doc. 4), dans l'air (doc. 4), dans l'eau (doc. 2 et 4), sur nos aliments (doc. 1 et 6) et sur des objets de la vie courante (doc. 3 et 5) : ils occupent tous les milieux de notre environnement. Ils sont également présents sur la peau et dans l'intestin (doc. 7 et 8).
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Les micro-organismes sont présents dans tous les milieux de notre environnement. Les bactéries et les virus diffèrent par leurs formes et leurs tailles. Certains sont pathogènes, d'autres non. Certaines bactéries sont utilisées par l'Homme.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
Observer, recenser et organiser des informations afin : – de définir la contamination et l'infection ; – d'établir les risques de contamination par le VIH.	– Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 7). – Communiquer à l'aide d'un tableau (doc. 1 à 3). – Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour identifier les modes de transmission et de contamination de micro-organismes (doc. 1 à 7).

Conseils et suggestions

– Cette unité 2 vise à repérer les différents modes de transmission à l'organisme des micro-organismes présents dans l'environnement : transmission par les aliments, (**doc. 1**), par l'air, (**doc. 2**) par les animaux (**doc. 3**). Dans le cadre de l'**éducation à la santé**, on pourra, à partir des exemples proposés ou d'autres, faire rechercher les gestes simples et les précautions qui pourront éviter ces types de transmissions à l'organisme. En particulier, on pourra suggérer des recherches sur les modes de prévention de la dengue ou du chikungunya, deux maladies transmises à l'Homme par des piqûres de moustiques infectés par les virus de ces maladies, comme les espèces *Aedes albopictus* ou *Aedes aegypti*. Présent dans les départements d'Outre-mer, le moustique tigre (*Aedes albopictus*) s'est aussi introduit dans certains départements du sud de la France métropolitaine depuis 2004.

– L'exploitation du **doc. 4** permet d'observer la présence de barrières naturelles (la peau et les muqueuses) qui préservent de la pénétration dans l'organisme des micro-organismes issus de l'environnement.

– Avec les **doc. 5 à 7**, les élèves retrouveront différentes voies de pénétration des micro-organismes dans l'organisme lors d'une **contamination**. Ces documents visent à montrer que les micro-organismes de l'environnement peuvent pénétrer dans l'organisme lorsque la peau (**doc. 6**) ou les muqueuses sont lésées. L'exploitation du tableau (**doc. 7**) permet d'identifier les différents modes de transmission et de contamination du VIH (voir aussi le chapitre 3 p. 108).

– **L'exercice 6** p. 87, avec l'exemple d'une épidémie foudroyante due à des bactéries *Escherichia coli*, prolonge les connaissances acquises dans l'unité sur la transmission et la contamination des micro-organismes.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 et 3 (*Extraire des informations et communiquer à l'aide d'un tableau*).

Origine des différents micro-organismes pathogènes et leur mode de transmission :

Micro-organisme	Salmonelle	Virus de la grippe, du rhume	Chikungunya
Origine	Steak haché contaminé	Personne contaminée	Moustique contaminé
Transmission	Consommation de l'aliment	Gouttelettes projetées par un éternuement	Piqûre du moustique

2 Doc. 4 (*Extraire des informations et raisonner*). L'organisme est naturellement préservé de la pénétration de micro-organismes par la peau et les muqueuses qui hébergent des bactéries non pathogènes formant une barrière naturelle.

3 Doc. 5 à 7 (*Extraire des informations*). La peau, les muqueuses intestinales et les muqueuses génitales sont les différentes voies de pénétration des micro-organismes évoqués.

4 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Les micro-organismes pathogènes peuvent se transmettre à l'Homme par l'air, l'eau, les aliments, le sang, les relations sexuelles ou par contact avec des objets. La peau et les différentes muqueuses forment des « barrières naturelles » qui s'opposent à leur pénétration dans l'organisme. Mais lorsque les micro-organismes franchissent ces barrières naturelles, ils pénètrent dans l'organisme, il y a alors contamination.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin de définir l'infection.	– Rechercher, extraire et organiser l'information utile à partir de photos, de graphes et de schémas (doc. 1 à 8). – Comparer le déroulement d'une infection bactérienne (doc. 1 à 4) à celui d'une infection virale (doc. 5 à 8). – Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 8).

Conseils et suggestions

- La mise en lien des différents documents de cette unité pourra servir de point d'appui à la réalisation par les élèves d'une tâche complexe sur l'origine de maladies dues à des micro-organismes. On montrera ainsi que la contamination par des bactéries (**doc. 1 à 4**) ou par des virus (**doc. 5 à 8**) peut être à l'origine d'infections et de maladies.
- Le choix de la tuberculose (**doc. 1 à 4**) a été motivé par la constatation d'une recrudescence de cette maladie dans le monde et en France.
- Le **doc. 3** permet aux élèves de s'informer sur la multiplication rapide des bactéries. La croissance exponentielle des bactéries pendant un temps limité s'explique par les conditions favorables à la reproduction en laboratoire.
- Les **doc. 6 et 7** illustrent le mode de développement particulier du virus qui se multiplie à l'intérieur d'une cellule, le virus étant un parasite obligé d'une cellule.
- Le graphique du **doc. 6** (évolution au cours du temps du nombre de virus en absence de traitement) permet de repérer le pouvoir de multiplication des virus. Dans le cas de la grippe, on remarquera l'arrêt de la multiplication des virus au bout de quelques jours même en absence de traitement. On insistera sur le fait que tous les virus ne disparaissent pas aussi aisément (cf. l'exemple du VIH dans le chapitre 3, pp. 108-109).
- En prolongement de cette unité, l'**atelier** « Suivre une épidémie au jour le jour » p. 84 permet aux élèves de suivre l'évolution d'une épidémie au cours du temps.

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe

Après la **contamination**, les micro-organismes pathogènes se multiplient dans l'organisme. C'est l'**infection** à l'origine de maladies.

Doc. 1 à 4. Une **bactérie**, le bacille de Koch, est à l'origine de la tuberculose, maladie tuant dans le monde 1,5 million de personnes. La bactérie contenue dans les microgouttelettes projetées par une personne malade se transmet par voie aérienne (**doc. 1**). Les bactéries se multiplient (**doc. 2 et 3**), deux ans plus tard elles sont présentes dans le sang et envahissent d'autres organes comme les os et les reins (**doc. 4**).

Doc. 5 à 8. Le virus Influenza est à l'origine de la grippe, maladie qui peut être mortelle dans certains cas. Le virus se transmet par voie aérienne (air ambiant, gouttelettes d'éternuement, main portée à la bouche après contact avec une surface contaminée) (**doc. 5**). Le virus pénètre dans une cellule pour s'y multiplier (**doc. 6 à 8**). Dans le cas de cette maladie, même en absence de traitement, au bout de quelques jours, le nombre de virus diminue jusqu'à atteindre zéro. Les virus ne sont alors plus présents (**doc. 8**).

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin : - d'expliquer l'intérêt des antibiotiques, des antiseptiques et de l'asepsie ; - de découvrir les méthodes de prévention et de lutte contre la contamination et/ou l'infection. - Situer dans le temps les découvertes scientifiques relatives aux antibiotiques.	- Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour comprendre l'intérêt des mesures d'asepsie et d'antisepsie (doc. 1 à 3) et celle des antibiotiques (doc. 4 à 6). - Lire et employer différents langages : textes – graphiques – images (doc. 1 à 8). - Respecter des comportements favorables à sa santé (doc. 1 à 8).

Conseils et suggestions

– Cette **unité** vise à rechercher les moyens pour se protéger des micro-organismes et lutter contre leur prolifération après pénétration dans l'organisme : 1. asepsie (**doc. 1 et 2**) ; 2. antisepsie (**doc. 3**) ; 3. antibiotiques (**doc. 6**).

– La confrontation d'un extrait du discours de Pasteur (**doc. 1**) avec la photo d'une salle d'opération moderne permet de comparer les consignes émises par Pasteur et les pratiques actuelles. À cette occasion, on pourra faire le lien avec les règles d'hygiène abordées dans les **acquis** p. 71 et la photo p. 69. L'**atelier** « La chirurgie au XVII^e siècle » p. 89 permet une comparaison intéressante des pratiques d'asepsie à deux époques différentes.

– Le **doc. 3** et le **doc. 6** présentent des cultures de micro-organismes et un antibiogramme ; leur réalisation n'est guère envisageable en classe [cf. le document « **risque et sécurité en SVT** »].

– L'utilisation du **doc. 5** sera l'occasion de rappeler que les antibiotiques n'agissent pas sur les virus et donc sur une angine virale par exemple. L'existence de bactéries résistantes aux antibiotiques, problème préoccupant de santé publique, pourra être abordée par l'exploitation de l'**atelier** p. 85 du manuel. Les **exercices 4 et 7** pp. 86-87 réinvestissent et complètent les notions d'asepsie et d'antisepsie.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 [*Extraire des informations d'un texte et d'un document photographique*]. • L'utilisation d'instruments d'une propreté parfaite, le nettoyage avec soin des mains, l'utilisation de bandelettes et d'éponges préalablement exposées dans un air porté à la température de 130 à 150 °C et dans une eau qui aurait subi une température de 110 à 120 °C sont des mesures d'asepsie préconisées par Pasteur. Elles visent à éviter tout contact avec les micro-organismes lors d'une opération chirurgicale et donc la contamination, en détruisant en amont les micro-organismes.

• Mesures prises dans une salle d'opération aujourd'hui : utilisation de blouse, de gants, de coiffe, de masque pour éviter de transmettre au patient des micro-organismes

portés par l'équipe chirurgicale, utilisation d'instruments chirurgicaux propres aseptisés par un liquide approprié.

2 Doc. 2 [*Raisonner*]. Le préservatif est une barrière artificielle qui évite tout contact de muqueuses lors d'un rapport sexuel, empêchant la transmission de bactéries ou de virus d'un individu contaminé à un autre.

3 Doc. 3. [*Interpréter les résultats d'une expérience*]. • Seule la boîte A ayant été au contact avec les doigts non lavés est couverte de colonies microbiennes ; en B, l'antiseptique a éliminé les microbes présents sur les doigts. • Un produit antiseptique empêche l'infection en détruisant localement les micro-organismes.

4 Doc. 4 et 5 [*Extraire des informations et raisonner*]. • En émettant l'hypothèse que les champignons (*Penicillium*) produisent une substance qui empêche le développement des bactéries, Fleming découvre l'action de ce premier antibiotique sur les micro-organismes. • Le test de diagnostic rapide d'une angine permet de savoir si l'angine est d'origine virale ou bactérienne. Si elle est virale, l'utilisation d'antibiotiques n'aura pas d'effet, leur prescription n'est donc pas nécessaire.

5 Doc. 6 [*Lire un antibiogramme*]. Les antibiotiques contenus dans les pastilles diffusent dans le milieu et n'ont pas tous les mêmes effets sur les bactéries. L'antibiotique le plus efficace est celui qui détruit les bactéries le plus loin possible de la pastille : ici c'est l'antibiotique E.

6 En conclusion [*Communiquer en rédigeant une synthèse*]. Les mesures d'asepsie ont pour but d'éviter la contamination par des micro-organismes. Dans le cas d'une contamination, l'application de produits antiseptiques élimine les micro-organismes au niveau de la zone contaminée pour éviter l'infection : c'est l'antisepsie. L'utilisation du préservatif est le seul moyen de se protéger de la contamination par les micro-organismes responsables d'IST, notamment du sida. Des antibiotiques appropriés éliminent les bactéries mais sont sans effet sur les virus.

Les corrigés des rubriques « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 86) et « **Méthode : J'extrais l'information utile d'un graphique** » (p. 88) se trouvent à la fin du manuel élève (p. 248). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de **l'exercice méthode d'application**.

4 PISA Une opération chirurgicale

Extraire l'information d'un texte. Cet exercice réinvestit les connaissances acquises dans l'**unité 4**. L'élève doit construire un tableau résumant les différentes règles d'asepsie et d'antisepsie lors d'une opération chirurgicale.

Réponses attendues

1. a. 3 ; b. 2 et 3.

2.	Le patient	L'équipe médicale
Mesures d'asepsie	Port d'une chemise stérile	Gants et masques du personnel médical stérilisés et pansements stériles
Mesures d'antisepsie	Douche avec un savon antiseptique / zone à opérer badigeonnée à l'aide d'un produit antiseptique	Lavage des mains et des avant-bras avec un savon antiseptique.

5 Des éléments de tailles différentes

Calculer et raisonner. L'exercice, en lien avec l'**unité 1**, répond au commentaire des ressources du programme sur la sensibilisation des élèves à la notion d'échelle.

Réponses attendues :

- a. Bactérie : 48 mm, virus : 48 mm, leucocyte : 46 mm.
- b. Diamètre réel : staphylocoque, $0,8 \mu\text{m}$; virus, 160 nm ; leucocyte, $23 \mu\text{m}$.
- c. Classement par taille croissante : virus, bactérie, globule blanc.
- d. La prise en compte du grossissement permet de déterminer la taille réelle d'un objet.

6 L'origine d'une épidémie

Formuler une hypothèse et raisonner. Cet exercice est un prolongement à l'**unité 2**. Les élèves devront retrouver les modes de transmission de la bactérie et énoncer une hypothèse sur ce qui a pu déclencher l'épidémie et proposer des mesures pour en éviter la propagation.

Réponses attendues

- a. Transmission : viande, produits laitiers et eaux souillées par des excréments d'animaux. Contamination : consommation de graines germées porteuses de la bactérie.
- b. Hypothèse : les grains ont pu être en contact avec de l'eau souillée par la bactérie.

c. Mesures : traitement des eaux souillées par les excréments d'animaux, contrôle des produits alimentaires à risque.

7 La grippe saisonnière

Interpréter un graphique et raisonner. Cet exercice est en lien avec les **unités 3 et 4**. Les élèves doivent proposer des règles d'hygiène pour éviter la propagation de l'épidémie (voir aussi l'**atelier** de la p. 84).

Réponses attendues :

- a. L'épidémie de grippe se développe tous les ans au cours de l'hiver, d'où le nom de grippe saisonnière.
- b. Un temps sec et froid favorise l'épidémie de grippe.
- c. Mesures d'**asepsie** : se couvrir la bouche ou le nez quand on tousse ou quand on éternue (de préférence avec un mouchoir jetable, dans une poubelle, ne pas se serrer la main et éviter les embrassades, porter éventuellement un masque. Mesures d'**antisepsie** : se laver régulièrement les mains avec du savon ou une solution hydro-alcoolique très régulièrement, nettoyer les objets utilisés par la personne contaminée.

8 9 J'extrais l'information utile d'un graphique (Méthode).

Exercice guidé : voir le corrigé p. 249 du manuel de l'élève.

Réponses attendues pour l'exercice d'application :

- a. L'évolution du nombre de bactéries est identique pour la culture sans antibiotique et pour celle avec l'antibiotique A. La présence des antibiotiques B et C entraîne une progression du nombre de bactéries plus faible au cours du temps. La conjonction des antibiotiques B et C entraîne une diminution du nombre de bactéries puis leur disparition.
- b. Seule la conjonction des antibiotiques B et C permet d'éradiquer l'infection bactérienne du malade.

Les défenses de l'organisme contre les micro-organismes

L'organisme face à une infection (pp. 90-91 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Effectuer un geste technique en observant au microscope des cellules sanguines	– Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour repérer les signes d'une réaction immunitaire (doc. 1 à 6). – Réaliser un geste technique (doc. 4). – Communiquer à l'aide d'un schéma (doc. 4).

Conseils et suggestions

– Ce chapitre 2 a pour objectif, à partir de l'analyse de situations courantes, de développer un premier niveau d'explication des réactions immunitaires protégeant l'organisme lors d'une contamination et de montrer que l'activité du système immunitaire est permanente et très souvent efficace vis-à-vis d'une contamination. Le programme distingue la réaction immunitaire rapide (ou phagocytose : cf. **unité 2**) et les réactions immunitaires plus lentes (ou spécifiques : cf. **unités 3 et 4**).

– Cette unité s'appuie sur l'observation de situations connues des élèves comme étant liées à une infection. Elle les amène à repérer les signes visibles d'une réaction immunitaire lors d'une plaie (**doc. 1**) et lors d'une angine bactérienne ou virale (**doc. 2**). Dans la perspective d'une **éducation à la santé**, ces signes pourront être présentés simplement par le professeur comme un signal d'alerte sans entrer dans le détail des réactions inflammatoires.

– Les élèves sont aussi amenés à comprendre en quoi l'organisation du système immunitaire est favorable à la défense de l'organisme contre les micro-organismes (**doc. 3 et 4**) et à observer et repérer des cellules immunitaires dans un frottis sanguin (**doc. 4**). Le rôle des ganglions dans la multiplication des lymphocytes est abordé plus loin (voir p. 94 du manuel).

– L'**exercice 5** (p. 103 du manuel) propose de réinvestir les notions vues avec le **doc. 6**, à partir d'un tableau d'analyses sanguines dans le cas d'une autre maladie : la maladie de Bruton, qui est une maladie héréditaire.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 à 3 (*Observer, recenser et organiser des connaissances*). La photo du doc. 1 montre une rougeur (la rougeur évoque un afflux sanguin) et un gonflement au niveau d'une plaie (œdème). Le texte indique une douleur et une sensation de chaleur. Le doc. 2 montre que lors d'une infection sans plaie visible, des signes comme la fièvre, la fatigue, le gonflement des ganglions, des courbatures, apparaissent chez l'individu malade.

2 Doc. 3 et 4 (*Mettre en relation des informations*).

- Le système immunitaire est constitué d'organes répartis dans tout l'organisme et reliés à un réseau ramifié de vaisseaux transportant la lymphe dans tout le corps et en communication avec le sang. Les ganglions lymphatiques sont présents au niveau du cou, des aisselles, de l'abdomen, de l'aîne. Le système immunitaire compte aussi des cellules immunitaires circulant dans le sang et la lymphe.

- En cas d'infection, les micro-organismes se propagent dans l'organisme. Grâce à l'organisation du système immunitaire, on peut penser qu'ils rencontrent les cellules immunitaires dans le sang et la lymphe et traversent les ganglions répartis dans le corps.

3 Doc. 4 (*Communiquer par un dessin d'observation*). D'après les textes officiels, les connaissances sur les différents constituants du sang doivent être introduites progressivement, la reconnaissance et le détail de la nomenclature des différents types de leucocytes sont aussi hors programme. On s'intéressera donc ici à repérer et à dessiner les deux grands types de leucocytes intervenant dans les réactions immunitaires : les lymphocytes et les phagocytes. [Voir les schémas sur le site du manuel \(www.libtheque.fr/svtcollege\)](http://www.libtheque.fr/svtcollege).

4 Doc. 5 et 6 (*Extraire des informations et les mettre en relation*). L'étude comparative des résultats d'une analyse sanguine d'une personne en bonne santé et d'une personne atteinte d'une angine bactérienne montre une augmentation très nette du nombre de leucocytes chez la personne malade, tant au niveau des phagocytes que des lymphocytes. Cette augmentation suggère leur mobilisation lors d'une infection.

5 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Après une contamination par des micro-organismes l'organisme réagit par une réaction localisée, qui se manifeste par des signes (symptômes) : rougeur, douleur, chaleur et gonflement et par une réaction immunitaire caractérisée par une augmentation du nombre de leucocytes (cellules du système immunitaire) circulant dans le sang et la lymphe.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
Observer, recenser et organiser des informations afin de caractériser le phénomène de la phagocytose.	– Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 4). – Communiquer à l'aide d'un schéma (doc. 3 et 4). – Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour repérer les caractéristiques d'une réaction immunitaire rapide (doc. 1 à 4).

Conseils et suggestions

- La mise en lien des différents documents de cette unité pourra servir de point d'appui à la réalisation par les élèves d'une **tâche complexe** sur les caractéristiques d'une réaction immunitaire rapide. On cherchera à comprendre en quoi consiste cette réaction immunitaire rapide (**doc. 1 à 3**) et on montrera le rôle et le mode d'action des phagocytes dans cette réaction rapide (**doc. 4**).
- Le **doc. 1**, qui est à relier au doc. 1 de l'unité précédente présentant une plaie accompagnée de la formation de pus, montre une observation de ce pus au microscope [observation qui ne peut être réalisée en classe : voir le document d'accompagnement et le document « **risque et sécurité en SVT** »]. Il permet aux élèves de s'informer sur le contenu du pus dans une plaie infectée. Les élèves y retrouveront ainsi des cellules immunitaires, les phagocytes, déjà observées dans un frottis sanguin (doc. 4 de l'unité 1) et ils pourront s'interroger sur leur rôle.
- Avec le **doc. 2**, qui présente une image de la diapédèse, les élèves pourront comprendre l'origine des phagocytes observés au niveau de la plaie infectée.
- Le **doc. 3** fait suite au doc. 6 p. 77 et traduit graphiquement ce qui se passe au niveau d'une plaie tant au niveau de la multiplication des bactéries qu'au niveau de l'arrivée de leucocytes.
- Le **doc. 4** montre l'action de leucocytes transformés en phagocytes : ils absorbent et digèrent les bactéries. Les élèves peuvent en déduire que les phagocytes sont des acteurs du système immunitaire et que leur action est rapide (en 3 jours ils stoppent l'infection).
- Les **ateliers Internet et Histoire des sciences** p. 100 offrent un prolongement intéressant à cette unité.

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe

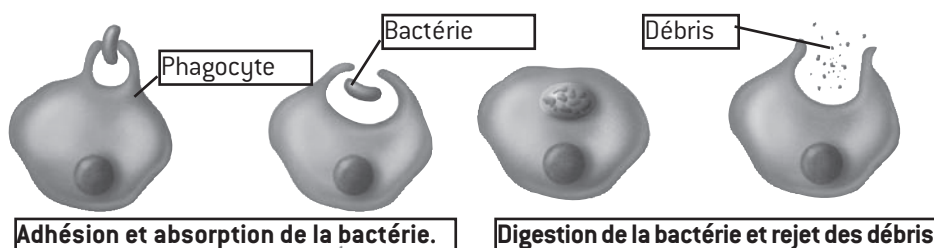
[Extraire des informations de documents/ Mettre en relation des informations et raisonner/ Communiquer en réalisant un schéma].

La phagocytose caractérise la réaction immunitaire rapide. Sur le lieu de l'infection, des phagocytes sortent des vaisseaux sanguins. Ils absorbent et digèrent les micro-organismes. La phagocytose permet le plus souvent de stopper l'infection.

Doc. 1. L'observation de pus au microscope montre la présence sur le lieu de l'infection de cellules, les phagocytes, ainsi que de très nombreuses bactéries, dont certaines sont visibles à l'intérieur de ces phagocytes. Des leucocytes naturellement présents dans le sang (frottis sanguin doc. 4 p. 91) se retrouvent au niveau de l'infection : leur présence dans le pus correspond donc à une réaction de l'organisme à l'infection. On peut formuler l'hypothèse que les phagocytes interviennent dans l'élimination des bactéries.

Doc. 1 à 3. Les docs. 2 et 3 montrent que les phagocytes présents dans le pus proviennent du sang de l'individu : les leucocytes sortent des vaisseaux sanguins (doc. 2) et sont attirés sur le lieu d'infection où ils se transforment en phagocytes (doc. 3).

Doc. 3 et 4. Les phagocytes ingèrent et digèrent les micro-organismes qui sont ainsi éliminés : la phagocytose est donc une réaction de défense de l'organisme (les leucocytes sont des cellules immunitaires). Le schéma montrant comment la phagocytose peut rapidement stopper une infection illustre les différentes étapes de la phagocytose.



Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Formuler des hypothèses sur les modalités d'action des lymphocytes. - Valider ou invalider ces hypothèses à partir d'observations et d'expériences.	- Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour caractériser les réactions immunitaires plus lentes (doc. 1 à 7). - Pratiquer une démarche scientifique : formuler des hypothèses (doc. 1 à 3 et doc. 5 à 7). - Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 7).

Conseils et suggestions

- Les **unités 3 et 4** traitent des réactions immunitaires impliquant une reconnaissance préalable d'antigènes. Le découpage du manuel suit l'enchaînement des notions du programme avec tout d'abord l'intervention de lymphocytes spécifiques LB (**unité 3**, page de gauche : réaction à une infection bactérienne) et LT (**unité 3**, page de droite : réaction à une infection virale), puis le mode d'action des lymphocytes B et T contre les micro-organismes (**unité 4**).
- Un lien sera fait avec le doc. 6 p 91 (**unité 1**) pour mettre en évidence l'intervention d'une nouvelle catégorie de leucocytes, les lymphocytes, dans les réactions immunitaires lors d'une infection.
- Le **doc. 1** et le **doc. 2** amènent les élèves à s'informer sur la reconnaissance, par un lymphocyte B, d'un élément étranger (bactérie ou virus dans le sang) grâce aux antigènes que cet élément porte, sur la multiplication de ces lymphocytes et sur leur grande diversité. La multiplication des lymphocytes B a lieu dans les ganglions dont le gonflement lors d'une infection a été signalé dans l'unité 1 (p. 90).
- Les **doc. 3 et 4** conduisent l'élève à comprendre ce qui se passe après la reconnaissance d'un antigène par un lymphocyte B. Cette étude peut être l'occasion d'introduire la notion de séropositivité pour un antigène, notion qui sera réintroduite dans l'unité 4 de ce chapitre p. 96, et à propos du sida p. 108..
- Avec les **doc. 5 à 7**, les élèves pourront mettre en évidence une réaction des lymphocytes T envers les cellules infectées par un virus. La reconnaissance spécifique de l'antigène par le lymphocyte est abordée par le biais d'une expérience très simplifiée (**doc. 6**).
- L'**atelier enquête** sur la défense immunitaire des bébés offre un prolongement intéressant à cette unité.
- L'expérience de Gustav Nossal (**doc. 3**), pour mettre en évidence l'action des lymphocytes B, est suggérée par les documents d'accompagnement. L'**exercice 6** (p. 103 du manuel) propose une expérience historique, celle de Von Behring, qui démontra pour la première fois la spécificité des anticorps.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1 à 3** (*Extraire des informations de documents et interpréter les résultats d'une expérience*). À partir du **doc. 1** et du **doc. 2**, on peut formuler l'hypothèse qu'un lymphocyte donné ne reconnaît qu'un antigène donné et que ce lymphocyte est spécifique de l'antigène reconnu. L'analyse des résultats de l'expérience de Gustav Nossal (doc. 3) valide l'hypothèse.
- Doc. 3 et 4** (*Raisonnement et communication en rédigeant une synthèse*). Les lymphocytes B ayant reconnu un antigène d'une bactérie se multiplient rapidement et sécrètent dans le sang une quantité importante de molécules appelées anticorps. Cette réaction entraîne la disparition des bactéries.
- Doc. 5 à 7** (*Interpréter les résultats d'une expérience*). À partir de ces documents, on peut formuler et valider l'hypothèse que « les lymphocytes T interviennent dans la destruction des cellules infectées par des virus ».
- Doc. 4 à 7** (*Extraire des informations de graphiques et raisonner*). L'analyse des graphiques montre qu'après reconnaissance d'un antigène par un lymphocyte B ou T, il faut plusieurs jours pour qu'il y ait production de nombreux lymphocytes. La réaction est qualifiée de réaction lente : il faut le temps que le lymphocyte rentré en contact avec les cellules infectées, se multiplie.
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Après avoir reconnu un antigène, le lymphocyte spécifique de cet antigène se multiplie et forme un clone de lymphocytes B ou de lymphocytes T. Il existe donc deux types de lymphocytes : les lymphocytes B qui fabriquent des anticorps et les lymphocytes T qui détruisent les cellules infectées par un virus. Ces réactions sont plus lentes que la phagocytose car il faut plusieurs jours pour qu'un clone de lymphocytes se forme et, pour les lymphocytes B, la production d'anticorps nécessite également plusieurs jours.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Formuler des hypothèses sur les modalités d'action des lymphocytes. - Valider ou invalider ces hypothèses à partir d'observations et d'expériences.	- Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour comprendre les modes d'action des anticorps et des lymphocytes T contre les micro-organismes (doc. 1 à 5). - Pratiquer une démarche scientifique : réaliser une expérience pour comprendre le rôle des anticorps (doc. 1). - Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 5).

Conseils et suggestions

- Après avoir montré les caractéristiques d'une réaction immunitaire lente (**unité 3**), cette unité 4 vise à expliquer le mode d'action des lymphocytes. Par souci pédagogique, l'action des lymphocytes B a été associée à une réaction bactérienne et celle des lymphocytes T à une infection virale. L'étude du sida montrera (**chapitre 3**) que l'infection par le VIH entraîne également la production d'anticorps et donc l'intervention des lymphocytes B.
- Le test de la brucellose (**doc. 1**) permet d'illustrer la notion de séropositivité et d'appréhender le rôle des anticorps. Cette manipulation est facilement réalisable en classe en respectant des règles de sécurité et d'hygiène strictes. Les résultats s'observent rapidement à l'œil nu.
- Il sera très formateur pour les élèves de revenir sur d'autres tests mettant en jeu la formation d'un complexe anticorps-antigène tout en développant la capacité à interpréter une expérience (**exercices 9 et 10** p. 104). Dans l'**exercice 9** un anticorps est mis en présence de 5 antigènes différents [dans les faits, un antigène particulier peut comporter plusieurs épitopes différents et les anticorps sont spécifiques des épitopes, mais ces notions ne sont pas à traiter en 3^e].
- Le mécanisme d'action des anticorps est abordé par les **doc. 2 et 3** et respecte les notions exigibles du programme, à savoir « les lymphocytes B sécrètent dans le sang des molécules nommées anticorps, capables de participer à la neutralisation des microorganismes et de favoriser la phagocytose »
- L'action des lymphocytes T se résume en classe de 3^e à un contact spécifique avec la cellule infectée par un virus. Dans le **doc. 5** et dans le schéma bilan p. 99, l'interaction moléculaire entre un antigène et une molécule de surface du lymphocyte T a été représentée pour rester cohérent avec la reconnaissance spécifique du lymphocyte B.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 [Extraire des informations d'une manipulation]. Une personne est séropositive vis-à-vis de la bru-

cellose si elle possède dans son sang les anticorps spécifiques des antigènes de la bactérie Brucella.

2 Doc. 1 [Extraire des informations d'une manipulation]. Le sérum de l'individu B infecté par Brucella a provoqué l'agglutination des antigènes de la brucellose, contrairement au sérum de l'individu A non infecté. Les anticorps contenus dans le sérum de B réagissent avec les antigènes de Bucella entraînant une agglutination.

3 Doc. 1 à 3 [Interpréter les résultats d'une expérience]. Lors d'une infection bactérienne, les anticorps contenus dans le sérum reconnaissent spécifiquement les antigènes de la bactérie. En se fixant sur les antigènes reconnus, ils forment avec ces derniers un complexe « antigène-anticorps » qui provoque une agglutination et neutralise la bactérie qui est détruite par phagocytose : l'infection s'arrête.

4 Doc. 4 à 5 [Extraire des informations et raisonner]. Quand un lymphocyte T reconnaît les antigènes portés par la cellule infectée, il se multiplie. Après contact avec la cellule infectée, le lymphocyte T libère une substance qui perce la membrane et détruit la cellule. Les débris de la cellule sont ensuite phagocytés.

6 En conclusion [Communiquer en construisant un tableau de synthèse].

Cellules immunitaires	Lymphocyte B	Lymphocyte T
Nature de l'infection	Bactérienne	Virale
Reconnaissance de l'antigène	Spécifique	Spécifique
Production	Anticorps	Substance perforatrice
Rôle des substances produites	Neutralisent les bactéries	Détruisent les cellules infectées
Conséquences	Phagocytose des complexes anti-gènes-anticorps	Phagocytose des débris de cellules infectées

Les corrigés des rubriques « **Je vérifie mes connaissances** » [p. 102]. Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de l'**exercice méthode d'application**.

4 PISA La réaction à une infection bactérienne

Exploiter un graphique. Cet exercice réinvestit les connaissances acquises dans l'**unité 3** : la notion de séropositivité et le déroulement d'une réaction immunitaire lente.

Réponses attendues :

1. a. 3 ; b. 1 et 4. **2.** Après avoir reconnu un antigène porté par une bactérie, un lymphocyte B se multiplie dans les ganglions lymphatiques. Les lymphocytes B produisent ensuite des anticorps spécifiques de cet antigène dans le sang. Ces anticorps se fixent aux antigènes portés à la surface des bactéries et forment des complexes antigène-anticorps qui seront éliminés par phagocytose.

5 La maladie de Bruton

Mettre en relation des informations. Cet exercice reprend les notions des **unités 1 et 3**.

Réponses attendues :

a. La quantité d'anticorps dans le sang d'un enfant de 18 mois atteint de la maladie de Bruton est de 0,17 g/L, très largement inférieure à celle observée chez un enfant de 18 mois sain (5,5 g/L.). **b.** Les anticorps circulent dans le sang et se fixent spécifiquement sur les antigènes des bactéries pour former un complexe antigène-anticorps. Les bactéries ainsi neutralisées sont ensuite éliminées par phagocytose. L'enfant malade présente une protection immunitaire réduite contre les infections bactériennes, ce qui explique qu'il en soit souvent affecté. **c.** Le nombre total de lymphocytes par litre de sang est équivalent chez les deux enfants, mais le nombre de lymphocytes B est près de dix fois plus faible chez l'enfant atteint de la maladie de Bruton ($0,03 \cdot 10^7$) que chez l'enfant non malade ($0,1$ à $0,4 \cdot 10^7$). **d.** Chez l'enfant malade, on enregistre à la fois une faible quantité d'anticorps sanguins et un faible nombre de lymphocytes B dans le sang. Ceci s'explique par le fait que les anticorps sont sécrétés par les lymphocytes B.

6 Une expérience historique

Interpréter une expérience. L'expérience de Von Behring est historique : elle est la première à démontrer la spécificité des anticorps vis-à-vis d'un antigène. Le choix a été fait de privilégier l'expérience de G. Nossal dans l'**unité 3**, conformément aux documents d'accompagnement.

Réponses attendues :

a. Le cobaye B survit à une injection de toxine diphtérique, après avoir reçu une injection de sérum du cobaye

A, lui-même ayant survécu à une infection par la diphtérie. Hypothèse : le sérum contient des anticorps dirigés contre des antigènes spécifiques de la diphtérie, comme la toxine diphtérique. **b.** Le cobaye C succombe à une injection de toxine tétanique, après avoir lui aussi reçu du sérum du cobaye A. Ce sérum ne contient pas d'anticorps permettant d'éliminer les toxines tétaniques. **c.** Les anticorps contenus dans le sérum du cobaye A assurent la protection contre la toxine diphtérique mais sont sans effet sur la toxine tétanique. Ce résultat montre que les anticorps produits lors d'une infection par une bactérie sont spécifiques des antigènes de cette bactérie.

7 Les réactions immunitaires et les greffes

Pratiquer une démarche scientifique. Cet exercice permet d'explicitier le phénomène de rejet de greffon, sujet abordé dans la **partie D** du manuel [p. 217].

Réponse attendue :

a. On n'observe pas de rejet du greffon de peau chez la souris n°1, qui ne possède pas de thymus. À l'inverse, le greffon de peau est rejeté chez la souris n°2 qui a subi une greffe du thymus. On peut donc conclure de ces résultats que le thymus favorise le rejet d'une greffe. **b.** Le thymus est un organe du système immunitaire indispensable à la fabrication des lymphocytes T. On peut donc penser que ces lymphocytes sont impliqués dans le rejet d'un greffon. Pour éliminer une cellule infectée par un virus, les lymphocytes T entrent en contact direct avec celle-ci puis provoquent sa destruction. On peut donc formuler l'hypothèse qu'ils agissent de la même manière, après une greffe, envers les cellules du greffon.

J'apprends à interpréter une expérience (Méthode)

Exercice guidé : voir le corrigé p. 248 du manuel de l'élève.

Réponses attendues pour l'exercice d'application:

a. On observe un anneau blanchâtre lorsque le sérum de vache est mis en solution avec des antigènes de la bactérie B. Les anticorps contenus dans ce sérum se sont donc associés aux antigènes de cette bactérie.

b. Le phénomène mis en évidence ici est la formation d'un complexe antigène-anticorps. Dans l'organisme, ces complexes se forment lors d'une réaction immunitaire lente, et sont ensuite éliminés par phagocytose. Les anticorps contenus dans le sérum de cette vache sont spécifiques des antigènes de la bactérie B.

Stimulations et perturbations du système immunitaire

Le principe de la vaccination

(pp. 106-107 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre
- Observer, recenser et organiser des informations afin de comprendre le principe de la vaccination. - Situer dans le temps les découvertes scientifiques relatives au principe de la vaccination. - Valider ou invalider des hypothèses à partir d'observations et d'expériences. - Décrire le comportement d'une grandeur pour comprendre l'accroissement de la production d'anticorps à la suite de contacts successifs avec un antigène.	- Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour comprendre le principe de vaccination et l'implication du système immunitaire dans l'acquisition d'une mémoire immunitaire (doc. 1 à 7). - Respecter des comportements favorables à sa santé (doc. 3 et 7).

Conseils et suggestions

- Cette unité 1 s'appuie sur une approche historique de la vaccination et une démarche expérimentale pour montrer que la vaccination permet à l'organisme d'acquérir préventivement et durablement une mémoire immunitaire. Sans rien connaître des microbes, ni a fortiori de l'immunologie, Jenner réalisa la première tentative de prévention d'une maladie infectieuse : la variole (**doc. 1**). Le premier vaccin tire son nom de la vaccine, une infection bovine due à un virus. Cent ans plus tard, Pasteur établit expérimentalement les principes généraux de la vaccination (**doc. 2**) et il faudra attendre le milieu du XX^e siècle pour comprendre la mémoire immunitaire (théorie de la sélection clonale, Burnet, 1957).
- Les **ateliers** pp. 112-113 offrent des prolongements possibles à cette unité

Exploitation des documents par les activités

- Doc.1** (*S'informer à partir d'un texte et d'hypothèses*). Lors de la 2^{de} injection, le pus injecté contenait le virus de la variole. Or, l'enfant ne fut pas atteint de la variole : la protection est donc due au traitement préalable par la vaccine qui a déclenché une réaction immunitaire avec production de lymphocytes ayant empêché l'infection ultérieure par le virus de la variole (dont les antigènes sont proches de ceux de la vaccine) : l'enfant a ainsi été immunisé.
- Doc. 1 et 2** (*S'informer à partir de résultats expérimentaux*). Dans l'expérience de Pasteur, un seul facteur varie : les poules B du second lot ont été préalablement vaccinées à l'aide d'un microbe atténué. L'injection de

bactéries issues d'une vieille culture à pouvoir pathogène atténué protège l'organisme contre celle ci.

- Doc. 3** (*Exploiter un graphique et raisonner*). Grâce à la vaccination, les cas de poliomyélite en France sont devenus de plus en plus rares, jusqu'à disparaître. Les individus vaccinés sont protégés, mais en vaccinant une population entière, le nombre de personnes immunisées devient très important, ce qui limite la transmission de la maladie.
- Doc. 4 et 5** (*Mettre en relation et raisonner*). • Après un second contact avec un antigène, la quantité d'anticorps produits est multipliée par 100 et le temps de production passe de 1 semaine à 1 jour (doc. 4), le système immunitaire produit plus et plus vite des lymphocytes B (doc. 5). Ces résultats expérimentaux montrent que le taux d'anticorps et celui de lymphocytes augmentent plus rapidement et en plus grande quantité après un 2^e contact avec un antigène, et cela grâce à la présence dans l'organisme, après un 1^{er} contact avec un antigène, de leucocytes spécifiques : les lymphocytes mémoire.
- Doc. 4 à 7** (*Mettre en relation des informations avec des connaissances*). Des rappels réguliers effectués dans le cadre d'une vaccination assurent la (ré) activation de la mémoire immunitaire.
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). La vaccination permet à l'organisme d'acquérir préventivement et durablement une mémoire immunitaire relative à un microorganisme déterminé, grâce au maintien dans l'organisme de nombreux leucocytes spécifiques tels que les lymphocytes B et lymphocytes mémoires.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir les risques de contamination par le VIH. - Décrire le comportement d'une grandeur pour relier l'évolution du nombre de virus, de lymphocytes et la quantité d'anticorps chez un individu contaminé par le virus du SIDA.	- Rechercher, extraire et organiser l'information utile pour comprendre l'implication du système immunitaire dans le sida (doc. 1 à 8). - Lire et employer différents langages : textes – graphiques – images (doc. 1 à 8). - Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données (doc. 1 à 8).

Conseils et suggestions

- Conformément au programme, un exemple d'immunodéficience acquise est traité dans cette unité (le sida, cf. BO). La notion d'allergie, bien que présente dans les objectifs scientifiques du programme, n'apparaît plus dans la colonne « Connaissances » du BO. Les commentaires des ressources du programme précisent néanmoins que cette notion doit être évoquée. À cet effet, l'**atelier « Sur la trace des allergies »** p. 113 permettra aux élèves de s'informer sur les allergies.
- Les élèves pourront faire le lien avec les modes de contamination du VIH abordés dans le chapitre 1 (p. 77).
- Le fait que les virus se multiplient à l'intérieur des cellules a été vu dans le chapitre 1 (p. 79). Ici, le cycle du développement du VIH est détaillé et explicite (**doc. 3**).
- Avec le graphe **doc. 2**, il s'agit de comprendre comment l'immunodéficience provoquée par le VIH se met en place.
- Les **doc. 1 et 4** visent à montrer l'évolution et l'ampleur de l'épidémie du sida [ou pandémie, voir aussi l'**atelier** p. 112].
- Le **doc. 6** met en évidence l'impact de la trithérapie sur l'épidémie de sida en France (à partir de 1996). Il faudra néanmoins préciser qu'un tel traitement est lourd et comporte de nombreux effets indésirables. On insistera sur le fait que le **doc. 2** illustre une évolution sans traitement.
- La notion de séropositivité introduite p. 97 est réinvestie avec le **doc. 5**. Le test ELISA (Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay) est un test immunologique destiné à détecter une protéine dans un liquide biologique. Des tests de confirmation, comme par la technique du western blot, sont réalisés en cas de test ELISA positif.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1 et 2** (*Exploiter un texte et un graphique et raisonner*).
 - La contamination par le virus du sida se fait selon trois principaux modes : voie sexuelle, voie sanguine et de la mère à l'enfant (voir p. 77).
 - Le nombre de lymphocytes T décroît rapidement entraînant une décroissance du taux d'anticorps anti-VIH. Le système immunitaire ne joue plus son rôle, ce qui a pour

virus VIH dans le sang.

2 Doc. 3 (*Communiquer à l'aide d'un schéma*). Voir le schéma sur le site du manuel (www.libtheque.fr/svtcollege)

3 Doc. 1 et 4 (*Interpréter des documents*). L'épidémie de sida s'est développée à travers le monde après qu'elle soit officiellement déclarée en 1981, entraînant près de 30 millions de morts à ce jour. Les régions de l'Afrique sub-saharienne sont les plus touchées avec 22,5 millions de morts.

4 Doc. 2 et 5 (*Raisonner à partir d'un graphique*). Lors de la primo-infection, le taux d'anticorps produits par les lymphocytes augmente dans le sang. Il est nécessaire d'attendre que ce taux soit significatif pour que le test recherchant la présence d'anticorps soit fiable.

5 Doc. 4 et 6 (*Raisonner à partir d'un graphique*). Alors qu'il était en constante augmentation depuis le début de l'épidémie, le nombre de nouveaux cas de sida déclaré commence à baisser en 1996. Cette année correspond au début de l'utilisation des antirviraux en trithérapie qui empêchent la pénétration et la multiplication du virus dans les lymphocytes: le système immunitaire reste ainsi efficace, évitant le développement des maladies opportunistes, la phase de sida déclaré n'apparaît pas.

6 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Le virus du sida perturbe le système immunitaire en infectant et détruisant certains **lymphocytes T**. Après une contamination par le VIH, le système immunitaire produit des **anticorps** spécifiques contre ce virus. Lorsque ces anticorps sont détectés dans le sang de l'individu, celui-ci est déclaré **séropositif** au VIH. Dans un premier temps, les anticorps provoquent la diminution de la quantité de virus dans le sang, mais sans l'éliminer totalement. La personne séropositive n'est pas malade. Lorsque le nombre de lymphocytes T devient trop faible, le système immunitaire ne protège plus l'organisme. C'est la **phase de sida déclaré**. Des **maladies opportunistes** se développent, entraînant la mort du malade.

Les corrigés des rubriques « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 114). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de l'exercice « **j'apprends à résoudre une tâche complexe** ».

3 La transmission du VIH mère-enfant

(Mettre en relation des informations). Cet exercice réinvestit les connaissances acquises au cours de l'unité 2 de ce chapitre. Il permet à l'élève d'établir un lien entre la présence d'anticorps dans le sang du nouveau-né et la transmission ou non du VIH par la mère.

Réponses attendues

- a. Les anticorps anti-VIH présents chez les enfants à la naissance peuvent être d'origine maternelle.
- b. Chez l'enfant A, la quantité d'anticorps diminue avec le temps et devient nulle au 15^e mois. Chez l'enfant B, la quantité d'anticorps diminue de la naissance au 5^{ème} mois puis elle augmente entre le 5^e et le 15^e mois. Les anticorps ne peuvent provenir du lait de leur mère puisqu'elles n'allaitent pas. Chez les enfants A et B, les anticorps d'origine maternelle disparaissent graduellement au cours du temps. L'enfant B fabrique ensuite ses propres anticorps anti-VIH, résultat d'une réaction à une infection par le VIH. L'enfant A ne produit pas d'anticorps anti-VIH, il n'est donc pas infecté par le virus.
- c. La transmission du VIH d'une mère contaminée à son enfant pendant la grossesse est possible mais pas systématique.

4 La vaccination contre le tétanos

(Extraire des informations d'un graphique). Cet exercice est en lien avec l'unité 1. L'élève doit s'appuyer sur la notion de mémoire immunitaire et argumenter sur l'intérêt de la vaccination en tenant compte des données du graphique.

Réponses attendues :

- a. La quantité d'anticorps produits est plus importante chez B que A.
- b. On peut supposer que l'individu B est immunisé contre le tétanos.
- c. La vaccination permet une production plus importante d'anticorps lors d'un nouveau contact avec l'antigène, ce qui protège l'organisme.

J'apprends à résoudre une tâche complexe

Réponses attendues :

- a. Les résultats du test (**doc. 1**) indiquent que l'angine de Lilas est d'origine bactérienne.

Au cours de son angine, le nombre de lymphocytes et le taux d'anticorps dans le sang de Lilas ont augmenté (**doc. 2**). On peut émettre l'hypothèse que l'augmentation des lymphocytes et l'augmentation des anticorps sont liées et que les lymphocytes sont à l'origine des anticorps.

Si l'on compare les lots 1 et 4 de l'expérience (**doc. 3**), on constate que des souris traitées par des rayons X détruisant les lymphocytes ne fabriquent pas d'anticorps en réaction à l'injection d'antigènes, contrairement aux souris non traitées. Cela valide l'hypothèse selon laquelle les lymphocytes fabriqueraient les anticorps. L'hypothèse est également validée par la comparaison des lots 1 et 2, puisque l'injection de lymphocytes B et T après leurs destructions permet la production d'anticorps au contact de l'antigène.

La comparaison des lots 2 et 3 montre que l'injection des lymphocytes B dans le lot 2 (les lymphocytes T ayant été injectés dans les lots 2 et 3) est nécessaire pour obtenir une production d'anticorps en réaction aux antigènes.

On peut donc conclure que les lymphocytes B de Lilas sont à l'origine de sa guérison en produisant des anticorps en réaction à l'infection des streptocoques.

Évolution des organismes vivants et histoire de la Terre

Programme officiel : « Évolution des organismes vivants et histoire de la Terre »
 [répartition conseillée : 20 %]

Connaissances du programme	Correspondance avec le manuel
« Évolution des organismes vivants et histoire de la Terre » Cohérence verticale : Fiches 8, 9 et 10 du cycle 3, classes de 6^e, 5^e et 4^e.	Partie C : Évolution des organismes vivants et histoire de la Terre ▶ Je m'interroge pour commencer (pp. 118-119 du manuel de l'élève) ▶ Ce que je sais déjà (p. 120 du manuel de l'élève)
Les roches sédimentaires, archives géologiques, montrent que, depuis plus de trois milliards d'années, des groupes d'organismes vivants sont apparus, se sont développés, ont régressé, et ont pu disparaître. Les espèces qui constituent ces groupes, apparaissent et disparaissent au cours des temps géologiques. Au cours des temps géologiques, de grandes crises de la biodiversité ont marqué l'évolution ; à des extinctions en masse succèdent des périodes de diversification.	▶ Chapitre 1. L'histoire de la vie au cours du temps (pp. 121-134 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. La vie à deux périodes de l'histoire de la Terre ▶ Unité 2. L'histoire d'un groupe au cours du temps ▶ Unité 3. Des crises dans l'histoire de la vie
La cellule, unité du vivant, et l'universalité du support de l'information génétique dans tous les organismes, Homme compris, indiquent sans ambiguïté une origine primordiale commune. [Les espèces qui constituent ces groupes, apparaissent et disparaissent au cours des temps géologiques]. Leur comparaison conduit à imaginer entre elles une parenté, qui s'explique par l'évolution. Une espèce nouvelle présente des caractères ancestraux et aussi des caractères nouveaux par rapport à une espèce antérieure dont elle serait issue. L'Homme, en tant qu'espèce, est apparu sur la Terre en s'inscrivant dans le processus de l'évolution. L'apparition de caractères nouveaux au cours des générations suggère des modifications de l'information génétique : ce sont les mutations.	▶ Chapitre 2. L'évolution des espèces au cours du temps (pp. 135-150 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. L'origine commune des êtres vivants ▶ Unité 2. Parenté des espèces et évolution ▶ Unité 3. La place de l'Homme dans l'évolution ▶ Unité 4. Les mécanismes de l'évolution
Des événements géologiques ont affecté la surface de la Terre depuis son origine en modifiant les milieux et les conditions de vie ; ces modifications de l'environnement sont à l'origine de la sélection de formes adaptées. La succession des formes vivantes et des transformations géologiques ayant affecté la surface de la Terre, depuis son origine, est utilisée pour subdiviser les temps géologiques en ères et en périodes de durée variable.	▶ Chapitre 3. Histoire de la Terre et évolution de la vie (pp. 151–164 du manuel de l'élève) ▶ Unité 1. Les conditions d'apparition de la vie ▶ Unité 2. Crise majeure et évolution de la vie ▶ Unité 3. Des crises récentes liées au climat ▶ Unité 4. Le découpage des temps géologiques

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir le renouvellement des groupes et des espèces au cours des temps géologiques. - Situer dans le temps sur une frise chronologique quelques repères jalonnant l'histoire des organismes vivants	- Justifier le classement d'une espèce dans un groupe (doc. 1, 2 et 3). - Comparer la faune et la flore de deux paysages (doc. 1 et 4). - Argumenter pour montrer le renouvellement des groupes au cours du temps (doc. 1, 4 et 5).

Conseils et suggestions

- Cette **unité** s'appuie sur deux parties des programmes des classes précédentes : en 5^e, l'étude des **roches sédimentaires** et de leur rôle d'archives géologiques pour la reconstitution des paysages anciens (voir **acquis** p. 118 du manuel) ; en 6^e, le peuplement des milieux.
- À partir de la comparaison des peuplements de deux paysages anciens (**doc. 1 et 4**), on cherche à dégager les notions de renouvellement des espèces au sein des groupes au cours du temps. La comparaison n'est exploitable que si elle concerne des paysages de même type, éloignés dans le temps et proches géographiquement.
- Le terme de **groupe** est pris dans le sens du B0 : ensemble d'espèces apparentées entre elles, quelle que soit sa position dans la classification. Après avis scientifique, nous avons choisi d'utiliser avec précaution les notions d'apparition et de succession de groupes. En effet, un groupe est une construction scientifique, non une entité du réel : seules apparaissent des espèces nouvelles portant des caractères nouveaux à partir desquels sont construits des groupes *a posteriori*.
- Dans un paysage donné à une époque donnée, un groupe peut ne pas être représenté alors qu'il pouvait exister ailleurs ou dans d'autres milieux : c'est le cas des conifères absents du **doc. 1**, ou des poissons à squelette cartilagineux présents il y a 300 Ma (**doc. 1**), mais absents de Messel (**doc. 4**), sans avoir pour autant disparu. D'où la nécessité d'indiquer les âges des plus anciens fossiles connus (**doc. 5**)
- La maîtrise de **l'échelle des temps géologiques** est un objectif clé de cette partie : elle se construit par touches successives (voir p. 158 et la **frise** à la fin du manuel).
- L'**exercice 1** (p. 132) est un prolongement de cette unité, il permet aussi une lecture des groupes emboîtés.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1 et 4** (*Situer dans le temps des événements*). Le premier paysage date de – 300 Ma (Carbonifère) et le deuxième de – 45 Ma (Paléogène).
- Doc. 1, 2 et 3** (*Argumenter à partir d'un document et d'une classification*). Attribut caractéristique des branchiosaures : présence de branchies externes chez les adultes (doc. 1 et 3). Les branchiosaures sont intégrés dans un groupe plus vaste (amphibiens et apparentés) caractérisé par la présence de 4 doigts à la main (doc. 3). On vérifie ce critère sur le doc. 2.
- Doc. 5** (*Saisir des informations*). Dans l'ordre : poissons à nageoires rayonnées (– 420 Ma), poissons à squelette cartilagineux (– 410 Ma), insectes (– 395 Ma), fougères (– 380 Ma), conifères (– 310 Ma), amphibiens modernes (– 240 Ma), tortues (– 210 Ma), mammifères (– 205 Ma), oiseaux (– 150 Ma) et plantes à fleurs (– 135 Ma).
- Doc. 1, 4 et 5.** (*Saisir des informations*). Forêt marécageuse il y a 300 Ma : – Fougères et apparentés, insectes, branchiosaures, poissons à nageoires rayonnées, poissons à squelette cartilagineux. Forêt marécageuse il y a 45 Ma : – Fougères et apparentés, conifères, plantes à fleurs, insectes, amphibiens modernes, poissons à nageoires rayonnées, tortues, mammifères, oiseaux.
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Entre – 300 Ma et – 45 Ma, on observe, en milieu terrestre, la disparition de toutes les espèces de certains groupes comme celui des branchiosaures. D'autres espèces sont apparues (tortues, mammifères, oiseaux, plantes à fleurs). Enfin certains groupes déjà présents il y a 300 Ma existent toujours 255 millions d'années plus tard.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir le renouvellement des groupes et des espèces au cours des temps géologiques. – Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution. – Situer dans le temps sur une frise chronologique quelques repères jalonnant l'histoire des organismes vivants.	– Positionner une espèce disparue dans la classification (doc. 1 à 3). – Identifier un fossile à l'aide d'une clé d'identification (doc. 1 à 4). – Calculer des durées de vie à partir d'un graphique (doc. 6). – Rédiger une synthèse de l'histoire d'un groupe à partir d'un graphique et d'un texte (doc. 5 à 7).

Conseils et suggestions

- Cette **unité** est centrée sur un groupe, celui des ammonites afin de repérer les grandes étapes de son histoire au cours du temps et d'introduire une première définition très simple de l'évolution. Les ammonites sont un groupe de céphalopodes fossiles (le vrai nom scientifique du groupe est **ammonoïdes**) ; d'autres groupes ont existé en même temps : notamment les nautiloïdes (groupe non éteint avec des représentants actuels) et les bélemnites.
- Le programme préconise l'identification de fossiles à l'aide d'une **clé de détermination**. Les clés scientifiques utilisées par les paléontologues sont inutilisables pour des élèves de collège, compte tenu de leur complexité. Nous avons choisi de fournir une clé minimale construite sur des échantillons existants, ce qui est une situation artificielle (**doc. 3**). Mais cette activité oblige l'élève à réaliser un travail d'identification à partir de l'observation.
- L'emploi du terme « groupe » doit permettre d'éviter le recours à la terminologie compliquée des taxons. Pourtant, si on veut conserver une certaine rigueur scientifique et s'appuyer sur de vrais documents scientifiques, il est nécessaire de préciser de quel niveau taxonomique on parle (ici, famille ou genre).
- L'exemple des ammonites est intéressant car le groupe présente d'importantes variations au cours de son histoire, avec notamment trois crises précédant la crise finale qui verra leur extinction (**doc. 5**).
- On continue à habituer l'élève à l'**échelle des temps** (**doc. 5**). Les noms des périodes ne sont pas à connaître, mais permettent de le familiariser avec des termes qu'il va sans cesse rencontrer dès qu'il consultera des documents autres ou conduira des recherches documentaires.
- La **classification** est de nouveau réinvestie : on positionne un groupe fossile au sein de la classification, ce qui prépare à l'idée d'une origine primordiale commune à tous les êtres vivants (**doc. 2**).
- Nous avons choisi d'introduire dès cette unité 2 la notion d'**évolution** de manière très simple (**doc. 7**). Cette notion ne peut être appréhendée que par paliers progressifs en apportant à chaque étape de nouveaux éléments qui en précisent les contours.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1 et 2** (*Argumenter à partir d'un schéma et d'une classification*) • À partir du schéma du doc. 2, on observe que les ammonites avaient un corps mou protégé par une coquille : ce sont donc des mollusques. La tête porte des tentacules et il y a une poche à encre : cela permet de les placer dans le groupe des céphalopodes.
 - Apparition il y a 390 Ma (au Dévonien) et disparition il y a 65 Ma (fin Crétacé).
- Doc. 3 et 4** (*Savoir observer des échantillons pour les identifier*). De gauche à droite, les ammonites sont : Parkinsonia (A), Lytoceras (B) et Hildoceras (C). (NB : Avec l'ammonite du doc. 1, on peut suivre la clé jusqu'aux côtes non fourchues au bout ; là, on rajoute une nouvelle dichotomie : côtes un peu ondulées : Hildoceras ; côtes droites : Coronoceras.)
- Doc. 6** (*Utiliser un graphique et calculer*). Durée de vie des genres représentés : n° 1 : 3,1 Ma, n° 2 : 0,2 Ma, n° 3 : 3,1 Ma, n° 4 : 0,5 Ma, n° 5 : 0,8 Ma, n° 6 : 1,5 Ma, n° 7 : 3,1 Ma. La durée de vie moyenne d'un genre est 1,75 Ma.
- Doc. 5 à 7** (*Rédiger un texte cohérent en respectant les consignes imposées*). L'apparition des premières ammonites date du milieu du Dévonien (– 390 Ma) ; la **diversité** dans le groupe a beaucoup changé au cours du temps. On voit que le nombre de familles était très important au Carbonifère, au Trias et au Crétacé. Par contre, les ammonites ont failli disparaître à la fin du Permien. Elles ont disparu à la fin du Crétacé. L'évolution dans ce groupe est marquée par un fort renouvellement des familles et des genres, donc des espèces au cours du temps.
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). L'histoire d'un groupe, comme celui des ammonites par exemple, se caractérise par la succession d'espèces, l'augmentation de leur diversité, la baisse du nombre de familles (et donc d'espèces) et l'extinction d'espèces : c'est l'évolution. Dans un groupe, les espèces se renouvellent.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir le renouvellement des groupes et des espèces au cours des temps géologiques. - Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution. - Situer dans le temps sur une frise chronologique quelques repères jalonnant l'histoire des organismes vivants.	- Analyser des graphiques et des tableaux de données pour repérer les crises de la biodiversité (doc. 1 à 3). - Calculer des pourcentages d'extinction (doc. 2). - Situer des étapes de l'évolution d'un groupe sur un graphique (doc. 3). - Traduire des graphiques en un texte de synthèse.

Conseils et suggestions

- Cette unité développe le concept de **crises de la biodiversité**. L'impact actuel de l'Homme sur la planète amène à penser que nous sommes entrés dans une nouvelle crise majeure de biodiversité (voir p. 156 du manuel et l'atelier « science in english » p. 130).
- Les exemples retenus permettent d'illustrer les deux notions clés : **extinction en masse** et **diversification**, en variant les représentations utilisées (**doc. 1 à 3**).
- La référence à l'**échelle des temps** est ici indispensable et a été préparée dans les **unités 1 et 2**. Elle sera pleinement exploitée dans le chapitre 3 (pp. 158-159 du manuel) où l'on explicitera le mode de **découpage en ères et périodes** fondé justement sur l'existence de ces grandes crises (voir aussi la **frise à la fin du manuel**).
- Comme pour les ammonites (**unité 2**), on est confronté au problème des niveaux taxonomiques pris comme références (et les plus utilisés dans les publications scientifiques) : familles ou genres. On précisera simplement qu'une famille est un ensemble de genres, eux-mêmes un ensemble d'espèces : la disparition d'une famille entière représente donc un grand nombre d'espèces.
- L'histoire du vivant est ici présentée au travers des grandes crises ayant affecté la diversité animale dans un milieu (le milieu marin sur le **doc. 1**). Ce dernier permet de relativiser l'importance « médiatique » accordée à la crise de la fin du Crétacé : on note ici que la crise Permien/Trias a été d'une ampleur bien plus importante.
- En milieu terrestre, les crises sont moins marquées. Pour les scientifiques, cela est dû au fait qu'on manque de fossiles terrestres, la fossilisation se faisant plus facilement en milieu marin qui a donc livré plus de fossiles marins. Voir aussi l'**exercice 7** p. 133 pour prolonger cette unité.
- Le tableau du **doc. 2** montre qu'une crise donnée (ici la crise Crétacé / Paléogène) n'affecte pas uniformément tous les groupes, ce qui pose la question des causes de ces crises ou des processus en jeu.
- L'exemple des mammifères (**doc. 3**) sera repris dans le **chapitre 3** (p. 155) à propos de leur diversification après la crise Crétacé/Tertiaire. À noter qu'ils sont apparus vers 205 Ma, à peu près en même temps que les dinosaures.

Exploitation des documents par les activités

- Doc. 1** (*Saisir des informations sur un graphique*).
 - La limite Permien-Trias correspond à une crise de la biodiversité car elle se traduit par une baisse rapide, brutale et marquée du nombre de familles (et donc d'espèces) marines appartenant à des groupes distincts.
 - Les 5 grandes crises sont celles de la fin de l'Ordovicien, de la fin du Dévonien, de la fin du Permien, de la fin du Trias et de la fin du Crétacé.
- Doc. 2** (*Effectuer des calculs statistiques à partir d'un tableau de données*). Poissons à squelette cartilagineux : 18 % ; poissons à nageoires rayonnées : 12 % ; amphibiens : 0 % ; tortues : 27 % ; Lézards et serpents : 6 % ; ptérosaures : 100 % ; dinosaures (hors oiseaux) : 100 % ; oiseaux : 75 % ; mammifères : 10 %.
On peut classer les groupes selon les taux d'extinction : pas d'extinction (amphibiens et mammifères) ; extinction faible ou moyenne (poissons à squelette cartilagineux, poissons à nageoires rayonnées, tortues, lézards et serpents, oiseaux) ; extinction totale (dinosaures et ptérosaures).
- Doc. 2 et 3** (*Analyser un graphique et le commenter*). Les oiseaux ont été affectés par une crise majeure de la biodiversité à la fin du Crétacé. On remarque que cette crise est suivie au Paléogène d'une augmentation du nombre de familles (et donc d'espèces) de mammifères et d'oiseaux. C'est une diversification.
- En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). L'histoire de la vie est marquée par 5 crises majeures de la biodiversité ; à chaque crise, des espèces au sein des groupes se sont éteintes ou ont connu un fort taux d'extinction. Après une crise, certains groupes connaissent une phase de diversification.

Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 132 du manuel de l'élève) et le corrigé de l'exercice de méthode guidé (p. 134) se trouvent à la fin du manuel élève (pp. 248-250). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et de l'exercice d'application de la **rubrique Méthode**.

4 PISA Les vertébrés au Secondaire

Exploiter un document.

Cet exercice réinvestit les connaissances acquises dans l'unité 1. L'élève doit lire une classification en groupes emboîtés et retrouver les groupes qui sont les plus proches.

Réponses attendues :

1. a. 2 ; b. 2.

2. Cette représentation place les groupes dans des boîtes, lesquelles sont emboîtées les unes dans les autres. Ainsi deux groupes placés ensemble dans une même boîte sont proches l'un de l'autre.

5 L'histoire des insectes

Lire un graphique et communiquer par un texte.

Cet exercice complète les unités 2 et 3. Il illustre les variations de la biodiversité au sein d'un groupe (comme pour les ammonites, unité 2) et la notion de crise (unité 3). Dans la question b, l'élève doit rédiger un texte en réinvestissant le vocabulaire vu dans les unités.

Réponses attendues :

a. La principale crise qui a affecté le groupe des insectes se situe à la limite Permien-Trias.

b. Les premiers insectes apparaissent au début du Dévonien, il y a 400 Ma. Le nombre de familles augmente fortement (**phase de diversification**) au Carbonifère et au Permien. À la fin du Permien, une **crise** de la biodiversité affecte le groupe. Ensuite, du Trias jusqu'à nos jours, le groupe connaît une **diversification** très importante. Ce groupe existe toujours de nos jours et comporte plus de 600 familles d'insectes.

c. Les insectes pollinisateurs butinent les fleurs et transportent le pollen d'une fleur à l'autre, ils favorisent ainsi leur reproduction et donc leur diversification.

6 L'histoire des végétaux terrestres

Extraire des informations d'un graphique et raisonner.

Cet exercice complète l'unité 1, il illustre l'histoire des groupes de végétaux terrestres depuis leur origine au silurien, mais à partir d'un graphique et non de la comparaison de paysages anciens. La question b permet de faire un lien avec le paysage carbonifère de l'unité 1 (p. 122 du manuel).

Réponses attendues :

a. Au cours du temps, on note l'apparition successive des plantes terrestres suivantes : les premières plantes

terrestres datent du début du Silurien, les fougères et apparentés du Dévonien, les conifères au début du Carbonifère et enfin les plantes à fleurs au début du Crétacé.

b. La flore ne change pas de composition qualitativement entre la fin du Carbonifère et la fin du Jurassique, mais on note la forte augmentation quantitative des conifères et le déclin parallèle des fougères et apparentés, l'apparition des plantes à fleurs au début du Crétacé.

c. Le groupe des plantes à fleurs connaît une diversification dès le Crétacé. La biodiversité de ce groupe n'a cessé d'augmenter jusqu'à nos jours.

7 L'histoire de la vie en milieu terrestre et en milieu marin

Comparer et raisonner

Cet exercice complète l'unité 3. Il montre que les effets des crises sont très différents selon les milieux, ce qui pose le problème des processus en jeu pendant ces crises et prépare au chapitre 3. Il montre aussi l'ampleur de la crise Permien-Trias.

Réponses attendues :

a. Les premières formes de vie pluricellulaires apparaissent au Précambrien (– 550 Ma) en milieu marin et au début de l'Ordovicien en milieu terrestre (– 500 Ma). La vie est donc d'abord apparue en mer.

b. La seule crise de biodiversité dont l'effet est évident dans les deux milieux est la crise Permien-Trias, il y a 250 Ma.

c. On remarque qu'en milieu terrestre, seule la crise Permien-Trias a réellement affecté la biodiversité, tandis qu'en milieu marin, les 5 crises (cf. unité 3) ont eu des effets sensibles.

8 9 J'apprends à interpréter un document scientifique (Méthode)

Exercice guidé : voir le corrigé p. 250 du manuel de l'élève.

Réponses attendues pour l'exercice d'application :

a. L'histoire du groupe des échinodermes débute à l'Ordovicien (– 500 Ma).

b. On voit qu'à partir de l'Ordovicien puis au Jurassique, le groupe connaît une phase de diversification.

c. On repère la crise Permien-Trias qui a fortement affecté la biodiversité de ce groupe.

L'évolution des espèces au cours du temps

L'origine commune des êtres vivants

(pp. 136-137 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution. - Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir une relation de parenté entre les espèces.	- Observer des documents pour mettre en évidence les points communs des êtres vivants (doc. 1 à 3). - Représenter et lire des relations de parentés sur des représentations en groupes emboîtés et sur des arbres de parenté (doc. 4 à 6). - Argumenter sur le fait que tous les êtres vivants ont une origine commune (doc. 1 à 6).

Conseils et suggestions

- Cette **unité** vise à illustrer l'origine primordiale commune de tous les êtres vivants : elle s'appuie sur la cellule, unité du vivant (acquis de 6^e et voir aussi les **acquis** p. 120 du manuel), la comparaison de l'information génétique (**doc. 1 et 2**), en s'aidant des connaissances de la **partie A** de ce programme) et celle des membres de vertébrés (**doc. 3**).
- La comparaison de l'information génétique de l'Homme avec celle d'autres espèces (**doc. 2**), montre la proximité de l'espèce humaine avec le chimpanzé, mais on constate que moins de 2 % de différences au niveau de l'information génétique ont des conséquences considérables.
- On ne va pas au delà des connaissances exigibles du Bulletin officiel vues dans la partie A : la structure de l'ADN n'est donc pas évoquée, mais on s'appuie sur les similitudes entre ADN, au niveau de l'information génétique.
- La comparaison des membres de quatre espèces de vertébrés permet de conforter l'idée d'une origine commune de tous les vertébrés (**doc. 3**).
- Avec le logiciel phylogène, on s'intéresse à la parenté de quatre espèces, celles du **doc. 3**. Cette parenté est d'abord représentée sous forme de groupes emboîtés (**doc. 5**), puis d'un arbre de parenté (ou arbre phylogénétique) (**doc. 6**).
- Les **doc. 4 à 6** visent à faire prendre conscience que la représentation en groupes emboîtés, *a priori* maîtrisée par les élèves, et l'arbre de parenté sont deux représentations différentes d'une même réalité. Sur un arbre, on fait apparaître le dernier ancêtre commun à chaque nœud (voir aussi la **fiche méthode** p. XXX).

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 et 2 (*Extraire l'information utile de documents*). Les êtres vivants (animaux et végétaux) sont constitués de cellules. Dans chaque cellule, se trouve un noyau qui contient des chromosomes. Cette observation témoigne de la parenté de tous les êtres vivants

(ils possédaient un ancêtre commun qui avait une ou des cellules avec des chromosomes dans le noyau). Le doc. 2 montre que l'espèce la plus proche de l'Homme est le chimpanzé (98,8 % d'ADN en commun) puis viennent la souris domestique (90 %), le poisson zèbre (85 %), la mouche du vinaigre (36 %), la bactérie (7 %). Ces données démontrent la parenté des êtres vivants.

2 Doc. 3 (*S'informer et raisonner*). Le crapaud, la mésange et l'Homme sont plus parents entre eux qu'ils ne le sont avec la sardine. Ils ont en commun la même organisation de leurs membres antérieurs. Ces derniers ont tous un bras avec 1 os, un avant-bras avec 2 os et une main avec de nombreux os. On ne retrouve pas cette organisation chez la sardine (il s'agit néanmoins d'un vertébré, comme les trois autres espèces).

3 Doc. 4 à 6 (*S'informer et compléter un schéma*).

- Les groupes sont successivement : vertébrés, tétrapodes, oiseaux et mammifères.
- L'ancêtre commun au crapaud, à l'Homme et à la mésange se situe au nœud à l'intersection des deux branches. Il avait un squelette osseux, un crâne et des vertèbres, des doigts.

4 Doc. 6 et 7 (*Argumenter*). • Le groupe A est celui des tétrapodes. • Sur un arbre de parenté, on peut voir quels sont les groupes les plus proches, comme sur une classification en groupes emboîtés. On y retrouve les espèces et, éventuellement, leurs attributs.

5 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Les êtres vivants sont constitués de cellules, l'information génétique est portée par les chromosomes dans leurs noyaux. Les membres des vertébrés ont la même organisation. L'Homme a en commun une grande partie de son information génétique avec le chimpanzé, la souris... Ces arguments prouvent que les êtres vivants sont parents plus ou moins proches les uns des autres, ils ont une origine commune et possèdent un ancêtre commun.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution. - Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir une relation de parenté entre les espèces.	- Identifier des caractères partagés par une espèce actuelle avec des espèces fossiles (doc. 1). - Identifier des caractères exclusifs ou attributs (doc. 1). - Repérer une organisation commune à partir de la comparaison de squelettes (doc. 1). - Argumenter et justifier la place d'une espèce dans un groupe et ses parentés avec d'autres groupes (doc. 2 à 4).

Conseils et suggestions

- L'objectif central de cette **unité** est de partir de la comparaison des squelettes de trois espèces (dont deux fossiles) pour établir entre elles une **parenté**. Les **caractères partagés**, qui permettent l'établissement de parentés, sont fournis à l'élève qui ne peut pas y accéder directement. Nous avons retenu sept caractères (les plus facilement observables et compréhensibles), mais il y en a des dizaines (souvent des détails anatomiques complexes).
- Comme dans l'unité précédente, les **doc. 2, 3 et 4** amènent l'élève à lire un **arbre de parenté** en s'appuyant sur la représentation en groupes emboîtés.
- L'exemple des « dinosaures à plumes » (*Sinornithosaurus* et *Archaeopteryx*) a été choisi en raison des nombreuses découvertes récentes. Il montre que les plumes existaient avant l'acquisition de la capacité de voler. Elles auraient joué un rôle de régulateur thermique avant d'être « détournées » de leur fonction première comme surface portante pour le vol (voir aussi l'**atelier** p. 131 du manuel).
- Les oiseaux sont des dinosaures comme le montrent les caractères ancestraux partagés entre les 3 espèces (**doc. 1**) : en toute rigueur, on ne devrait plus dire « les dinosaures ont disparu », mais les dinosaures non aviens (tous ceux qui ne sont pas apparentés aux oiseaux) ont disparu.
- Sinornithosaurus* est un fossile daté du Crétacé (– 125 Ma), donc plus récent qu'*Archaeopteryx*, daté du Jurassique – 150 Ma], alors que sur l'arbre (**doc. 4**) il le « précède ». Un arbre de parenté représente les parentés entre groupes issus d'un ancêtre commun : cela signifie que l'ancêtre commun à l'origine des oiseaux (dont le pigeon) et des dinosaures à plumes (dont *Sinornithosaurus* et *archaeopteryx*) date d'avant 150 Ma. De chacune des branches de cet arbre, on ne connaît que quelques « rameaux » et pas forcément les plus anciens.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 [Communiquer à l'aide d'un tableau].

Espèces	Caractères
<i>Sinornithosaurus</i>	C1, C2, C3, C4, C5
<i>Archaeopteryx</i>	C1, C2, C3, C4, C5 et C6
Pigeon	C1, C2, C3, C4, C5, C6 et C7

2 Doc. 1 et 2 [Extraire des informations].

- Archeopteryx* présente des membres antérieurs capables de se replier vers l'arrière [C6], ce que n'avait pas *Sinornithosaurus*.
- Comme les oiseaux, *Archaeopteryx* possédait les caractères C1 à C6, soit une bipédie, une fourchette, des plumes, un orteil n° 1 tourné vers l'arrière et opposé aux autres, les os du poignet arrondi, des membres antérieurs capables de replier vers l'arrière.
- Les oiseaux sont les seuls à posséder un bréchet [C7].

- ### 3 Doc. 3 et 4 [Passer d'un mode de représentation graphique à un autre].
- Les critères de parenté se placent sur la branche principale en amont des nœuds : C1 et C2 (avant *Allosaurus*), C3, C4 et C5 (avant *Sinornithosaurus*), C6 avant *Archaeopteryx* et C7 avant le pigeon.
 - Les caractères du pigeon ne sont pas tous apparus en même temps. C7 est le dernier caractère apparu.

- ### 4 En conclusion [Communiquer en rédigeant une synthèse].
- Au cours de l'évolution, des caractères nouveaux et exclusifs apparaissent chez des espèces qui conservent cependant une organisation commune (des caractères ancestraux) : les espèces nouvelles partagent un ancêtre commun avec les autres, ce qui explique leur parenté. Cette parenté peut être visualisée sur un arbre de parenté. Un arbre de parenté traduit l'évolution des espèces. On peut y placer les caractères ainsi que les ancêtres communs.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution. – Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir une relation de parenté entre les espèces. – Situer dans le temps sur une frise chronologique quelques repères jalonnant l'histoire des organismes vivants.	– Reporter sur des schémas des caractères partagés et des caractères nouveaux et exclusifs. (doc 1 à 4) – Évaluer le degré d'apparentement entre espèces. (doc. 4) – Discuter de la place d'une espèce dans un arbre de parenté (doc. 7). – Identifier les tendances évolutives dans un groupe. (doc. 5 à 8).

Conseils et suggestions

- Cette unité traite de **l'évolution dans le groupe de l'Homme**. Il ne s'agit pas d'étudier son évolution pour elle-même (la « lignée humaine »), mais bien de montrer que l'Homme moderne (*Homo sapiens*) est une espèce parmi d'autres : elle est le résultat d'une longue évolution, au même titre que toutes les autres et notamment celles qui lui sont les plus apparentées (**doc. 4**).
- Le programme et ses compléments insistent sur plusieurs points :
 - L'Homme ne doit plus apparaître au sommet de l'évolution comme c'était le cas dans la classification de Linné fondée sur une vision fixiste du monde vivant.
 - On insistera aussi sur le fait que nous ne descendons pas des chimpanzés (ce sont nos parents les plus proches (**doc. 4**)).
 - Les transformations qui ont marqué l'évolution dans le groupe des humains (**doc. 5 à 7**) ne se sont pas faites en ligne droite. Nous avons choisi de ne pas fournir d'arbre buissonnant « classique », compte tenu des importantes incertitudes et des remaniements permanents qui s'y attachent. Aisni, en 2010, l'analyse génétique d'un fragment de phalange découvert en Russie a révélé une nouvelle lignée humaine : l'Homme de Denisova. Ce dernier et Néandertal faisaient sans doute partie d'une même lignée, qui s'est séparée des hommes modernes il y a 800 000 ans. Puis, Néandertaliens et Denisoviens se seraient séparés à leur tour il y a 650 000 ans (voir aussi l'**atelier** p. 146 du manuel).
 - Le propos a été simplifié pour nommer les groupes et éviter la surcharge de termes techniques (hominoïdes, hominidés, homininés, etc.), souvent obstacles pour les élèves. Par ailleurs, dans l'arbre des primates (**doc. 4**), les noms des groupes sont au pluriel car il existe pour chacun d'eux plusieurs espèces (sauf pour l'Homme, unique espèce actuelle de son genre).
 - L'**arbre de parenté** (**doc. 7**) est **hypothétique** compte tenu des nombreuses incertitudes qui persistent sur le statut de certaines espèces et de l'état fragmentaire des connaissances anatomiques pour certaines d'entre elles. On insistera notamment sur l'incertitude concernant

Toumaï (**doc. 5**) : son âge (7 Ma) et son statut de plus ancien représentant de la lignée humaine.

- Cette unité est l'occasion de retravailler sur des notions abordées dans les **unités 1 et 2** : les arbres et la position des **critères partagés**, la notion de **parenté**.

Exploitation des documents par les activités

① Doc. 1 à 4 (Extraire des informations).

- L'Homme possède les attributs des primates (C1 à C3) : doigts opposables aux autres doigts, ongles sur les doigts et les orteils et yeux placés en avant de la face. C'est bien un grand singe car il a un coccyx à la place de la queue, des omoplates sur le dos.
- Ses caractères nouveaux et exclusifs sont C7, C8 et C9 : la bipédie, une colonne vertébrale emboîtée sous le crâne, un bassin élargi et court.

② Doc. 1 à 4 (Légender un schéma).

Voir le schéma sur le site du manuel (www.libtheque.fr/svt-college).

③ Doc. 5 à 7 (Extraire des informations).

Dans le groupe des humains, on trouve Toumaï, les australopitèques, l'homme de Néandertal et l'Homme moderne. Depuis 7 Ma, le milieu de vie a changé, le volume crânien a augmenté et la bipédie a été progressivement acquise.

④ Doc. 4 et 7 (Argumenter et débattre).

L'Homme et le chimpanzé sont sur deux branches différentes de l'arbre d'évolution. Ils ont un ancêtre commun. On pourrait dire qu'ils sont cousins, mais l'Homme n'est pas le descendant du singe.

⑤ En conclusion (Communiquer en rédigeant une synthèse).

L'Homme, en tant qu'espèce, s'inscrit dans le processus de l'évolution : il fait partie du groupe des grands singes au sein des primates. Ses plus proches parents actuels sont les chimpanzés ; il est la seule espèce actuelle d'un groupe qui a commencé à se transformer vers – 6-7 Ma.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
- Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution. - Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir une relation de parenté entre les espèces. - Situer dans le temps des découvertes scientifiques en étudiant des textes historiques concernant l'évolution.	- Analyser les résultats d'une étude scientifique montrant un processus évolutif (doc. 1 et 2). - Découvrir les travaux de Darwin et l'histoire de la théorie de l'évolution (doc. 3). - S'informer sur les mécanismes de l'évolution (doc. 3 et 4). - Commenter un arbre de parenté reconstituant l'histoire du groupe des cétacés (doc. 5). - Appréhender les échelles de temps dans des processus évolutifs (doc. 1 à 5).

Conseils et suggestions

- Cette **unité** a pour objectif de montrer que les mécanismes de l'évolution sont les **mutations** de l'information génétique et la **sélection naturelle** des individus les mieux adaptés à leur environnement.
- Le lien avec l'acquisition de **caractères nouveaux** est établi.
- Contrairement à une idée reçue (entretenu par les créationnistes notamment), il existe de nombreux cas avérés d'évolution perceptible à l'échelle humaine (mais sur des caractères limités). L'assertion selon laquelle l'évolution n'est pas perceptible à l'échelle humaine est fausse en termes de microévolution : cette assertion renvoie en fait à la macroévolution (transformation des plans d'organisation sur un pas de temps important).
- Nous avons choisi un exemple avéré de microévolution (**doc. 1 et 2**), accessible aux élèves, faisant appel à la notion de pollinisation et qui permet d'introduire la sélection naturelle (agissant dans un milieu de vie toxique). Les **exercice 5, 6 et 9** (pp. 149-150), et **l'atelier** p. 147 offrent d'autres exemples d'évolution à l'échelle humaine.
- Pour bien marquer les limites de cet exemple (les transformations sont observables mais peu « importantes »), nous avons introduit un exemple de macroévolution spectaculaire, celui du groupe des cétacés (**doc. 5**).
- Le contenu de cette unité s'appuie sur les connaissances de la **partie A** du programme de 3^e (diversité des caractères individuels, information génétique, gène et allèles).

Exploitation des documents par les activités

① Doc. 1 et 2 [S'informer et raisonner].

- Les deux espèces ont des aspects légèrement différents, l'une est bisannuelle, l'autre annuelle ; elles ne fleurissent pas à la même époque et la pollinisation ne se fait pas par le même processus (insectes dans un cas et autopolinisation dans l'autre). Elles ne peuvent donc se croiser : il s'agit bien de deux espèces différentes.
- La mimule du cuivre présente des caractères ancestraux : même forme de la plante, des feuilles, des fleurs. Caractères nouveaux : taille de la plante plus petite, fleurs

plus petites et entièrement jaunes, résistance au cuivre, floraison plus précoce, autopolinisation.

② **Doc. 4** [Raisonner]. La résistance au cuivre vient d'un gène qui a été muté, ce qui rend la plante résistante au cuivre (les racines supportent le cuivre).

③ **Doc. 1 à 4** [S'informer et rédiger une explication]. Dans les mines de cuivre, quelques mimules à gouttes présentent une **mutation** d'un gène et sont résistantes au cuivre. Dans cet environnement, la survie des individus pourvus de l'allèle qui confère la résistance au cuivre est favorisée : la **sélection naturelle**. Les individus résistants au cuivre se reproduisent. Ces mimules deviennent différentes des mimules à gouttes et ne peuvent plus se croiser avec elles : une nouvelle espèce s'est ainsi formée.

④ **Doc. 3 à 5** [Extraire l'information utile]. Au cours de l'évolution, les espèces sont passées d'un milieu de vie terrestre puis amphibie à un milieu de vie marin : le corps s'est allongé et la taille s'est accrue ; les membres postérieurs ont régressé puis ont disparu extérieurement ; les membres antérieurs se sont transformés en nageoires aplaties. C'est la sélection naturelle.

⑤ **Doc. 1 et 5** [Critiquer et argumenter]. Pour les mimules, les transformations se sont opérées sur un peu plus d'un siècle et concernent quelques caractéristiques de la reproduction et l'aspect extérieur ; pour les cétacés, les transformations s'étalent sur plus de 50 Ma et ont radicalement changé la forme des espèces et leur mode de vie.

⑥ **En conclusion** [Communiquer en rédigeant une synthèse]. Au cours de l'évolution, à une échelle de temps réduite, la sélection naturelle peut favoriser certaines variations issues de modifications aléatoires de l'information génétique (mutations) et conduire à la sélection de nouveaux caractères ; à une échelle de temps plus grande, non perceptible à l'échelle humaine, les séries de transformations peuvent changer complètement l'aspect des êtres vivants et conduire à l'apparition d'espèces très différentes.

Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 148 du manuel de l'élève) et le corrigé de l'exercice guidé de la rubrique Méthode (p. 150) se trouvent à la fin du manuel élève (pp. 248 et 250). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** ».

4 PISA Un arbre de parenté

Extraire des informations d'un arbre de parenté. Cet exercice permet de vérifier si l'élève sait lire correctement un arbre de parenté. Il peut être fait dès la fin de l'unité 1.

Réponses attendues :

1. a. 2 ; b. 1.

2. Un arbre de parenté présente les espèces qui sont proches, et leurs caractères (les caractères ancestraux et les caractères nouveaux et exclusifs propres à une espèce).

5 L'évolution des membres de vertébrés

Mettre en relation des informations. Cet exercice mobilise les connaissances sur la lecture des arbres de parenté et complète l'unité 1 sur les membres de vertébrés.

Réponses attendues :

a. *Tiktaalik* et *Ichtyostega* ont des points communs qui montrent qu'ils ont un ancêtre commun. Les caractères communs sont des vertèbres et des membres articulés.

b. Les caractères ancestraux sont la présence de vertèbres. Les caractères nouveaux pour *Tiktaalik* sont les membres articulés et les doigts pour *Ichtyostega*.

c. Des modifications génétiques, au hasard, des chromosomes produisent de nouveaux allèles qui peuvent se traduire par l'apparition de caractères nouveaux.

6 Les moustiques du métro londonien

Extraire des informations d'un texte. Cet exercice complète l'unité 4, avec un autre exemple d'évolution à l'échelle humaine.

Réponses attendues :

a. Les moustiques du métro présentent des différences avec ceux de l'extérieur : ils s'attaquent aux mammifères (dont les humains), ils n'ont pas de période de vie ralentie. Surtout, ils ne peuvent pas se reproduire avec l'espèce restée en surface.

b. Parmi les moustiques enfermés, certains présentaient des mutations génétiques qui leurs conféraient des avantages dans le métro où les conditions de vie sont particulières. Il y règne une chaleur et une humidité permanentes et il n'y a pas d'oiseaux pour se nourrir. Ceux-là ont survécu, se sont reproduits et ont transmis les gènes à leurs descendants. C'est la sélection naturelle. Au fil des générations, les différences génétiques sont devenues

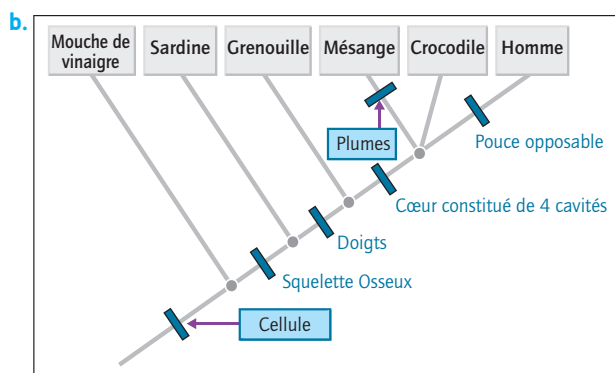
importantes et les moustiques du métro n'ont plus pu se croiser avec ceux de la surface, une nouvelle espèce s'est ainsi formée.

7 Un arbre de parenté

Mettre en relation des informations et raisonner. Cet exercice peut être proposé à la fin de l'unité 1.

Réponses attendues :

a. Pour l'Homme : cellules + / squelette constitué d'os + / Doigts + / Plumes - / Pouce opposable aux autres doigts + / Cœur constitué de 2 oreillettes et 2 ventricules +



8 9 J'apprends à rédiger un texte avec un vocabulaire scientifique (Méthode)

Exercice guidé : voir le corrigé p. 249 du manuel.

Réponses attendues pour l'exercice d'application : Les pinsons présentent naturellement des différences dans la taille de leur bec, certains ayant un bec plus gros que d'autres. (Dans la carte d'identité, il est dit que les dimensions du bec varient d'un individu à l'autre.) En 1977, la sécheresse catastrophique anéantit la végétation : l'absence de plantes annuelle entraîne une raréfaction de la nourriture (graines tendres et petites). Les pinsons doivent donc se nourrir de graines qu'ils extraient des fruits secs et durs des buissons. Seuls les pinsons ayant un bec plus robuste arrivent à extraire les graines de ces fruits, ils sont favorisés. C'est la **sélection naturelle**. Ceux qui n'arrivent pas à se nourrir meurent. Les pinsons à plus gros bec survivent, se reproduisent et sont de plus en plus nombreux au fil des générations. On assiste donc à une **évolution** vers des individus au bec plus gros.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Situer dans le temps quelques repères jalonnant l'histoire des organismes vivants, quelques repères d'évènements permettant de découper le temps géologique.	– Rechercher l'information utile pour mettre en évidence les changements de caractéristiques de la Terre au cours du temps (doc. 1 à 4). – Rechercher l'information utile pour identifier les caractéristiques des premiers êtres vivants (doc. 4 à 6). – Mettre en relation les transformations de la Terre et l'apparition de la vie (doc. 1 à 6).

Conseils et suggestions

– Après avoir traité l'évolution de la vie dans les chapitres 1 et 2 de cette partie, il s'agit ici d'établir une relation entre les conditions planétaires et l'histoire du vivant. Les **doc. 1 à 3** permettent de comparer les conditions supposées sur Terre lors de sa formation et 1 milliard d'années (Ga) plus tard afin de dégager les transformations qui ont rendu possible l'apparition de la vie dans les océans il y a peut-être 3,45 Ga. On insistera sur un point clé : les conséquences de l'apparition de la vie sur la composition de l'atmosphère (avec production de dioxygène, O_2). On pourra également évoquer les variations de la concentration atmosphérique en CO_2 , un gaz à effet de serre dont il est question dans la **partie D**, pp. 183 à 192.

– Les **doc. 3** et **4** illustrent l'influence réciproque entre conditions de vie et peuplements (production d' O_2 par les 1^{ers} organismes vivants, enrichissement de l'environnement en O_2 puis diversification du vivant). On pourra évoquer le délai entre l'apparition de la vie et l'enrichissement de l'atmosphère en O_2 (possible une fois le niveau de saturation de l'eau en O_2 atteint) afin de sensibiliser les élèves à la vitesse des changements géologiques et aux délais parfois importants pour que les effets d'un processus se fassent ressentir (notion utile pour la partie D).

– Les **doc. 4 à 5**, peuvent être utilisés pour comparer les formes fossiles et actuelles et travailler ainsi sur le **principe d'actualisme**. L'ensemble des documents peut servir à compléter la **frise chronologique** amorcée dans les chapitres 1 et 2.

– Le **doc. 6** illustre la découverte en 2008 (publiée en juillet 2010 dans *Nature*) de 250 fossiles à Franceville au Gabon. Ils sont interprétés comme correspondant à des organismes pluricellulaires. Cette découverte exceptionnelle témoignerait d'une origine de la vie organisée et complexe bien antérieure à ce qu'on pensait jusque-là.

Exploitation des documents par les activités

Tâche complexe (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Depuis la formation de la Terre, des transformations de sa surface telles que la diminution du bombardement météoritique et de la température et l'apparition d'eau (océans) ont modifié les milieux et les conditions de vie et permis l'apparition de la vie. Les 1^{ers} organismes vivants, des cyanobactéries capables de vivre dans des conditions particulières, ont rejeté de l' O_2 qui a ensuite permis la diversification du vivant.

Doc. 1 à 4. Entre 4,5 et 3,8 Ga, la Terre s'est refroidie, la surface s'est solidifiée et une partie s'est couverte d'eau liquide. L'activité volcanique se réduit, le bombardement météoritique diminue, des roches sédimentaires se forment. Ces modifications ont rendu possible l'apparition de la vie. Dans l'atmosphère, la proportion de CO_2 et de vapeur d'eau diminue. L' O_2 apparaît dans l'atmosphère vers 2,3 Ga. Sa concentration croît ensuite régulièrement jusqu'à atteindre son niveau actuel il y a 500 Ma. Sa présence est liée à l'apparition de la vie dans les océans. On observe de longs délais entre apparition de la vie dans les océans, celle de l' O_2 et de la vie sur les continents.

Doc. 4 à 6. Les premiers organismes sont des cellules, les cyanobactéries, ayant vécu il y a peut-être 3,5 Ga. On connaît des espèces de cyanobactéries actuelles. En appliquant le principe d'actualisme on considère que, il y a 3,5 Ga, ces cellules rejetaient du dioxygène et fabriquaient leur matière organique grâce à la lumière et à la matière minérale.

Il y a 2,1 Ga des formes de vie pluricellulaires apparaissent sans doute (faune de Franceville). Ces formes correspondent à une diversification du vivant.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir le renouvellement des groupes et des espèces au cours des temps géologiques. – Observer, recenser et organiser des informations afin d'étayer la théorie de l'évolution.	– Formuler des hypothèses sur les causes possibles d'une crise de la biodiversité (doc. 1 à 4). – Rechercher l'information utile pour mettre en évidence les changements de caractéristiques de la Terre au cours du temps (doc. 1 à 4). – Mettre en relation les modifications de l'environnement et la diversification du vivant après une crise (doc. 5 à 7).

Conseils et suggestions

- Dans le prolongement de l'unité 1, l'objectif est ici d'approfondir la relation établie entre les conditions planétaires et l'évolution des organismes vivants, en recherchant des hypothèses sur les extinctions massives survenues lors de crises majeures de la biodiversité. L'exemple de la crise Crétacé / Tertiaire (ou K / T) a été privilégié ici, car elle est bien documentée et son impact sur la biodiversité a été abordé dans le chapitre 1 (voir p. 127 du manuel).
- La page de gauche (**doc. 1 à 4**) peut être exploitée dans le cadre d'une démarche d'investigation relative à l'origine de la crise K/ T. Deux hypothèses, liées à l'impact d'une météorite et / ou d'un volcanisme exceptionnel peuvent être formulées à partir des **doc. 1 et 2**, puis discutées en association avec les **doc. 3 et 4** selon le **principe de l'actualisme**. La comparaison permettra d'insister sur l'ampleur de la catastrophe survenue il y a 65 Ma.
- la page de droite (**doc. 5 à 7**) permet d'aborder les conséquences de la crise sur la biodiversité sur un groupe, celui des mammifères, apparus à peu près en même temps que les dinosaures (voir p. 207). Suite à l'extinction massive d'espèces, voire de groupes entiers, à la transition K/T la libération d'un grand nombre de niches écologiques a permis la diversification du groupe des mammifères. C'est l'occasion de réinvestir les connaissances relatives à la théorie de l'évolution : dans le cadre d'un environnement différent, des innovations sont sélectionnées (**doc. 7**).

Exploitation des documents par les activités

① Doc. 1 à 4. (*Extraire des informations, les organiser et formuler des hypothèses*). Le cratère identifié au Mexique et le volcanisme du Deccan sont datés de – 65 Ma à la limite entre le Crétacé et le Tertiaire. On peut supposer que les événements géologiques survenus il y a 65 Ma ont eu les mêmes effets sur l'environnement que les événements récents cités : la chaîne alimentaire a été perturbée car la photosynthèse a été inhibée par

un manque de lumière. Les animaux (herbivores et donc carnivores) ne trouvaient pas suffisamment de ressources pour se nourrir. Par ailleurs la température de la Terre a changé, ce que certaines espèces n'ont probablement pas supporté.

La météorite du Chicxulub a libéré une énergie 10 milliards de fois plus importante que la météorite de Tunguska en Sibérie [1908]. Le volcanisme du Deccan correspond à 2 millions de km³ de lave, une quantité de matériaux près de 2 millions de fois supérieure à celle du Laki. La comparaison de l'énergie et de la matière libérées permet d'imaginer l'intensité des effets il y a 65 Ma.

② Doc. 5 à 7 (*Extraire des informations et communiquer par un texte*). Après la crise, on observe des modifications radicales dans le groupe des mammifères : le nombre d'espèces augmente; leur masse et leur taille augmentent (la masse peut atteindre 10 tonnes alors qu'elle est en moyenne à 1 kg au Crétacé) ; on trouve des mammifères dans tous les milieux et de nombreuses innovations. Tous les grands groupes actuels sont présents.

③ Doc. 6 et 7 (*Extraire et reformuler des informations*). • Les innovations concernent le mode de locomotion, la taille, les dents.

• En quelques millions d'années, la modification de l'environnement et la sélection d'innovations majeures ont permis une diversification des mammifères et une exploitation d'un grand nombre de niches écologiques.

④ En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). À la limite Crétacé-Tertiaire, des événements géologiques majeurs (chute d'une météorite de 10 km de diamètre et volcanisme du Deccan) ont perturbé les chaînes alimentaires et le climat et entraîné la disparition d'un très grand nombre d'espèces. Le début de l'ère tertiaire est marqué par une évolution rapide du groupe des mammifères : des innovations apparaissent et correspondent à une diversification des espèces de mammifères dans tous les milieux de vie.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Observer, recenser et organiser des informations afin d'établir le renouvellement des groupes et des espèces au cours des temps géologiques.	– Utiliser des données paléontologiques pour : • identifier une crise de la biodiversité (doc. 1 à 3) ; • émettre des hypothèses sur les causes possibles d'une crise de la biodiversité (doc. 3 et 4). – Identifier les conséquences possibles d'une crise actuelle de la biodiversité et exercer son esprit critique sur l'influence actuelle de l'Homme sur la biodiversité (doc. 5 à 7).

Conseils et suggestions

– Cette unité vise à faire prendre conscience aux élèves que des changements climatiques sont en relation avec des extinctions d'espèces récentes.

– La page de gauche (**doc. 1 à 4**) peut être exploitée dans le cadre d'une démarche d'investigation sur l'origine de l'extinction de grands mammifères à la fin du Pléistocène. Le **doc. 4** permet d'émettre des hypothèses sur l'impact d'un réchauffement climatique sur ces animaux et le **doc. 3** de le mettre en relation avec les changements de paysages et donc la diminution de la ressource alimentaire.

– La page de droite (**doc. 5 à 7**) évoque l'enjeu actuel lié à la disparition d'espèces dans de nombreux groupes. L'élève est ainsi amené à faire un parallèle avec les **doc. 1 à 4** pour tenter d'expliquer l'impact des changements actuels sur les paysages (zones de répartition du hêtre **doc. 6**) et donc sur certaines espèces (hêtre ou macareux **doc. 7**). Il s'agit aussi de mettre en évidence l'intervention inédite d'une espèce dominante, l'Homme, dans la disparition de certaines espèces (déforestation, pollution, **doc. 5**). L'élève est amené à exercer son esprit critique pour évaluer l'étendue de la crise, et de ses conséquences, ainsi que la part liée aux activités humaines.

Ce travail est directement lié au chapitre 2 de la **partie D** du manuel (pp. 186-189) qui aborde le lien entre l'activité anthropique et en particulier consommation d'énergie et réchauffement climatique.

– L'**exercice 4** (p. 164) peut être l'occasion d'évoquer l'influence du niveau de la mer sur l'évolution de la vie.

Exploitation des documents par les activités

1 Doc. 1 et 2 (*Extraire des informations et communiquer par un texte*). Les hommes qui habitaient le sud de la France il y a 30 000 ans ont représenté sur les grottes des animaux aujourd'hui disparus comme le rhinocéros laineux (**doc. 1**). Un grand nombre d'espèces a ainsi disparu il y a environ 10 000 ans : ce sont surtout des mammifères de grande taille (**doc. 2**). On peut donc penser

qu'une crise d'extinction a eu lieu il y a 10 000 ans, mais cette crise ne semble pas avoir été globale.

2 Doc. 3 et 4 (*Formuler des hypothèses*). L'alimentation du paresseux de Shasta a changé entre – 28 500 ans et – 11 000 ans (**doc. 3**) : cela suggère qu'il vivait au départ dans un milieu humide puis que le climat est devenu de plus en plus sec. Le milieu de vie du paresseux il y a 11 000 ans devait ressembler à un désert avec quelques oasis isolées.

Le **doc. 4** montre qu'il y a 21 000 ans une grande partie de l'hémisphère nord était couverte d'une calotte polaire : le climat était donc plus froid et humide.

On peut penser que le réchauffement du climat lié à la disparition de cette calotte a pu entraîner une diminution des précipitations et une modification des plantes à la disposition du paresseux. La ressource en nourriture diminuant, l'espèce se serait peu à peu éteinte.

3 Doc. 5 (*Extraire les informations d'un texte*). Un grand nombre d'espèces de groupes très différents sont menacées d'extinction en raisons des activités humaines (cinq causes majeures sont citées).

4 Doc. 5 à 7 (*Mettre en relation des informations et formuler des hypothèses*). Les populations de macareux sont en déclin en France depuis 1950 (**doc. 7**). L'aire de répartition du hêtre devrait se réduire d'ici 2100 (**doc. 6**). Il semble que ces transformations soient liées à une modification du climat : l'augmentation de la température pourrait limiter le développement du hêtre (surtout si les précipitations tendent à diminuer également) et expliquer que les ressources alimentaires du macareux soient plus rares.

5 En conclusion (*Communiquer en rédigeant une synthèse*). Les crises récentes correspondent à des extinctions de certaines espèces au sein de groupes. Ces modifications semblent correspondre à des modifications climatiques. La responsabilité de l'Homme pourrait être engagée dans la crise actuelle de biodiversité.

Capacités du programme	Compétences mises en œuvre dans l'unité
– Situer dans le temps sur une frise chronologique quelques repères jalonnant l'histoire des organismes vivants, quelques repères d'évènements permettant de découper le temps géologique.	– Construire une frise pour situer dans le temps des repères jalonnant l'histoire des organismes vivants et mettre en relation avec quelques événements géologiques (doc. 1 à 3).

Conseils et suggestions

- Cette unité 4 vise à récapituler, sur une frise chronologique construite au fur et à mesure de l'avancement de la **partie C**, quelques repères de l'histoire de la vie et de la Terre afin de les mettre en relation avec l'échelle des temps géologiques.
 - La frise proposée sur la double page sert de repère chronologique pour placer les événements des **doc. 2 et 3**.
 - Sur la frise construite par l'élève, on indiquera en plus des événements géologiques et biologiques, l'âge de la planète (4,45 milliards d'années), les différentes ères (Paléozoïque, Mésozoïque et Cénozoïque), l'apparition de la vie (vers 3,45 milliards d'années), les grandes crises d'extinction. Elle peut être complétée avec d'autres groupes, en fonction des échantillons disponibles dans l'établissement. Une recherche Internet peut être utilisée pour retrouver les datations et dater certains groupes.
 - On pourra se référer à la **frise** proposée à la fin du manuel.
 - Afin d'insister sur le fait que l'Homme n'est pas le processus final de l'évolution, on peut situer l'apparition de l'ancêtre des éléphants actuels, contemporaine de celle de la lignée humaine (premiers éléphantidés : 7 Ma) et/ou celle du cheval (ancêtre du cheval actuel, *Equus caballus* : moins d'1 Ma).
 - La recherche des origines possibles de la crise Permien/Trias permet d'aborder d'autres conditions planétaires pouvant influencer l'évolution de la vie (**doc. 3**).
- Voir aussi l'**exercice 4** (p. 164).

Exploitation des documents par les activités

- ① **Doc. 1** (*Extraire et organiser des informations*). Les ères et périodes sont de durées variables. L'échelle des temps géologiques n'est pas découpée de manière régulière.
- ② **Doc. 1 à 3** (*Extraire des informations et compléter une frise*). Voir la frise chronologique à la fin du manuel.
- ④ **En conclusion** (*Communiquer en rédigeant une synthèse*) L'échelle des temps géologiques est divisée en ères elles-mêmes découpées en périodes. Les crises de la biodiversité associées à des événements géologiques majeurs qui ont modifié l'environnement terrestre permettent de placer les limites sur l'échelle des temps.

Les corrigés de la rubrique « **Je vérifie mes connaissances** » (p. 164 du manuel de l'élève) se trouvent à la fin du manuel élève (pp. 248- 250). Sont proposés ici les corrigés des exercices de la rubrique « **J'applique mes connaissances** » et « **J'apprends à résoudre une tâche complexe** ».

3 L'extinction du mammouth laineux

Extraire les informations d'un graphique et formuler des hypothèses. Cet exercice permet de vérifier la saisie d'informations sur un graphique et d'appliquer le raisonnement permettant d'expliquer l'extinction d'espèces liée au changement climatique.

Réponses attendues :

a. Entre – 12 000 et – 11 000 ans la température moyenne en Europe est comprise entre 10 et 11° C. Il y a 10 000 ans on constate une élévation des températures qui atteignent 14,5° C. Les températures se maintiennent ensuite entre 14,5 et 15,5° C jusqu'à aujourd'hui. Il y a donc eu un réchauffement climatique en Europe il y a environ 10 000 ans.

b. On sait que le mammouth laineux vivait dans des régions froides et humides et se nourrissait d'herbe. Le réchauffement a probablement conduit à une modification des précipitations et donc de la végétation des plaines en Europe (plus d'arbres et moins d'herbes).

c. On peut supposer que la modification du milieu de vie du mammouth et en particulier la raréfaction de ses ressources alimentaires a conduit à l'extinction de l'espèce. Une autre cause de sa disparition pourrait être la chasse par l'Homme.

4 La crise Permien/Trias

Mettre en relation des informations.

Cet exercice est en lien avec l'**unité 2** et permet d'évoquer une autre cause d'extinction d'espèces liée à la paléogéographie : les variations du niveau de la mer.

a. Entre le Permien et le Trias, il y a 250 Ma, le nombre de genres d'animaux marins a brutalement diminué. La disparition brutale de nombreuses espèces, entraînant celle de groupes entiers, témoigne d'une extinction massive.

b. Entre le Permien et le Trias, le niveau des mers a baissé.

c. Hypothèse : une baisse du niveau marin a pu provoquer un assèchement de mers peu profondes, entraînant la disparition des espèces y vivant. L'impact de cette diminution du niveau marin sur la faune de pleine mer est moins important : les espèces de pleine mer survivent et deviennent dominantes.

J'apprends à résoudre une tâche complexe

Des mutations se produisent dans les cellules de tous les individus. Dans cet exemple, une **mutation** s'est produite au niveau du gène de la couleur des phalènes créant ainsi un nouvel allèle, l'allèle F (foncé). Quand une mutation se produit dans les cellules reproductrices, les individus qui naissent présentent une différence avec les parents, un caractère nouveau. Ici, des papillons sombres sont nés. Les allèles des phalènes claires sont CC et les allèles des phalènes sombres sont CF ou FF, l'allèle F étant dominant.

À partir de 1950, la pollution en Angleterre augmente et les troncs d'arbres noircissent. On voit sur le document 2 que plus il y a de pollution dans une région, plus il y a de phalènes sombres. Cela s'explique par le fait que les papillons clairs, n'étant plus camouflés sur les troncs d'arbres noirs, se font dévorer par leurs prédateurs. En revanche, les papillons foncés sont camouflés, ils survivent, ont des descendants auxquels ils transmettent l'allèle « foncé/sombre ». Les clairs ont moins de descendants. C'est la **sélection naturelle** qui favorise les individus les mieux adaptés à leur milieu.

Responsabilité humaine en matière de santé et d’environnement

Programme officiel :

[durée conseillée : 25 %]

Connaissances du programme	Correspondance avec le manuel
Cohérence verticale : programmes des classes de 6 ^e à 3 ^e	
L’Homme, par les besoins de production nécessaire à son alimentation, influence la biodiversité planétaire et l’équilibre entre les espèces. Des actions directes et indirectes permettent d’agir sur la biodiversité en fonction des enjeux.	Thème 1. Biodiversité, alimentation et activités humaines (pp. 173-182) Sujet 1. Pêche en mer et biodiversité 174 Sujet 2. Agriculture et biodiversité 176 Adopter des comportements responsables 178
Les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) extraites du sous-sol, stockées en quantité finie et non renouvelable à l’échelle humaine, sont comparées aux énergies renouvelables notamment solaire, éolienne, hydraulique. Les impacts de ces différentes sources d’énergie sur l’émission des gaz à effet de serre sont comparés.	Thème 2. Énergies fossiles et énergies renouvelables (pp. 183-192) Sujet 1. Énergie et consommation 184 Sujet 2. Énergie et climat 186 Adopter des comportements responsables 188
Les pollutions des milieux naturels que sont l’air ou l’eau sont le plus souvent dues aux activités industrielles et agricoles ainsi qu’aux transports. Des données statistiques actuelles permettent d’établir un lien entre l’apparition ou l’aggravation de certaines maladies et la pollution de l’atmosphère ou de l’eau. Dans la plupart des cas, la mise en évidence d’une relation de causalité se heurte à deux difficultés : l’absence de spécificité des maladies repérées et la faible concentration ou le caractère diffus des expositions. L’adoption de comportements responsables, le développement d’une agriculture et d’une industrie raisonnées et de nouvelles technologies sont nécessaires afin d’associer le développement économique, la prise en compte de l’environnement et la santé publique.	Thème 3. Pollution des milieux naturels et santé (pp. 193-202) Sujet 1. Pollution de l’air et santé 194 Sujet 2. Pollution de l’eau et santé 196 Adopter des comportements responsables 198
Certains comportements (manque d’activité physique ; excès de graisses, de sucre et de sel dans l’alimentation) peuvent favoriser l’obésité et l’apparition de maladies nutritionnelles (maladies cardiovasculaires, cancers). L’exposition excessive au soleil peut augmenter le risque de cancer de la peau.	Thème 4. Habitudes de vie et santé (pp. 203-212) Sujet 1. Alimentation et santé 204 Sujet 2. Soleil et santé 206 Adopter des comportements responsables 208

Les connaissances acquises sur le rôle du sang et des principaux organes font percevoir l'importance vitale d'une transfusion de produits sanguins, d'une greffe ou d'une transplantation.	Thème 5. Des pratiques médicales pour sauver des vies (pp. 213-222) ► Sujet 1. Les transfusions sanguines 214 ► Sujet 2. Greffes et transplantations d'organes 216 ► Adopter des comportements responsables 218
Dans le cadre de la maîtrise de la reproduction, les méthodes de contraception utilisées sont soit à effet contraceptif, soit à effet contragestif, soit cumulant les deux. Un effet contraceptif empêche la fécondation ; un effet contragestif empêche la nidation de l'embryon ; un effet abortif agit après implantation de l'embryon (on parle alors d'interruption de grossesse). La diversité des méthodes de contraception permet à chacun de choisir celle étant la plus adaptée à sa situation. Les méthodes de procréation médicalement assistée peuvent permettre à un couple stérile de donner naissance à un enfant.	Thème 6. La maîtrise de la reproduction (pp. 223-232) ► Sujet 1. Des méthodes pour éviter une grossesse 224 ► Sujet 2. Des méthodes pour aider à procréer 226 ► Adopter des comportements responsables 228

• Deux sujets par chapitre pour découvrir chaque sujet du thème et cerner ses enjeux.

• Une double page pour adopter des comportements responsables collectifs et individuels.

• Un atelier pour découvrir des métiers.

• Un atelier pour apprendre à débattre.

• Un bilan des connaissances exigibles.

Socle de compétences en lien avec la partie « Responsabilité humaine »	
• Définir une démarche adaptée au projet. [Compétence 7] • S'appuyer sur des méthodes de travail (organiser son temps et planifier son travail, prendre des notes, consulter spontanément un dictionnaire, une encyclopédie ou tout autre outil nécessaire, se concentrer, mémoriser, élaborer un dossier, exposer). [Compétence 7] • Exploiter des textes, tableaux, graphiques, schémas, représentations cartographiques, photographies, images de synthèse. [Compétence 5] • S'approprier un environnement informatique de travail. [Compétence 4 – B2i domaine 1]	• Créer, produire, traiter, exploiter des données. [Compétence 4 – B2i domaine 3] • S'informer, se documenter. [Compétence 4 – B2i domaine 4] • Communiquer, échanger. [Compétence 4 – B2i domaine 5] • Exprimer les résultats d'une recherche : prendre part à un dialogue, un débat, prendre en compte les propos d'autrui, faire valoir son propre point de vue. [Compétence 1] • Exprimer les résultats d'une recherche : rendre compte d'un travail individuel ou collectif [exposé]. [Compétence 1]

Capacités du programme	Compétences du socle mises en œuvre
– Observer, recenser et organiser des informations pour comprendre l'évolution actuelle de la biodiversité, les intérêts de la biodiversité et les solutions envisagées pour la conserver.	– Rechercher, extraire les informations utiles de documents et les organiser pour établir un lien entre exploitation des ressources alimentaires et biodiversité (pp. 174-175 et 176-177). – Rechercher, extraire les informations des documents pour mener une réflexion sur les moyens de concilier exploitation des ressources alimentaires et maintien de la biodiversité (pp. 178-179).

Sujet 1. Pêche en mer et biodiversité

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 174-175). Un document d'accroche permet tout de suite de cerner la problématique. Pour répondre aux questions qui émergent, l'étude des **Chiffres clés** et celle des **Notions clés** permettent de dégager, d'une part l'ampleur de l'utilisation de la ressource halieutique (**doc. 1 et 2**), les techniques de pêche mises en œuvre (**doc. 4**) et une première approche de l'idée de surexploitation de la ressource (**Chiffres clés**). L'étude comparée des méthodes de pêche en mer (**doc. 3 et 4**) illustre le caractère « industriel » de l'exploitation de la ressource marine (techniques modernes de pêche massive). Le **doc. 1** établit un parallèle entre l'évolution de la population humaine et l'exploitation de cette ressource. Il pose donc directement le problème du **développement durable** : comment poursuivre l'exploitation de produits de la mer pour nourrir une population humaine en croissance continue, tout en préservant les stocks.

En complément des **Chiffres clefs**, l'exemple du thon rouge de la Méditerranée (**doc. 5, 6 et 7**) fournit des données biologiques (taux de reproduction de l'espèce) et chiffrées sur l'exploitation actuelle aboutissant au constat de la grave menace qui pèse sur l'avenir de cette espèce. Le rôle de la reproduction renvoie au programme de **SVT 4^e** (« Reproduction et peuplement des milieux »).

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 178). Cette page présente des solutions possibles dans une perspective de développement durable, au niveau collectif (**doc. 2 et 3**) et individuel (**doc. 4 et 5**). Les **doc. 1 à 3** présentent des mesures déjà appliquées ou en cours d'application (avec le **doc. 2**, on réinvestira la notion de chaîne alimentaire). Enfin, l'**exercice 3** p. 182 invite l'élève à développer son esprit critique sur une « solution » souvent évoquée : l'aquaculture, en plein essor. Il lui faudra repérer les problèmes environnementaux qu'elle soulève (destruction et pollutions de milieux côtiers riches).

Sujet 2. Agriculture et biodiversité

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 176-177). Le document d'appel permettra d'amorcer la discussion sur les conséquences de la disparition d'une espèce, en lien avec l'exemple traité **doc. 4 et 5** p. 177. Les **Chiffres clés** et les **Notions clés** illustrent l'intensification de l'agriculture et la perte de biodiversité à l'aide notamment d'un indicateur clé : l'abondance des oiseaux agricoles. À l'élève de faire la relation entre l'évolution des paysages et des pratiques agricoles (**doc. 3**), celle des rendements et ses causes (**doc. 1 et 3**) et celle sur la biodiversité des milieux agricoles (**doc. 2**). Ces quatre documents montrent des tendances très affirmées, faciles à repérer par les élèves : disparition des haies, utilisation massive d'engrais et de pesticides expliquant l'appauvrissement de la biodiversité (voir aussi l'**exercice 2** p. 182). L'intérêt de ces exemples est aussi de montrer la complexité des interactions en jeu et la difficulté de l'identification des causes (effet « cocktail » dans le cas de l'abeille, **doc. 4**).

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 179). Dans cette page, l'introduction du concept d'agriculture respectueuse de l'environnement (ou **agriculture raisonnée**, qui limite l'emploi des intrants, ou encore **biologique**, sans pesticides chimiques, **doc. 2**) permet d'envisager des solutions durables. Si l'agriculture biologique présente des avantages certains, on insistera sur ses moindres rendements face à l'enjeu qui est de nourrir 7 milliards d'individus. Dans le **doc. 1**, la **biodiversité** est également présentée comme une alliée de l'agriculture, tant au niveau de la flore (haies, bandes enherbées) que de la faune (pollinisateurs, prédateurs, faune du sol), ce qui limite l'emploi des intrants.

Conseils et suggestions

– Conformément au programme, seules les conséquences d'une exploitation des ressources alimentaires doivent être envisagées. Le sujet de l'élevage agricole n'a pas été abordé ici, mais peut aussi être envisagé.

- Il sera intéressant de compléter le sujet en élargissant soit à l'échelle mondiale (cas de l'agriculture) soit inversement à l'échelle nationale ou régionale (cas de la pêche en mer), les deux niveaux d'observation devant être abordés dans le cadre du programme.
- **Deux pistes pour élargir la recherche :**
 - Bases de données d'exploitation et d'état des stocks de nombreuses espèces pêchées à rechercher sur le site www.ifremer.fr
 - État de l'agriculture mondiale sur le site www.fao.org.
- Pour rendre le sujet plus concret, on pourra envisager des visites, soit en groupe, soit à titre individuel (un élève chargé de faire un compte-rendu) d'une exploitation agricole, d'une poissonnerie, du rayon fruits et légumes d'un supermarché, d'un élevage apicole par exemple.
- La notion de **biodiversité** sera élargie et complétée par des recherches documentaires en fonction des intérêts des élèves.
- La suggestion de **débat** p. 181 porte sur la capacité de l'agriculture biologique à satisfaire des besoins alimentaires croissants à l'échelle mondiale. Ce peut être l'occasion de vérifier les acquis des élèves, qui au cours du débat auront à argumenter leur point de vue, selon le rôle qui leur est attribué et en s'aidant des connaissances acquises.

- Ce thème offre de nombreux liens avec d'autres thèmes : l'alimentation (importance qualitative des fruits et légumes et du poisson) et nos choix alimentaires, en lien avec le **thème 4** de la partie D du manuel ; l'énergie (modes de production industriels, transport des produits), en lien avec le **thème 2** ; la pollution par les nitrates, les phosphates, les pesticides, en lien avec le **thème 3** ; l'importance biologique de la pollinisation abordée en **classe de 6°** ; la reproduction des espèces et le peuplement des milieux vus en **classe de 5° et 4°**.
- Quelques pistes supplémentaires de recherche pour « **Adopter des comportements responsables** » (pp. 178-179) : le volet consommation et « éco-consommateur » pourra être développé et encouragé car il permet des actions très concrètes, des enquêtes et une implication citoyenne directe des élèves. On pourra, en amont du traitement de ce thème 1, organiser une revue de presse à partir de journaux rapportés par les élèves et analysés de manière hebdomadaire par une équipe en dehors des heures de cours pour extraire les articles traitant soit de la pêche (et de la mer en général), soit de l'agriculture. Le dossier ainsi constitué pourra être exploité en classe pour rechercher dans les articles les éléments en rapport avec ce qui aura été mis en évidence dans le manuel.

Exercices

(p. 182 du manuel de l'élève)

Le corrigé du **QCM** se trouve à la fin du manuel de l'élève (p. 248).

2 Interpréter un document scientifique

Cet exercice permet à l'élève de mettre en relation ses connaissances avec les données d'un texte et d'un graphique qu'il doit lire et comprendre à l'aide de la légende proposée.

Réponses attendues :

a.

Effets	Labour	Semis sous couvert végétal
Mauvaises herbes	Élimination en retournant le sol, avec ajout d'herbicides	Le paillage entrave leur développement. Quasi-absence d'herbicides
Biodiversité du sol	Appauvrissement (2,5 turricules de lombrics par m²)	Maintien, préservation (25 turricules de lombrics par m²)

- b.** Le semis sous couvert végétal limite le développement des mauvaises herbes sans le recours aux herbicides.

En préservant la biodiversité du sol, il favorise la culture : les lombrics creusent des galeries dans le sol et participent à son aération et à son drainage.

3 Développer son esprit critique

Cet exercice permet à l'élève de mettre en relation ses connaissances avec des données nouvelles qui font débat et remettent souvent en question les idées reçues.

Réponse attendue :

Si l'aquaculture semble à première vue un moyen de préservation des espèces marines destinées à l'alimentation humaine, la lecture des documents proposés atténue beaucoup cette idée. Une grande quantité de poissons sauvages est en effet nécessaire à l'alimentation des espèces d'élevage. De plus, les bassins d'élevage en pleine mer polluent le milieu environnant.

Capacités du programme	Compétences du socle mises en œuvre
– Comparer les conséquences environnementales entre l'utilisation des énergies renouvelables et non renouvelables – Repérer les facteurs d'origine humaine agissant sur l'effet de serre et en déduire les pratiques individuelles permettant de le limiter collectivement. – Identifier les solutions actuellement envisagées pour limiter la pollution de l'air.	– S'informer sur les différents types d'énergie (fossiles et renouvelables), leur utilisation, leur impact environnemental (pp. 184-189). – Mettre en relation la consommation d'énergie, l'émission de gaz à effet de serre et le réchauffement climatique (pp. 186-189). – Mettre en relation les pratiques individuelles et les mesures collectives dans l'objectif de la réduction de consommation d'énergie et d'émission de gaz à effet de serre (pp. 188-189).

Sujet 1. Énergie et consommation

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 184-185). L'objectif de cette double page est de s'interroger sur la part des énergies fossiles et des énergies renouvelables dans la consommation énergétique actuelle (**doc. 1 à 3**) et de découvrir leur utilisation (**doc. 4**), leur origine et les perspectives qui correspondent à leur utilisation (**doc. 4 à 6**). Les **Chiffres clés** donnent une approche quantitative des problèmes posés et une première classification des ressources énergétiques selon leur importance dans la consommation mondiale actuelle. En relation avec le document introductif qui illustre l'importance des énergies fossiles dans notre quotidien, les **doc. 1 à 3** montrent l'accroissement considérable de la consommation, les disparités dans le monde et l'état des réserves. La contribution des énergies renouvelables est encore faible (**doc. 3**) mais ne cesse d'augmenter. Celle du nucléaire (**doc. 3**) est faible au niveau mondial, plus forte dans certains pays (dont la France : voir p. 189).

– Les **Notions clés** présentent les différentes sources d'énergies et leur transformation. Le **doc. 4** permet de réfléchir à la notion d'énergie renouvelable et aux contraintes liées à la transformation des ces énergies et à leur utilisation. Le « **Zoom** » met en parallèle les conditions de formation du pétrole et la production d'énergie par les éoliennes. Le temps de formation très long du pétrole, les quantités limitées et finies à l'échelle humaine illustrent le caractère épuisable et non renouvelable des énergies fossiles. Le **doc. 6** oppose au **doc. 5** le caractère illimité du vent, mais relativise l'utilisation généralisée des éoliennes (production intermittente de l'énergie). D'autres exemples, et notamment le solaire, peuvent être traités.

• « Adopter des comportements responsables »

(p. 188). La nécessaire maîtrise de l'énergie implique la réduction de notre consommation et l'augmentation des performances énergétiques (**doc. 3**). Elle dépend donc à la fois de comportements individuels (**doc. 3 et 4**) et de décisions collectives (**doc. 1 et 2**).

Sujet 2. Énergie et climat

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 186-187). L'objectif de cette double page est de s'interroger sur les impacts des activités humaines et en particulier de la consommation énergétique sur le climat. On met en relation utilisation d'énergie et émission de gaz à effet de serre (**doc. 1 et 2** puis **doc. 5 et 6**), puis gaz à effet de serre et réchauffement climatique (**doc. 3 et 4**). Les **Chiffres clefs** présentent la part relative des différentes ressources énergétique en terme d'émissions de gaz à effet de serre, mais aussi l'évolution de ces émissions depuis plusieurs décennies. L'élève peut ainsi identifier les secteurs les plus polluants, ceux où les plus gros efforts sont à faire (en matière de réduction des rejets de GES et de maîtrise de la consommation énergétique, voir pp. 188-189). Les **Notions clefs** mettent en relation GES et élévation de la température moyenne de la Terre. Le principe de l'effet de serre (**doc. 4**) et son amplification par le CO₂ d'origine anthropique (**doc. 3**) sont présentés. On insistera sur le caractère naturel de l'effet de serre qui permet la vie sur Terre. Les conséquences sur la biodiversité du réchauffement climatiques actuels sont abordées dans la partie C [chapitre 3, pp. 156-157].

Le « **Zoom** ». Une comparaison de la consommation en chauffage et des émissions en GES d'habitations de natures différentes est présentée par le biais d'étiquettes énergétiques. Cet exemple est l'occasion d'aborder un

cas concret d'initiative permettant la réduction des rejets de GES dans un secteur majeur de consommation, l'habitat. Réduire sa consommation n'entraîne pas une réduction du confort, elle passe par une limitation des pertes énergétiques de l'habitation grâce à l'emploi de matériaux nouveaux et par un gaspillage énergétique moindre.

- « **Adopter des comportements responsables** » (p. 189). Il s'agit ici pour l'élève d'appréhender simplement les grandes orientations énergétiques au niveau français et européen. L'incitation européenne au développement des énergies renouvelables est évoquée avec le **doc. 1**, les objectifs du Grenelle de l'environnement avec le **doc. 2**.
 - En France, il est difficile de parler d'énergie sans évoquer le nucléaire, même si ce dernier n'est pas explicitement au programme de la classe de 3^e.
 - Le **doc. 3** permet d'aborder cette question et de discuter de ses avantages et inconvénients. À noter que si le nucléaire occupe en France une part importante de la production d'électricité (75 %), il représente moins de 18 % de la réponse à la demande énergétique globale, qui reste largement dominée, à près de 70 %, par les énergies fossiles (pétrole : 43 % ; gaz : 22 % ; charbon : 3 % en 2009 voir www.global-chance.org).

Conseils et suggestions

- Ce thème s'appuie sur des acquis de **SVT 5^e** (« Géologie externe, l'action de l'Homme dans son environnement ») et de **Physique-Chimie** (en 4^e : « De l'air qui nous entoure à la molécule », avec une partie sur la combustion du carbone, et en 3^e : « L'énergie électrique »). En Physique-chimie 3^e, la notion d'énergie y est construite, les sources d'énergie primaire d'électricité (y compris le nucléaire) y sont décrites. Ce thème s'intègre aussi aux thèmes de convergence « Énergie » et « Environnement et développement durable ». Il est donc préférable de traiter ce thème en interdisciplinarité.
- Le lien entre consommation d'énergie et niveau de développement des différentes régions du monde permet de faire un pont avec le programme de **Histoire-Géographie** (« Le monde d'aujourd'hui ») en abordant des aspects économiques et sociaux.
- Les connaissances acquises sur les rejets de CO₂ liés à l'utilisation des énergies fossiles pourront être réinvesties dans le thème 3 « Pollution des milieux naturels et santé » (p. 193 du manuel). La nécessité de développer des énergies plus propres sera alors mise en relation avec la nécessité de préserver la qualité de l'air et la santé de tous.

Exercices

(p. 192 du manuel de l'élève)

Le corrigé de l'exercice **QCM** se trouve à la fin du manuel de l'élève (p. 248).

2 Interpréter un document scientifique

Cet exercice permet de vérifier la démarche d'explication de la modification climatique à partir de l'analyse des taux de GES, ainsi que d'aborder une des conséquences de ce réchauffement : les variations du niveau de la mer.

Réponses attendues :

- a.** On observe une élévation constante du taux atmosphérique de CO₂ depuis 1958 et du niveau de la mer depuis la fin du XIX^e siècle.
- b.** L'élévation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère conduit à une augmentation de la température moyenne de la Terre par le phénomène d'effet de serre. Un réchauffement de la Terre peut conduire à une fonte des glaces sur les continents et donc à une augmentation du volume des océans et donc du niveau des mers.
- c.** Actuellement, la consommation énergétique augmente et correspond principalement à une utilisation des combustibles fossiles dont le rejet de GES dans l'atmosphère est très important. On peut donc penser que la quantité de CO₂ dans l'atmosphère devrait continuer à augmenter,

entraînant une élévation du niveau de la mer plus importante. Une réduction des consommations énergétiques, moins de gaspillage et des choix énergétiques moins polluants peuvent permettre de limiter cet effet.

3 Développer son esprit critique

L'élève est amené à réfléchir sur la compétition entre production d'énergie et alimentation dans l'agriculture.

Réponses attendues :

- a.** Le débat porte sur le fait que l'agriculture est détournée pour produire du carburant pour les véhicules.
- b.** La production d'agrocarburants est très coûteuse en eau et peut être source de pollution liée à l'utilisation d'engrais et de pesticides. De plus, elle nécessite des surfaces agricoles très importantes et entre en compétition avec l'alimentation des êtres humains.
- c.** Les agrocarburants de 2^e et 3^e génération sont produits à partir de bois, paille ou algues. Ils n'entrent donc pas en compétition avec les cultures destinées à l'alimentation humaine.

(pp. 193-202 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences du socle mises en œuvre
Observer, recenser et organiser des informations pour : – corrélér certaines maladies humaines et pollutions de l'eau ou de l'air ; – identifier les solutions envisagées actuellement pour limiter la pollution l'air et une pollution de l'eau.	Établir un lien entre la pollution l'air, pollution de l'eau et dégradation de la santé (pp. 194-195). Comprendre comment les activités humaines engendrent une pollution de l'air et une pollution de l'eau et des risques pour la santé (pp. 196-197). Adopter une attitude responsable pour limiter la pollution de l'air et de l'eau (pp. 198-199).

Sujet 1. Pollution de l'air et santé

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 194-195). Un document d'appel, extrait d'un discours de l'OMS, pose la problématique des conséquences de la pollution de l'air sur la santé à l'échelle mondiale. Quatre polluants principaux (SO_2 , NO_2 , particules et O_3) – ceux de l'indice Atmo (voir **doc. 2** p. 198) – sont étudiés (**doc. 1 et 2**), mais ils sont en réalité plus nombreux (voir le **doc. 3**, qui en précise les principales sources). La diminution de la pollution par le SO_2 et, dans une moindre mesure, par le NO_2 pourra être mise en relation avec les efforts effectués pour lutter contre la pollution de l'air (voir **p. 198**). La situation reste en revanche préoccupante pour l'ozone et les particules (**doc. 2**), en lien avec l'augmentation du trafic automobile. Sur la part relative des activités humaines dans la pollution, voir le site CITEPA pour des données plus précises.

Les conséquences sur la santé sont abordées dans les **doc. 1, 4, 5 et 6**, notamment par l'étude de l'impact des pollutions dues au trafic automobile à proximité des écoles sur la santé des enfants. Le **doc. 1** montre que, même pour une augmentation faible de la pollution, l'impact sur la santé est important (effet à court terme). De plus en plus, les scientifiques considèrent que la notion de valeur seuil pour définir un risque n'est pas fondée. Le **doc. 4** illustre les différents impacts des polluants sur l'organisme. Il est néanmoins difficile d'identifier la manière dont chacun agit et de distinguer les effets à court terme des effets à long terme : asthme, allergie, atteintes cardio-respiratoires, cancer, etc.

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 198). Les lois et réglementations (loi sur l'air, surveillance de la qualité de l'air, PNSE,) figurent parmi les mesures adoptées pour protéger la santé publique de la pollution atmosphérique, tout comme l'évolution des comportements individuels (limitation de vitesse, choix de moyen de transport moins polluant).

Sujet 2. Pollution de l'eau et santé

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 196-197). Le document d'appel montre que le problème de la pollution de l'eau est encore loin d'être résolu. Ce constat est d'autant plus inquiétant que nombre de polluants ont des effets sur la santé (**doc. 5**). Les **Chiffres clés** et **Notions clés** présentent les principaux polluants comme autant de pistes de travail pour les élèves (**doc. 2 à 5**). Les pesticides, par exemple, sont à l'origine d'une pollution croissante et de la dégradation préoccupante des eaux souterraines (tout comme les nitrates). Les **doc. 5 à 8** abordent les risques pour l'Homme. Si les conséquences sur la santé sont avérées pour les agriculteurs, soumis à de fortes doses, le lien entre pesticides et risques pour la santé par le reste de la population est plus délicat à établir (en raison des faibles doses et de la diversité des molécules), mais semble bien réel (**doc. 8** : on retrouve « l'effet » cocktail évoqué à propos de l'abeille p. 177). Les **doc. 7 et 8** illustrent la manière dont l'Homme peut être contaminé, soit directement (par l'eau, néanmoins très contrôlée), soit indirectement par les aliments contaminés (avec le **doc. 7** la notion de chaîne alimentaire pourra être réinvestie). On insistera sur le caractère persistant de cette forme de pollution, la plupart des pesticides étant très lentement biodégradables (voir le **doc. 6**).

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 199). Le **doc. 1** aborde le contrôle de la qualité de l'eau en France afin d'assurer au plus grand nombre l'accès à une eau du robinet potable. Le **doc. 2** rappelle le circuit de l'eau depuis son captage, jusqu'à sa dépollution après consommation (pour 90 % des eaux seulement). Le problème de l'élimination difficile de certains polluants comme les pesticides et les médicaments est évoqué : les stations actuelles ne sont pas équipées pour les éliminer totalement. Les stations de nouvelle génération devront en revanche les traiter. Les **doc. 3, 4 et 5** illustrent des

mesures collectives et individuelles destinées à limiter la pollution de l'eau, notamment par les pesticides. À ce sujet, un rapprochement avec le **thème 1** de la partie D (p. 179) pourra être fait.

Conseils et suggestions

– La **qualité de l'air** de toutes les grandes villes de France peut être suivie au quotidien (voir **doc. 2 p. 198**). L'indice ATMO est facile à consulter (www.buldair.org). On peut ainsi, pour une ville donnée, construire un document (tableau, graphique) présentant le nombre de jours de l'année (ou du trimestre) où l'indice était à un niveau donné (de 1 à 10). On peut aussi envisager de suivre un épisode de pollution dans une région proche de celle des élèves.

– Les données sanitaires liées à la pollution de l'air proviennent des résultats de deux études épidémiologiques : l'étude *Erpurs* (Évaluation des Risques de la Pollution URbaine sur la Santé en Île-de-France, **doc. 1 p. 194**) et l'étude ISAAC, publiée dans *Respiratory medicine* (INSERM, 2007). Cette dernière est l'une des rares à quantifier les effets de la pollution de fond due au trafic automobile sur l'asthme et les allergies de l'enfant (les **doc. 5 et 6 p. 195** en rendent compte dans l'article du *Monde*).

– L'étude du **doc. 4 p. 195** peut être l'occasion de rappels sur les échanges entre le milieu extérieur et l'organisme (voir les **acquis de 5^e**). Les polluants atmosphériques induisent des pathologies respiratoires, mais aussi des atteintes cardiaques et cérébrales et des cancers, car ils passent dans la circulation sanguine au niveau des alvéoles pulmonaires.

– La qualité de l'eau dans chaque région peut être consultée à l'adresse suivante : www.observatoire-pesticides.gouv.fr (données non limitées aux pesticides).

– **Quelques sorties envisageables** : visite guidée sur l'agriculture raisonnée à la ferme de Kerlavic près de Quimper (Bretagne, www.kerlavic.fr) ; visite d'une station d'épuration (en lien avec le programme de **physique-chimie 4^e**). Un modèle intéressant de station d'épuration est également présenté sur le site de « La main à la pâte » (www.lamap.fr) et sur le site de l'académie de Lyon (www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/spip.php?article23).

– **Quelques sujets d'actualité** peuvent être approfondis par les élèves : la pollution des eaux par les PCB, par les nitrates et les phosphates (voir les épisodes de contamination des coquillages), par les médicaments ou la pollution de l'air par les incinérateurs.

– **Quelques pistes supplémentaires de recherche** quant aux réglementations et aux comportements responsables à adopter : la Loi sur l'eau et la Directive-cadre sur l'eau qui impose à l'ensemble des pays de l'Union européenne un bon état de l'eau d'ici 2015 (objectif qui semble difficile à atteindre compte tenu de la mauvaise qualité des eaux en France : voir **doc. 1 p. 196** et le dossier du MNHN sur www.oieau.fr/nouveau/jour/mnhn.pdf) ; la variation des normes de qualité de l'eau d'un pays à l'autre (notamment dans les pays en voie de développement, où la pollution de l'eau est une cause importante de mortalité) ; la gestion des déchets domestiques, pour lesquels les élèves peuvent déterminer les comportements à tenir (voir le site de l'Ademe : www.ademe.fr).

– L'**atelier « J'apprends à débattre »** p. 201 porte sur la question des solutions aux problèmes de pollution de l'eau. Les objectifs européens semblent difficiles à atteindre. Les élèves devront s'appuyer sur les connaissances scientifiques acquises, et argumenter leur point de vue.

Exercices

(p. 202 du manuel de l'élève)

Le corrigé de l'exercice **QCM** se trouve à la fin du manuel de l'élève (p 248-250).

2 Interpréter un document scientifique

Réponses attendues :

- Les zones les plus polluées figurent en noir et rouge sur la carte, et correspondent aux axes routiers les plus importants.
- Les zones les plus polluées atteignent des niveaux supérieurs à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- On peut supposer que le trafic automobile est responsable de cette pollution qui concerne les routes les plus fréquentées.

3 Développer son esprit critique

Réponse attendue :

Les produits chimiques contenant des micropolluants sont reconnaissables, puisqu'à usage domestique (peintures, produits ménagers, pesticides, médicaments, etc.). Ceux-ci doivent être utilisés avec modération. Le poisson dans le verre, baignant dans une eau contaminée par un cocktail de produits chimiques, illustre l'impact potentiel de ces polluants sur la biodiversité aquatique. Cette affiche incite à faire évoluer les mauvaises habitudes, comme par exemple ne plus jeter à l'évier de produits dangereux et privilégier l'emploi de produits respectueux de l'environnement.

Capacités du programme	Compétences du socle mises en œuvre
- Observer, recenser et organiser des informations pour : relier des excès alimentaires à des maladies (obésité, diabète, maladies cardiovasculaires, etc.). - Montrer les conséquences de l'exposition aux ultraviolets sur un organisme vivant.	- Exploiter des textes, des tableaux, des graphiques pour s'informer sur les changements d'habitudes de vie (pp. 204-205 et 206-207). - Relier des changements d'habitudes de vie à l'apparition de certaines maladies (pp. 204-205 et 206-207). - Développer l'esprit critique et adopter une attitude responsable en matière de santé (pp. 208-209).

Sujet 1. Alimentation et santé

• « Découvrir un sujet » (pp. 204-205). Ces pages s'appuient sur les acquis de la **classe de 5^e**. Elles visent à faire prendre conscience, et à apporter quelques éléments scientifiques, des conséquences des habitudes alimentaires sur la santé, ainsi que leur évolution. L'ampleur de l'épidémie de surpoids et d'obésité et de ses conséquences sur la santé est présentée à travers un document déclencheur (extrait d'un rapport de la Croix Rouge) indiquant qu'au niveau mondial le surpoids est désormais responsable de plus de décès que la faim. Ce premier document peut être un point de départ pour des recherches documentaires, notamment comparatives, entre malnutrition et obésité. Les **doc. 1, 4 et 5** font ressortir l'évolution rapide des habitudes alimentaires et de leurs conséquences délétères pour la santé. Le **doc. 1** présente l'évolution de l'obésité chez les adultes en France, soit une augmentation moyenne de 0,4 % par an environ, soit 210 000 adultes obèses de plus par an (pratiquement l'équivalent des villes de Lille ou de Bordeaux). Il introduit aussi l'IMC, indicateur standard de l'OMS pour évaluer le risque sur la santé lié à la corpulence et dont l'avantage est la facilité de mise en œuvre. L'évolution étant pratiquement linéaire, on peut envisager de proposer une extrapolation raisonnable à valeur prédictive. Les **doc. 4 et 5** mettent l'accent sur les changements alimentaires survenus, leur traduction en termes de modifications des apports en nutriments, et les conséquences sur la santé. Ces relations entre habitudes alimentaires et santé sont explicitées **doc. 2, 3, 6 et 7**. Le **doc. 2** établit une relation avec les maladies cardio-vasculaires et le diabète, mais aussi avec le cancer, ce qui est moins intuitif. Le **doc. 3** présente l'influence du manque d'activité physique sur ces mêmes maladies, faisant apparaître la nature multifactorielle des causes, notion développée dans le **doc. 7**. La nature et l'éthiologie de l'athérosclérose, un exemple de maladie nutritionnelle et première cause de mortalité en France, sont présentées **doc. 6 et 7**.

• « Adopter des comportements responsables »

(p. 208). Cette page propose des éléments à mêmes d'alimenter une réflexion sur deux aspects citoyens : nos habitudes alimentaires sont soumises à des influences extérieures, comme la publicité, qui peuvent jouer un rôle déterminant (**doc. 4**), mais il est possible d'être maître de ses habitudes (**doc. 1 à 3**). Pour cela, d'autres sources d'informations sont disponibles : des informations nutritionnelles permettant d'évaluer ses apports alimentaires (**doc. 1 et 2**) et des campagnes d'informations sur la santé donnant des consignes simples et utilisables, agissant comme des points de repères (**doc. 3**). Comparer les buts et moyens respectifs de ces deux aspects peut être une occasion d'organiser un débat argumenté au sein de la classe (voir aussi le **débat** proposé p. 211).

Sujet 2. Soleil et santé

• « Découvrir un sujet » (pp. 206-207). Ces pages apportent des éléments qui permettent de déboucher sur la notion que les rayons UV, solaires et artificiels, sont responsables de dommages à la peau qui peuvent être irréparables. Ils sont à l'origine d'un vieillissement prématuré et de cancers de la peau. Le **doc. 1** explicite l'enjeu en matière de santé d'une pratique raisonnée d'exposition aux UV en présentant l'explosion du nombre de mélanomes en France, majoritairement liés à une exposition excessive au soleil (multiplication par 4 en 25 ans, soit 5,8 % d'augmentation par an en moyenne). Cela est renforcé par le **chiffre clé** donnant le nombre annuel de nouveaux cas de cancers de la peau en France. L'augmentation plus faible du nombre de décès permet d'introduire l'idée de prévention, ici à travers l'intérêt du dépistage précoce du mélanome (voir p. 209). Les **doc. 2 à 6** précisent l'action des UV sur la peau. Les UV pénètrent la peau et entraînent la production de mélanine (le pigment responsable du bronzage) par les mélanocytes (**doc. 2**) mais aussi des dommages à l'ADN pouvant déboucher

sur des cancers comme le mélanome (**doc. 5**). Les différents effets cutanés du soleil ne suivent pas le même décours temporel, les effets les plus graves se manifestant à long terme (**doc. 3**). Enfin, une notion très importante, à savoir que nous ne sommes pas tous égaux face aux risques associés à l'exposition au soleil, est introduite à travers les phototypes (**doc. 4**) et les facteurs de risque de développer un mélanome (**doc. 6**). Sur ces facteurs, un seul est de nature comportementale (l'exposition aux UV), les autres étant innés (phototype, nombre de grains de beauté, antécédents). S'il est globalement conseillé de ne pas trop s'exposer au soleil, les risques et les comportements à adopter sont donc à déterminer individuellement.

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 209). Cette partie aborde quelques mesures de prévention individuelles et collectives. L'intensité du rayonnement UV qui détermine le risque associé n'étant pas mesurable sans appareil spécialisé, les **doc. 1 et 3** présentent des outils de prévention simples et utilisables dans la vie courante : règles générales de protection suivant le type de peau (**doc. 3**) et index UV qui indique le risque contextualisé en fonction du lieu et de la date (**doc. 1**). Par ailleurs, le risque majeur lié à une exposition aux UV étant le développement d'un mélanome, la méthode d'auto-dépistage de ce cancer préconisée par les dermatologues est présentée (**doc. 2**).

Conseils et suggestions

– **Alimentation et santé** : On s'appuie sur des **acquis de 5^e**. Les besoins des organes ont été identifiés et reliés à la production d'énergie. Cette étude vient aussi consolider celle initiée en 5^e sur les risques de maladies cardiovasculaires engendrés par une surcharge pondérale.

– La démarche suivie dans ce thème s'appuie sur des informations nouvelles et plus complètes qui servent de situation déclenchante pour la mise en œuvre d'une démarche d'investigation dans le cadre d'un projet en autonomie.

– **Quelques pistes** : Identifier des changements de comportements en matière d'alimentation depuis un siècle ; trouver des arguments pour promouvoir des modes alimentaires associant santé et plaisir et atteignables par tous ; mener une enquête sur les habitudes alimentaires des collégiens de 3^e (voir la **fiche méthode** p. 235).

– **Soleil et santé** : Les élèves ont étudié l'ADN dans la première partie du programme. Ces notions sont réinvesties sous un angle différent avec un lien entre ces connaissances et une situation de la vie courante : s'exposer au soleil. Les élèves peuvent se renseigner sur les habitudes d'exposition au soleil de leurs camarades en menant une enquête. Ils peuvent aussi interroger des membres de leur famille et réfléchir aux attitudes des différentes générations, à l'effet de mode face au soleil.

Quelques pistes : Justifier les campagnes publicitaires qui, avant l'été, énoncent des mesures de protection contre le soleil ; faire une recherche historique sur l'évolution des attitudes face à l'exposition au soleil

Exercices

(p. 212 du manuel de l'élève)

Le corrigé du **QCM** se trouve à la fin du manuel de l'élève (p 248-250).

2 Interpréter un document scientifique

Cet exercice porte sur la relation entre consommation de sel et hypertension artérielle fondée sur des études épidémiologiques. Par exemple, les membres de la tribu Luo du lac Victoria au Kenya ont un régime pauvre en sel et n'ont ni hypertension artérielle ni maladies cardiovasculaires. Ceux qui ont émigré à Nairobi (régime riche en sel), ont une tension artérielle moyenne plus élevée deux ans plus tard.

Réponses attendues :

a. D'après le graphique, la mortalité par infarctus du myocarde pour 100 000 habitants est passée en Finlande d'environ 275 à 60 chez les hommes et de 50 à 10 chez les femmes entre 1969 et 2003, soit une diminution d'environ 80 % en 34 ans. Cette baisse est corrélée avec une diminution de la consommation de sel de plus de 40 % sur la même période. Le doc. 7 p. 205 décrit l'hypertension artérielle comme un facteur de risque d'athérosclérose, elle-même à l'origine d'accidents vasculaires.

b. Mesures possibles : des campagnes d'information et de prévention, des mesures concernant l'étiquetage des produits alimentaires, et une législation réduisant la quantité de sel dans les produits alimentaires transformés, principale source de sel.

3 Développer son esprit critique

Réponse attendue :

La comparaison entre une exposition solaire et une exposition à des UV artificiels révèle que la principale différence se situe dans l'absence d'UVB dans le second cas, entraînant la perte de deux avantages : l'absence de production de vitamine D et l'impossibilité d'avoir un coup de soleil. Celui-ci agit comme un signal d'alarme indiquant une exposition excessive. La perte de ce signal d'alarme augmente donc le risque de fortes expositions aux UV artificiels, entraînant une augmentation du risque de développer un cancer.

Des pratiques médicales pour sauver des vies

(pp. 213-222 du manuel de l'élève)

Capacités du programme	Compétences du socle mises en œuvre
- Observer, recenser et organiser des informations pour établir les conditions de réalisation de transfusions, de greffes ou de transplantations. - Exprimer à l'écrit ou à l'oral les étapes de la démarche mise en œuvre pour traiter le sujet choisi.	- Rechercher, extraire et organiser des informations sur la nécessité des transplantations et greffes et sur l'utilisation des produits sanguins. - Rédiger un texte bref, cohérent et ponctué, en réponse à une question ou à partir de consignes données sur la nécessité des transplantations et greffes et sur l'utilisation des produits sanguins. - Participer à un débat, à un échange verbal.

Sujet 1. Les transfusions sanguines

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 214-215). L'évocation en introduction du cas particulier d'une petite fille qui peut vivre normalement grâce à des transfusions de sang régulières permet d'introduire le sujet. L'importance vitale des produits sanguins doit amener l'élève à justifier la pratique des transfusions dans certaines situations. Le **doc. 1** proposant quelques chiffres clés peut être utilisé pour montrer que les situations dans lesquelles un besoin de produits sanguins est nécessaire sont nombreuses et variées. Plusieurs pistes de recherche pourront alors être déclinées. Le **doc. 2** apporte des informations sur les utilisations du sang. Il permet de faire appel aux acquis de la **classe de 5^e** concernant le rôle du sang en tant que transporteur du O_2 , des nutriments, du CO_2 et des déchets. Il s'appuie aussi sur les connaissances concernant le rôle des cellules sanguines (**partie B** pp. 91-97 du manuel). Ce document aborde également la notion de fractionnement du sang total (à mettre en lien avec les situations où des fractions différentes du sang sont utilisées, les besoins en produits sanguins n'étant pas les mêmes). Le **doc. 3** résumant les conditions de réussite d'une transfusion sera utilisé pour expliquer les règles de transfusions sanguines en relation avec les différents groupes sanguins. On fera le lien avec les notions acquises sur les antigènes et les risques d'agglutination (**partie B** p. 96 du manuel). Les élèves pourront au cours de leurs recherches reconstituer les différentes étapes qui vont du prélèvement de la poche de sang d'un donneur à la transfusion à un receveur compatible. L'**exercice 3** p. 222 prolongera les notions acquises sur les compatibilités sanguines liées aux groupes sanguins, tout en faisant appel à l'esprit critique des élèves.

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 218). Les recherches réalisées par les élèves concernant les transfusions sanguines doivent leur faire prendre conscience que le problème des importants

besoins de produits sanguins pour la collectivité ne peut être résolu que par un comportement responsable et civique de chacun. Le **doc. 1** reprend les principes du don de sang en France. Ce sera l'occasion d'insister sur la gratuité et l'anonymat des dons et d'évoquer les graves dérives qui tendent à se développer dans les pays où il n'existe pas de législation. Des informations sur les risques liés à la santé du donneur peuvent être extraites du **doc. 3**. Les élèves pourront faire appel à leurs connaissances acquises sur les micro-organismes pour comprendre le respect des conditions sanitaires.

Sujet 2. Greffes et transplantations d'organes

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 216-217). Le témoignage d'une personne qui a subi une transplantation cardiaque permet d'introduire le sujet. D'autres exemples pourront être choisis par les élèves à partir du **doc. 2**, empruntés notamment à l'actualité : greffe totale du visage (France, 2011), des deux jambes (Espagne, 2011), etc. Au cours de leurs recherches, les élèves seront amenés à s'informer sur l'intérêt et la nécessité des greffes et des transplantations. Le programme distingue la greffe et la transplantation, laquelle est une greffe avec rétablissement de la continuité sanguine. On réservera donc le terme de transplantation aux organes complets et celui de greffe aux tissus et cellules (**doc. 2**). Le **doc. 1** apportant des informations sur les temps moyens de conservation des organes prélevés, il fera prendre conscience aux élèves de la nécessité d'organiser dans des temps très courts le prélèvement et la greffe. Les élèves pourront, au cours de leurs recherches, reconstituer l'ensemble de la chaîne qui va du donneur d'organe au receveur.

– Quel que soit l'exemple choisi, les notions scientifiques abordées reposent sur les connaissances des élèves acquises au collège sur la fonction de certains organes et le rôle du système immunitaire dans le rejet d'éléments étrangers. C'est l'occasion de mobiliser les connaissances des élèves abordées dans la **partie B** du manuel, et

en particulier sur le rôle des leucocytes dans la défense immunitaire. L'utilisation du **doc. 3** illustrant une greffe réussie et une greffe rejetée permet de comprendre la nécessité de certaines règles à respecter. Le tableau du **doc. 4** illustre cette première approche de la compatibilité tissulaire. Le **doc. 5** permet de s'interroger sur l'intérêt des traitements immunosuppresseurs. L'**exercice 2** p. 222 sur la greffe de moelle osseuse servira à réinvestir ces connaissances et à faire un lien avec les constituants du sang.

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 219). Le sujet des greffes et des transplantations soulève des questions d'éthique et contribue à une réflexion sur la responsabilité individuelle et collective dans le domaine de la santé. Le **doc. 1** présente le cadre législatif des principes essentiels liés aux dons d'organes : il amène les élèves à se documenter sur les conditions draconiennes imposées pour la réalisation des transplantations et des greffes. Comme pour la transfusion, cette page permet de prendre conscience des besoins en organes (**doc. 2**), de la nécessité de pouvoir disposer rapidement d'organes provenant de donneurs vivants (comme pour le don du rein) ou en état de mort cérébrale et donc de la responsabilité de chacun dans le domaine de la santé (voir aussi les **doc. 3 et 4** sur le don d'organe).

Conseils et suggestions

- La recherche des points essentiels des lois qui régissent les dons de sang peut déboucher sur un débat de fond en faisant éventuellement appel à un intervenant extérieur (un responsable l'établissement français du sang) ou au personnel médical du collège.
- Une introduction au **débat** sur le don de sang est également proposée p. 221 du manuel (« **J'apprends à débattre** »).
- Un concours d'affiches en faveur du don du sang, réalisées en petits groupes, peut être un moyen efficace de sensibiliser les élèves à cette cause (voir la **fiche méthode** p. 239). La participation du professeur d'Arts Plastiques et l'exposition des affiches au CDI permettront de valoriser ce travail, tout en sensibilisant un plus grand nombre de personnes.
- Concernant les greffes et les transplantations, la recherche des arguments pour la prise d'une décision raisonnée d'un don d'organes peut déboucher sur un **débat** en faisant éventuellement appel à un personnel médical du collège ou un intervenant extérieur (responsable de l'Établissement français des greffes, professionnel spécialiste des transplantations, etc.). On pourra faire le lien entre les questions d'éthique soulevées par l'anonymat du don d'organes et celles du don de cellules reproductrices ou d'embryons.

Exercices

(p. 222 du manuel de l'élève)

Le corrigé de l'exercice **QCM** se trouve à la fin du manuel de l'élève (pp. 248-250).

2 Interpréter un document scientifique

L'exercice prolonge les notions abordées sur les greffes d'organes tout en faisant le lien avec les constituants du sang.

Réponses attendues

- a. La moelle osseuse (Doc. 1) produit des constituants du sang tels que les hématies, les plaquettes, les phagocytes et les lymphocytes (doc. 2).
- b. Le dysfonctionnement des cellules de la moelle osseuse dans le cas de certaines maladies compromet la production de certains constituants du sang. La greffe de moelle osseuse permet de pallier ce dysfonctionnement.

3 Développer son esprit critique

L'exercice réinvestit les notions abordées sur la compatibilité des groupes sanguins. Il permet aux élèves de prendre conscience du fait que des préjugés peuvent entraîner des erreurs.

Réponses attendues

- a. La connaissance des groupes sanguins a permis de mettre en évidence des règles de compatibilité entre les groupes sanguins et donc d'éviter des erreurs lors de transfusions sanguines.
- b. Les médecins militaires commettaient l'erreur de penser que les individus de couleurs de peau différentes avaient des groupes sanguins incompatibles.

Capacités du programme	Compétences du socle mises en œuvre
- Observer, recenser et organiser des informations afin de comprendre la maîtrise de la reproduction. - Percevoir le lien entre sciences et techniques.	Extraire des informations à partir de textes, de photographies, de graphiques pour appréhender le principe des méthodes de contraception, d'IVG et celui des méthodes de procréation médicalement assistée (pp. 224-227).
	Mettre en relation des informations et argumenter sur l'intérêt comparé des diverses méthodes de contraception et de procréation médicalement assistée (pp. 224-227).
	Développer son esprit critique en matière de contraception, d'IVG et de recours aux PMA (pp. 228-229).

Sujet 1. Des méthodes pour éviter une grossesse

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 224-225). Ce sujet s'appuie sur les acquis antérieurs des élèves des **classes de 4^e et 3^e** : formation des cellules reproductrices, fécondation, implantation d'un embryon et principes des contraceptions préventives et d'urgence.

– Il s'agit ici d'aborder et de comparer les méthodes de contraception, de contragestion et l'IVG en mobilisant des connaissances acquises en **classe de 4^e** notamment.

– La pilule féminine (**doc. 4 et 5**) pourra faire l'objet d'une étude plus détaillée et en lien avec la partie « Relation au sein de l'organisme » (**classe de 4^e**) en réinvestissant la notion d'hormones.

– Les élèves doivent être amenés à distinguer les méthodes qui permettent de ne pas avoir d'enfants : une distinction est faite entre les méthodes contraceptives, contragestives et abortives (**doc. 3**).

– Les méthodes contragestives ou abortives ont une action entre la fécondation éventuelle et l'implantation. La pilule d'urgence sera présentée en insistant sur les raisons de son recours (**doc. 1**) et la diminution rapide de son efficacité avec le temps (**doc. 2**).

– Enfin, l'interruption de grossesse est abordée (**doc. 3**), alors qu'elle ne l'était pas dans les programmes de 4^e. Sa pratique médicamenteuse ou chirurgicale sera présentée et des recherches peuvent être orientées sur les causes pour lesquelles le nombre d'IVG pratiqué par an en France ne diminue pas depuis sa légalisation, malgré une accessibilité plus importante et une meilleure information des femmes.

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 228). Une approche historique peut être suggérée aux élèves lors de leur travail en autonomie, voire une comparaison des lois dans les différents pays européens. Une recherche de témoignages de femmes ayant subi une IVG pourra sensibiliser concrètement à ce thème souvent difficile à aborder dans les familles. On insistera dès lors sur

les avantages d'une contraception préventive (**doc. 3**) comparée à l'IVG et même à la contraception d'urgence (**doc. 2**). Autre sujet sur lequel il est important d'insister que la contraception est une affaire de couple (tout comme l'IVG) donc concerne aussi bien les filles que les garçons (voir à ce sujet le débat p. 231)

– Parmi les méthodes contraceptives, dont le domaine d'action est antérieur à toute fécondation, le préservatif devra notamment être mis en avant en tant que seul moyen contraceptif qui protège aussi des IST. Un lien pourra être établi à cette occasion avec le **chapitre 3** de la **partie B**.

Sujet 2. Des méthodes pour aider à procréer

• « **Découvrir un sujet** » (pp. 226-227). La responsabilité d'un adulte vis-à-vis de la procréation implique la connaissance des possibilités d'aide médicale pour permettre à un couple infertile de donner naissance à un enfant. Il s'agit ici de définir la stérilité et l'infertilité (**Notions clés**), de comprendre les étapes des principales méthodes de PMA (notamment la FIVETE, **doc. 2 et 5**) et de mettre en relation le choix d'une méthode et la cause d'infertilité (**doc. 1**). Le terme « stérilité » doit être expliqué mais aussi nuancé. En effet, il est important que l'élève comprenne qu'une stérilité n'est pas forcément définitive et que ses causes sont multiples. Le terme « infertilité » est employé lorsque le problème est résolu par les PMA. D'après les données OMS, la répartition des causes d'infertilité chez la femme dans le monde est la suivante : obstruction tubaire (36 %), absence d'ovulation (35 %), anomalies anatomiques et fonctionnelles de l'utérus (8 %), endométriose (11 %), autres (10 %). Sans établir de catalogue des causes d'infertilité d'un couple, les élèves doivent, à l'aide de leurs connaissances antérieures, justifier le choix de la méthode employée en corrélant certaines causes d'infertilité et le principe de la méthode

de PMA mise en œuvre. Une des principales indications de la PMA est l'obstruction tubaire (**doc. 4**), conséquence d'IST principalement (voir **doc. 3 et 4** p. 229)

Outre la FIVETE, on signalera l'existence de méthodes récentes telle que l'ICSI (Intra Cytoplasmic Sperm Injection, **doc. 2 et exercice 2** p. 232) qui tend à se développer. Les méthodes de PMA sont présentées comme étant liées au développement de nouvelles pratiques médicales, résultats des progrès de la recherche scientifique et technologique.

• « **Adopter des comportements responsables** » (p. 229). L'élève doit prendre conscience que le recours aux méthodes de PMA est un choix de couples mais il est réglementé par des lois qui varient selon les pays (**doc. 1 et 2**). On insistera sur le fait que le recours aux PMA est souvent un « parcours du combattant » pour les couples, long, fastidieux, coûteux pour la société, d'où l'intérêt de se prémunir des IST (**doc. 3 et 4**), cause majeure de l'indication d'une PMA.

Conseils et suggestions

– Les thèmes de contraception, d'IVG et de PMA qui s'inscrivent dans une progression d'éducation à la sexualité, visent à dresser un aperçu des méthodes existantes mais il s'agit aussi de fournir à tous les élèves de 3^e des moyens de s'informer en dehors du cadre scolaire, en fonction des situations qu'ils rencontreront et d'adopter des comportements responsables.

– La comparaison des législations sur les PMA à l'intérieur de l'Union européenne (la France est un des pays les plus restrictifs) pourra donner lieu à un débat intéressant

– L'histoire de l'accès à la contraception (**doc. 1**, p. 228) et à l'IVG (**doc. 1** p. 239) pourra être abordée afin d'illustrer les changements socio-culturels.

– Un lien avec la **partie A** « Diversité et unité des êtres humains » peut être établi afin d'évoquer les perspectives qu'offre la médecine pour déceler dès le stade embryonnaire des anomalies chromosomiques ou génétiques. Si les élèves pensent spontanément aux dangers de sélectionner des embryons, ils ont souvent du mal à en voir les avantages, et des analyses d'articles relatant des cas de familles dans lesquelles un premier enfant est malade et un deuxième attendu pourront être discutés.

Exercices

(p. 232 du manuel de l'élève)

Le corrigé de l'exercice **QCM** se trouve à la fin du manuel de l'élève (pp. 248-250).

2 Interpréter un document scientifique

Cet exercice permet d'aborder une autre technique de PMA : l'ICSI.

Réponses attendues :

- a. L'étape de la reproduction sexuée qui est réalisée artificiellement grâce à cette méthode est la fécondation.
- b. Un médecin pourrait prescrire l'ICSI en cas de faible production de spermatozoïdes ou de spermatozoïdes peu mobiles.

3 Développer son esprit critique

Réponses attendues :

- a. Ce texte évoque la difficulté à sensibiliser les adolescentes à la contraception aujourd'hui encore. Bien que les

jeunes filles comprennent la nécessité de la contraception, elles ne se sentent généralement pas encore concernées et font preuve d'une grande réticence à aborder les sujets relatifs à la sexualité dans le contexte du lycée, par exemple. Comme le Planning familial le souligne dans le texte cité, ces difficultés à parler de sexualité entravent la bonne information des jeunes au sujet de la contraception.

- b. L'article décrit bien le caractère tabou de la sexualité dans la société, notamment chez les jeunes. S'ils peuvent en parler entre eux, ils font difficilement part de leurs interrogations aux adultes, qui plus est dans l'enceinte de leur établissement scolaire.

Vous êtes prescripteurs de nos manuels papier,
nous vous offrons pendant 4 ans
le Lib' Basic
votre manuel vidéoprojetable*

Les Lib' Basic SVT collège sont accessibles sur www.libtheque.fr/svtcollege
en cliquant sur le bouton



Avec votre Lib' Basic, vous pouvez animer votre cours en classe
grâce à la vidéoprojection et à la boîte à outils :

		Lib' Basic	Lib' Premium
Votre application partout avec vous !	Accès sur internet	✓	✓
	Téléchargement sur un ordinateur	✓	✓
	Exportation sur une clé USB	✓	✓
Animation du cours	Vidéoprojection	✓	✓
	Affichage d'une double page en plein écran	✓	✓
	Boîte à outils (zoom, surligneur, cache, rideau...)	✓	✓
	Accès aux compléments pédagogiques gratuits (livre du prof, exercices complémentaires)	✓	✓
Personnalisation du cours	Fonction Comparateur de documents	X	✓
	Personnalisation d'une page	X	✓
	Création d'une page	X	✓
	Accès à l'intégralité des documents du manuel dans la médiathèque et aux ressources complémentaires	X	✓
	Import de vos documents personnels (vidéo/image/audio) via la médiathèque	X	✓

✓ Oui X Non

**offre réservée aux professeurs dont 100% des élèves sont équipés des manuels papier correspondants*



Imprimé en France par la SIEP à Bois-le-Roi
N° d'édition : 983485-01 – N° d'imprimeur : XXXX
Dépôt légal : avril 2012