



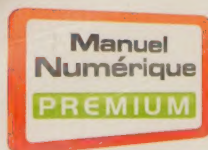
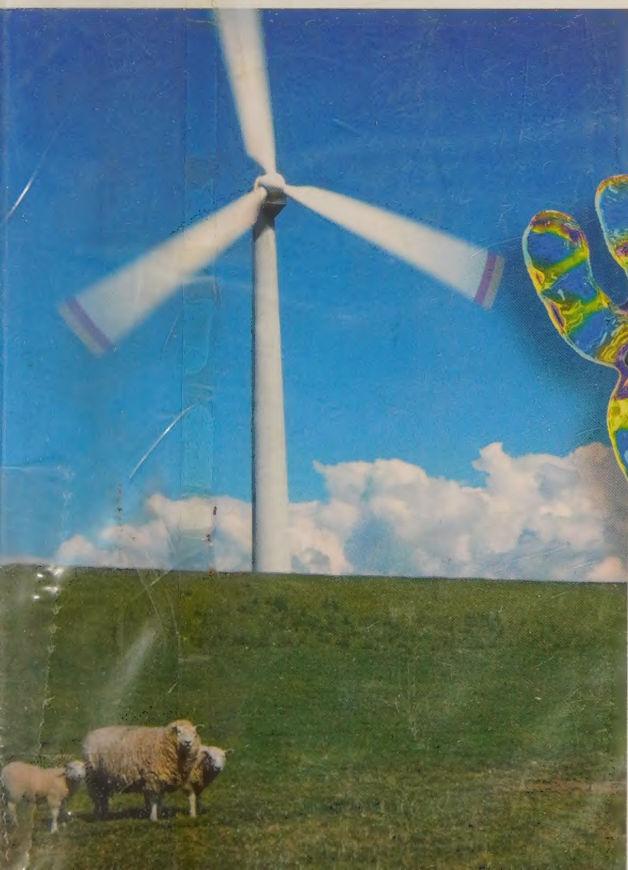
SCIENCES

PHYSIQUE-CHIMIE ■ SVT

PROGRAMME
2011

1^{re} ES-L

SOUS LA DIRECTION
DE MARC JUBAULT-BREGLER
ET VALÉRY PRÉVOST



Nathan

Les bons réflexes en TP de chimie

- Porter une blouse en coton.
- Attacher les cheveux longs.
- Porter des lunettes de sécurité en permanence.
- Porter des gants de protection pour manipuler les produits dangereux.
- Manipuler debout, près de la paillasse.
- Bien ranger les cartables sous la paillasse pour éviter de trébucher.
- **Attention !** Ne pas circuler dans la classe en portant des produits dangereux.

1 Se protéger dans un laboratoire de chimie

Je porte toujours la blouse et les lunettes de protection en TP de chimie.

Quand je le préciserai, il faudra aussi mettre des gants de protection.

2 Utiliser une burette

On a rincé la burette avec le produit...

...et je suis en train de régler le zéro.

3 Préserver l'environnement

Pour préserver l'environnement, je ne jette pas tous les liquides à l'évier.

4 Réaliser des tests caractéristiques

Il est inutile de mettre trop de liquide dans le tube à essais.

N'oublie pas de mettre un bouchon avant d'agiter le tube.

SCIENCES

PHYSIQUE-CHIMIE ■ SVT

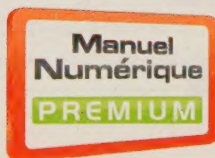
PROGRAMME
2011

1^{re} ES-L

Sous la direction de
Marc Jubault-Bregler et Valéry Prévost

Grégory Bailly
Lionel Bernard
Laure Fort
Christelle Langrand
Jean-Bernard Lautié
Éric Le Bris
Hélène Richoux
Françoise Saintpierre
Marie-Thérèse Sapé

Le papier de cet ouvrage est composé
de fibres naturelles, renouvelables,
fabriquées à partir de bois
provenant de forêts gérées
de manière responsable.



 Nathan

Sommaire

Thème 1 Représentation visuelle

Chapitre 1 **P-C** **SVT** L'œil, du réel au modèle 11

1. Vision et conditions de visibilité d'un objet 12
2. L'œil réel, l'œil réduit 14
3. Le cristallin 16
- **Retenir** 17
- **Exercices** 18

Chapitre 2 **P-C**

Les mécanismes optiques de l'œil 19

1. Deux types de lentilles minces 20
2. Image donnée par une lentille mince convergente 22
3. L'œil emmétrope et son vieillissement 24
4. Myopie et hypermétropie 26
- **Retenir** 28
- **Les sciences autrement** 30
- **Exercices** 32

Chapitre 3 **SVT** La perception visuelle 35

1. La rétine 36
2. Des zones remarquables de la rétine 38
3. Les photorécepteurs de la rétine 40
4. Photorécepteurs et vision du monde 42
5. Les pigments rétinien chez les Primates 44
6. Aires visuelles et perception visuelle 46
7. Aires cérébrales et plasticité 48
- **Retenir** 50
- **Les sciences autrement** 52
- **Exercices** 54

Chapitre 4 **P-C** Couleurs et Arts 57

1. Colorants et pigments, hier et aujourd'hui 58
2. Paramètres influant sur la couleur 60
3. Synthèse additive 62
4. Synthèse soustractive 64
5. Couleurs et mélanges 66
- **Retenir** 68
- **Les sciences autrement** 70
- **Exercices** 72

Chapitre 5 **SVT** La chimie de la perception 75

1. De neurone en neurone 76
2. Une transmission perturbée 78
3. Les dangers des drogues 80
- **Retenir** 82
- **Les sciences autrement** 84
- **Exercices** 86

Synthèse du thème 1 89

Thème 2 Nourrir l'humanité

Chapitre 6 **SVT**

Vers une agriculture durable 93

1. Écosystème naturel et agrosystème 94
2. Flux de matière et d'énergie 96
3. Pratiques collectives et conséquences globales 98
4. L'amélioration des espèces agricoles 100
5. Impacts des pratiques agricoles 102
6. Des pratiques agricoles pour une agriculture durable 104
- **Retenir** 106
- **Les sciences autrement** 108
- **Exercices** 110

Chapitre 7 **P-C**

Qualité des sols et de l'eau 113

1. Le sol : milieu d'échanges de matière 114
2. Engrais et produits phytosanitaires 116
3. Composition chimique d'une eau 118
4. Potabilité d'une eau 120
- **Retenir** 122
- **Les sciences autrement** 124
- **Exercices** 126

Chapitre 8 **SVT**

Conservation des aliments et santé 129

1. Des micro-organismes dans notre assiette 130
2. Conserver les aliments : utiliser le facteur température 132
3. Conserver les aliments : d'autres techniques 134
4. Conservation des aliments et santé 136
- **Retenir** 138
- **Les sciences autrement** 140
- **Exercices** 142

Chapitre 9 **P-C**

Physique et chimie dans notre assiette 145

1. Oxydation des aliments 146
2. Conservation des aliments 148
3. Émulsions et tensioactifs 150
4. Rôle et organisation des tensioactifs dans une émulsion 152
- **Retenir** 154
- **Les sciences autrement** 156
- **Exercices** 158

Synthèse du thème 2 161

Thème 3 Féminin / Masculin

Chapitre 10 SVT

Comprendre et maîtriser sa sexualité	165
1. Le fonctionnement des testicules et des ovaires	166
2. La régulation du fonctionnement des ovaires	168
3. Contraception et IVG hormonales	170
4. La régulation des naissances d'hier à aujourd'hui	172
5. Procréation médicalement assistée	174
6. Sexualité et IST	176
► Retenir	178
► Les sciences autrement	180
► Exercices	182

Chapitre 11 SVT

Devenir homme ou femme	185
1. Le déterminisme génétique du sexe	186
2. Le déterminisme hormonal du sexe	188
3. Identité sexuelle et normes sociales	190
4. Le comportement sexuel	192
5. Le système de récompense	194
6. Évolution et comportement sexuel	196
► Retenir	198
► Les sciences autrement	200
► Exercices	202

Synthèse du thème 3	205
----------------------------	-----

Dossier Objectif Bac

► Présentation	246
► Exercices	247

Fiches méthodes

1 Réaliser un schéma d'interprétation en SVT	270
2 Faire un calcul en Physique-Chimie	271
3 Exploiter un graphique ou un tableau	272
4 Exploiter un texte	273
5 Mettre des documents en relation	274
6 Réaliser un schéma de synthèse	275

Thème 4 Le défi énergétique

Chapitre 12 P-C

L'énergie : besoins et ressources	209
1. Quantifier les besoins : puissance et énergie	210
2. Besoins énergétiques engendrés par les activités humaines	212
3. Les différentes formes d'énergie	214
4. Classer les ressources énergétiques	216
5. Problématiques d'utilisation	218
► Retenir	220
► Les sciences autrement	222
► Exercices	224

Chapitre 13 P-C

Énergie : conversion, transport, stockage	227
1. Conversion, transport et stockage de l'énergie	228
2. Piles et accumulateur	230
3. Les centrales thermiques à combustible fossile	232
4. Les centrales thermiques à combustible nucléaire	234
5. Impact de l'exploitation des ressources énergétiques	236
► Retenir	238
► Les sciences autrement	240
► Exercices	242

Synthèse du thème 4	245
----------------------------	-----

Corrigés des Exercices d'auto-évaluation	276
Corrigés des Exercices « Vérifier ses connaissances »	279
Index	287

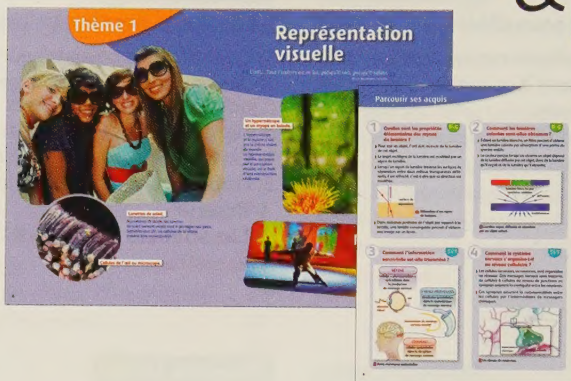
Rabats de la couverture

I	Les bons réflexes en TP de Physique-Chimie
II	Les tests caractéristiques
III	Effectuer une C.C.M.
IV-V	Les grandes productions agricoles mondiales
VI	L'observation du vivant
	Multiplés et sous-multiplés

Une ouverture de thème

&

les acquis



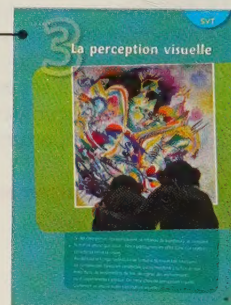
Des documents accrocheurs pour introduire le thème et la problématique de la partie.

Des rappels illustrés des classes précédentes, en physique-chimie et en SVT.



Ouverture de chapitre

- Conformément au programme, ce nouveau manuel alterne les chapitres de physique-chimie et de SVT.
- La progression favorise l'approche croisée et offre un enseignement global.
- De grands documents déclencheurs.
- Une introduction qui pose la problématique du chapitre.



Activités

Des doubles pages pour construire son savoir à partir d'activités simples et progressives, basées sur des documents scientifiques de grande qualité et sur des propositions d'activités expérimentales innovantes.

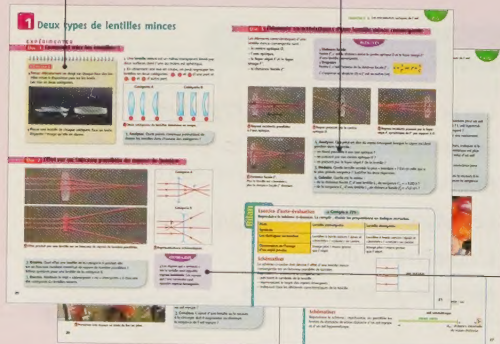
Des guides pour mener à bien les réalisations.

Un questionnaire qui permet de répondre au problème.

Bac

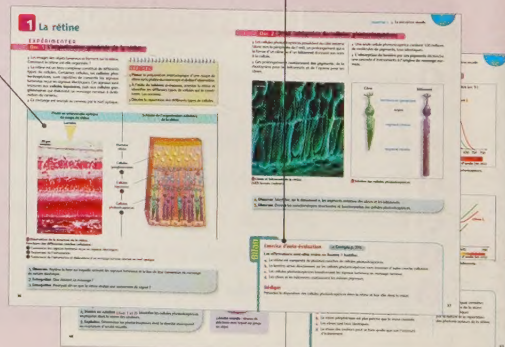
Un Bilan avec :

- un exercice d'auto-évaluation corrigé en fin de manuel ;
- un exercice de rédaction pour se préparer à la nouvelle épreuve du Bac.



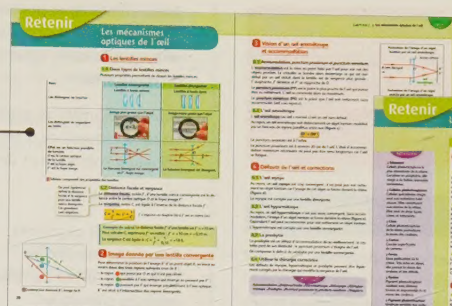
De grands documents lisibles et facilement exploitables.

Le vocabulaire et les mots-clés.

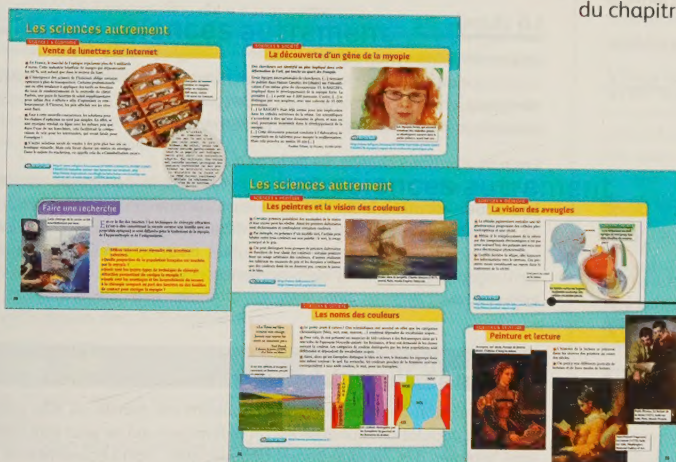
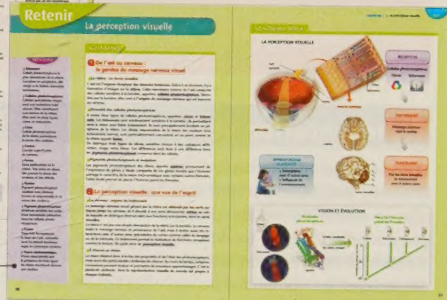


Retenir

► Reprise des notions construites dans les activités pour aller à l'essentiel de ce qu'il faut avoir compris et mémorisé, en physique-chimie et en SVT.



► Les mots-clés du chapitre.



Les Sciences autrement

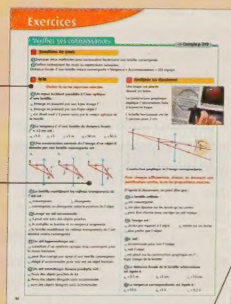
► Des pages pour aborder les sujets d'actualité ou de société, donner le goût des sciences et apporter la culture scientifique et citoyenne indispensable.

Exercices

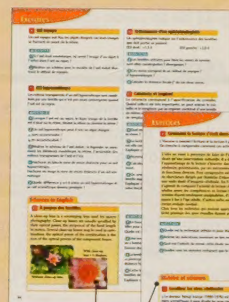
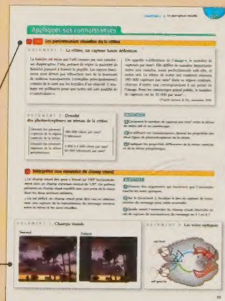
► Une page de vérification des connaissances avec des tests rapides.

► Des QCM pour s'entraîner à la nouvelle épreuve du Bac.

Bac



► Des exercices d'application variés.



► Un exercice en anglais ou en lien avec d'autres disciplines (Histoire, Arts...)

En fin de manuel

► Un dossier « Objectif Bac » : une sélection d'exercices pour composer ses propres sujets et se préparer efficacement à la nouvelle épreuve du Baccalauréat.

Exercices Objectif Bac

Bac

[...] Les deux thèmes communs aux deux disciplines expérimentales (sciences de la vie et de la Terre, sciences physiques et chimiques) représentent environ les deux tiers du programme. [...]

Représentation visuelle



Nous vivons dans un monde où les images sont omniprésentes, fixes ou animées, véhiculées par différents médias. Mais ces images traduisent-elles la réalité du monde qui nous entoure ? Cette interrogation n'est pas nouvelle, elle sous-tendait déjà le mythe de la caverne de Platon où Socrate démontre à son disciple Glaucon que l'on n'a du monde que des images (les « ombres ») personnelles limitées par ses propres moyens d'accès à la connaissance du réel.

La représentation visuelle, qui passe par la perception visuelle, est le fruit d'une construction cérébrale.

Dans sa composante sciences physiques et chimiques, l'objectif de ce thème est d'amener l'élève à comprendre :

- le fonctionnement de l'œil en tant qu'appareil optique ;
- le principe de la correction de certains défauts de l'œil ;
- l'obtention des couleurs de la matière.

Dans sa composante sciences de la vie et de la Terre, l'objectif de ce thème est d'amener l'élève à comprendre les bases scientifiques de la perception visuelle qui :

- dépend de la qualité des messages transmis vers le cerveau, eux-mêmes directement liés à la qualité de l'image formée sur la rétine (avec la possibilité de la corriger par des lentilles artificielles) et à la nature des récepteurs ;

- met en jeu plusieurs zones spécialisées du cerveau qui communiquent entre elles ;

- permet, associée à la mémoire et à des structures spécifiques du langage, l'apprentissage de la lecture ;

- peut être perturbée par des drogues agissant sur la communication entre neurones ;

- peut présenter des déficiences dont certaines peuvent être traitées.

Cet enseignement doit aider l'élève à adopter des comportements pour préserver l'intégrité de sa vision et du fonctionnement de son cerveau.

De l'œil au cerveau

L'œil : système optique et formation des images

Conditions de visibilité d'un objet.

Approche historique de la conception de la vision.

Modèle réduit de l'œil.

Lentilles minces convergentes, divergentes.

Éléments caractéristiques d'une lentille mince convergente : centre optique, axe optique, foyers, distance focale.

Construction géométrique de l'image d'un petit objet-plan donnée par une lentille convergente.

L'œil, accommodation, défauts et corrections

Formation des images sur la rétine ; nécessité de l'accommodation.

Punctum proximum et *punctum remotum*.

Défauts de l'œil : myopie, hypermétropie et presbytie.

Principe de correction de ces défauts par des lentilles minces ou par modification de la courbure de la cornée ; vergence.

Des photorécepteurs au cortex visuel

La vision du monde dépend des propriétés des photorécepteurs de la rétine.

L'étude comparée des pigments rétinien permet de placer l'Homme parmi les Primates.

Le message nerveux visuel emprunte des voies nerveuses jusqu'au cortex visuel.

Aires visuelles et perception visuelle

L'imagerie fonctionnelle du cerveau permet d'identifier et d'observer des aires spécialisées dans la reconnaissance des couleurs, ou des formes, ou du mouvement.

Aires cérébrales et plasticité

La reconnaissance d'un mot écrit nécessite une collaboration entre aires visuelles, mémoire et des structures liées au langage.

Couleurs et arts

Colorants et pigments.

Approche historique.

Influence d'un ou plusieurs paramètres sur la couleur de certaines espèces chimiques.

Synthèse soustractive ; synthèse additive.

Application à la peinture et à l'impression couleur.

La chimie de la perception

La transmission synaptique

La perception repose sur la transmission de messages nerveux, de nature électrique, entre neurones, au niveau de synapses, par l'intermédiaire de substances chimiques : les neurotransmetteurs.

Les perturbations chimiques de la perception

Certaines substances hallucinogènes perturbent la perception visuelle. Leur action est due à la similitude de leur structure moléculaire avec celle de certains neurotransmetteurs du cerveau auxquels elles se substituent. Leur consommation entraîne des troubles du fonctionnement général de l'organisme, une forte accoutumance ainsi que des « flash-backs » imprévisibles.

Nourrir l'humanité



Une population de neuf milliards d'humains est prévue au XXI^e siècle. Nourrir la population mondiale est un défi majeur qui ne peut être relevé sans intégrer des considérations géopolitiques, socio-économiques et environnementales.

L'élève sera amené à percevoir la complexité des questions qui se posent désormais à chacun, dans sa vie de citoyen, tant au niveau individuel que collectif, et à l'humanité concernant la satisfaction des besoins alimentaires.

Il élaborera quelques éléments de réponses, scientifiquement étayés, à certaines de ces interrogations concernant l'accroissement de la production agricole, la conservation des aliments et leurs transformations. Il prendra conscience que pour obtenir, par l'amélioration des pratiques culturales, une augmentation des rendements et de la productivité agricoles, dans un contexte historique et économique de développement des populations mondiales, il est désormais nécessaire de prendre en compte :

- l'impact sur l'environnement, dont les interactions et les échanges entre les êtres vivants et leurs milieux, et la gestion durable des ressources que représentent le sol et l'eau ;

- les conséquences sur la santé.

Par une approche historique et culturelle, l'élève aborde les processus physiques, chimiques et biologiques de la transformation et de la conservation des aliments. Il acquiert des connaissances qui lui permettent d'adopter des comportements responsables en matière de risque alimentaire.

Vers une agriculture durable au niveau de la planète

Pratiques alimentaires collectives et perspectives globales

L'agriculture repose sur la création et la gestion d'agrosystèmes dans le but de fournir des produits (dont les aliments) nécessaires à l'humanité.

Dans un agrosystème, le rendement global de la production par rapport aux consommations de matière et d'énergie conditionne le choix d'une alimentation d'origine animale ou végétale, dans une perspective de développement durable.

Une agriculture pour nourrir les Hommes

L'exportation de biomasse, la fertilité des sols, la recherche de rendements et l'amélioration qualitative des productions posent le problème :

- des apports dans les cultures (engrais, produits phytosanitaires, etc.) ;
- des ressources en eau ;
- de l'amélioration des races animales et des variétés végétales par la sélection génétique, les manipulations génétiques, le bouturage ou le clonage ;
- du coût énergétique et des atteintes portées à l'environnement.

Le choix des techniques culturales doit concilier la production, la gestion durable de l'environnement et la santé.

Qualité des sols et de l'eau

Le sol : milieu d'échanges de matière.

Engrais et produits phytosanitaires ; composition chimique.

Eau de source, eau minérale, eau du robinet ; composition chimique d'une eau de consommation.

Critères physicochimiques de potabilité d'une eau.

Traitement des eaux naturelles.

Qualité et innocuité des aliments :

le contenu de nos assiettes

Biologie des microorganismes et conservation des aliments

Certaines techniques de conservation se fondent sur la connaissance de la biologie des microorganismes, dont certains sont pathogènes, et visent à empêcher leur développement.

Conservation des aliments, santé et appétence alimentaire

La conservation des aliments permet de reculer la date de péremption tout en préservant leur comestibilité et leurs qualités nutritives et gustatives.

Les techniques de conservation peuvent modifier les qualités gustatives et nutritionnelles des aliments et provoquer parfois des troubles physiologiques chez le consommateur.

Conservation des aliments

Effet du dioxygène de l'air et de la lumière sur certains aliments.

Rôle de la lumière et de la température dans l'oxydation des produits naturels.

Conservation des aliments par procédé physique et par procédé chimique.

Se nourrir au quotidien : exemple des émulsions

Structure simplifiée des lipides.

Espèces tensioactives ; partie hydrophile, partie hydrophobe.

Formation de micelles.

[...] l'ensemble des thèmes propres à chacune des disciplines constitue le troisième tiers.

Féminin/masculin



La prise en charge de façon responsable de sa vie sexuelle par ce futur adulte rend nécessaire de parfaire une éducation à la sexualité qui a commencé au collège.

Ce thème vise à fournir à l'élève des connaissances scientifiques clairement établies, qui ne laissent de place ni aux informations erronées sur le fonctionnement de son corps ni aux préjugés.

Ce sera également l'occasion d'affirmer que si l'identité sexuelle et les rôles sexuels dans la société avec leurs stéréotypes appartiennent à la sphère publique, l'orientation sexuelle fait partie, elle, de la sphère privée. À l'issue de cet enseignement l'élève devrait être capable d'expliquer :

- à un niveau simple, par des mécanismes hormonaux, les méthodes permettant de choisir le moment de procréer ou d'aider un couple stérile à avoir un enfant ;
- comment un comportement individuel raisonné permet de limiter les risques de contamination et de propagation des infections sexuellement transmissibles (IST) ;
- le déterminisme génétique et hormonal du sexe biologique, et de différencier ainsi identité et orientation sexuelles ;
- que l'activité sexuelle chez l'Homme repose en partie sur des phénomènes biologiques, en particulier l'activation du système de récompense.

Prendre en charge de façon conjointe et responsable sa vie sexuelle

La connaissance de plus en plus précise des hormones naturelles contrôlant les fonctions de reproduction humaine a permis progressivement la mise au point de molécules de synthèse qui permettent une maîtrise de la procréation de plus en plus adaptée, avec de moins en moins d'effets secondaires.

Ces molécules de synthèse sont utilisées dans :

- la contraception régulière (« la pilule ») ;
- la contraception d'urgence ;
- l'IVG médicalement assistée.

Elles sont également utilisées dans les techniques de procréation médicalement assistée (PMA) qui permettent ou facilitent la fécondation et/ou la gestation dans les cas de stérilité ou d'infertilité.

Les IST, causes de stérilité, et leur propagation au sein de la population peuvent être évitées par des comportements individuels adaptés.

Devenir homme ou femme

La mise en place des structures et de la fonctionnalité des appareils sexuels se réalise sur une longue période qui va de la fécondation à la puberté, en passant par le développement embryonnaire et fœtal.

Vivre sa sexualité

Le comportement sexuel chez les Mammifères est contrôlé, entre autres, par les hormones et le système de récompense.

Au cours de l'évolution, l'influence hormonale dans le contrôle du comportement de reproduction diminue, et corrélativement le système de récompense devient prépondérant dans la sexualité de l'Homme et plus généralement des primates hominoïdes.

Les facteurs affectifs et cognitifs, et surtout le contexte culturel, ont une influence majeure sur le comportement sexuel humain.

Le défi énergétique



L'exercice de la responsabilité en matière de développement durable repose sur l'analyse des besoins et des contraintes et sur la recherche de solutions nouvelles à court, moyen ou long terme. Pour cela, les sciences expérimentales apportent leur contribution en permettant en particulier de comprendre qu'aucun développement ne sera durable s'il ne recherche, entre autres :

- la disponibilité et la qualité des ressources naturelles ;
- la maîtrise des ressources énergétiques ;
- la gestion des aléas et risques naturels et/ou industriels ;
- l'optimisation de la gestion de l'énergie.

Activités humaines et besoins en énergie

Besoins énergétiques engendrés par les activités humaines : industries, transports, usages domestiques.

Quantification de ces besoins : puissance, énergie.

Utilisation des ressources énergétiques disponibles

Ressources énergétiques et durées caractéristiques associées (durée de formation et durée estimée d'exploitation des réserves).

Ressources non renouvelables :

- fossiles (charbon, pétroles et gaz naturels) ;
- fissiles (Uranium : isotopes, U235 92 : isotope fissile).

Ressources renouvelables.

Le Soleil, source de rayonnement.

Conversion d'énergie.

Centrale électrique thermique à combustible fossile ou nucléaire.

Réaction de combustion. Réaction de fission. Réaction de fusion.

Le Soleil, siège de réactions de fusion nucléaire.

Exploitation des ressources renouvelables.

Optimisation de la gestion et de l'utilisation de l'énergie

Transport et stockage de l'énergie.

Accumulateur électrochimique et pile à combustible.

Sous-produits de l'industrie nucléaire. Décroissance radioactive.

Effet de serre.

Thème 1



Lunettes de soleil.

Accessoires de mode, les lunettes de soleil servent avant tout à protéger nos yeux. Sensibles aux UV, les cellules de la rétine doivent être sauvegardées.

Cellules de l'œil au microscope.

Représentation visuelle

L'œil... Tout l'univers est en lui, puisqu'il voit, puisqu'il reflète.

Gün de Marmann, Le Hartz

Un hypermétrope et un myope en balade.

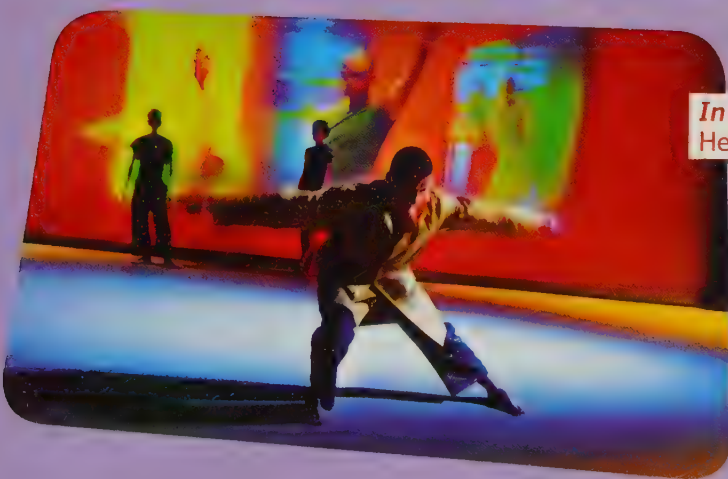
L'hypermétrope et le myope n'ont pas la même vision du monde.

La représentation visuelle, qui passe par la perception visuelle, est le fruit d'une construction cérébrale.



In Between Yellow suite, Hervé Robbe, 2001.

L'éclairage d'un spectacle participe de sa magie. Créer cet univers de couleurs fait partie intégrante de la démarche artistique du metteur en scène.

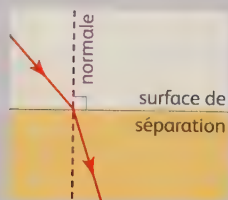


1

Quelles sont les propriétés élémentaires des rayons de lumière ?

P.C

- Pour voir un objet, l'œil doit recevoir de la lumière de cet objet.
- Le trajet rectiligne de la lumière est modélisé par un rayon de lumière.
- Lorsqu'un rayon de lumière traverse les surfaces de séparation entre deux milieux transparents différents, il est réfracté, c'est-à-dire que sa direction est modifiée.



► Réfraction d'un rayon de lumière.

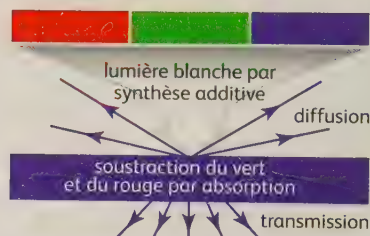
- Dans certaines positions de l'objet par rapport à la lentille, une lentille convergente permet d'obtenir une image sur un écran.

2

Comment les lumières colorées sont-elles obtenues ?

P.C

- Éclairé en lumière blanche, un filtre permet d'obtenir une lumière colorée par absorption d'une partie du spectre visible.
- La couleur perçue lorsqu'on observe un objet dépend de la lumière diffusée par cet objet, donc de la lumière qu'il reçoit et de la lumière qu'il absorbe.

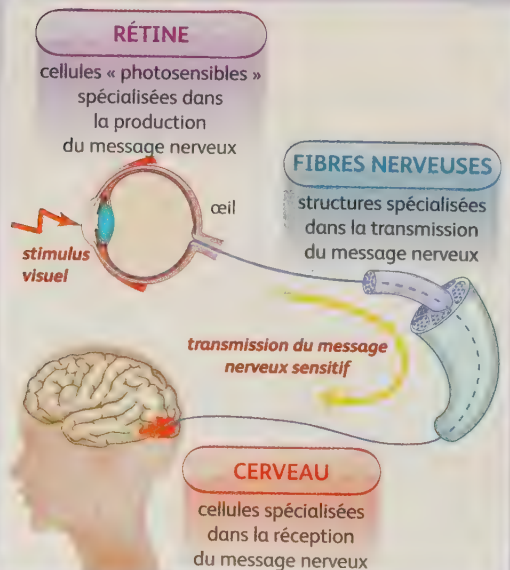


► Lumière reçue, diffusée et absorbée par un objet coloré.

3

Comment l'information sensorielle est-elle transmise ?

SVT



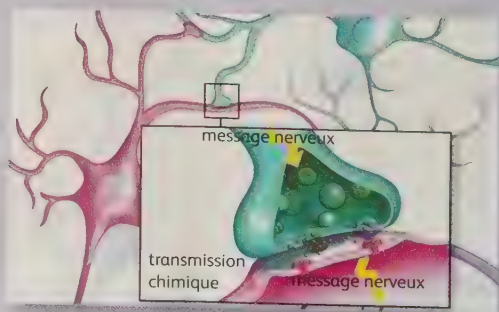
► Voies nerveuses sensorielles.

4

Comment le système nerveux s'organise-t-il au niveau cellulaire ?

SVT

- Les cellules nerveuses, ou neurones, sont organisées en réseaux. Des messages nerveux sont transmis de cellules à cellules au niveau de jonctions ou synapses assurant la contiguïté entre les neurones.
- Ces synapses assurent la communication entre les cellules par l'intermédiaire de messagers chimiques.



► Un réseau de neurones.

L'œil, du réel au modèle

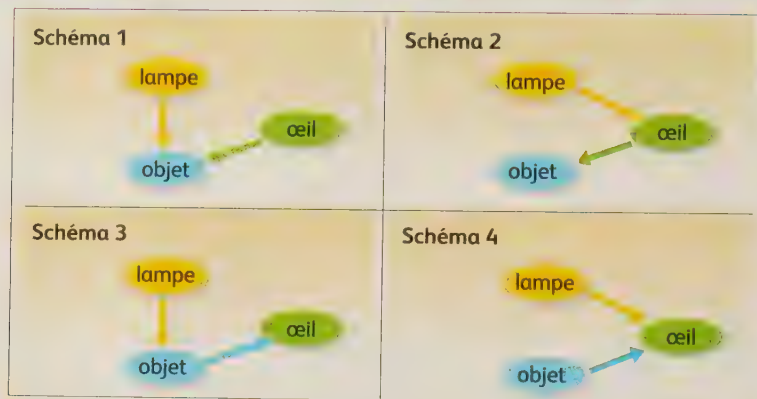


Depuis l'Antiquité égyptienne avec l'œil d'Horus, et dans la bible avec l'œil de Caïn symbolisant le remord, l'œil a toujours été source de mystères et de craintes.

Si sa structure anatomique a été rapidement connue, ce n'est qu'au XVII^e siècle que l'on commence à comprendre le fonctionnement de cet organe à la croisée de la biologie, de la physique et de la chimie. Comment l'œil permet-il la « captation » d'une image ?

1 Vision et conditions de visibilité

Doc. 1 Petite histoire de la vision (I)



a Trajets suivis par la lumière permettant l'observation d'un objet : quatre propositions différentes.

Dès le ^{ve} siècle avant J.-C., les penseurs de l'Antiquité développent deux théories différentes pour la vision. La **théorie de l'intromission** explique la vision comme l'entrée dans l'œil d'une « image » qui garde la forme de l'objet et qui vient jusqu'à l'œil. La **théorie de l'émission** explique la vision comme l'envoi par l'œil d'une sorte d'entité invisible dont la nature n'est pas vraiment expliquée.

► Platon conçoit la vision comme la rencontre d'un feu visuel émis par l'œil et d'un feu semblable qui peut provenir des objets à la faveur de la lumière du jour.

► Au ^{III^e} siècle avant J.-C., Euclide géométrise l'optique : la lumière se propage suivant des **lignes droites** qu'il appelle « rayons ». Mais dans quel sens s'effectue cette propagation ?

► Il faut attendre le ^{XI^e} siècle, pour que le scientifique persan Ibn al-Haytham dit Alhazen apporte une réponse révolutionnaire à la question du mécanisme optique de la vision : la vue, comme tous les autres sens, est le résultat de l'action d'un agent extérieur sur un organe sensoriel. En s'appuyant sur des observations expérimentales, Alhazen explique le processus de la vision par des rayons de lumière parvenant à l'œil à partir de chaque point d'un objet.

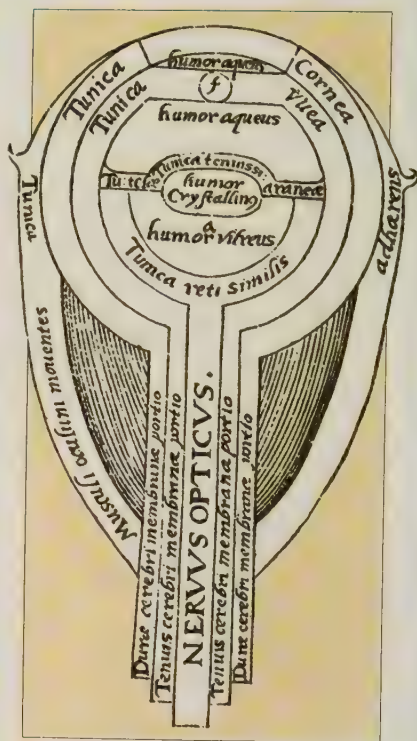
► Au ^{XVII^e} siècle, les travaux de Kepler puis de Descartes complètent l'étude du mécanisme de la vision : les rayons de lumière se croisent dans l'œil et forment une image renversée de l'objet sur le fond de l'œil, la rétine. C'est la théorie actuelle sur la vision des objets.

b Aperçu historique.

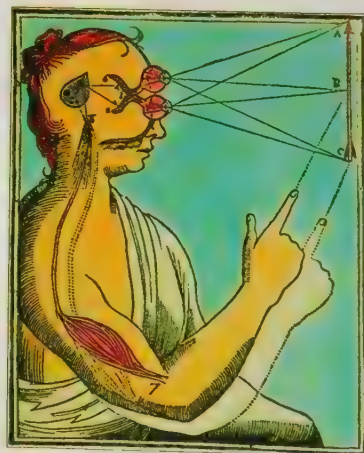
1. Comprendre. Quelle est la question sur le mécanisme de la vision qui divisa pendant des siècles les savants ?

2. Lire. À quelle époque la réponse actuelle à cette question est-elle apportée ? Quelle est cette réponse ? À quel(s) savant(s) est-elle associée ?

3. Modéliser. Parmi les propositions de la **figure a**, laquelle correspond à la conception actuelle ?



c Planche anatomique de l'œil, par le mathématicien arabe Alhazen.



d Gravure colorisée du *De Homine* de René Descartes.

Doc. 2 Petite histoire de la vision (II)

Averroès de Cordoue (1126-1198) est médecin, mathématicien, philosophe... C'est un des plus grands penseurs de l'Espagne musulmane. Il est spécialiste de l'œuvre d'Aristote et décrit la rétine comme « l'organe de l'œil sensible à la lumière ».

Au XIX^e siècle, grâce aux progrès de la physique et à la compréhension de la lumière, le physiologiste **François Magendie** (1783-1855) montra que la rétine était à la fois le lieu de projection d'une image et une structure sensible à la lumière reliée au système nerveux. Parallèlement, **Johannes Müller** approfondi les mécanismes sensoriels de la vision.

À la fin du XIX^e siècle, la description de pathologies visuelles suite à des atteintes cérébrales permit de faire un lien entre certaines zones du cerveau et la vision. La connaissance des processus de transmission du message nerveux permit de comprendre que la stimulation lumineuse était convertie en signal électrique par la rétine.

Ce n'est qu'avec l'avènement des méthodes d'imagerie (scanner, IRM) que l'on put commencer à comprendre l'aspect cérébral de la vision.

En 1981, **David Hubel** et **Torsten Wiesel** obtiennent le prix Nobel de médecine pour leurs découvertes concernant le traitement de l'information dans le système visuel.

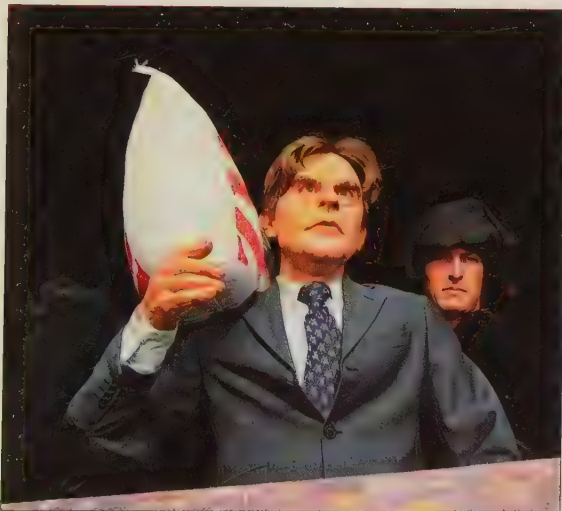
a Aperçu historique.



b Manuscrit arabe du XII^e siècle montrant l'anatomie de l'œil. Bibliothèque nationale du Caire, Égypte.

4. Lire. Relever les organes qui interviennent dans la vision ; préciser leur rôle.

Doc. 3 Conditions de visibilité d'un objet



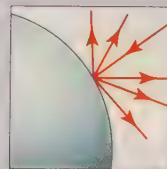
a Deux marionnettistes en action aux Guignols de l'Info.

5. Interpréter. La lumière peut provenir d'une source qui la crée ou d'un objet qui la diffuse. Citer deux objets qui créent de la lumière et deux objets qui la diffusent.

6. Expliquer. Pourquoi la marionnette est-elle visible ? Comment fait-on pour rendre les corps des marionnettistes non visibles ?

VOCABULAIRE

► **Diffusion :** renvoi, dans toutes les directions, de la lumière qui frappe la surface d'un corps.



Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- Pour être vu, un objet doit être éclairé.
- Un objet ne peut être vu que s'il crée de la lumière.
- Les neurones interviennent dans la vision.
- La rétine est insensible à la lumière.

Schématiser

Réaliser un schéma montrant le processus de la vision, depuis la source lumineuse jusqu'au cerveau.

2 Œil réel, œil réduit

EXPÉRIMENTER

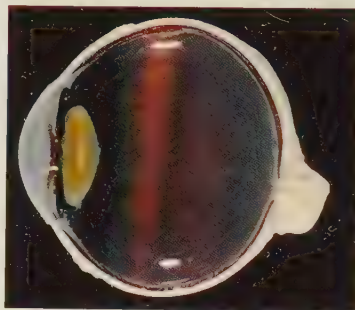
Doc. 1 Organisation de l'œil des vertébrés

RÉALISER Dissection d'un œil de vertébré

- ▶ À l'aide d'une lame de rasoir, inciser le pourtour de l'œil en restant en dessous de l'iris.
- ▶ Extraire les différents constituants.
- ▶ Disposer le demi-globe oculaire au fond de la cuvette de dissection.
- ▶ À l'aide d'un pointeur laser, reconstituer le trajet de la lumière dans l'œil.



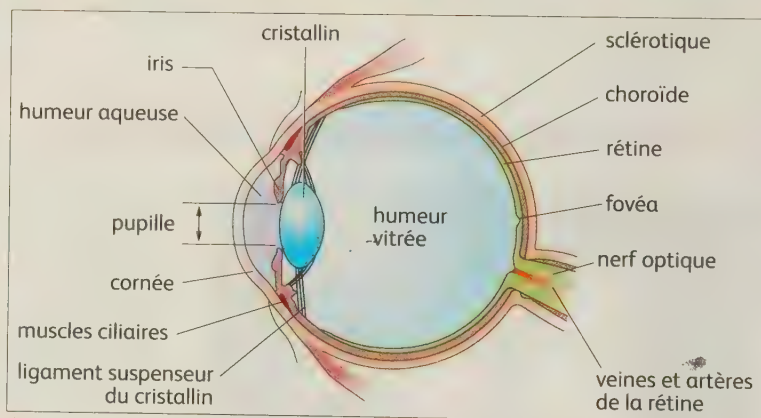
a Incision de l'œil.



b Œil coupé en deux.



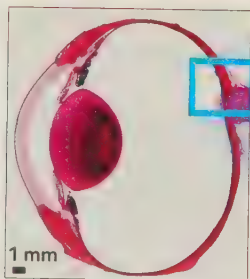
c Expérience du trajet de la lumière.



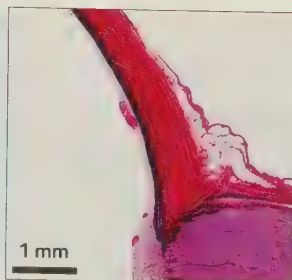
d Schéma de la structure de l'œil.

1. **Observer.** À l'aide du schéma d, identifier les différents constituants de l'œil.
2. **Interpréter.** Déterminer les compartiments traversés par la lumière. Préciser pour chacun ses caractéristiques en lien avec la lumière.

Doc. 2 L'œil, une structure multicouche



e Coupe de l'œil humain (MO).



3. Observer.

Repérer les différentes couches constitutives de la paroi de l'œil, et déterminer leurs caractéristiques.

4. Analyser.

Quelle couche semble être en continuité avec le nerf optique ?

Doc. 3 Le modèle de l'œil réduit

► L'œil est un ensemble complexe que l'on modélise par un système optique appelé « **œil réduit** ».

► Les rayons lumineux provenant de l'objet observé pénètrent dans l'œil et traversent les **différents milieux transparents**. Ils sont réfractés par la cornée et le cristallin et convergent sur la rétine : on a alors une vision nette de l'objet observé.

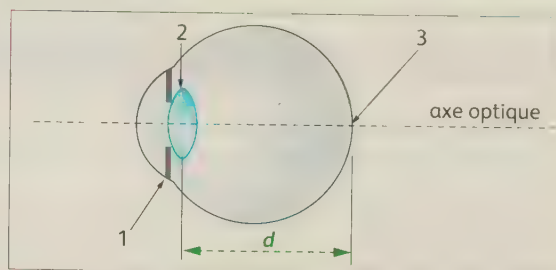
► L'ensemble des milieux transparents de l'œil traversés par la lumière est modélisé par une **lentille mince convergente L** de distance focale f' modifiable.

► La **pupille**, ouverture centrale de l'iris, limite la quantité de lumière pénétrant dans l'œil.

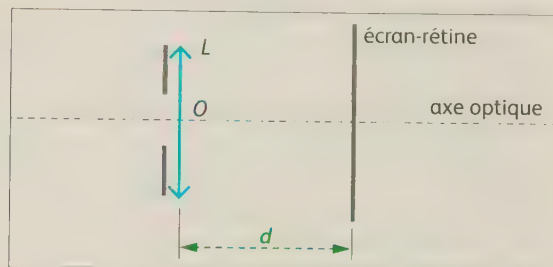
► L'**iris**, partie colorée, adapte la taille de la pupille à l'éclairement : il est modélisé par un **diaphragme** dont l'ouverture représente la pupille.

► La **rétine** sur laquelle se forme l'image de l'objet observé est modélisée par un **écran** (dit **écran-rétine**)

► La dimension de l'œil étant constante (la distance entre le centre optique du cristallin et la rétine est d'environ 17 mm), la distance d entre la lentille et l'écran-rétine est fixe.



a Schéma simplifié de l'œil.



b Schéma du modèle réduit de l'œil.

5. **Décrire.** Quels sont les milieux transparents traversés par les rayons de lumière qui pénètrent dans l'œil ?

6. **Expliquer.** Où se forme dans l'œil l'image d'un objet vu nettement ?

7. **Représenter.** Reproduire le schéma simplifié de l'œil et indiquer le nom des éléments numérotés.

8. **Lire.** Quelle est la propriété de la distance d entre les éléments 2 et 3 ?

9. **Synthétiser.** Compléter le tableau ci-dessous.

Œil	Modèle de l'œil réduit	Propriétés optiques
		Réalise la formation de l'image d'un objet observé sur la rétine.
	Écran	
Iris		

10. **Créer.** Proposer un schéma de montage sur un banc d'optique qui reproduise l'œil réduit.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- L'iris est modélisé par un écran.
- L'œil est une structure vide.
- L'œil comporte plusieurs enveloppes concentriques.
- L'œil contient un liquide fluorescent.

Schématiser

Réaliser un schéma représentatif du trajet de la lumière dans l'œil.

3 Le cristallin

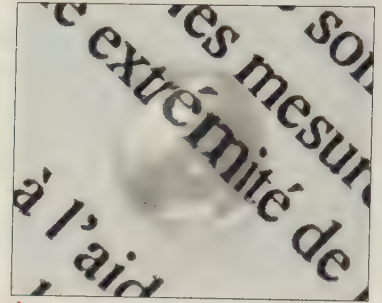
Doc. 1 Le cristallin : un exemple de lentille

Le cristallin est un constituant majeur de l'œil.

L'une des fonctions du cristallin peut être mise en évidence par la manipulation suivante.

RÉALISER

- ▶ Reprendre l'œil de l'expérience précédente (doc. 1 page 14).
- ▶ Isoler le cristallin et le rincer.
- ▶ Placer le cristallin sur une feuille sur laquelle est écrit un texte.
- ▶ Comprimer latéralement le cristallin afin de le bomber davantage.
- ▶ Remplacer le cristallin par une lentille convergente +20 δ.
- ▶ Remplacer la lentille par un verre correcteur d'un hypermétrope ou encore avec une lentille de contact jetable +6 δ.
- ▶ Remplacer le verre par une lame de microscope sur laquelle a été déposée une grosse goutte d'eau.



■ Cristallin d'œil de thon posé sur une feuille de journal.

1. **Observer.** Les caractères apparaissent-ils plus gros ou plus petits que sur la feuille de journal ?
2. **Observer.** Quel est le point commun géométrique des surfaces des différents systèmes utilisés ?
3. **Observer.** Comment se modifient les images observées lorsque l'on bombe plus ou moins le cristallin ?

Doc. 2 Découvrir l'accommodation

RÉALISER

- ▶ Fermer les yeux quelques secondes puis les ouvrir en regardant un objet lointain à l'extérieur.
- ▶ Refaire l'expérience en plaçant un texte devant ses yeux à environ 20 cm.

VOCABULAIRE

- ▶ **Œil emmétrope :**
œil sans défaut appelé aussi œil « normal ».

4. Observer.

- a. Voit-on nettement l'objet lointain et le texte dès l'ouverture des yeux ?
- b. Vérifier que pour voir nettement le texte, l'œil fait un effort musculaire dit d'**accommodation**.
Ce sont les muscles ciliaires qui agissent sur le cristallin en modifiant sa courbure.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- a. L'iris peut se modifier, mais pas le cristallin.
- b. Le cristallin arrête la lumière.
- c. Le cristallin fonctionne comme une lentille.
- d. L'œil ne peut pas voir les objets qui sont trop éloignés.

Schématiser

Expliquer comment l'œil peut s'adapter pour voir de près ou de loin.

L'œil, du réel au modèle

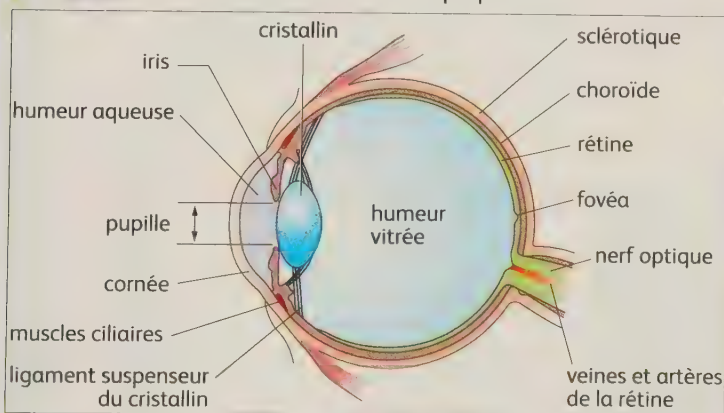
1 Conditions de visibilité d'un objet

L'œil ne voit un objet que :

- si l'objet émet de la lumière en la produisant ou en la **diffusant**,
- si la lumière issue de l'objet pénètre en ligne droite directement dans l'œil.

2 L'œil : capteur des stimulations lumineuses

- L'œil est l'organe des sens **sensible aux stimulations lumineuses**.
- Chez les vertébrés, il est constitué de plusieurs enveloppes concentriques entourant un milieu transparent.
- La lumière entre dans l'œil par la cornée, puis la pupille, traverse l'humeur vitrée et vient stimuler la rétine.
- Certains constituants s'adaptent aux conditions d'observation :
 - l'iris peut se modifier pour agrandir la pupille et laisser entrer plus de lumière ;
 - le **cristallin** peut se bomber grâce aux muscles ciliaires pour former sur la rétine l'image d'un objet proche ou éloigné. C'est le phénomène d'**accommodation**.
- La **rétine** est en continuité avec le nerf optique.

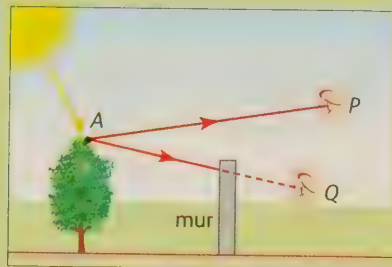


3 Le modèle de l'œil réduit

- Dans le **modèle** de l'œil réduit, l'ensemble des milieux transparents est modélisé par une **lentille** mince convergente et la rétine par un écran appelé **écran-rétine**.
- La distance d entre la lentille et l'écran reste constante.

MOTS-CLÉS

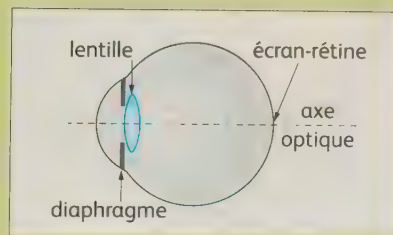
Accommodation • Cristallin • Diffusion • Écran-rétine • Lentille • Modèle
• Œil réduit • Rétine.



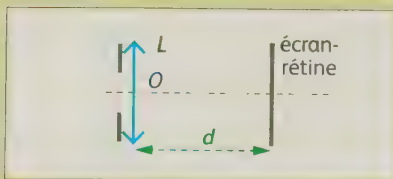
a L'objet A diffuse la lumière issue de la source.

A est visible par l'observateur en P, invisible par l'observateur en Q.

b Coupe schématique de l'œil.



c Schéma simplifié de l'œil.



d Modèle de l'œil réduit.

Exercices

Appliquer ses connaissances

1 Question de cours

Donner les deux conditions de visibilité d'un objet.

2 Exercer son esprit critique

Les chats possèdent une excellente vision nocturne et leurs yeux donnent l'impression de briller dans le noir. Pour Descartes et Kepler, « des sources permanentes de lumière existent dans les yeux des chats », ce qui leur permet de voir dans l'obscurité.



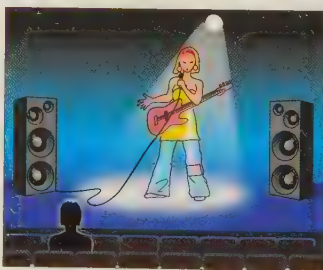
QUESTION

En quoi cette explication de la vision des chats peut-elle surprendre ?

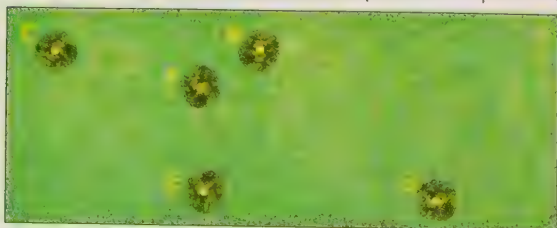
3 Conditions de visibilité

QUESTIONS

1 La spectatrice schématisée sur la figure ci-contre voit-elle la chanteuse sur scène ? Pour justifier, reproduire succinctement le schéma et tracer deux rayons de lumière. Expliquer le raisonnement.



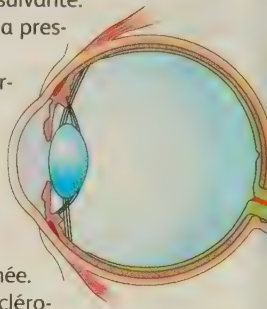
2 « À la lumière du jour, je vois l'objet D, mais pas C, et A me cache E. Où suis-je ? » Reproduire le schéma et tracer les rayons de lumière qui permettent de répondre à la question.



4 Des pathologies liées à la vision

On donne la liste des pathologies suivantes.

1. **Glaucome** : augmentation de la pression de l'humeur aqueuse.
2. **DMLA** : dégénérescence de certaines cellules de la rétine.
3. **Cataracte** : opacification du cristallin.
4. **Presbytie** : perte progressive de l'accommodation.
5. **Décollement de la rétine**.
6. **Kératite** : inflammation de la cornée.
7. **Sclérite** : inflammation de la sclérotique.
8. **Choroidite** : inflammation de la choroïde.



QUESTION

Reproduire le schéma et y reporter le numéro des pathologies au niveau des structures touchées.

5 L'œil des vertébrés

On donne la liste : *cristallin • iris • cornée • muscles ciliaires • rétine • lentille • diaphragme • écran-rétine*.

QUESTIONS

- 1 À partir des éléments listés, réaliser un schéma de l'œil puis un schéma de l'œil réduit.
- 2 Légender ces schémas et mettre en correspondance les éléments communs à ces deux représentations.

6 Fatigue visuelle

La fatigue visuelle se manifeste surtout en fin de journée car la vision de près est sollicitée en permanence par des efforts d'accommodation (écrans d'ordinateur, de téléphone portable, de télévision, de consoles de jeux...).

- Une rééducation orthoptique est souvent très efficace. C'est un entraînement des muscles des yeux pour rendre leur travail moins pénible.
- Une correction par lunettes est parfois utilisée. Toutefois les verres dits « de repos » font courir le risque d'une aggravation des symptômes : ils diminuent le travail spontané des muscles ciliaires et retardent la rééducation orthoptique.

QUESTIONS

- 1 Le phénomène d'accommodation se manifeste-t-il dans la vision des objets proches ou éloignés ?
- 2 Quel organe permet de modifier la forme du cristallin lors du phénomène d'accommodation ?
- 3 Est-il préférable de traiter une fatigue oculaire par une rééducation ou par l'utilisation de lunettes ?

2 Les mécanismes optiques de l'œil



L'œil est un instrument d'optique complexe, qui peut être modélisé par une lentille convergente et un écran de projection. Les défauts de l'œil comme la myopie et l'hypermétropie peuvent être corrigés par l'utilisation de lentilles de différentes distances focales.

Quels types de lentilles permettent de corriger chaque défaut de l'œil ?

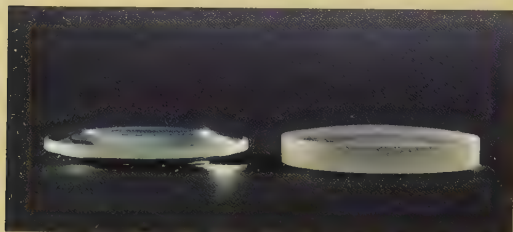
1 Deux types de lentilles minces

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Comment trier les lentilles ?

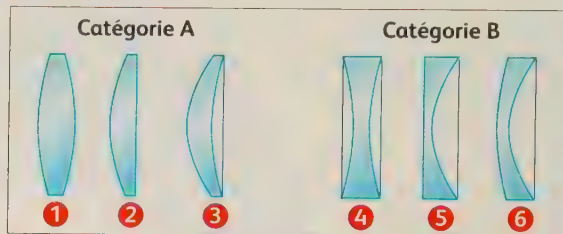
RÉALISER

- Passer délicatement un doigt sur chaque face des lentilles mises à disposition puis sur les bords. Les trier en deux catégories.



- Placer une lentille de chaque catégorie face un texte. Regarder l'image qu'elle en donne.

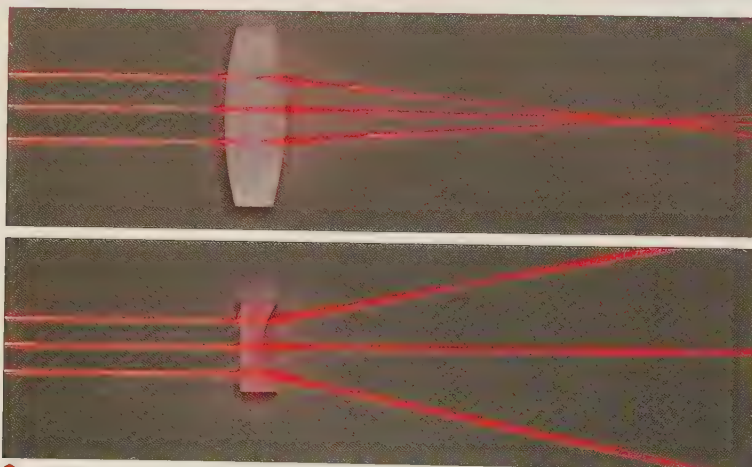
- Une **lentille mince** est un milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une au moins est sphérique.
- En observant une vue en coupe, on peut regrouper les lentilles en deux catégories : **1**, **2** et **3** d'une part et **4**, **5** et **6** d'autre part.



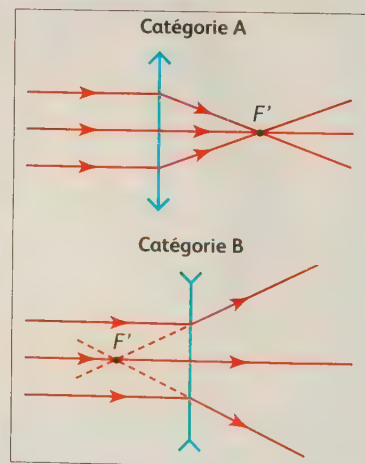
- Deux catégories de lentilles dessinées en coupe.

1. Analyser. Quels points communs permettent de classer les lentilles dans chacune des catégories ?

Doc. 2 Effet sur un faisceau parallèle de rayons de lumière



- a** Effet produit par une lentille sur un faisceau de rayons de lumière parallèles.



- b** Représentations schématiques.

2. Décrire. Quel effet une lentille de la catégorie A produit-elle sur un faisceau incident constitué de rayons de lumière parallèles ? Même question pour une lentille de la catégorie B.

3. Décrire. Attribuer le mot « convergente » ou « divergente » à chacune des catégories de lentilles minces.

VOCABULAIRE

- Les rayons qui « arrivent » sur la lentille sont appelés **rayons incidents**. Les rayons qui l'ont traversée sont appelés **rayons émergents**.

Doc. 3 Éléments caractéristiques d'une lentille mince convergente

Les éléments caractéristiques d'une lentille mince convergente sont :

- le **centre optique** O ,
- l'**axe optique**,
- le **foyer objet** F et le **foyer image** F' ,
- la **distance focale** f' .

MOTS-CLÉS

► Distance focale

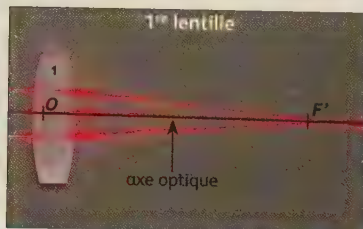
Notée f' , c'est la distance entre le centre optique O et le foyer image F' d'une lentille convergente.

► Vergence

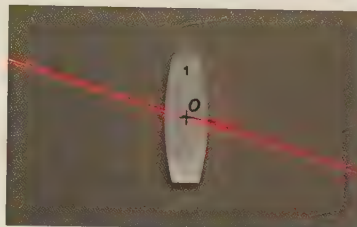
Notée C , c'est l'inverse de la distance focale f' :

$$C = \frac{1}{f'} \text{ ou } f' = \frac{1}{C}$$

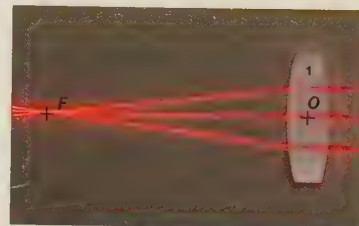
C s'exprime en dioptrie (δ) si f' est en mètre (m).



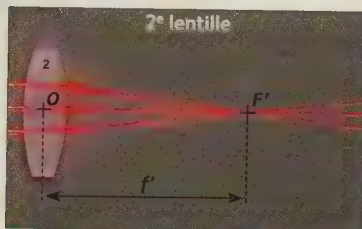
a Rayons incidents parallèles à l'axe optique.



b Rayon passant par le centre optique O .



c Rayons incidents passant par le foyer objet F , symétrique de F' par rapport à O .



d Distance focale f' .

Plus la lentille est « bombée », plus la distance focale f' diminue.

4. Analyser. Que peut-on dire du rayon émergent lorsque le rayon incident pénètre dans la lentille :

- en étant parallèle à son axe optique ?
- en passant par son centre optique O ?
- en passant par le foyer objet F de la lentille ?

5. Déduire. Quelle lentille semble la plus « bombée » ? Est-ce celle qui a la plus grande vergence ? Justifier les deux réponses.

6. Calculer. Quelle est la valeur :

- de la distance focale f'_1 d'une lentille L_1 de vergence $C_1 = +8,00 \delta$?
- de la vergence C_2 d'une lentille L_2 de distance focale $f'_2 = +5,0 \text{ cm}$?

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Reproduire le tableau ci-dessous. Le remplir ; choisir les propositions en italique correctes.

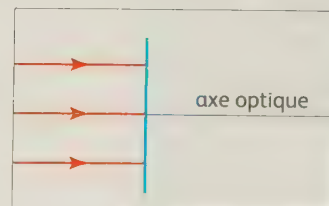
Nom	Lentille convergente	Lentille divergente
Symbole		
Les distinguer au toucher	Lentilles à bords <i>minces</i> / <i>épais</i> et « bombée » / « creuse » au centre.	Lentilles à bords <i>minces</i> / <i>épais</i> et « bombée » / « creuse » au centre.
Observation de l'image d'un objet proche	Image <i>plus</i> / <i>moins</i> grosse que l'objet	Image <i>plus</i> / <i>moins</i> grosse que l'objet

Schématiser

Le schéma ci-contre doit décrire l'effet d'une lentille mince convergente sur un faisceau parallèle de lumière.

Reproduire ce schéma et le compléter en :

- précisant le symbole de la lentille ;
- représentant le trajet des rayons émergents ;
- indiquant tous les éléments caractéristiques de la lentille.



2 Image donnée par une lentille mince convergente

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Recherche d'une image sur banc d'optique

DISPOSITIF

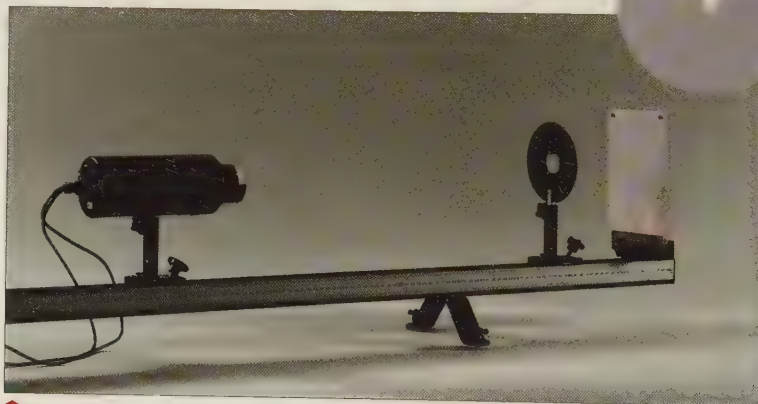
- Sur un banc d'optique, on dispose une lanterne porte-objet face à une lentille mince de distance focale : $f' = +12,5 \text{ cm}$.
- Une lettre (« p » ici) constitue l'objet étudié.
- On se propose de rechercher les caractéristiques de l'image de cet objet.

RÉALISER

- Faire coïncider la position de l'objet avec la graduation « zéro » du banc.
- Déplacer la lentille pour être dans le cas n° 1 du tableau ci-dessous.
- Déplacer l'écran derrière la lentille pour rechercher la position de l'image de l'objet, c'est-à-dire la position pour laquelle la lettre est nette sur l'écran. Effectuer les observations permettant de compléter le tableau ci-dessous.
- Renouveler le mode opératoire pour les cas n° 2 et n° 3.



a Lanterne porte-objet.



b Dispositif expérimental.

Image
sur l'écran
de l'objet « p ».

Cas	n° 1	n° 2	n° 3
Distance objet-lentille	20 cm	32,5 cm	7,5 cm
L'image est-elle observable sur un écran ?	Oui / Non	Oui / Non	Oui / Non
Distance lentille-image			
Taille de l'image par rapport à l'objet	Plus petite / Plus grande / Identique	Plus petite / Plus grande / Identique	Plus petite / Plus grande / Identique
Sens de l'image par rapport à l'objet	Droite / Renversée	Droite / Renversée	Droite / Renversée

1. Décrire.

Recopier le tableau, inscrire les propositions en italique correctes et indiquer, après mesures sur le banc d'optique, les valeurs demandées.

Doc. 2 Recherche graphique des caractéristiques d'une image

On souhaite vérifier les résultats obtenus expérimentalement. Pour cela, on construit dans chaque cas l'image de l'objet.

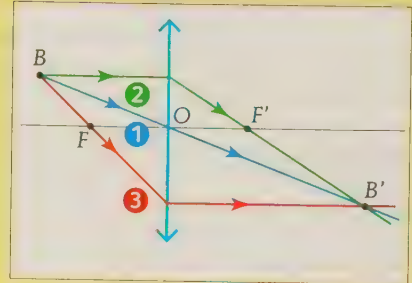
Les figures sont disponibles sur le site compagnon du manuel.

Chaque point d'un objet se comporte comme une source ponctuelle émettant de la lumière dans toutes les directions.

Pour déterminer la position de l'image B' d'un point objet B , on trace au moins deux des trois rayons particuliers suivants provenant de B et traversant la lentille :

- le rayon incident ① qui passe par le centre optique O ;
- le rayon incident ② parallèle à l'axe optique ;
- ou le rayon incident ③ passant par le foyer objet F .

L'intersection des rayons émergents (ou de leur prolongement) est le point image B' .



Méthode de construction géométrique d'une image.

RÉALISER

- Sur la feuille fournie par le professeur, l'objet a été simplement représenté par un segment noté AB , A étant sur l'axe optique.
- Compléter la figure correspondant au cas n° 1 du doc. 1 en positionnant les foyers F et F' de la lentille.

Rappel : $f' = +12,5$ cm, soit 2,5 cm sur la feuille (compte tenu de l'échelle).

- En utilisant la méthode de construction donnée, déterminer la position de l'image B' de B .
- Représenter alors l'image $A'B'$ par un segment perpendiculaire à l'axe optique, A' étant sur l'axe optique.
- Réaliser de la même façon les constructions correspondant aux cas n° 2 et n° 3 du doc. 1.

2. Comprendre.

Tracer un rayon incident ④ quelconque issu de B .

En quel point le rayon émerge correspondant va-t-il passer : O, F, F' ou B' ?

3. Analyser.

Les résultats obtenus par construction sont-ils compatibles avec ceux consignés dans le tableau de la question 1. ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Voici des affirmations concernant les lentilles minces convergentes. Préciser, sans justifier, si elles sont vraies ou fausses.

- L'image d'un objet donnée par une lentille est toujours visible sur un écran.
- Le rayon issu d'un point objet B et passant par le centre optique O d'une lentille n'est pas dévié.
- Connaissant la position d'un point B par rapport à une lentille de distance focale connue, on peut déterminer graphiquement la position de l'image B' en traçant un seul rayon.
- Un rayon quelconque issu d'un point B et traversant la lentille émerge en passant par l'image B' de B .
- Une lentille forme d'un objet proche de son foyer objet F , une image plus grande que l'objet.
- L'image d'un objet est toujours renversée par rapport à l'objet.

Rédiger

Pour déterminer graphiquement la position de l'image B' d'un point B donnée par une lentille mince convergente, on peut utiliser trois rayons particuliers issus de B et traversant la lentille.

Indiquer lesquels en précisant leur trajet avant et après la lentille.

3 L'œil emmétrype et son vieillissement

Doc. 1 Simuler l'accommodation

B2i 

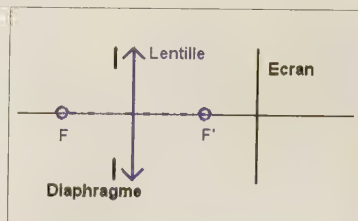
Pour voir nettement des objets très éloignés ou des objets proches, l'œil accommode. Étudions le phénomène de l'accommodation pour un œil emmétrype à l'aide d'une simulation Optgeo.

 Pour télécharger le logiciel Optgeo : <http://jeanmarie.biansan.free.fr/optgeo.html>

Les fichiers vision1.opt et vision2.opt sont sur le site compagnon du manuel.

MODÉLISATION

Le modèle de l'œil réduit est construit avec une lentille mince convergente modélisant l'ensemble des milieux transparents de l'œil, un écran représentant la rétine et un diaphragme modélisant l'iris.



a Les éléments du modèle de l'œil réduit.

MOTS-CLÉS

Œil emmétrype

Œil sans défaut, appelé aussi œil « normal ».

RÉALISER

A Vision d'un objet très éloigné

- Ouvrir le fichier vision1.opt. Les rayons provenant de l'objet sont parallèles à l'axe optique.
- Sans modifier les caractéristiques de la lentille, positionner l'écran sur l'image de l'objet lointain : on modélise ainsi l'œil au « repos ».

B Vision d'un objet proche

- Ouvrir le fichier vision2.opt dans lequel l'œil réduit est initialement au repos.
- Observer l'image de la « source proche ».
- Déplacer la source sur l'axe optique en restant à une distance de la lentille supérieure à sa distance focale. Observer la modification de la position de l'image.
- Modifier la distance focale de la lentille pour obtenir l'image de l'objet sur l'écran-rétine.

1. Observer.

Où se forme l'image de la source très éloignée dans le modèle de l'œil réduit au repos ? Où se situe le foyer image F' de la lentille dans ce cas ?

2. Interpréter.

Pourquoi, dans les simulations de l'œil, doit-on maintenir fixe la distance entre la lentille et l'écran-rétine ?

3. Observer.

- a. Où se forme l'image de la source proche quand l'œil est au repos ? Comment varie sa position lorsque l'on déplace la source sur l'axe ?
- b. Comment la distance focale doit-elle être modifiée pour que l'image se forme sur l'écran-rétine ?

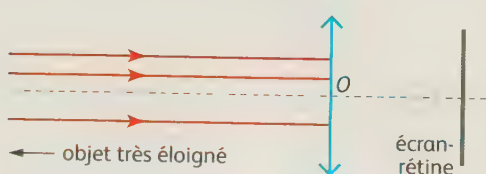
4. Interpréter.

Que représente pour l'œil le phénomène d'accommodation ?

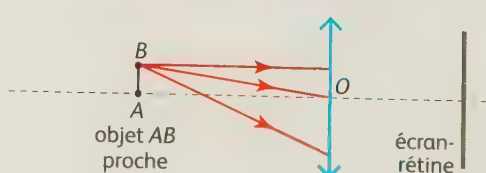
5. Synthétiser.

Reproduire les schémas ci-dessous en complétant le tracé des rayons et en plaçant le foyer F' .

Vision d'un objet très éloigné



Vision d'un objet proche



b Schémas à compléter.

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 Étudier l'accommodation

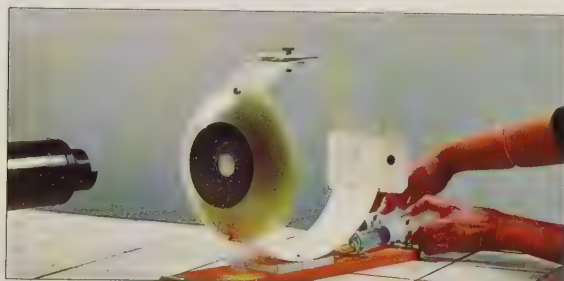
DISPOSITIF

Utilisons la maquette de l'œil emmétrope dans laquelle on maintient fixe la distance lentille/écran-rétine. Adaptions la lentille aux conditions d'observation d'un objet lumineux.



RÉALISER

- L'objet lumineux est très éloigné de la maquette de l'œil. À l'aide des seringues, ajuster la lentille pour observer l'image de l'objet sur l'écran-rétine.
- Rapprocher l'objet lumineux de la maquette de l'œil. L'image ne se forme plus sur l'écran.
- Ajouter de l'eau dans la lentille pour que l'image se forme à nouveau sur l'écran.



■ Maquette de l'œil.

La lentille de la maquette est constituée d'une poche transparente que l'on remplit plus ou moins d'eau à l'aide des seringues.

MOTS-CLÉS

► Distance minimale de vision distincte

Distance entre le *punctum proximum* et l'œil. Elle est d'environ 25 cm pour un œil emmétrope.

► *Punctum proximum* (PP)

Point le plus proche de l'œil qui puisse être vu nettement. L'œil accommode alors au maximum.

► *Punctum remotum* (PR)

Point que l'œil voit nettement sans accommoder (œil « au repos »).

Pour un œil emmétrope, le *punctum remotum* est à l'infini.

6. **Décrire.** Comment la forme de la lentille est-elle modifiée par l'ajout de l'eau ?

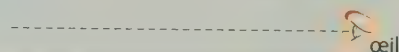
7. Synthétiser.

a. Comment varient la distance focale et la vergence de la lentille de l'œil modélisé lorsqu'il accommode en passant d'une vision de loin à une vision de près ?

b. Quel est le constituant de l'œil qui permet l'accommodation par des modifications de sa courbure ?

c. Reproduire le schéma ci-dessous et représenter le *punctum proximum* pour l'œil emmétrope.

Hachurer le domaine de vision distincte de l'œil.



Doc. 3 La presbytie

► La **presbytie** est un processus de vieillissement normal de l'œil, qui apparaît généralement entre 40 et 50 ans. Il atteint en 2010 environ 40 % de la population française.

► En vieillissant, le cristallin perd de son élasticité : l'accommodation pour la vision proche ne se fait plus correctement. Le presbyte ne voit plus nettement les objets proches de l'œil. Ainsi, le *punctum proximum* recule lorsque le défaut de presbytie s'installe.

8. Interpréter.

En vieillissant, le cristallin d'un œil accommodant au maximum devient-il plus ou moins convergent ? Comment peut-on corriger ce défaut ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Recopier les affirmations suivantes en choisissant les termes corrects.

- Un œil emmétrope « au repos » a une vision nette d'un objet *proche* / *très éloigné*. L'image se forme sur *la rétine* / *le cristallin*. Lorsque l'œil accommode, *la cornée* / *le cristallin* se déforme et devient *plus* / *moins* bombé(e). La vergence de l'œil *augmente* / *diminue*.
- Le *punctum proximum* d'un œil qui devient presbyte *avance* / *recule*.

Rédiger

Une personne ayant des yeux emmétropes peut-elle voir nettement des objets situés à 10 cm de ses yeux ? à 50 cm ? à 50 m ?

4 Myopie et hypermétropie

EXPÉRIMENTER

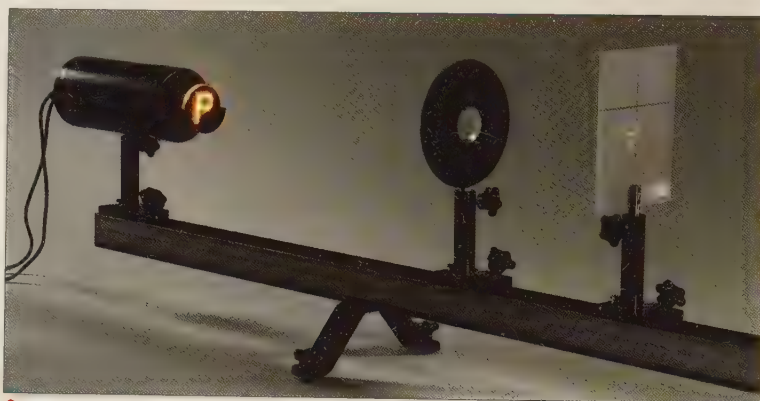
Doc. 1 La myopie et sa correction

À partir de la maquette d'un œil emmétrope au repos, construisons la maquette d'un œil myope au repos et réalisons sa correction.

DISPOSITIF

► Un objet lumineux (ici la lettre «p») est placé à une extrémité du banc. À l'autre extrémité du banc se trouve l'écran modélisant la rétine : on peut considérer ainsi que l'objet lumineux est très éloigné de l'œil étudié.

► On positionne la lentille L_1 de vergence $+8 \delta$ pour que l'image de l'objet lumineux se forme sur l'écran-rétine. Cette lentille modélise l'ensemble des milieux transparents de l'œil emmétrope au repos.



a Dispositif expérimental permettant de réaliser la maquette de l'œil.

RÉALISER

A L'œil myope

► Réaliser la maquette de l'œil myope au repos en remplaçant la lentille L_1 par une lentille L_2 de vergence de $+10 \delta$. Cette lentille modélise l'ensemble des milieux transparents de l'œil myope au repos.

► Déplacer un écran en papier calque derrière la lentille afin de déterminer l'endroit où se forme l'image de l'objet lumineux. Où se situe cette image par rapport à l'écran-rétine ?

► Rechercher la position de l'objet pour que son image se forme sur l'écran-rétine.

B Correction

► Remplacer l'objet lumineux à l'extrémité du banc.
► Rechercher la lentille correctrice à accoler devant L_2 pour obtenir l'image d'un objet lointain sur l'écran-rétine.



b Personne très myope en train de lire un plan.

1. Interpréter.

- Où se forme l'image d'un objet lointain pour un œil myope au repos non corrigé ? L'œil myope est-il trop ou pas assez convergent ?
- Sans correction, un œil myope au repos peut-il voir nettement un objet lointain ? Son *punctum remotum* est-il à l'infini ?
- En s'appuyant sur le document b, indiquer si le *punctum proximum* d'un œil myope est plus proche ou plus éloigné de l'œil que celui d'un œil emmétrope.
- Quelle est la nature de la lentille correctrice pour un œil myope ?

2. Conclure. L'ajout d'une lentille ou le recours à la chirurgie doit-il augmenter ou diminuer la vergence de l'œil myope ?

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 L'hypermétropie et sa correction

Construisons la maquette d'un œil hypermétrope au repos et réalisons sa correction.

DISPOSITIF

On utilise la maquette de l'œil emmétrope au repos (**doc 1**).
Comme précédemment, on considère un objet lumineux lointain.

RÉALISER

- Réaliser la maquette de l'œil hypermétrope au repos en remplaçant la lentille L_1 de la maquette précédente par une lentille L_3 de vergence $+6 \delta$. Cette lentille modélise l'ensemble des milieux transparents de l'œil hypermétrope au repos.
- L'image de l'objet lointain se forme-t-elle sur l'écran-rétine ?
- Déplacer un écran en papier calque derrière la lentille afin de déterminer l'endroit où se forme l'image de l'objet lumineux. Où se situe cette image par rapport à l'écran-rétine ?
- Rechercher la lentille correctrice à accoler devant L_3 pour obtenir l'image d'un objet lointain sur l'écran-rétine.

3. Interpréter.

- a. Où se forme l'image d'un objet lointain pour un œil hypermétrope au repos non corrigé ? L'œil hypermétrope est-il trop ou pas assez convergent ?
 - b. Que fait l'œil hypermétrope pour voir nettement un objet lointain sans correction ?
 - c. En s'appuyant sur les photographies, indiquer si le *punctum proximum* d'un œil hypermétrope est plus proche ou plus éloigné de l'œil que celui d'un œil emmétrope.
 - d. Quelle est la nature de la lentille correctrice pour un œil hypermétrope ?
4. Conclure. L'ajout d'une lentille ou le recours à la chirurgie doit-il augmenter ou diminuer la vergence de l'œil hypermétrope ?



■ Vue d'un objet proche.



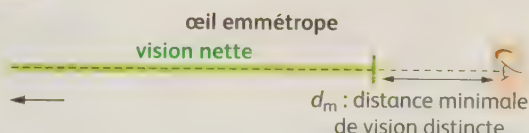
Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Recopier les affirmations suivantes en choisissant les termes corrects.

- a. Pour corriger un œil myope, il faut lui associer une lentille **convergente** / **divergente** ou intervenir chirurgicalement pour **réduire** / **augmenter** sa vergence.
- b. Pour corriger un œil hypermétrope, il faut lui associer une lentille **convergente** / **divergente** ou intervenir chirurgicalement pour **réduire** / **augmenter** sa vergence.

Schématiser

Reproduire le schéma ; représenter en parallèle les limites du domaine de vision distincte d'un œil myope et d'un œil hypermétrope.

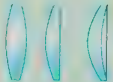
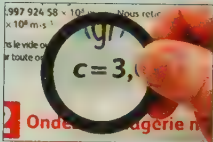
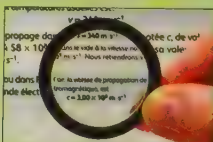
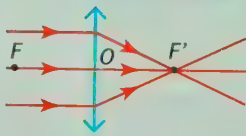
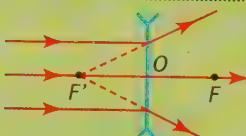


Les mécanismes optiques de l'œil

1 Les lentilles minces

1.1 Deux types de lentilles minces

Plusieurs propriétés permettent de classer les lentilles minces.

Nom	Lentilles convergentes	Lentilles divergentes
Les distinguer au toucher	Lentilles à bords minces 	Lentilles à bords épais 
Les distinguer en regardant un texte	Image plus grosse que l'objet 	Image moins grosse que l'objet 
Effet sur un faisceau parallèle de lumière O est le centre optique de la lentille. F est le foyer objet. F' est le foyer image.	 Le faisceau émergent est convergent en F' , foyer image.	 Le faisceau émergent est divergent.

a Tableau comparatif des propriétés des lentilles.

On peut également définir la distance focale et la vergence pour une lentille mince divergente. Ces grandeurs sont négatives.

1.2 Distance focale et vergence

La **distance focale**, notée f' , d'une lentille mince convergente est la distance entre le centre optique O et le foyer image F' .

La **vergence**, notée C , est égale à l'inverse de la distance focale f' :

$$C = \frac{1}{f'} \text{ ou } f' = \frac{1}{C} \quad C \text{ s'exprime en dioptrie } (\delta) \text{ si } f' \text{ est en mètre (m)}$$

Exemple de calcul. La distance focale f' d'une lentille est $f' = +10$ cm.

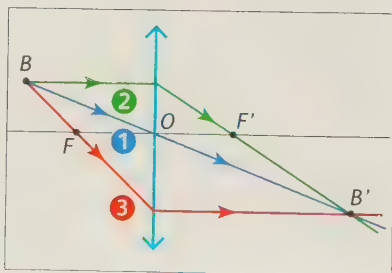
Pour calculer C , exprimons f' en mètre : $f' = +10$ cm = +0,10 m.

La vergence C est égale à : $C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,10} = +10 \delta$.

2 Image donnée par une lentille convergente

Pour déterminer la position de l'image B' d'un point objet B , on trace au moins **deux des trois rayons** suivants issus de B :

- le rayon **1** qui passe par O et qui n'est pas dévié ;
 - le rayon **2** parallèle à l'axe optique qui émerge en passant par F' ;
 - le rayon **3** passant par F qui émerge parallèlement à l'axe optique.
- B' est situé à l'intersection des rayons émergents.



b Construction donnant B' , image de B .

3 Vision d'un œil emmétrope et accommodation

3.1 Accommodation, *punctum proximum* et *punctum remotum*

L'**accommodation** est la mise au point faite par l'œil pour voir net des objets proches. Le cristallin se bombe alors davantage ce qui est modélisé par un œil réduit dont la lentille est de vergence plus grande : C augmente, f' diminue et F' se rapproche de O .

Le ***punctum proximum* (PP)** est le point le plus proche de l'œil qui puisse être vu nettement. L'œil accommode alors au maximum.

Le ***punctum remotum* (PR)** est le point que l'œil voit nettement sans accommoder (œil « au repos »).

3.2 L'œil emmétrope

L'**œil emmétrope** (ou œil « normal ») est un œil sans défaut.

Au repos, un œil emmétrope voit distinctement un objet lointain modélisé par un faisceau de rayons parallèles entre eux (**figure c**) :

$$OF' = OA'$$

Le *punctum remotum* est à l'infini.

Le *punctum proximum* est à environ 20 cm de l'œil. L'état d'accommodation maximum nécessaire ne peut pas être tenu longtemps car l'œil se fatigue.

4 Défauts de l'œil et corrections

4.1 L'œil myope

Au repos, un œil **myope** est trop convergent : il ne peut pas voir nettement un objet lointain car l'image de cet objet se forme devant la rétine (**figure d**).

La myopie est corrigée par une **lentille divergente**.

4.2 L'œil hypermétrope

Au repos, un œil **hypermétrope** n'est pas assez convergent. Sans accommodation, l'image d'un objet lointain se forme derrière la rétine (**figure e**). Cependant l'œil peut accommoder pour voir nettement un objet lointain.

L'hypermétropie est corrigée par une **lentille convergente**.

4.3 La presbytie

La **presbytie** est un défaut d'accommodation dû au vieillissement : le cristallin perd de son élasticité ; le *punctum proximum* s'éloigne de l'œil.

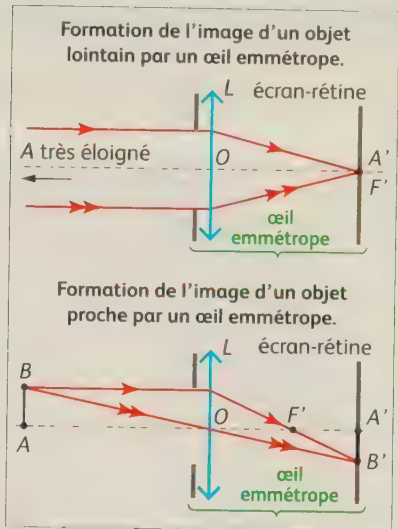
On compense le défaut de presbytie par une **lentille convergente**.

4.4 Utiliser la chirurgie correctrice

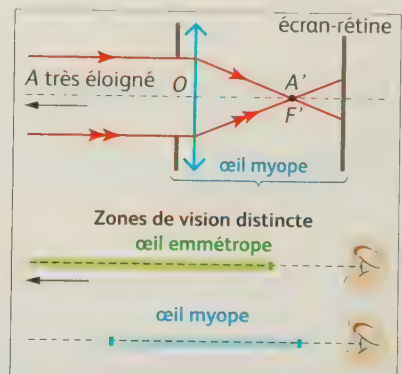
Les défauts de myopie, hypermétropie et presbytie peuvent être également corrigés par la chirurgie qui modifie la vergence de l'œil.

MOTS-CLÉS

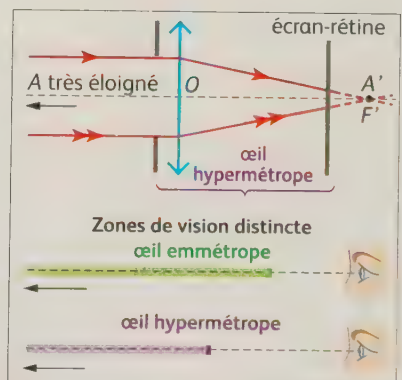
Accommodation • Distance focale • Œil emmétrope • Œil myope • Œil hypermétrope • Presbytie • *Punctum proximum* et *punctum remotum* • Vergence.



c Modélisation d'un œil emmétrope.



d Modélisation d'un œil myope au repos et zone de vision distincte.



e Modélisation d'un œil hypermétrope au repos et zone de vision distincte.

Les sciences autrement

SCIENCES & ÉCONOMIE

Vente de lunettes sur Internet

■ En France, le marché de l'optique représente plus de 5 milliards d'euros. Cette industrie bénéficie de marges qui dépasseraient les 60 %, soit autant que dans le secteur du luxe.

■ L'émergence des acteurs de l'Internet oblige certains opticiens à plus de transparence. Certains professionnels ont en effet tendance à appliquer des tarifs en fonction du taux de remboursement de la mutuelle du client. Parfois, une paire de lunettes de soleil supplémentaire peut même être « offerte » afin d'optimiser ce remboursement. À l'inverse, les prix affichés sur les sites sont fixes.

■ Face à cette nouvelle concurrence, les solutions pour les chaînes d'opticiens ne sont pas simples. En effet, si une enseigne vendait en ligne avec les mêmes prix que dans l'une de ses franchises, cela faciliterait la comparaison de prix pour les internautes, qui serait fatale pour l'enseigne !

■ L'autre solution serait de vendre à des prix plus bas sur sa boutique virtuelle. Mais cela ferait chuter ses ventes en enseigne. Dans le milieu du marketing, on appelle cela du « Cannibalisation canal ».



Une paire de lunettes vendue en magasin coûte en moyenne 300 euros, contre 130 euros sur Internet.

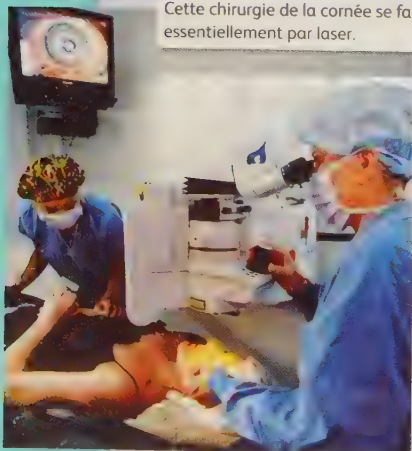
L'achat de lunettes de vue sur le web n'est pas sans poser de problèmes. En effet, avoir les verres centrés parfaitement en face de la pupille est indispensable pour avoir une correction adaptée. Par ailleurs, des verres mal centrés peuvent provoquer des douleurs cervicales ou des problèmes de motricité oculaire. Le Ministère de la Santé et la CNAM doivent rapidement définir la réglementation de ce nouveau marché.



http://www.lexpansion.com/high-tech/acheter-ses-lunettes-sur-internet-est-ce-sans-risque_235596.html?p=2

Faire une recherche

Cette chirurgie de la cornée se fait essentiellement par laser.



Est-ce la fin des lunettes ? Les techniques de chirurgie réfractive (c'est-à-dire considérant la cornée comme une lentille avec ses propriétés optiques) se sont diffusées pour le traitement de la myopie, de l'hypermétropie et de l'astigmatisme.

Utiliser Internet pour répondre aux questions suivantes.

- ▶ Quelle proportion de la population française est touchée par la myopie ?
- ▶ Quels sont les quatre types de technique de chirurgie réfractive permettant de corriger la myopie ?
- ▶ Quels sont les avantages et les inconvénients du recours à la chirurgie comparé au port des lunettes ou des lentilles de contact pour corriger la myopie ?

La découverte d'un gène de la myopie

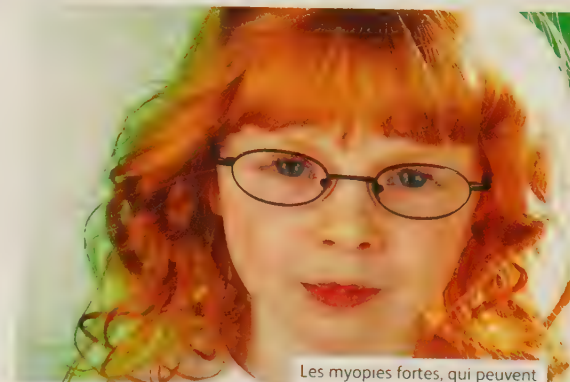
Des chercheurs ont identifié un gène impliqué dans cette déformation de l'œil, qui touche un quart des Français.

Deux équipes internationales de chercheurs, [...] viennent de publier dans *Nature Genetics* des [études] sur l'identification d'un même gène du chromosome 15, le RASGRF1, impliqué dans le développement de la myopie forte. La première [...] a porté sur 4 200 jumeaux. L'autre, [...] se distingue par son ampleur, avec une cohorte de 15 000 personnes.

[...] Le RASGRF1 était déjà connu pour son implication dans les cellules nerveuses de la rétine. Les scientifiques s'accordent à dire qu'une douzaine de gènes, et non un seul, pourraient intervenir dans le développement de la myopie.

[...] Cette découverte pourrait conduire à l'élaboration de comprimés ou de tablettes pour enrayer la malformation. Mais cela prendra au moins 10 ans [...]

Pauline Fréour, LE FIGARO, 15/09/2010.



Les myopies fortes, qui peuvent entraîner des maladies graves, se développent souvent dans la petite enfance, avant huit ans.



<http://www.planet-techno-science.com/biologie/la-decouverte-de-gen-qui-pourrait-deboucher-sur-des-traitements-pour-la-myopie/>

Histoire des lunettes à travers des tableaux

■ Les lunettes n'apparaissent dans les représentations qu'à partir du XIII^e siècle. Appelées « bésicles », leurs verres (en cristal de roche, en verre, ou en beryl- origine du nom bésicle) sont enchâssés dans une monture, les deux verres étant reliés par un axe ou clou, et plus tard par un pont.

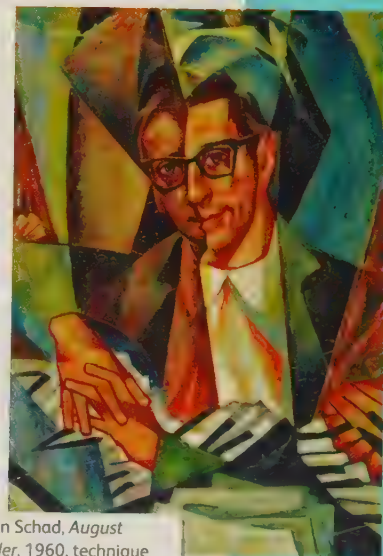
■ Il faut attendre le XVIII^e siècle pour voir apparaître des lunettes avec des branches. D'abord courtes et s'appuyant sur les tempes, elles vont évoluer pour prendre appui sur les oreilles et arriver à la forme que nous connaissons aujourd'hui.



Manuscrit concernant l'utilisation des lunettes, Allemagne (XV^e siècle).



Sir Joshua Reynolds, *Autoportrait inachevé*, 1792, huile sur toile.



Christian Schad, *August Leopolder*, 1960, technique mixte sur toile, Aschaffenburg, Christian Schad Stiftung.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- Indiquer deux méthodes pour reconnaître facilement une lentille convergente.
- Définir brièvement les mots ou expressions suivantes.
Distance focale d'une lentille mince convergente • Vergence • Accommodation • Œil myope.

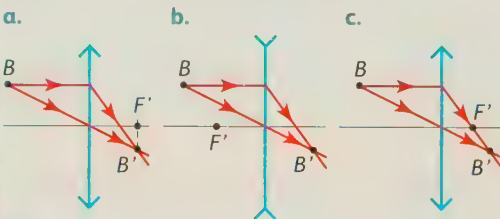
2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- Un rayon incident parallèle à l'axe optique d'une lentille :
a. émerge en passant par son foyer image F'
b. émerge en passant par son foyer objet F
c. est dévié sauf s'il passe aussi par le centre optique de la lentille

- La vergence C d'une lentille de distance focale $f' = +2$ cm est :
a. +5 δ b. +5 c. +5 m d. +50 m e. +50 δ

- Une construction correcte de l'image d'un objet B donnée par une lentille convergente est :



- La lentille modélisant les milieux transparents de l'œil est :

- convergente
- divergente
- convergente ou divergente selon la position de l'objet

- Lorsqu'un œil accommode :

- il peut voir nets des objets proches
- le cristallin se bombe et sa vergence augmente
- la lentille modélisant les milieux transparents de l'œil devient moins convergente

- Un œil hypermétrope est :

- constitué d'un système optique trop convergent pour la vision lointaine
- peut être corrigé par ajout d'une lentille convergente
- obligé d'accommoder pour voir net un objet lointain

- Un œil emmétrope devenu presbyte voit :

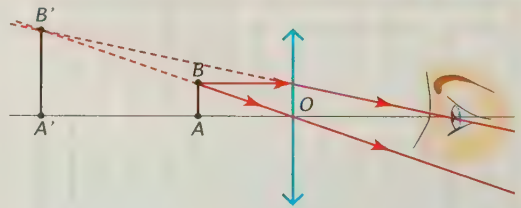
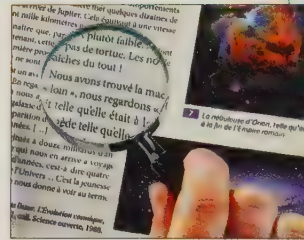
- flous des objets proches de lui
- flous des objets éloignés sans accommoder
- nets des objets éloignés sans accommoder

3 Analyser un document

Une loupe est placée devant un texte.

La construction graphique explique l'observation faite à travers la loupe.

L'échelle horizontale est de 1 carreau pour 2 cm.



Construction graphique de l'image correspondante.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après le document, on peut dire que :

- La lentille utilisée :

- est convergente
- est plus épaisse sur les bords qu'au centre
- peut être choisie pour corriger un œil myope

- L'image est :

- droite par rapport à l'objet
- visible sur un écran
- plus petite que l'objet

- L'œil :

- accommode pour voir l'image
- voit l'objet
- est placé sur la construction graphique en F' , foyer image de la lentille

- La distance focale de la lentille schématisée est égale à :

- +0,5 m
- +5 cm
- +10 cm

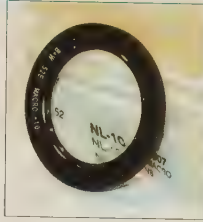
- La vergence correspondante est égale à :

- +10 δ
- +5 δ
- +0,2 δ

Appliquer ses connaissances

4 Macrophotographie

Une lentille additionnelle utilisée pour la prise de vue rapprochée (macrophotographie) est présentée ci-contre.



QUESTIONS

- 1 S'agit-il d'une lentille à bords minces ou à bords épais ? Justifier.
- 2 Sur le contour de la lentille, on peut lire l'indication « +10 » pour « +10 δ ». De quelle grandeur s'agit-il ?
- 3 En déduire la valeur de la distance focale f' de cette lentille.
- 4 En quoi l'indication citée à la question 2 confirme-t-elle la réponse à la question 1 ?

5 Choix de lentilles

Alice désire réaliser une expérience de mesure de distance focale d'une lentille convergente. Elle dispose de deux lentilles de natures différentes. Afin de choisir la lentille convenable, elle regarde la page d'un livre à travers les deux lentilles.

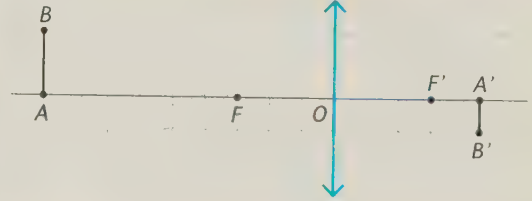


QUESTIONS

- 1 Laquelle des deux lentilles doit-elle utiliser pour réaliser son expérience ? Justifier.
- 2 Décrire une autre méthode qui lui aurait permis de choisir aisément la lentille.
- 3 Elle place la lentille face à une lampe éloignée et forme l'image sur une feuille de papier. Elle trouve ainsi la position du foyer image à 12 cm du centre optique de la lentille.
Quelle est la valeur de la distance focale f' :
+12 cm ou -12 cm ?
- 4 En déduire la valeur de la vergence C de la lentille utilisée.

6 Construction d'image

On place un objet AB de taille réelle 10 cm devant une lentille. Le schéma ci-après représente la situation. À l'échelle indiquée, AB est représenté par un trait de longueur 2 carreaux sur le schéma.



Échelle : 1 carreau sur le papier correspond à 5 cm en réalité.

QUESTIONS

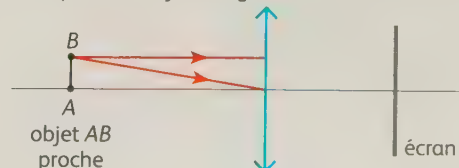
- 1 Quelle est la valeur de la distance focale de la lentille sur le papier ? Quelle est-elle en réalité ?
- 2 Reproduire le schéma et tracer trois rayons issus de B qui permettent de vérifier la position de B' .
- 3 Expliquer le tracé de deux de ces trois rayons.
- 4 Que peut-on dire de l'orientation et de la taille de l'image $A'B'$ par rapport à l'objet AB ? Justifier.
- 5 À quelle distance de la lentille doit-on placer l'écran pour observer l'image ?

7 Œil et accommodation

L'œil emmétrope au repos est modélisé par une lentille convergente de centre O et un écran placé à $d = 17$ mm de O .

QUESTIONS

- 1 Où se trouvent les objets que voit nettement l'œil au repos ? Où se forme leur image ?
- 2 Déterminer la valeur de la distance focale f' de l'œil au repos. Calculer sa vergence C .
- 3 Définir l'accommodation. Comment évolue la vergence de l'œil lorsque celui-ci accommode ?
- 4 Lorsqu'un objet est au *punctum proximum* de l'œil, sa vergence augmente de 5,0 δ. Définir le *punctum proximum* de l'œil puis calculer la nouvelle valeur C' de sa vergence.
- 5 Reproduire la représentation graphique ci-dessous ; construire l'image de l'objet AB situé au *punctum proximum* de l'œil et placer le foyer image F' de la lentille.



Exercices

8 Œil myope

Un œil myope voit flou les objets éloignés car leurs images se forment en avant de la rétine.

QUESTIONS

- 1 Si l'œil était emmétrope, où serait l'image d'un objet à l'infini dans l'œil au repos ?
- 2 Réaliser un schéma avec le modèle de l'œil réduit illustrant le défaut de myopie.

9 Œil hypermétrope

Les milieux transparents d'un œil hypermétrope sont modélisés par une lentille qui n'est pas assez convergente quand l'œil est au repos.

QUESTIONS

- 1 Lorsque l'œil est au repos, le foyer image de la lentille est-il situé sur la rétine, devant la rétine ou derrière la rétine ?
- 2 Un œil hypermétrope peut-il voir un objet éloigné :
a. sans accommoder ?
b. en accommodant ?
- 3 Réaliser le schéma de l'œil réduit ; le légèrer en nommant les éléments modélisant la rétine, l'ensemble des milieux transparents de l'œil et l'iris.
- 4 Hachurer en bleu la zone de vision distincte pour un œil hypermétrope.
Hachurer en rouge la zone de vision distincte d'un œil emmétrope.
- 5 Quelle différence y a-t-il entre un œil hypermétrope et un œil emmétrope devenu presbyte ?

10 Ordonnance d'un ophtalmologiste

Un ophtalmologiste indique sur l'ordonnance des lunettes que doit porter un patient :

Œil droit : +1,5 δ

Œil gauche : +2,0 δ

QUESTIONS

- 1 Les lentilles utilisées pour faire les verres de lunette sont-elles convergentes ? divergentes ?
- 2 Ces verres corrigent-ils un défaut de myopie ? d'hypermétropie ?
- 3 Calculer la distance focale f' de ces deux verres.

11 Cataracte et implant

La cataracte correspond à l'opacification du cristallin. Quand celle-ci est très importante, on peut enlever le cristallin et le remplacer par un implant constitué d'une lentille de même vergence que le cristallin. La vergence de la lentille de remplacement peut avoir une valeur de $C = +60 \delta$.

QUESTIONS

- 1 Quel est le rôle du cristallin pour la vision ?
- 2 La lentille de remplacement est-elle convergente ? divergente ? Expliquer ce choix.
- 3 Nommer l'unité de la vergence.
- 4 Calculer la distance focale f' de la lentille de remplacement.
- 5 On améliore la technique en implantant non plus une lentille **monofocale** mais une lentille **multifocale**. Expliquer ces deux termes. Quel est l'intérêt de cette dernière lentille pour la vision ?



Sciences in English

12 À propos des lentilles

A close-up lens is a converging lens used for macro photography. Close-up lenses are usually specified by their optical power, the reciprocal of the focal length in meters. Several close-up lenses may be used in combination: the optical power of the combination is the sum of the optical powers of the component lenses.



Without close-up lens.

With close-up lens + 4 diopters.



QUESTIONS

- 1 En français, quel terme utilise-t-on concernant les lentilles pour désigner « the optical power » ? Quelle est son unité (nom et symbole) ?
- 2 Une lentille additionnelle encore appelée « gros-plan » ou « bonnette » est-elle convergente ou divergente ? Donner deux éléments de justification tirés du document.
- 3 La lentille ajoutée à l'objectif de l'appareil pour réaliser la photographie en gros-plan du document a-t-elle une distance focale f' de +25 cm, de +2,5 cm ou de +25 m ?
- 4 Cette lentille peut être obtenue à partir d'un jeu de lentilles de vergence +1 δ, +2 δ ou +3 δ. Expliquer comment en utilisant le texte.

La perception visuelle



Si des chimpanzés contemplaient ce tableau de Kandinsky, ils verraient la même chose que nous... Nous partageons en effet avec eux certains caractères liés à la vision.

Au-delà de la simple sensation de lumière, la vision fait intervenir de nombreuses fonctions cérébrales qui permettent à la fois de voir, mais aussi de reconnaître, de lire, de capter des mouvements, ou d'appréhender l'espace. On parle alors de perception visuelle. Comment se réalise notre perception visuelle ?

1 La rétine

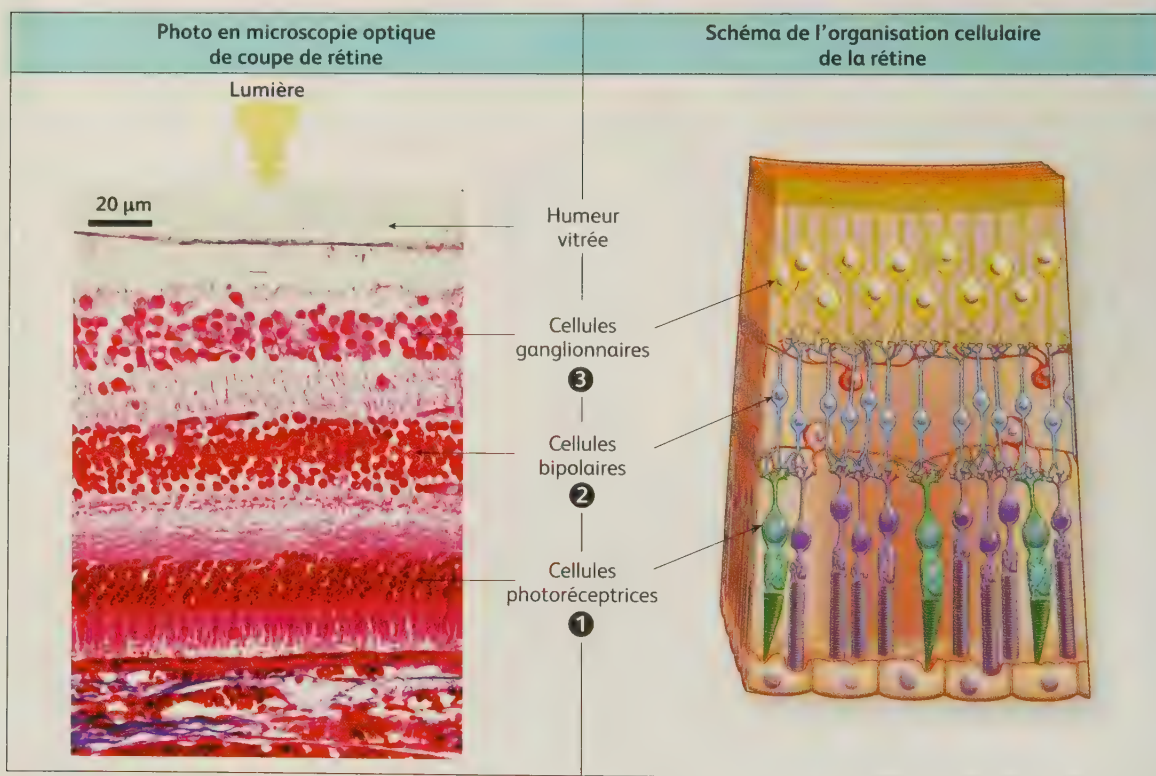
EXPÉRIMENTER

Doc. 1 L'organisation générale de la rétine

- ▶ Les images des objets lumineux se forment sur la rétine. Comment la rétine est-elle organisée ?
- ▶ La rétine est un tissu complexe constitué de différents types de cellules. Certaines cellules, les **cellules photoréceptrices**, sont capables de convertir les signaux lumineux reçus en signaux électriques. Ces signaux sont transmis aux **cellules bipolaires**, puis aux **cellules ganglionnaires** qui élaborent un message nerveux à destination du cerveau.
- ▶ Ce message est envoyé au cerveau par le nerf optique.

RÉALISER

- ▶ **Placer** la préparation microscopique d'une coupe de rétine sur la platine du microscope et réaliser l'observation.
- ▶ **À l'aide du tableau ci-dessous**, orienter la rétine et identifier les différents types de cellules qui la constituent. Les nommer.
- ▶ **Décrire** la répartition des différents types de cellules.



Observation de la structure de la rétine.

Fonctions des différentes couches cellulaires :

- ① Conversion des signaux lumineux reçus en signaux électriques
- ② Traitement de l'information
- ③ Traitement de l'information et élaboration d'un message nerveux envoyé au nerf optique

1. **Observer.** Repérer la face sur laquelle arrivent les signaux lumineux et le lieu de leur conversion en message de nature électrique.
2. **Interpréter.** Que devient ce message ?
3. **Interpréter.** Pourquoi dit-on que la rétine réalise une conversion de signal ?

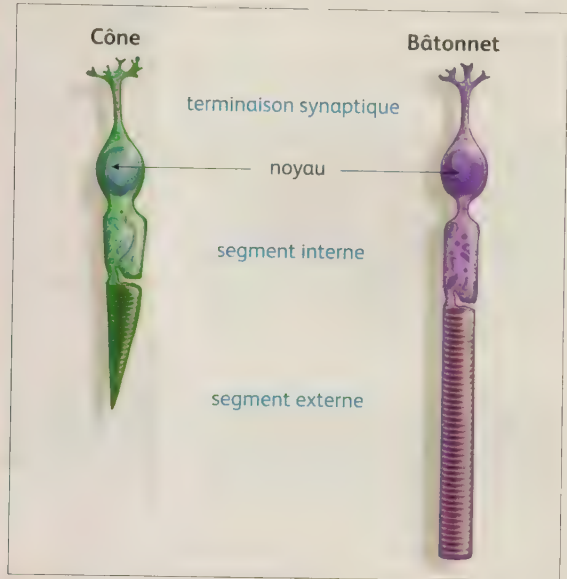
Doc. 2 Deux catégories de cellules photoréceptrices

- Les cellules photoréceptrices possèdent du côté externe (donc vers la périphérie de l'œil), un prolongement qui a la forme d'un **cône** ou d'un **bâtonnet** donnant son nom à la cellule.
- Ces prolongements **contiennent des pigments** : de la rhodopsine pour les bâtonnets et de l'opsine pour les cônes.

- Une seule cellule photoréceptrice contient 100 millions de molécules de pigments, tous identiques.
- L'**absorption de lumière par ces pigments** déclenche une cascade d'événements à l'**origine du message nerveux**.



a Cônes et bâtonnets de la rétine.
(MEB fausses couleurs)



b Schéma des cellules photoréceptrices.

- Observer.** Identifier, sur le document a, les segments externes des cônes et les bâtonnets.
- Observer.** Donner les caractéristiques structurales et fonctionnelles des cellules photoréceptrices.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- La rétine est composée de plusieurs couches de cellules photoréceptrices.
- La lumière arrive directement sur les cellules photoréceptrices sans traverser d'autre couche cellulaire.
- Les cellules photoréceptrices transforment les signaux lumineux en message nerveux.
- Les cônes et les bâtonnets contiennent les mêmes pigments.

Rédiger

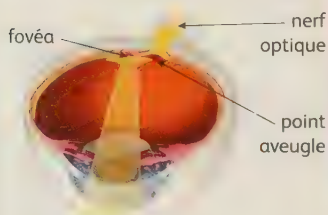
Présenter la disposition des cellules photoréceptrices dans la rétine et leur rôle dans la vision.

2 Des zones remarquables de la rétine

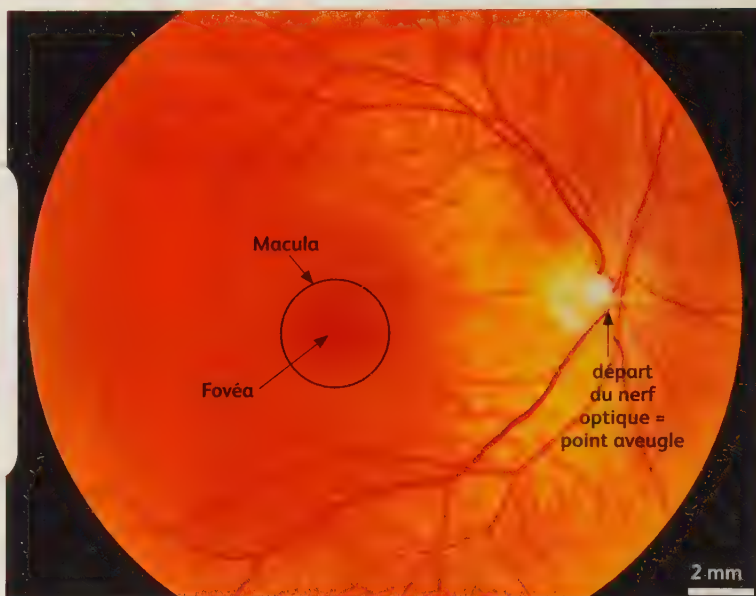
Doc. 1 Identifier les zones particulières de la rétine

- La rétine n'est pas homogène et possède des zones particulières.
- Pour distinguer ces différentes zones, observons un fond de l'œil.

Coupe horizontale de l'œil droit



1. Observer. Combien de zones remarquables distingue-t-on sur la rétine ?



Organisation de l'œil et fond de l'œil.

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 L'expérience de Mariotte

RÉALISER

- Fermer l'œil gauche.
- Placer le livre à 10 cm et fixer la croix avec l'œil droit.
- Reculer très progressivement le livre. On constate qu'à une certaine distance d , le point noir n'est pas du tout visible, puis qu'il redevient visible si on éloigne encore le livre.

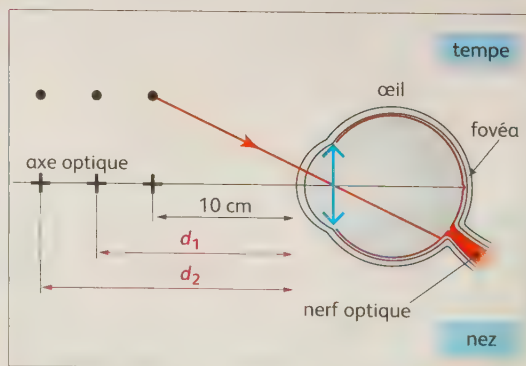
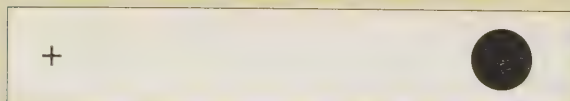
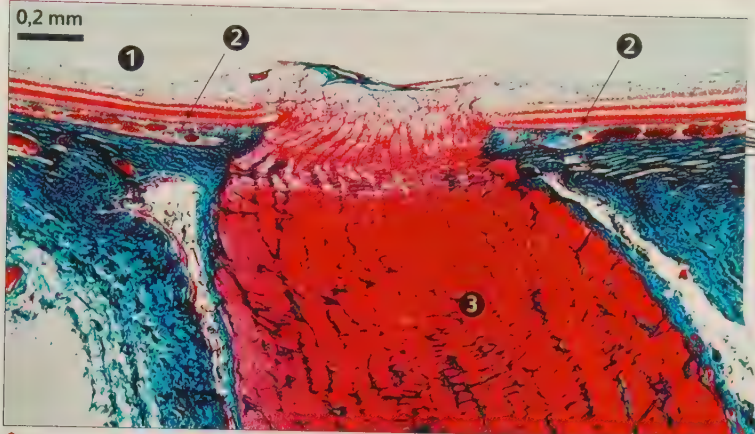


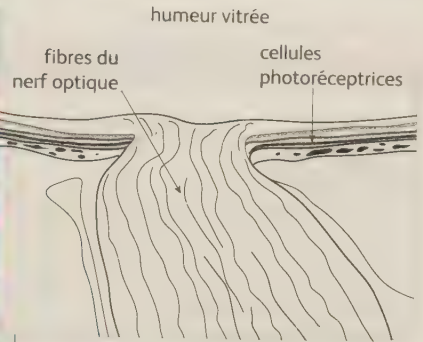
Schéma à compléter.

- 2. Schématiser.** Reproduire la figure, puis déterminer les images sur la rétine de la croix et du point noir pour les deux distances indiquées. Selon vous, laquelle correspond à la distance d ?
- 3. Analyser.** Proposer une explication à l'absence de vision du point noir à une certaine distance, pour une certaine zone de la rétine.

Doc. 3 Le point aveugle

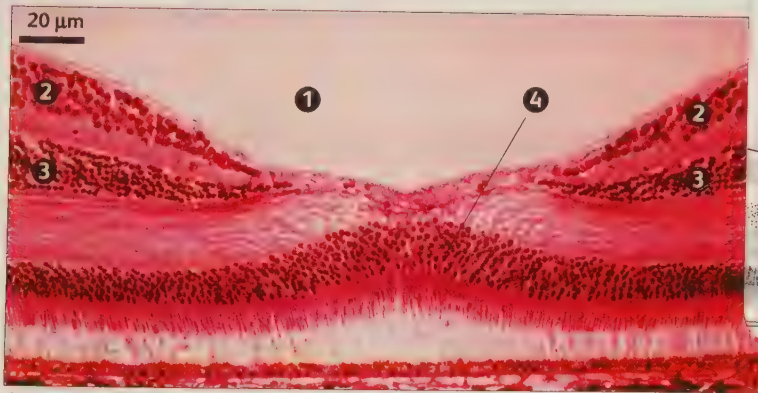
■ Le départ du nerf optique ou point aveugle : photographie au microscope optique et schéma d'interprétation.

1 Humeur vitrée. 2 Cellules photoréceptrices. 3 Fibres du nerf optique.

Schéma d'interprétation

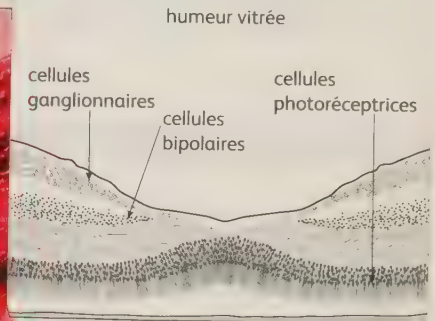
4. Analyser. Quelle est la particularité de la rétine au niveau du point aveugle ?

5. Conclure. Montrer que cela confirme le rôle des cellules photoréceptrices.

Doc. 4 La fovéa

■ La fovéa : photographie au microscope optique et schéma d'interprétation.

1 Humeur vitrée. 2 Cellules ganglionnaires.
3 Cellules bipolaires. 4 Cellules photoréceptrices.

Schéma d'interprétation

6. Observer. Quelle est la particularité de la rétine au niveau de la fovéa ?

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- La rétine est homogène.
- La lumière traverse de nombreuses couches cellulaires de la rétine avant d'atteindre les cellules photoréceptrices au niveau de la fovéa.
- La fovéa correspond au départ du nerf optique.
- Le point aveugle est dépourvu de cellules photoréceptrices.

Rédiger

Donner les particularités structurales de la rétine dans les deux zones remarquables : point aveugle et fovéa.

3 Les photorécepteurs de la rétine

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Les champs visuels

RÉALISER

- Fermer l'œil droit et fixer avec l'œil gauche, à 25 cm du tableau, une croix qui sert de repère visuel.
- Faire déplacer *lentement*, par un autre élève, un objet blanc de la périphérie vers la croix.
- Noter l'emplacement où l'objet devient visible. Recommencer dans sept autres directions.
- Relier les points entre eux : on établit ainsi le champ visuel de l'œil gauche pour la lumière blanche.
- Répéter la manipulation avec des objets de couleur bleue, rouge puis verte.



Établir le champ visuel de l'œil gauche.

1. Observer.

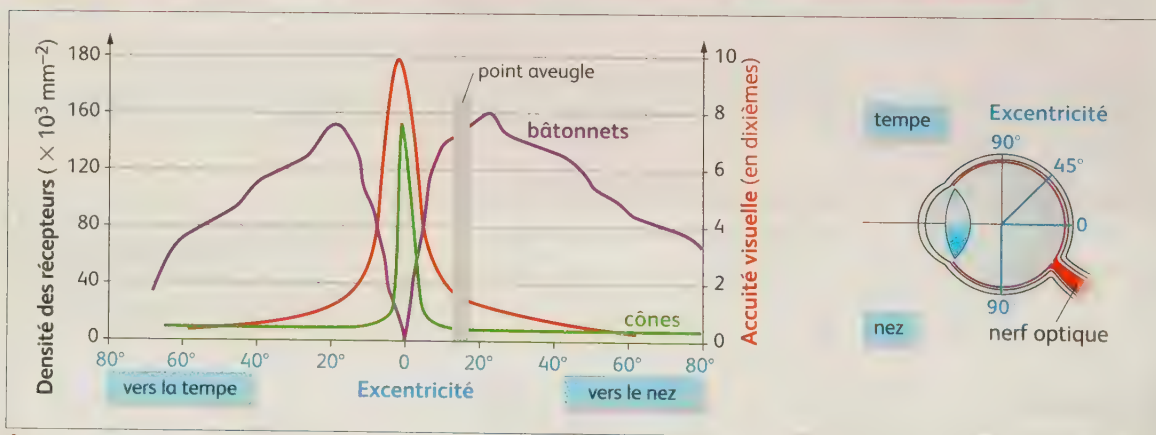
- Dans quelle zone la perception colorée est-elle maximale ?
- Dans quelle zone du champ visuel n'y a-t-il pas de perception colorée ?

2. Interpréter. En quoi l'analyse des champs visuels permet-elle de supposer l'existence de plusieurs fonctions pour les cellules photoréceptrices ?

VOCABULAIRE

► **Champ visuel** : ensemble des points visibles par un observateur immobile.

Doc. 2 Répartition des cellules photoréceptrices de la rétine



Acuité visuelle et répartition des cellules photoréceptrices dans la rétine.

3. Analyser. Décrire la répartition des cônes et bâtonnets.

4. Mettre en relation (docs 1 et 2). Identifier les cellules photoréceptrices impliquées dans la vision des couleurs.

5. Exploiter. Déterminer les photorécepteurs dont la densité correspond au maximum d'acuité visuelle.

VOCABULAIRE

► **Acuité visuelle** : niveau de précision avec lequel est perçu un objet.

Doc. 3 L'absorption de la lumière par les photorécepteurs

► Lorsqu'une cellule photoréceptrice est éclairée par une radiation à laquelle elle est sensible, elle émet des signaux électriques vers le cerveau. On peut ainsi évaluer l'**importance de l'absorption** des radiations en fonction de leur longueur d'onde.

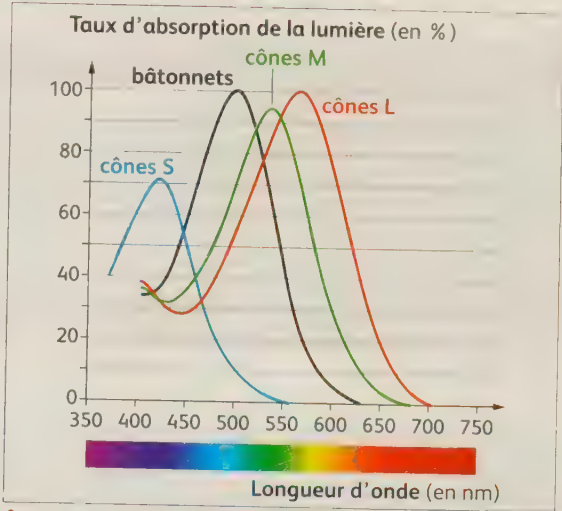
► On constate alors l'existence de **quatre types de photorécepteurs** : trois types de cônes et un seul type de bâtonnets.

► La couleur perçue dépend ainsi des cônes stimulés et de leur niveau d'activité.

VOCABULAIRE

- **Tri** : du grec *-tri*, « trois fois ».
- **Chrom-** : du grec *chrôma*, « couleur ».

6. Analyser. Pourquoi peut-on dire que la vision humaine est trichromatique ?



■ Absorption des radiations par les photorécepteurs.

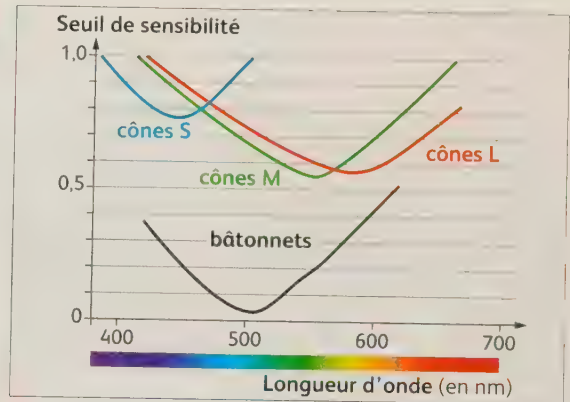
Doc. 4 Le seuil de sensibilité

La sensibilité des récepteurs à la lumière peut être mesurée par le **seuil de sensibilité** : plus il est bas, plus la cellule est sensible à une faible luminosité.

7. Analyser. Quelles cellules photoréceptrices sont stimulées lorsque l'intensité lumineuse est faible ? Expliquer l'expression :

« La nuit, tous les chats sont gris » ?

8. Mettre en relation (docs 1 à 4). Établir un tableau de comparaison des cônes et des bâtonnets.



■ Seuil de sensibilité des cônes et des bâtonnets.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ?

Justifier les réponses.

- a. Les cônes sont les seules cellules photoréceptrices de la rétine.
- b. La vision périphérique est plus précise que la vision centrale.
- c. Les cônes sont tous identiques.
- d. La vision des couleurs peut se faire quelle que soit l'intensité d'éclairement.

Rédiger

Expliquer pourquoi certaines caractéristiques de la vision peuvent s'expliquer par la nature et la répartition des photorécepteurs de la rétine.

4 Photorécepteurs et vision du monde

Doc. 1 Les opsines : pigments des photorécepteurs

► L'absorption de lumière par les pigments des cônes et des bâtonnets est à l'origine du message nerveux envoyé au cerveau.

► Une seule cellule photoréceptrice contient 100 millions de molécules de pigments tous identiques :

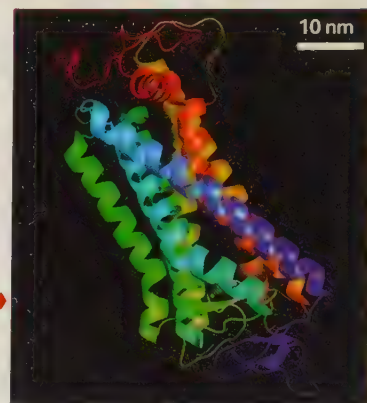
– la **rhodopsine** pour les bâtonnets ;

– l'**opsine S (ou B)** pour les cônes « bleus » (maximum d'absorption à 430 nm) ; l'**opsine M (ou V)** pour les cônes « verts » (maximum d'absorption à 540 nm) ; l'**opsine L (ou R)** pour les cônes « rouges » (maximum d'absorption à 590 nm).

1. Lire. Relever la fonction des pigments rétiens.

2. Lire. Donner la différence fonctionnelle entre les trois opsines contenues dans les cônes.

Structure tridimensionnelle d'une opsine.



Doc. 2 Non pas un, mais des daltonismes

► En 1794, John Dalton explique qu'il ne voit pas les couleurs comme les autres :

« Les parties d'image que les autres voient rouges m'apparaissent comme des ombres ou des absences de lu-

mière ; l'orangé, le jaune et le vert sont pour moi comme plusieurs intensités de jaune ».

► Après lui, on nomme « **daltonisme** » la déficience de l'aptitude à distinguer les couleurs.

Vision normale



Protanope : ne voit pas les rouges et ne distingue pas les violets des bleus.



Deutéranope : ne voit pas les verts et ne distingue pas les jaunes des rouges.



Tritanope : ne voit pas les bleus et ne distingue pas les verts des bleus.



a Différents types de daltonisme. Comprendre avec quatre visions des mêmes crayons de couleurs.

Qualité de la vision	Type	Cônes sensibles à la lumière			Cases blanches : les cônes correspondants sont présents mais n'absorbent pas leur « couleur ».
		Rouge 590 nm	Verte 540 nm	Bleue 430 nm	
Vision normale : trichromates		●	●	●	● Structure normale
Vision anormale : dichromates	Protanope		●	●	
Deux types de cônes fonctionnels seulement	Deutéranope	●		●	
	Tritanope	●	●		

b Cônes et daltonisme.

3. Imaginer. Sans exploiter le **tableau b**, proposer deux hypothèses pour expliquer les trois daltonismes.

4. Dédire. En tenant compte maintenant du **tableau b**, seule l'une des hypothèses reste valable. Laquelle ?

5. Mettre en relation (docs 1 et 2). Expliquer en quoi ces résultats expérimentaux permettent de rendre compte des perceptions des couleurs par les daltoniens.

Doc. 3 Les rétinites pigmentaires

► Les **rétinites pigmentaires** sont des maladies génétiques qui s'attaquent aux cellules photoréceptrices de la rétine.

► Les bâtonnets meurent en premier. La perte est alors définitive car lorsqu'un photorécepteur meurt, il n'est jamais remplacé. Les cônes, dégèrent ensuite progressivement.

► La rétinite pigmentaire débute souvent lors de l'enfance et provoque un affaiblissement progressif de la vision périphérique puis centrale et entraîne une cécité irréversible.

Perception visuelle normale



Perception visuelle d'un patient atteint de rétinite



■ Deux perceptions visuelles différentes.

6. Expliquer.

Préciser pourquoi la destruction de cellules photoréceptrices peut entraîner des troubles visuels.

7. Lire.

Indiquer quelles sont les conséquences de cette maladie sur le champ visuel.

8. Déduire.

Mettre en relation les cellules photoréceptrices touchées et les troubles visuels observés.

Doc. 4 Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA)

Peu connue, la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) est, en France, la première cause de cécité après 50 ans.

Plus l'âge avance, plus il devient difficile d'y échapper [... C'est] près d'un grand-parent sur quatre qui va perdre progressivement la vision des couleurs et des détails jusqu'à ne plus pouvoir lire, écrire, regarder la télévision ou même reconnaître un visage. Pourtant la surface de rétine perdue – la macula – est ridiculement petite : son diamètre ne fait guère plus d'un millimètre.

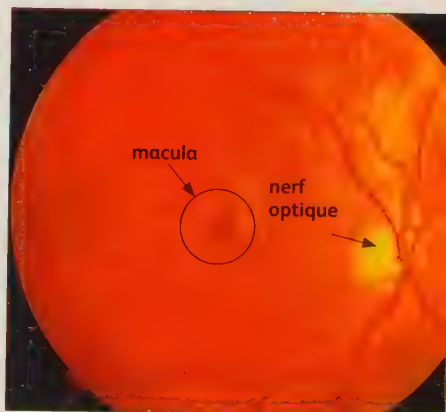
Emmanuel Monnier,
Quand la macula disparaît, Sciences & Vie Hors série n° 216, sept. 2001



■ Perception visuelle d'un patient atteint de DMLA.

9. Observer. Quelle zone de la rétine est touchée par la DMLA?

10. Expliquer. Répondre aux questions 7 et 8 pour la DMLA.



■ Rétine atteinte de DMLA.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Les cônes possèdent tous le même pigment.
- Les personnes daltoniennes ne possèdent pas de pigments rétinien.
- Le champ visuel se modifie différemment en fonction des cellules photoréceptrices touchées.
- Les cellules photoréceptrices ne sont jamais modifiées au cours de la vie.

Rédiger

Comment les modifications des pigments et des cellules photoréceptrices changent-elles les caractéristiques de la vision d'un individu ?

5 Les pigments rétinien chez les Primates

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Comparaison de l'opsine bleue des Primates

B2i

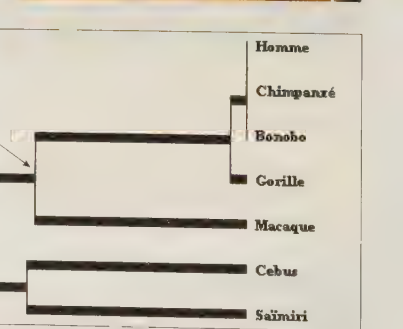
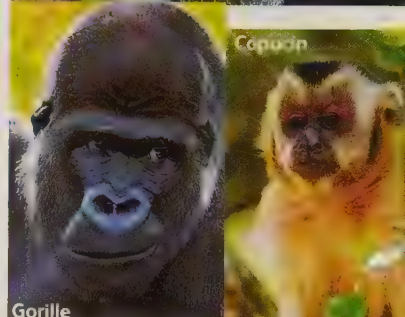
- La vision des couleurs est liée à la présence, dans la rétine, des cônes, qui synthétisent de l'opsine. Tous les primates possèdent le gène B, porté par un autosome et **codant l'opsine bleue** (maximum d'absorption dans le bleu).
- La comparaison des séquences des gènes de différentes espèces permet d'établir des **relations de parenté**. On suppose que deux espèces ont un ancêtre commun d'autant plus récent que les différences entre les gènes sont faibles.
- Parmi les Primates, on distingue :
 - les singes de l'Ancien Monde (Afrique, Asie, Europe) : Bonobo, Chimpanzé, Gorille et Macaque ;
 - les singes du Nouveau Monde (Amérique) : Cebus (capucin), Saïmiri.

RÉALISER Utilisation de phylogène

- Ouvrir le Tableau de séquences de l'opsine bleue « **opsine-bleue.aln** ».
- Sélectionner les espèces de Primates : Cebus, Saïmiri, Homme, Gorille, Chimpanzé, Bonobo, Macaque.

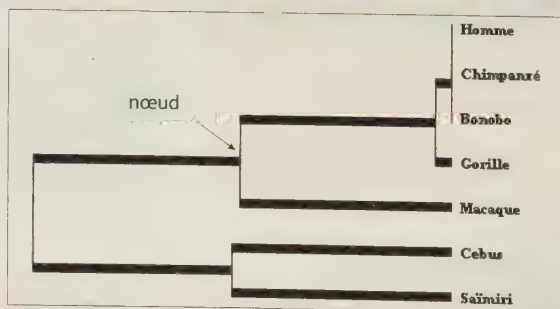
				5					10						15					20					25			
Boeur	M		K	M	S	E			E	E	E	F	L	L	F	K	N	I	S	L	V	G	P	W	D	G	P	Q
Cebus	M	S	K	M	S	E			E	E	E	F	Y	L	F	K	N	I	S	S	V	G	P	W	D	G	P	Q
Saimiri	M	S	K	M	P	E			E	E	E	F	Y	L	F	K	N	I	S	S	V	G	P	W	D	G	P	Q
Homme	M	R	K	M	S	E			E	E		F	Y	L	F	K	N	I	S	S	V	G	P	W	D	G	P	Q
Gorille	M	R	K	M	S	E			E	E		F	Y	L	F	K	N	I	S	P	V	G	P	W	D	G	P	Q
Chimpanzé	M	R	K	M	S	E			E	E		F	Y	L	F	K	N	I	S	S	V	G	P	W	D	G	P	Q
Rat	-	-	-	M	S	G			E	X	E	F	Y	L	F	K	N	I	S	S	V	G	P	W	D	G	P	Q

- Cliquer sur le bouton Matrice des distances. Reproduire le tableau obtenu.
- Cliquer sur le bouton Arbre. Reproduire l'arbre obtenu.



	Cebus	Saïmiri	Homme	Gorille	Chimpanzé	Bonobo	Macaque
Cebus	0	14	25	26	25	25	26
Saïmiri		0	28	29	28	28	27
Homme			0	1	0	0	13
Gorille				0	1	1	14
Chimpanzé					0	0	13
Bonobo						0	13
Macaque							0

a Matrice des distances pour l'opsine bleue pour différents Primates.



b Arbre des parentés entre espèces établi à partir de la comparaison des séquences de l'opsine bleue. Un nœud représente un ancêtre commun des espèces qui en dérivent.

- Exploiter.** Quelles sont les espèces qui possèdent les séquences les plus semblables ? les plus éloignées ?
- Interpréter.** Justifier l'arbre des relations de parenté obtenu.

Doc. 2 La vision en couleur des Primates

► L'Homme et certains autres Primates sont **trichromates**, c'est-à-dire que leur vision des couleurs est due à la présence de trois catégories de pigments contenus dans les cônes.

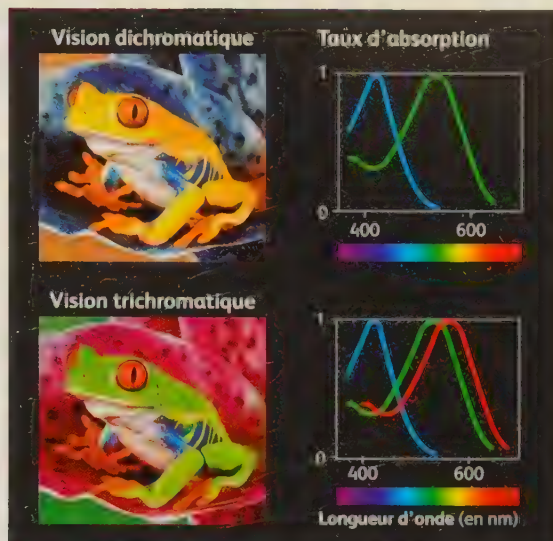
► Les singes de l'Ancien Monde (Bonobo, Chimpanzé, Gorille et Macaque) présentent le gène B sur le chromosome 7 et les gènes R et V (codant les opsines rouge et verte) sur le chromosome X.

► Mais la plupart des mammifères sont le plus souvent **dichromates** : leur vision dépend de deux catégories de pigments.

Ainsi, les singes du Nouveau Monde (Amérique) possèdent le gène B sur un autosome quelconque et un seul autre gène codant pour une autre opsine sur le chromosome X.

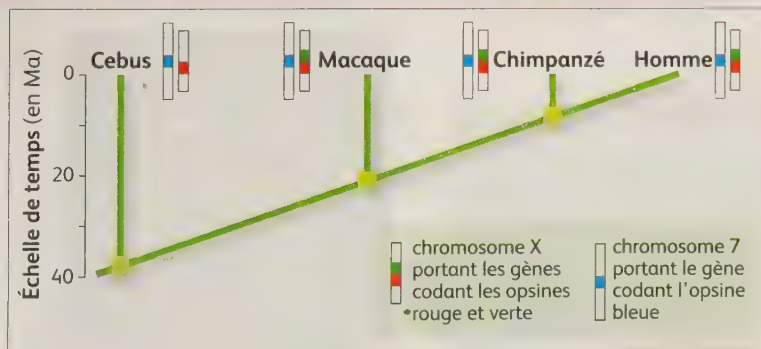
3. Schématiser. Représenter les chromosomes qui portent les gènes codant les opsines pour l'Homme, le Bonobo et les singes du nouveau Monde.

4. Interpréter. Quel indice sur les liens de parenté entre les espèces de Primates apporte l'analyse de la vision des couleurs chez ces espèces ?



■ Absorption des radiations par les photorécepteurs.

Doc. 3 De la dichromatie à la trichromatie



■ Localisation chromosomique des gènes codant les opsines des Primates.

5. Observer.

Dater approximativement l'apparition de la trichromatie chez les Primates.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ?

Justifier les réponses.

- On suppose que les séquences des opsines bleues de deux espèces de Primates sont d'autant plus semblables que ces espèces possèdent un ancêtre commun récent.
- L'Homme est trichromate contrairement aux autres Primates.
- Certaines espèces de Primates sont dichromates.
- La trichromatie est un argument qui permet de placer l'Homme parmi les Primates.

Rédiger

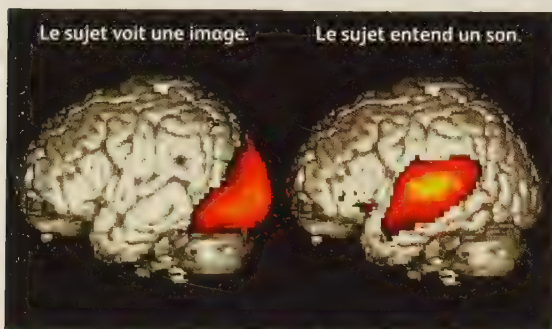
Montrer en quoi l'étude comparée des gènes des pigments rétiniens des Primates apporte des arguments pour préciser la place de l'Homme parmi les Primates.

6 Aires visuelles et perception visuelle

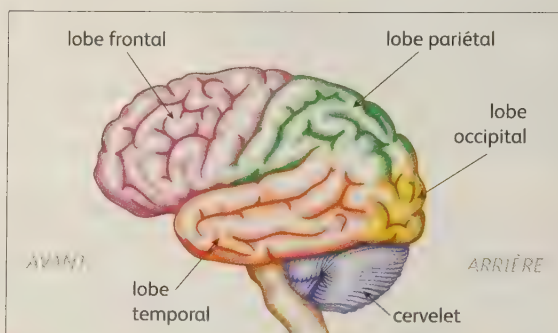
Doc. 1 Localiser les aires visuelles cérébrales

► Les messages nerveux émis par les cellules de la rétine se propagent vers le cerveau, et plus particulièrement vers sa partie périphérique dénommée **cortex**, où s'effectue le traitement de l'information.

► Plus le nombre de cellules nerveuses en action est élevé, plus le débit sanguin est important. La tomographie par émission de positons (TEP) permet de mesurer le débit sanguin. On peut ainsi « **surveiller** » l'activité du cerveau.



a Résultats obtenus par TEP. Rouge : zone très active.



b Le cerveau humain.

1. **Interpréter.** Pourquoi peut-on dire qu'il existe des aires spécialisées du cerveau ?
2. **Observer.** Localiser les zones du cerveau, appelées **aires visuelles**, impliquées dans le traitement des informations visuelles.

Doc. 2 De l'œil au cortex visuel

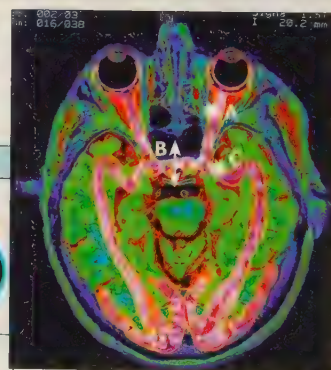
L'analyse de différentes lésions provoquant des déficits du champ visuel permet de **préciser les voies visuelles** entre rétines et aires visuelles.



a Champs visuels normaux.

Œil gauche	Œil droit
A Cécité unilatérale	
B Perte de la vision latérale	
C Perte de la vision latérale gauche	

b Champs visuels suite à des lésions. En médaillon, emplacement des lésions sur une IRM.



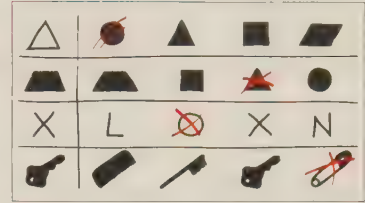
3. **Déduire.** Indiquer la conséquence de chaque section sur le champ visuel.
4. **Schématiser.** Représenter le trajet suivi par le message venant de chaque champ visuel jusqu'au cerveau.
5. **Expliquer.** D'où viennent les informations visuelles arrivant dans l'hémisphère cérébral droit ?

Doc. 3 Des troubles de la perception visuelle

► Les images reçues par l'œil possèdent **différentes caractéristiques** : **forme**, **couleur** et **mouvement**. Des lésions de certaines zones des aires visuelles peuvent provoquer des anomalies de la perception visuelle. Étudions deux cas particuliers.

► **Cas n° 1** : une personne souffre d'une incapacité à percevoir le mouvement. Cela se manifeste par des « arrêts sur image » pendant plusieurs secondes : l'image perçue reste immobile alors que les objets sont en mouvements.

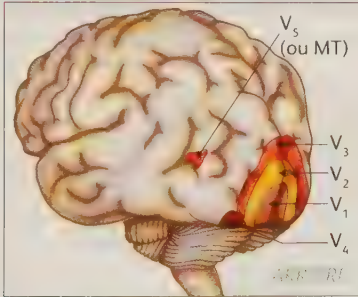
► **Cas n° 2** : une personne empoisonnée au dioxyde de carbone a perdu ses capacités de perception des formes et ne parvient plus à réaliser le test ci-contre.



► La personne doit cocher dans chaque ligne le motif proposé à gauche.

6. Interpréter. Formuler une hypothèse sur l'analyse des caractéristiques d'une image par les aires visuelles.

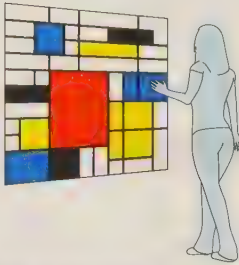
Doc. 4 Des aires visuelles spécialisées



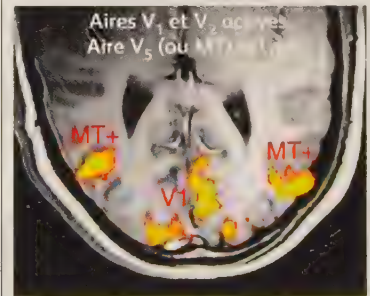
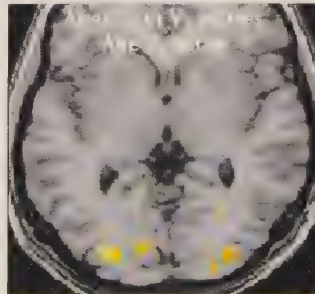
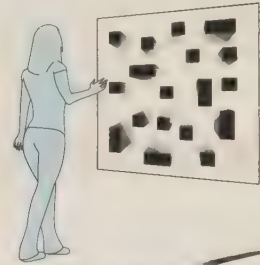
a Différentes zones du cortex visuel (V_1 à V_5).

Résultats obtenus par TEP. **b**
Jaune : zone très active.

Le sujet regarde un tableau de Mondrian.



Le sujet regarde des images en noir et blanc en mouvement.



7. Vérifier. Les résultats obtenus corroborent-ils l'hypothèse formulée dans la question 6 ?

8. Mettre en relation (docs 3 et 4). Déterminer les régions du cortex visuel endommagées chez les deux personnes du doc 3.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Les aires visuelles localisées dans l'hémisphère droit reçoivent uniquement des messages en provenance de l'œil gauche.
- Les caractéristiques couleur et mouvement d'une image sont traitées dans la même aire visuelle.
- Les aires visuelles possèdent toutes la même fonction.

Rédiger

Après avoir schématisé l'organisation anatomique des voies visuelles de la rétine au cortex visuel, indiquer quelques aires visuelles et donner leur rôle principal dans la perception visuelle.

7 Aires cérébrales et plasticité

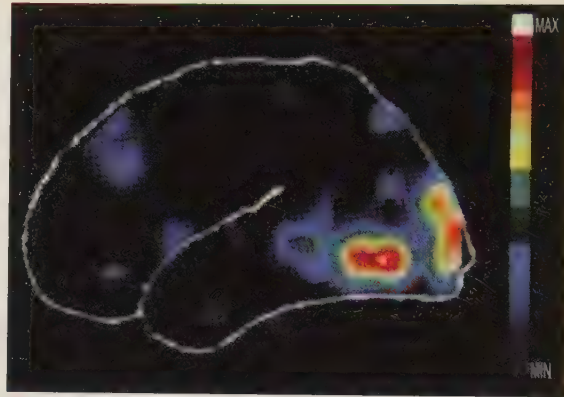
Doc. 1 La reconnaissance d'un mot écrit

- ▶ On mesure l'activité cérébrale d'un sujet lors de la reconnaissance de mots écrits.
- ▶ Certains patients, frappés d'alexie, sont incapables de lire car ils ne reconnaissent plus les mots (les autres fonctions visuelles ne sont pas touchées).
- ▶ On peut mettre en évidence des lésions dans la région temporale du cerveau.

1. Rappeler. Quelles sont la localisation et la fonction des aires visuelles (voir page 48) ?

2. Observer. Ces aires sont-elles les seules aires actives lors de la reconnaissance d'un mot écrit ?

3. Interpréter. Proposer une explication au fait que les patients frappés d'alexie possèdent des fonctions visuelles, autres que la reconnaissance des mots, intactes.

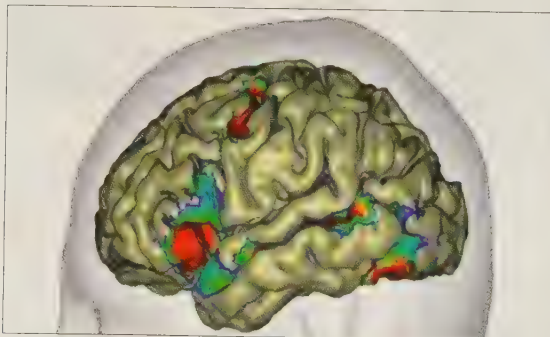


a Aires cérébrales activées lors de la reconnaissance du mot écrit.

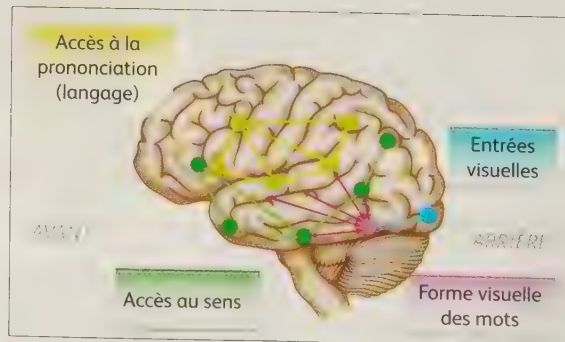
Doc. 2 Lecture et activité cérébrale

- ▶ L'activité de lecture nécessite la reconnaissance des mots mais également l'attribution d'un sens à une suite de mots en association parfois avec le langage.
- ▶ L'imagerie cérébrale permet d'étudier les aires du cerveau **activées lors du processus de lecture**.
- ▶ On a également pu reconstituer le trajet de l'information : le mot lu est d'abord perçu par le cortex visuel puis transmis à une région qui permet sa reconnaissance (mémoire).

- ▶ L'information chemine ensuite dans différentes régions, dont le cortex moteur qui peut envoyer des signaux vers les muscles de la bouche et du larynx et produire la parole.
- ▶ L'information peut aussi aboutir aux aires d'association, ce qui permet l'attribution d'un sens ou d'une émotion au mot.



a Les aires cérébrales activées lors de la lecture.



b Des aires cérébrales qui coopèrent.

4. Observer. Que constate-t-on lors d'une activité de lecture ?

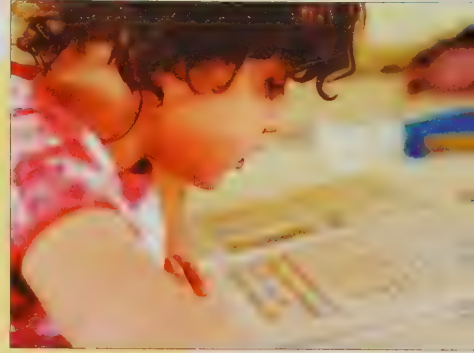
5. Conclure. Pourquoi peut-on parler de collaboration entre aires cérébrales ?

Doc. 3 Lecture et plasticité

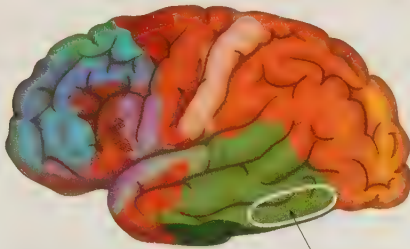
« **A**insi, on pense – possibilité fascinante – qu'il existe, dans le cerveau de l'homme, des zones spécialisées dans la reconnaissance visuelle des mots écrits. L'idée est venue de l'observation des personnes frappées d'« alexie ». Incapables de lire car elles ne reconnaissent pas les mots, elles ont souvent des lésions dans une même zone du cortex visuel, la partie médiane gauche du cortex occipito-temporal. En 1990, S.E. Petersen et ses collègues ont observé que cette même zone est activée lorsque les personnes regardent des mots écrits. Cette zone est très sélective, puisqu'elle reste « muette » si l'on présente non pas des mots, mais des groupes de lettres disposées au hasard, ou encore des alignements de formes

ressemblant à des lettres. D'après son emplacement, la même région du cortex doit, chez le singe, remplir des fonctions plus générales de reconnaissance visuelle. En revanche, chez l'Homme, une zone spécialisée dans la perception visuelle des mots n'a de toute évidence pas pu évoluer tout exprès pour les besoins de la lecture. Il faut donc admettre qu'elle se développe chez l'enfant, lorsque ce dernier apprend à lire. »

Leslie G. Ungerleider, *Les dédales de la mémoire*
© LA RECHERCHE, n° 289 Juillet-Août 1996



a Aires cérébrales et lecture.



reconnaissance visuelle
des objets, des visages
et des mots écrits



reconnaissance visuelle
des objets, des visages

b Zones impliquées dans la reconnaissance visuelle chez l'homme (à gauche) et le macaque (à droite).

6. Observer. Où est localisée l'aire cérébrale principale impliquée dans la lecture dans le cerveau humain ?

7. Interpréter. Cette spécialisation est-elle propre à tous les primates ? En quoi est-elle un témoin de la plasticité cérébrale ?

VOCABULAIRE

► **Plasticité** : capacité qu'a le cerveau de modifier des systèmes de neurones qui le constituent.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ?
Justifier les réponses.

- Les aires visuelles sont suffisantes pour reconnaître un mot.
- Une coopération entre différentes aires cérébrales est nécessaire à la lecture.
- La reconnaissance des objets, des visages et des mots écrits est propre aux primates.

Rédiger

Définir la plasticité cérébrale et montrer qu'elle est importante dans la lecture.

MOTS-CLÉS

► Bâtonnet

Cellule photoréceptrice la plus abondante de la rétine. Localisée en périphérie, elle réagit à de faibles intensités lumineuses.

► Cellules photoréceptrices

Cellules spécialisées réagissant aux radiations lumineuses. Elles constituent une couche de la rétine. Elles sont de deux types : cônes et bâtonnets.

► Cône

Cellule photoréceptrice de la rétine permettant la vision des couleurs.

► Cortex

Couche superficielle du cerveau.

► Fovéa

Zone particulière de la rétine. Très riche en cônes, elle permet la vision des couleurs et des détails.

► Opsine

Pigment photorécepteur existant sous diverses formes et responsable de la vision des couleurs.

► Pigment photorécepteur

Molécule sensible aux radiations lumineuses présentes dans les cellules photoréceptrices.

► Rétine

Tissu très fin tapissant le fond de l'œil, convertissant les stimuli lumineux reçus en messages nerveux.

► Vision trichromatique

Vision caractérisée par la présence de trois types de cônes absorbant chacun une couleur.

L'essentiel

1 De l'œil au cerveau : la genèse du message nerveux visuel

■ La rétine : un écran sensible

L'œil est l'organe récepteur des *stimulus* lumineux. Grâce à sa structure, il y a formation d'images sur la **rétine**. Cette membrane interne de l'œil comporte des cellules sensibles à la lumière, appelées **cellules photoréceptrices**. Stimulées par la lumière, elles sont à l'**origine du message nerveux** qui est transmis au cerveau.

■ Diversité des cellules photoréceptrices

Il existe deux types de cellules photoréceptrices, appelées **cônes** et **bâtonnets**. Les **bâtonnets** sont extrêmement sensibles à la lumière : ils permettent ainsi la vision sous faible éclairément. Ils sont principalement localisés en périphérie de la rétine. Les **cônes**, responsables de la vision des couleurs sous éclairément normal, sont particulièrement concentrés en un point central de la rétine appelé **fovéa**.

On distingue **trois types de cônes**, sensibles chacun à des radiations différentes : rouge, verte, bleue. Ces différences sont dues à une différence dans les **pigments photorécepteurs** contenus dans les cellules.

■ Pigments photorécepteurs et évolution

Les pigments photorécepteurs des cônes, appelés **opsines**, proviennent de l'expression de gènes. L'étude comparée de ces gènes montre que l'Homme partage le caractère de la vision trichromatique avec certains autres Primates. Cette étude permet de placer l'Homme parmi les Primates.

2 La perception visuelle : une vue de l'esprit

■ Le cerveau : organe de traitement

Le **message nerveux** visuel généré par la rétine est **véhiculé par les nerfs optiques jusqu'au cerveau** où il aboutit à une zone dénommée **cortex** au sein de laquelle on distingue diverses aires aux fonctions spécialisées, dont les **aires visuelles**.

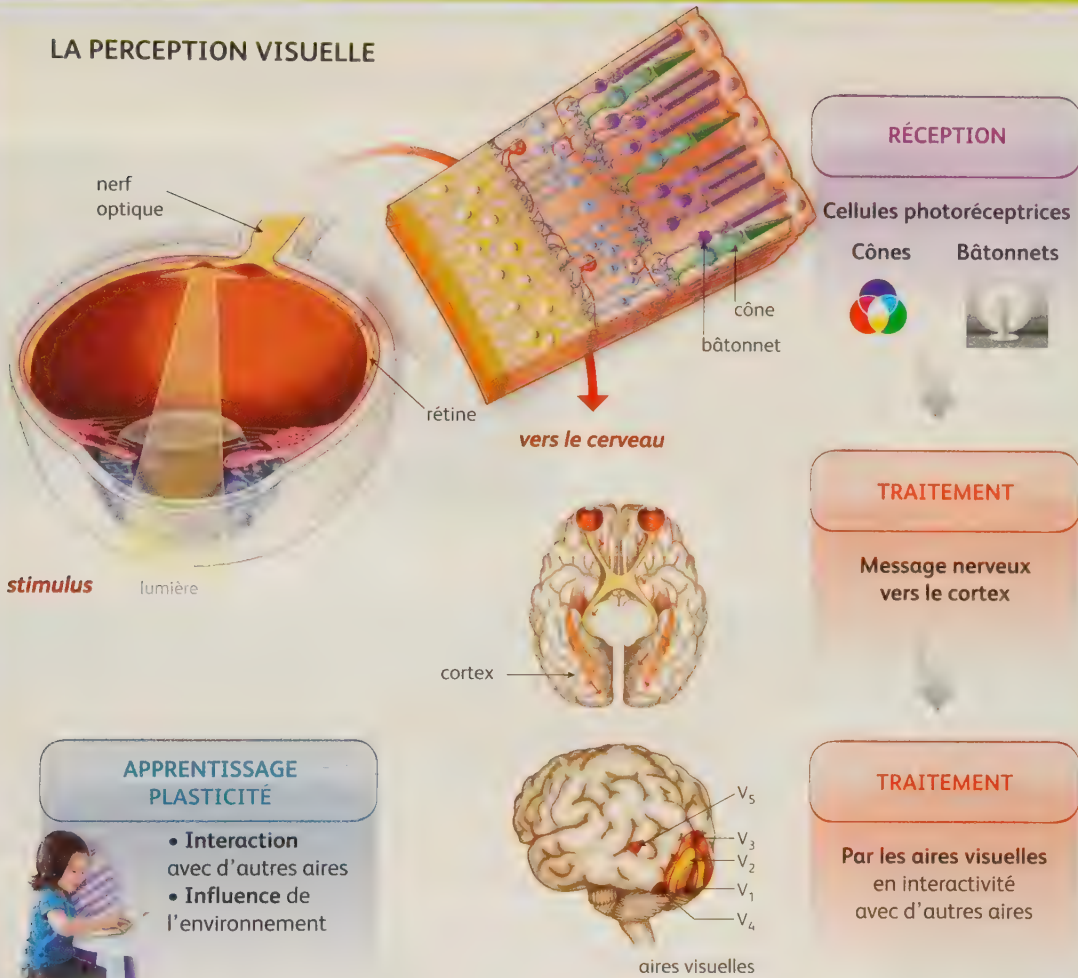
La vision n'est pas une simple stimulation de la rétine par la lumière. Le cerveau traite le message nerveux en provenance de l'œil, mais il réalise aussi des interactions avec d'autres aires spécialisées du cortex comme celles du langage ou de la mémoire. Ce traitement permet la réalisation de fonctions complexes comme la lecture. On parle alors de **perception visuelle**.

■ À chacun sa vision

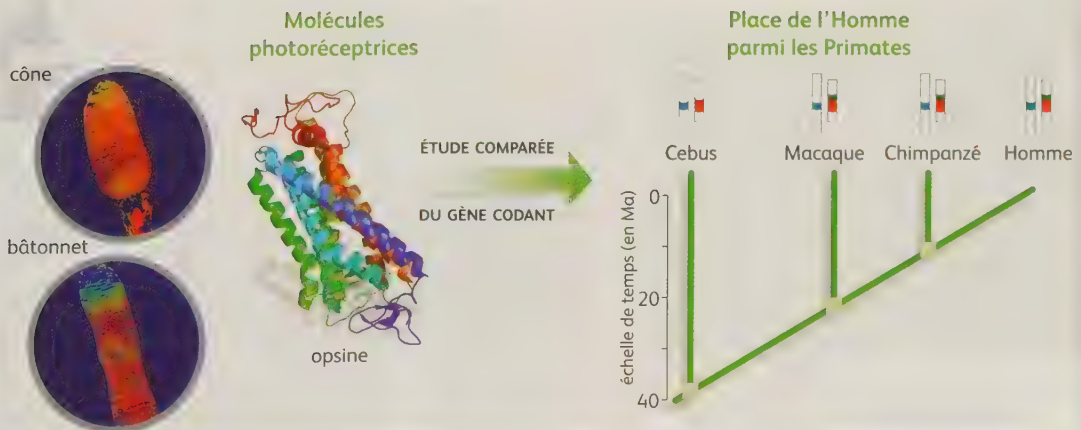
La vision dépend donc à la fois des propriétés et de l'état des photorécepteurs, mais aussi des particularités cérébrales de chacun. Au cours du temps, certaines connexions peuvent évoluer et permettre de nouveaux apprentissages. C'est la plasticité cérébrale. Ainsi **la représentation visuelle du monde est propre à chaque individu**.

Le schéma-bilan

LA PERCEPTION VISUELLE



VISION ET ÉVOLUTION



Les sciences autrement

SCIENCES & PEINTURE

Les peintres et la vision des couleurs

■ Certains peintres possèdent des anomalies de la vision et leur œuvre peut les révéler. Ainsi les peintres daltoniens sont dichromates et confondent certaines couleurs.

■ Par exemple, en présence d'un modèle vert, l'artiste peut hésiter entre trois couleurs sur une palette : le vert, le rouge pourpré et le gris.

■ On peut distinguer trois groupes de peintres daltoniens en fonction de leur choix des couleurs : certains peintres font un usage arbitraire des couleurs, d'autres réalisent des tableaux en nuances de gris et les derniers n'utilisent que des couleurs dont ils ne doutent pas, comme le jaune et le bleu.



Voilier dans la tempête, Charles Meryon (1857), pastel, Paris, musée Eugène Delacroix.



<http://www.daltoniens.fr/>
<http://www.snof.org/art/art.html>

SCIENCES & SOCIÉTÉ

Les noms des couleurs

« La Terre est bleu
comme une orange
Jamais une erreur les
mots ne mentent pas »

Paul Eluard,
L'Amour, la poésie, (1929),
« La Terre est bleue ».

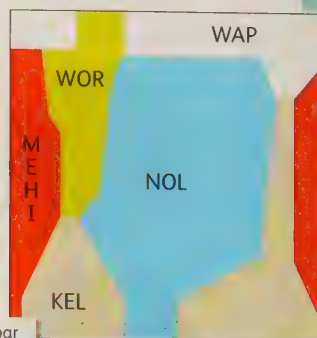
Il est très difficile d'imaginer
comment un Berinmo perçoit
ce paysage.



■ Le poète avait-il raison ? Des scientifiques ont montré en effet que les catégories chromatiques (bleu, vert, rose, marron, ...) semblent dépendre du vocabulaire acquis...

■ Pour cela, ils ont présenté un nuancier de 160 couleurs à des Britanniques ainsi qu'à une tribu de Papouasie Nouvelle-guinée : les Berinmos, et leur ont demandé de les classer suivant la couleur. Les catégories de couleur distinguées par les deux populations sont différentes et dépendent du vocabulaire acquis.

■ Ainsi, alors qu'un Européen distingue le bleu et le vert, le Berinmo les regroupe dans une même couleur : le nol. En revanche, les couleurs proches de la frontière nol/wor correspondent à une seule couleur, le vert, pour un Européen.



Les couleurs distinguées par
les Européens (à gauche) et
les Berinmos (à droite).

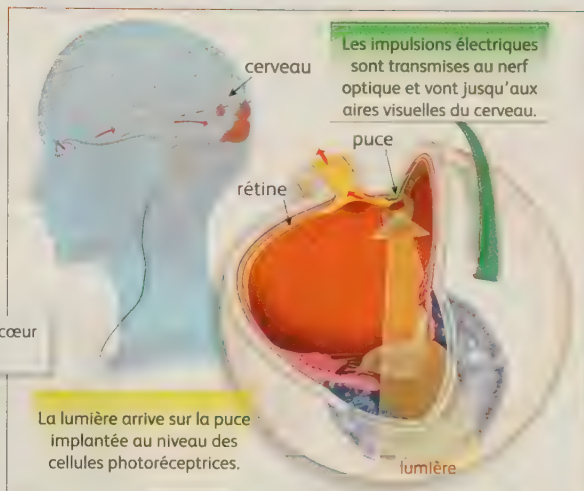


<http://www.pourlascience.fr/>

La vision des aveugles

- La rétinite pigmentaire entraîne une dégénérescence progressive des cellules photoréceptrices et une cécité.
- Même si le remplacement de la rétine par des composants électroniques n'est pas pour aujourd'hui, des patients ont reçu une puce électronique photosensible.
- Greffée derrière la rétine, elle transmet des informations vers le cerveau. Ces premiers essais constituent un espoir dans le traitement de la cécité.

Une puce au cœur de la rétine.



SUR LE WEB

<http://www.la-retine-artificielle.com/fr,1,7798.html>
<http://www.institut-vision.org/>

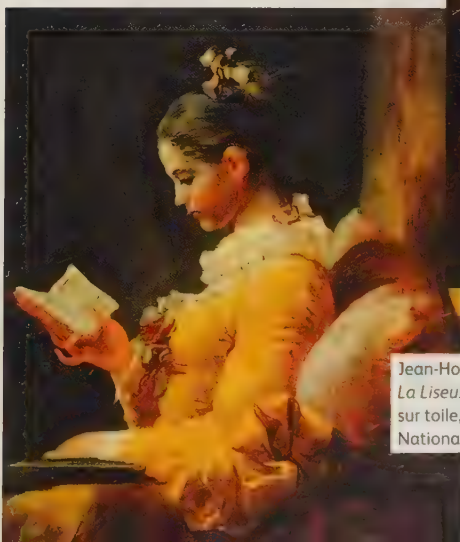
Peinture et lecture

Anonyme, *xvi^e siècle, Portrait de femme lisant*, Château d'Azay-le-rideau.



■ L'histoire de la lecture se retrouve dans les œuvres des peintres au cours des siècles.

■ On peut y voir différents portraits de lecteurs et de leurs modes de lecture.



Jean-Honoré Fragonard, *La liseuse* (1775), huile sur toile, Washington, National Gallery of Art.



Pablo Picasso, *La lecture de la lettre* (1921), huile sur toile, Paris, Musée Picasso.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Citer les deux catégories de cellules photoréceptrices et leurs rôles respectifs dans la vision.
- 2 Décrire la répartition des cellules photoréceptrices dans la rétine et faire le lien avec certaines caractéristiques de la vision.
- 3 Définir brièvement les mots ou expressions suivantes : Cortex visuel • Plasticité • Aire visuelle.

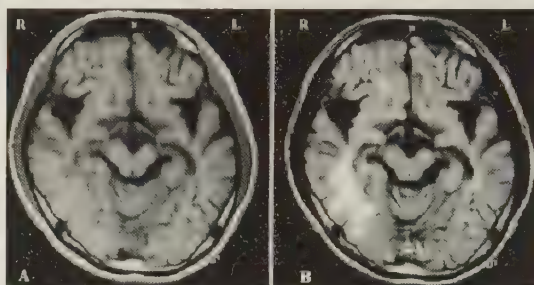
2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- 1 Les cellules photoréceptrices :
 - a. sont directement reliées au nerf optique
 - b. sont capables de convertir un *stimulus* lumineux en un message nerveux
 - c. contiennent plusieurs sortes de pigments
- 2 La comparaison des gènes qui codent les opsines :
 - a. montre qu'ils sont identiques
 - b. permet de placer l'Homme parmi les Primates
 - c. n'apporte aucune information
- 3 Le daltonisme :
 - a. est dû à l'absence de bâtonnets dans la rétine
 - b. peut s'expliquer par une modification des pigments rétinien
 - c. correspond toujours à l'absence de perception de la couleur rouge
 - d. peut apparaître au cours de la vie
- 4 Les cônes :
 - a. sont tous identiques
 - b. sont uniquement sensibles à l'intensité de la lumière
 - c. ont une densité importante dans la fovéa
 - d. peuvent être groupés en deux catégories
- 5 La rétine :
 - a. est formée d'une seule couche cellulaire
 - b. est formée de plusieurs couches de cellules photoréceptrices
 - c. comporte une zone dépourvue de cellules photoréceptrices
- 6 La vision centrale :
 - a. est plus précise que la vision périphérique
 - b. permet de distinguer les couleurs
 - c. est très sensible aux faibles éclaircissements
- 7 Les opsines :
 - a. sont des pigments photorécepteurs
 - b. sont des cellules photoréceptrices
 - c. sont des molécules

3 Analyser un document

Un patient, ayant eu un accident vasculaire cérébral, est capable de recopier des dessins sans identifier ce qu'il dessine.



Résultats des IRM.

IRM cérébral témoin (A) et du patient (B).

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après le document, on peut dire que :

- 1 La rétine et les voies visuelles du patient :
 - a. fonctionnent correctement
 - b. n'envoient pas de message nerveux au cerveau
 - c. envoient un message nerveux vers le cortex visuel
 - d. ont été endommagées
- 2 La zone endommagée par l'accident cardiovasculaire :
 - a. est localisée dans les deux hémisphères
 - b. empêche la réception des messages nerveux issus de la rétine
 - c. contient la zone de reconnaissance du mouvement
 - d. contient la zone de reconnaissance des formes
- 3 L'IRM :
 - a. permet de visualiser les zones lésées du cerveau
 - b. permet de mesurer le message nerveux
 - c. indique les zones où sont localisés les neurones
 - d. permet de déterminer les longueurs d'ondes absorbées

Appliquer ses connaissances

4 Bac Les performances visuelles de la rétine

DOCUMENT 1. La rétine, un capteur haute définition

La lumière est reçue par l'œil comme par une caméra : un diaphragme, l'iris, permet de régler la quantité de lumière passant à travers la pupille. Les rayons lumineux sont déviés par réfraction lors de la traversée de milieux transparents (cristallin principalement) comme ils le sont par les lentilles d'un objectif. L'analogie est suffisante pour que notre œil soit qualifié de « caméculaire ».

On appelle « définition de l'image », le nombre de capteurs par mm^2 . Elle diffère de manière importante entre une caméra, aussi perfectionnée soit-elle, et notre œil. La rétine de notre œil contient environ 180 000 capteurs par mm^2 dans sa région centrale, chacun d'entre eux correspondant à un point de l'image. Pour les caméscopes grand public, le nombre de capteurs est de 10 000 par mm^2 ...

D'après Sciences & Vie, novembre 1994

DOCUMENT 2. Densité des photorécepteurs au niveau de la rétine

Densité des photorécepteurs de la région centrale de la rétine	180 000 cônes par mm^2 0 bâtonnet
Densité des photorécepteurs de la rétine périphérique	3 000 à 4 000 cônes par mm^2 80 000 bâtonnets par mm^2

QUESTIONS

- 1 Comparer le nombre de capteur par mm^2 entre la rétine de notre œil et un caméscope.
- 2 En utilisant vos connaissances, donner les propriétés des deux types de photorécepteurs de la rétine.
- 3 Expliquer les propriétés différentes de la rétine centrale et de la rétine périphérique.

5 Interpréter une anomalie du champ visuel

- Le champ visuel des yeux s'étend sur 180° horizontalement avec un champ commun central de 120° . Un patient présente un champ visuel modifié avec une perte de la vision dans les deux secteurs latéraux.
- Un tel déficit du champ visuel peut être mis en relation avec une rupture de la transmission du message nerveux entre la rétine et les aires visuelles.

QUESTIONS

- 1 Donner des arguments qui montrent que l'anomalie touche les voies optiques.
- 2 Sur le document 2, localiser le lieu de rupture de transmission du message pour cette anomalie.
- 3 Quelle serait l'anomalie du champ visuel observée en cas de rupture de transmission du message en 1 ? en 4 ?

DOCUMENT 1. Champs visuels

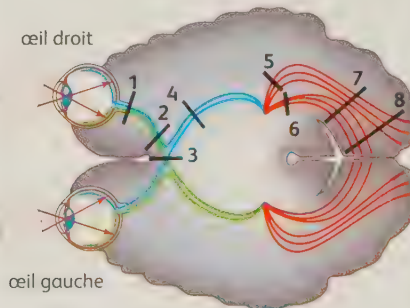
Normal



Patient



DOCUMENT 2. Les voies optiques



6 Comment la lecture s'écrit dans le cerveau humain

L'Homme a inventé l'écriture et la lecture il y a quelque 5 000 ans.

On cherche à comprendre comment ces activités s'inscrivent dans le cerveau humain.

L'idée ne vient à personne de faire de l'écriture autre chose qu'une intervention culturelle. Il a donc fallu que l'apprentissage de la lecture s'inscrive dans des régions cérébrales préexistantes, par un mécanisme de recyclage de fonctions diverses. Pour comprendre cela, une équipe de chercheurs dirigée par Stanislas Dehaene a conduit une vaste étude d'imagerie cérébrale. En l'occurrence, il s'agissait de comparer l'activité de lecture chez des sujets adultes ayant des compétences en lecture très diverses : certains étaient totalement analphabètes, d'autres avaient appris à lire à l'âge adulte, d'autres enfin avaient suivi un cursus scolaire normal.

Chez tous les individus qui avaient appris à lire, l'activité générale des aires visuelles étaient plus marquée.

C'était aussi le cas, quand la tâche consistait à écouter du langage parlé, dans le cortex auditif, notamment dans une région spécialisée dans le codage des phonèmes. Cela pourrait avoir un lien avec l'incapacité des analphabètes à effectuer des jeux de langage comme la suppression du premier son d'un mot.

L'intérêt majeur d'inclure des analphabètes dans l'étude était de révéler la fonction « naturelle » de certaines aires recrutées par l'apprentissage de la lecture. Celle-ci empiète particulièrement sur une zone dévolue à la reconnaissance visuelle des objets et des visages. Cela signifie-t-il que la capacité d'un lecteur à reconnaître un visage est dégradée ? L'hypothèse reste à tester.

Hervé Morin, LE MONDE (13/11/2010)

QUESTIONS

- 1 Quelle est la technique utilisée ici pour étudier l'activité des aires cérébrales ?
- 2 Relever les indications montrant un lien entre lecture et aires cérébrales.
- 3 Quel est l'intérêt de mener cette étude sur des personnes analphabètes ?
- 4 Quelles sont les données indiquant que la fonction d'une aire cérébrale peut être variable ?

Histoire et sciences

7 Localiser les aires cérébrales

► Le docteur Tatsuji Inouye (1880-1976) est l'un des premiers scientifiques à avoir étudié les aires cérébrales associées à la vision. Son étude porta sur des soldats qui avaient été blessés à la tête. En effet, lors de la guerre russo-japonaise de 1905, un grand nombre de militaires furent blessés mais non tués. Ceci était dû à la modernisation des fusils russes qui envoyaient des projectiles plus petits et plus rapides.

► Ceci eut pour conséquence que lorsque les balles atteignaient le crâne, elles le traversaient de part en part, mais elles ne le faisaient pas exploser.

► Constatant cela, le docteur eut l'idée de localiser très précisément les zones lésées de l'encéphale, et de soumettre à des tests visuels les malheureux blessés. C'est ainsi qu'il localisa le premier les aires cérébrales.

QUESTIONS

- 1 Quelle découverte le docteur réalisa-t-il ?
- 2 Comment put-il associer lésion et fonctions cérébrales ?
- 3 Comment localise-t-on actuellement les aires cérébrales visuelles ?



Allégorie du traité de paix russo-japonais conclu le 6 septembre 1905.

Couleurs et Arts



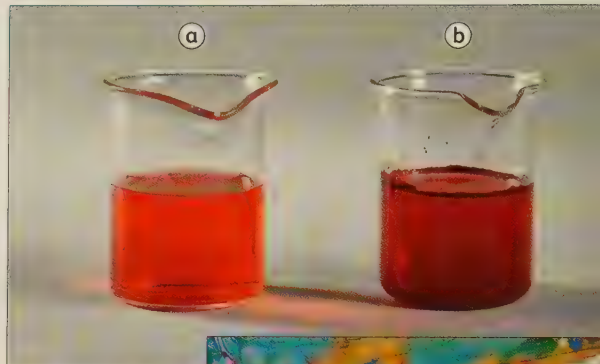
L'artiste peintre ne dispose que de quelques matières colorées pour réaliser son œuvre. Sa connaissance des mélanges lui permet de réaliser toutes les nuances qui permettront à sa peinture de « capter la lumière » et de restituer toutes ses émotions. Quels mécanismes physico-chimiques sont à l'œuvre dans notre œil permettant de percevoir l'« infinité » des couleurs de la matière ?

Colorants et pigments, hier et aujourd'hui

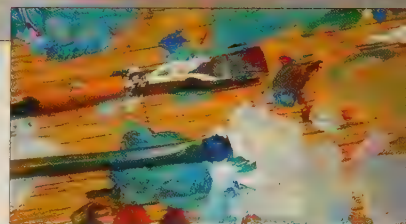
Doc. 1 Un peu de vocabulaire

- **Solution** : mélange liquide homogène de deux ou plusieurs substances. La substance majoritaire est le **solvant**, les substances minoritaires sont les **solutés**.
- **Suspension** : mélange hétérogène d'une phase dispersée (le plus souvent un solide en poudre) dans une phase dispersante (le plus souvent un liquide).
- **Colorant** : espèce soluble dans le milieu qu'elle colore. On désigne par **teinture** le colorant d'une fibre textile.
- **Pigment** : espèce dispersée dans le milieu qu'elle colore.

1. Déduire. Pourquoi tous les pinceaux (peinture à l'huile, aquarelle, etc.) ne se lavent-ils pas avec le même solvant ?



a Colorant dissous en solution **(a)**, pigment dispersé dans un solvant **(b)**.



b Pinceaux pour peinture à l'huile.

Doc. 2 L'enjeu économique des matières colorées

L'indigo, l'un des plus anciens colorants connus, reste aujourd'hui très employé, la mode des jeans lui ayant donné une nouvelle jeunesse. [...] Au XIX^e siècle, le commerce de l'indigo était contrôlé par l'Angleterre qui avait établi aux Indes de nombreuses plantations [d'indigotiers] et indigoteries. Ce ne sera bientôt plus qu'un souvenir, sous les coups de la BASF, qui, après la synthèse de l'alizarine, va réussir celle de l'indigo. [...] Entre la prise du premier brevet en 1880 et la commercialisation, il s'est écoulé 17 ans, pendant lesquels la BASF a investi 18 millions de marks-or, une somme supérieure à la valeur du capital de l'entreprise.

Georges Bram et Nguyễn Trong Anh, *L'avènement des colorants synthétiques*, Dossier HS « POUR LA SCIENCE » n° 266, Éditions Pour la Science, décembre 1999.

a La synthèse de l'indigo.

2. Rechercher. B2i

Quelle est la signification des initiales de la BASF ? Dans quels domaines cette entreprise est-elle présente aujourd'hui ? Quel est son classement mondial ?

3. Lire. L'indigo est-il un produit naturel ou de synthèse ?



b Laboratoire de fabrication de l'indigo de la BASF (1910).



c Fioles de colorants synthétiques créés au début du XIX^e siècle. Un nombre croissant de colorants synthétiques sont produits à grande échelle, supplantant l'industrie de l'extraction des colorants naturels.

Doc. 3 Différents pigments bleus

Des chercheurs en histoire de l'art ont étudié l'utilisation des différents pigments bleus dans les tableaux des XIV^e et XV^e siècles.

L'usage de la couleur bleue devient très fréquent dès le XIII^e siècle. Le bleu est, surtout dans l'occident chrétien, tout au long du Moyen Âge et de la Renaissance, la couleur de la Vierge Marie. Lorsque les peintres devaient représenter le manteau de la Vierge, ils préféraient le bleu pur et saturé des vêtements luxueux à la couleur grisâtre des toiles des [paysans]. Dans l'occident médiéval, le nombre des pigments permettant d'obtenir la couleur bleue est limité.

Le **lapis-lazuli** est une pierre semi-précieuse extraite des montagnes de l'Afghanistan. En raison de son origine par delà la Méditerranée, il est appelé bleu d'outremer dans l'Europe médiévale.

L'**azurite** est extraite des mines de cuivre dans les régions montagneuses d'Europe Centrale d'où ses diverses appellations de bleu d'Allemagne ou bleu de montagne.

Les **cendres bleues**, pigment artificiel, sont chimiquement très proches de l'azurite. [Elles sont fabriquées à partir de cuivre et probablement de sels d'ammonium et de chaux.] L'**indigo**, d'origine végétale, provenait de l'Inde d'où il tire son nom.

Les œuvres réunies dans cette étude comportent à peu près le même nombre de manteaux peints en azurite que de manteaux peints en lapis-lazuli. Quel que soit le matériau utilisé, les peintres obtenaient le bleu très foncé qu'ils souhaitaient. En fait, le choix du pigment dépendait d'autres paramètres comme l'importance de l'œuvre, son format, la richesse du commanditaire.

Il n'apparaît pas de règle évidente d'usage, ou de restriction à l'usage, du lapis-lazuli ou de l'azurite : ces deux pigments étaient à la disposition des artistes de la péninsule italienne qui les utilisaient du XII^e au XV^e siècle, dans des combinaisons complexes de broyage et de superposition.



Exemple d'utilisation de l'azurite.
La Vierge d'Humilité, entourée d'anges musiciens (école italienne, XV^e siècle), huile sur toile, Avignon, musée du Petit Palais.



Exemple d'utilisation du lapis-lazuli.
Ambrogio Lorenzetti, Adoration des Mages, vers 1340, huile sur bois, Paris, musée du Louvre.

D'après Elisabeth Martin & Ségolène Bergeron,
Des bleus profonds chez les Primitifs italiens. TECHNE n° 4, 1996.

■ **Utilisation de différents pigments bleus.** Les tableaux présentés proviennent de l'étude réalisée.

4. **Expliciter.** En quoi l'azurite et les cendres bleues diffèrent-elles ?

5. **Rechercher.** B2i Citer un pigment d'origine animale et un pigment d'origine végétale.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Recopier les affirmations suivantes en choisissant les termes corrects.

- Une solution est un liquide **homogène** / **hétérogène**, dont on distingue la substance majoritaire, appelée **solvant** / **soluté**, et les substances minoritaires, appelées **solvants** / **solutés**.
- Les pigments sont **dissous** / **dispersés** dans le milieu qu'ils colorent alors que les colorants sont **dissous** / **dispersés** dans un solvant.
- Une teinture est un cas particulier de **pigment** / **colorant**.

Rédiger

Rédiger un court texte expliquant quelles ont été les conséquences économiques de la synthèse des matières colorées par rapport à leur extraction des milieux naturels.

2 Paramètres influant sur la couleur

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 La teinture à l'ancienne ou « teinture sur mordant »

Le « mordant » est une espèce chimique qui sert d'intermédiaire de fixation entre le colorant et la fibre : cette opération est le « **mordançage** ».

RÉALISER

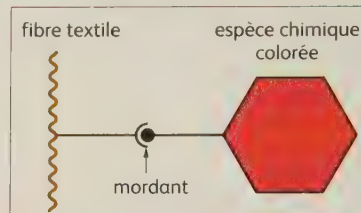


A Préparation des colorants

- ▶ Dissoudre quelques grains d'alizarine dans 100 mL d'eau chaude.
- ▶ Répartir la solution dans trois récipients A, B et C.
- ▶ Préparer suivant le même protocole trois récipients A', B' et C' à partir de quelques grains de cochenille.

B Préparation des échantillons de laine

- ▶ On dispose d'échantillons de laine brute préalablement trempés (1 heure environ) dans différents mordants :
 - 1 {chlorure d'étain et tartrate de potassium}
 - 2 {dichromate de potassium et acide formique}
 - 3 {sulfate de fer III}
- ▶ Les égoutter, mais **ne pas les rincer**.
- ▶ Les introduire chacun dans un des récipients A, B, C, A', B' ou C' et laisser agir à chaud pendant quelques minutes.
- ▶ Égoutter, rincer et sécher les échantillons.



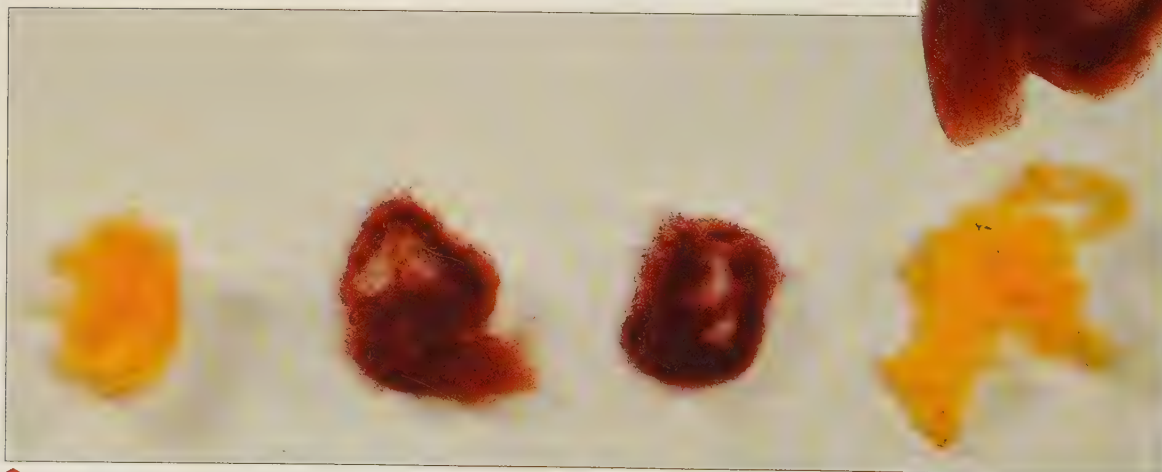
a Schématisation du principe de la « teinture sur mordant ».

1. Observer. Comment qualifier l'effet du mordant sur la couleur de la fibre pour un colorant donné ?

2. Rechercher. B2i

a. Quelle est l'origine de la cochenille ?

b. Au Moyen Âge, les teinturiers s'installaient au bord des rivières, en aval du quartier des tanneurs : les colorations des fibres étaient alors plus éclatantes. Comment l'expliquer ?



b Échantillons de laine teints à l'alizarine différemment mordancés.

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 Teinture dans un bain de cochenille

RÉALISER



- On dispose d'une solution de cochenille acidifiée. La porter à une température de l'ordre de 60 °C.
- Y plonger trois échantillons de textile : laine, nylon et coton.
- Laisser agir à chaud pendant quelques minutes, puis sortir les échantillons du bain, les rincer, les essorer et les sécher au sèche-cheveux.



■ Échantillons de différents textiles teints à la cochenille.

- Observer.** Comparer les colorations prises par les échantillons.
- Interpréter.** Quel facteur influant sur la couleur a-t-il été mis en évidence dans cette expérience ?
- Mettre en relation (docs 1 et 2).** Citer deux paramètres pouvant influencer sur la couleur d'une fibre teintée.

Doc. 3 Les matériaux photochromes

Les matériaux photochromes font partie de la vaste famille des matériaux « X-chromes », à savoir des matériaux qui changent de couleur sous l'effet d'une excitation extérieure (température, pression, taux d'humidité, etc.). En particulier, un matériau photochrome est une substance chimique, dont la coloration est modifiée sous l'effet d'une excitation lumineuse. Ce phénomène peut être réversible ou non, et sa vitesse est fortement dépendante du matériau et de la nature de l'excitation.

Les matériaux à effet photochrome les plus prometteurs sont sans doute les oxydes à base de molybdène. Ainsi, sous excitation UV, MoO_3 passe du jaune pâle à un bleu intense.

Violaine Coué, Rémi Dessapt, Martine Bujoli-Dœuff, Stéphane Jobic,
Institut des matériaux Jean Rouxel (CNRS/Université de Nantes)
Extrait du site CNRS/saga science/Chimie & beauté, http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/couleurs/materiaux_photochromes.html



■ Les verres photochromes de ces lunettes deviennent plus foncés lorsqu'ils sont exposés à la lumière UV.

■ Des matériaux qui changent de couleurs.

- Lire.** Quel facteur influence la couleur d'un matériau photochrome ?
- Interpréter.** Comment pourrait-on qualifier un matériau dont la couleur change en fonction de la température ?
- Imaginer.** Dans les domaines suivants, imaginer des exemples d'application de ce type de matériaux.
SANTÉ - BÂTIMENT - TRANSPORT - COSMÉTIQUE - MODE - SPORT - ART.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- La couleur d'une fibre teintée dépend du mode de fixation du colorant.
- La couleur produite par un colorant donné est la même sur toutes les fibres.
- La couleur d'un matériau thermochrome dépend de la température.

Rédiger

Citer cinq facteurs qui peuvent modifier la couleur d'un milieu coloré ; donner un exemple pour chacun des cas.

3 Synthèse additive

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Réaliser la synthèse additive des couleurs

DISPOSITIF

- Une source de lumière blanche est munie de deux miroirs et de trois filtres F_1 , F_2 et F_3 permettant d'obtenir trois faisceaux : rouge, vert et bleu.
- Les miroirs sont orientables de façon à superposer les faisceaux lumineux sur l'écran. L'écran est blanc.



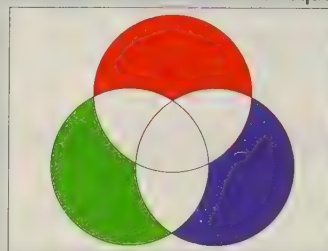
Dispositif permettant de superposer des lumières de différentes couleurs.



RÉALISER

- Observer la couleur de l'écran lorsqu'on superpose deux des trois faisceaux lumineux (trois cas possibles), puis lorsque l'on superpose les trois faisceaux.

1. Observer. Résumer les observations en complétant le schéma ci-dessous avec les couleurs adéquates.



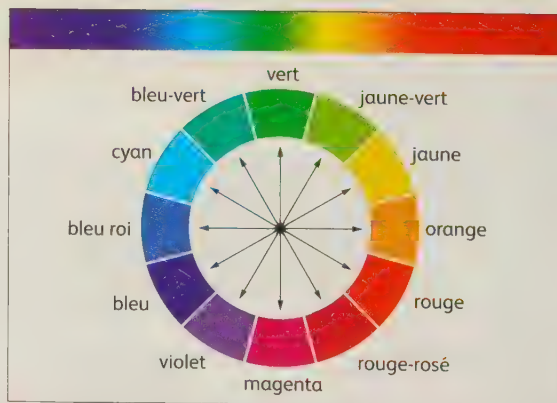
2. Mettre en relation. En utilisant vos connaissances du chapitre 3 sur les trois types de cônes, expliquer pourquoi la perception des couleurs autres que le rouge, le bleu ou le vert est qualifiée de « **synthèse additive** » des couleurs.

Doc. 2 Le cercle chromatique

- Deux couleurs sont dites **complémentaires** si leur synthèse additive donne le blanc. Ainsi :
 - la couleur complémentaire du vert est le magenta.
 - en effet, le magenta est la « somme » du rouge et du bleu ;
 - de même, la couleur complémentaire du bleu est le jaune (jaune = vert + rouge) ;
 - enfin, la couleur complémentaire du rouge est le cyan (cyan = bleu + vert).

► Pour connaître la couleur complémentaire d'une couleur donnée, on utilise un **cercle chromatique**, représentation conventionnelle circulaire des couleurs. Il peut ne comporter que les six couleurs étudiées au **doc. 1** ou être plus élaboré comme ci-contre. Dans ce cas, les couleurs sont ordonnées comme au sein d'un arc-en-ciel, la fermeture du cercle s'effectuant par une transition du rouge au violet via le rouge-rosé et le magenta.

- Deux couleurs diamétralement opposées sur le cercle sont complémentaires l'une de l'autre.



Spectre de la lumière blanche et cercle chromatique.

3. Observer. Quelle est la couleur complémentaire du jaune ?

4. Déduire. Quelle est la couleur d'une lumière obtenue par la superposition de lumières rouge + bleu + jaune ?

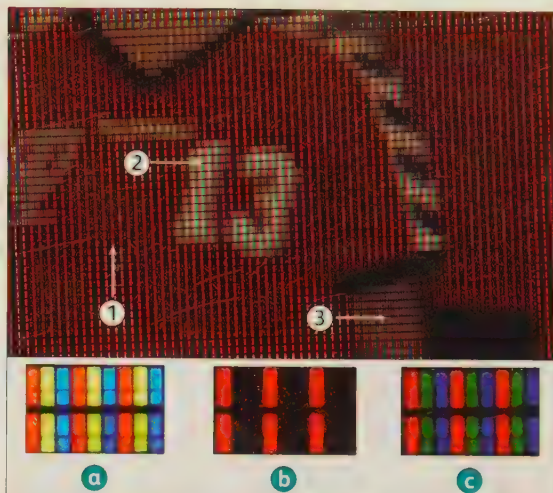
Doc. 3 Les couleurs d'un écran lumineux

- L'écran de télévision, d'ordinateur ou de téléphone portable est formé d'alignements réguliers de photophores rouges (R), verts (V) et bleus (B).
- Les trois photophores émettent des lumières qui, se superposant, sont susceptibles de restituer les couleurs suivant le principe de la synthèse additive.

5. Comprendre. Associer son grossissement à chacune des zones ①, ② et ③ de l'écran représenté ci-contre.

6. Observer. Regarder une zone colorée d'un écran d'ordinateur à l'aide d'une loupe. Quels sont les photophores « allumés » pour une couleur jaune ?

7. Déduire. **B2i** Dans les logiciels de dessin, les couleurs sont créées en « mode RVB ». Les couleurs sont définies par trois nombres allant de 0 à 255 : par exemple, le nombre associé au bleu définit la « quantité de bleu » dans la couleur créée. Comment créer du jaune ? Vérifier sur un ordinateur.



Écran de téléphone portable et grossissements de quelques zones.

EXPÉRIMENTER

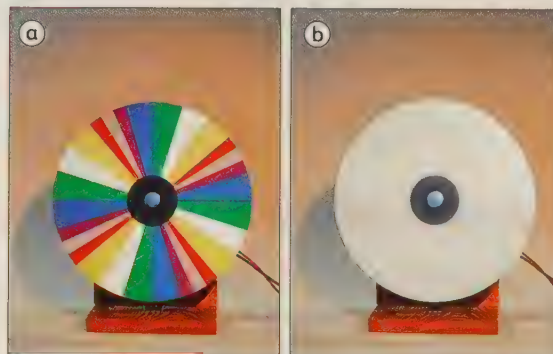
Doc. 4 La persistance rétinienne



RÉALISER Le « disque de Newton »

- Mettre en rotation rapide un disque découpé en secteurs colorés avec les couleurs de l'arc-en-ciel. Si possible, noter à partir de quelle vitesse de rotation les couleurs différentes ne se distinguent plus.

9. Interpréter. Sachant que le temps de réponse d'une cellule photoréceptrice rétinienne (cône) est de l'ordre de 0,1 s, justifier l'apparente couleur blanc-gris du disque en rotation rapide.



Disque de Newton fixe (a) ou en rotation (b).

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Choisir la réponse exacte.

- On éclaire une feuille de papier blanc simultanément avec une lumière rouge et une lumière bleue. On voit la feuille :
☐ blanche ☐ magenta ☐ jaune
- Dans la question a., les lumières se superposent.
 On parle de : ☐ synthèse additive ☐ synthèse soustractive
- Un disque est divisé en six secteurs égaux colorés alternativement en rouge et vert. Quelle couleur observe-t-on lorsqu'il tourne très rapidement ?
☐ blanc ☐ noir ☐ jaune ☐ cyan ☐ magenta

Rédiger

« On peut obtenir une lumière blanche en superposant différentes lumières colorées. »
 Proposer et détailler trois situations qui illustrent cette affirmation.

4 Synthèse soustractive

Doc. 1 Soustraire des couleurs

► On réalise un dispositif optique constitué d'une source de lumière blanche qui éclaire une **cuve remplie d'une solution colorée**. La lumière passe ensuite à travers un réseau, système optique permettant de disperser la lumière. Le spectre de la lumière obtenue est projeté sur un écran de projection.

► La cuve est remplie d'une solution d'un colorant alimentaire bleu (**document b**) puis jaune (**document c**).

► La solution joue le rôle de filtre et absorbe certaines radiations lumineuses : on parle alors de **synthèse soustractive de la couleur**.

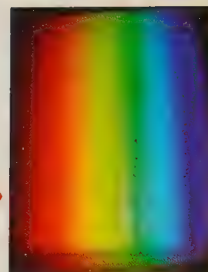
1. Schématiser. Réaliser un schéma du dispositif expérimental.

2. Observer. Quelle est la couleur de la lumière blanche soustraite par la solution bleue (**document b**) ? Celle soustraite par la solution jaune (**document c**) ?

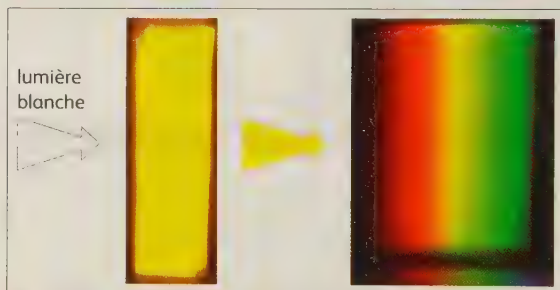
3. Interpréter. Confronter ces observations au **doc. 2** page 62 en recherchant sur le cercle chromatique quelles sont les couleurs complémentaires du bleu et du jaune.

4. Appliquer. Quelle est la couleur soustraite par une solution de colorant magenta ?

Spectre de la lumière blanche. **a**



b Spectre de la lumière après traversée de la solution bleue.



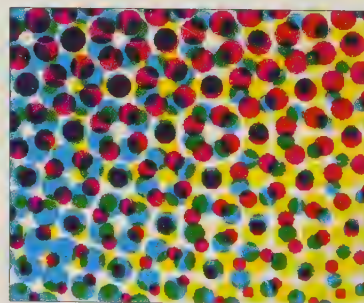
c Spectre de la lumière après traversée de la solution jaune.

Doc. 2 La couleur en imprimerie

► Explorons la technique de l'impression en quadrichromie. Les couleurs sont obtenues en utilisant quatre encres de couleurs différentes : le magenta, le jaune, le bleu et le noir.

En cours d'arts plastiques, on énonce :

« Le magenta, le jaune et le cyan sont les couleurs primaires qui, comme le blanc, ne peuvent pas être obtenues en mélangeant d'autres couleurs. En revanche, en mélangeant ces trois couleurs primaires ensemble en quantités égales, on obtient du noir. On les appelle primaires, car ce sont les premiers maillons de la chaîne des couleurs : c'est en les mélangeant que l'on peut produire d'autres couleurs. »



Page imprimée vue à la loupe.

5. Lire. En imprimerie, doit-on parler de synthèse soustractive ou de synthèse additive ?

6. Observer. Quelle couleur donne la superposition d'un point bleu et d'un point jaune ?

7. Mettre en relation (docs 1 et 2). Interpréter la réponse de la question 6.

8. Rechercher. **B2i** L'encre noire est-elle indispensable ? Pourquoi l'utilise-t-on ?

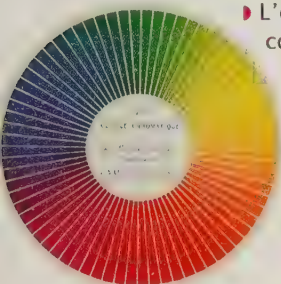
EXPÉRIMENTER

Doc. 3 Les ombres colorées

► Michel Eugène Chevreul (1786 -1889), chimiste remarquable, a dirigé pendant 60 ans l'atelier des teintures de la Manufacture des Gobelins. Il y fit, entre autres travaux, des recherches sur la couleur qui portent sur la découverte de la loi des contrastes simultanés des couleurs, la stabilité des teintures et la classification des couleurs.

► Les peintres impressionnistes, fins observateurs de la nature et grands coloristes, avaient remarqué que les ombres ne sont jamais noires : elles sont légèrement teintées.

► D'après Chevreul, « cette coloration n'est point due à la couleur du ciel, comme tant de personnes l'ont cru ; car si les corps, au lieu d'être frappés par la lumière orange du soleil à l'horizon l'étaient par une lumière rouge, l'ombre paraîtrait verte, par une lumière jaune, l'ombre paraîtrait violette. »



► L'ombre est donc de la couleur complémentaire de la lumière éclairant le sujet. Vérifions l'interprétation de Chevreul.

a Chevreul a créé une classification de 14 400 coloris à partir d'un cercle chromatique de 72 tons de base.



b Claude Monet, *Les meules ; fin d'été, Giverny*, 1891, huile sur toile, Paris, musée d'Orsay.

RÉALISER

- Reprendre le dispositif du **doc. 1** page 62 avec les trois filtres rouge, vert et bleu.
- Placer un objet en avant de l'écran.
- Observer les couleurs des trois ombres de l'objet.

9. Analyser. Sur la photographie c, l'ombre jaune apparaît au centre. Quelles sont les couleurs des deux filtres placés à gauche et à droite du dispositif ?

10. Interpréter. À l'aide de cette expérience, justifier l'interprétation de Chevreul.



c Ombres colorées d'un objet éclairé par trois faisceaux R, V, B.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- a.** Un objet bleu absorbe la lumière jaune.
- b.** La couleur d'une ombre dépend de la couleur de l'objet.
- c.** On obtient une peinture noire en mélangeant du jaune, du vert et du magenta.
- d.** Dans l'expérience du **doc. 3**, on parle de synthèse soustractive.

Rédiger

Peut-on réaliser toutes les colorations à l'aide des colorants rouge, bleu et jaune ? Justifier.

5 Couleurs et mélanges

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Une peinture à l'ancienne

Pour préparer une peinture, un pigment n'est pas utilisable tel quel. Il faut :

- le broyer à la bonne dimension (de 0,1 à 100 μm suivant les cas) ;
- le disperser dans un « liant » dit « siccatif » (qui durcira au séchage) ;
- fluidifier le mélange grâce à un « diluant » ;
- ajouter éventuellement une matière neutre, dite « de charge », si la couleur est trop intense.

RÉALISER



- Intégrer un composant de chaque colonne du tableau a. pour préparer le mélange.
- Étaler à l'aide d'une spatule ou d'un pinceau sur un carton ou une planchette et laisser sécher.
- Comparer les résultats obtenus avec divers liants pour un pigment donné.

1. **Interpréter.** Que devient le diluant lors du séchage ?

2. **Aller plus loin.** L'oxyde de zinc réagit lentement avec l'huile. Quelles conséquences cela peut-il avoir sur le vieillissement d'une œuvre d'art ?

Pigments broyés (couleur)	Liants	Diluants	Matières de charge
Noir de carbone Oxyde de fer Oxyde de zinc	Blanc d'œuf Jaune d'œuf Huile de lin	Essence de térébenthine White spirit Eau	Alumine Craie

a Exemples de constituants pour une peinture.



b Une peinture réalisée en classe.

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 Mélanger les pigments

Les pigments utilisés par les artistes peintres sont référencés par un code. Ainsi peut-on lire les indications ci-contre sur les étiquettes de quatre pigments.

RÉALISER



- À l'aide de pinceaux, mélanger du blanc de titane, de l'outremer foncé et du bleu primaire afin d'obtenir une peinture dont la couleur est identique à celle de l'imitation du bleu de cobalt.

3. **Rechercher.** **B2i** Chercher la formule chimique du pigment PB29.

4. **Interpréter.** En mélangeant des pigments dans une peinture, réalise-t-on une synthèse additive ou soustractive ? Justifier.

Blanc de titane	Outremer foncé	Bleu primaire	Imitation du bleu de cobalt
PW6	PB29	PB 15 : 3	PB29 – PW6 – PB 15 : 3

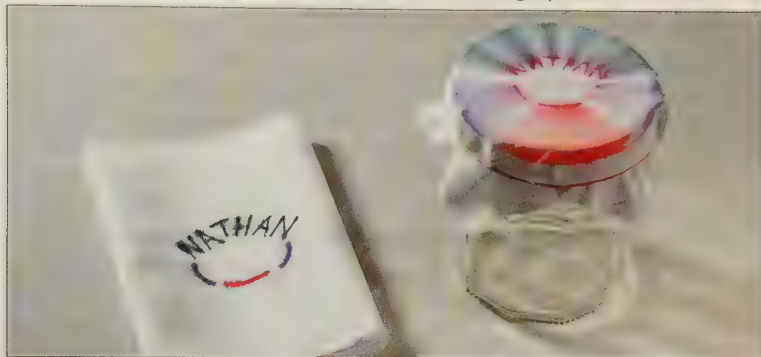
- Mélange de trois peintures restituant la couleur de l'imitation du bleu de cobalt.



EXPÉRIMENTER

Doc. 3 Identifier des mélanges de colorants

Les stylos couramment utilisés contiennent le plus souvent plusieurs espèces chimiques colorées. Mettons-le en évidence en réalisant une chromatographie.



■ Chromatographie sur tissu d'encres de stylos.

RÉALISER



- ▶ Écrire quelques mots au centre d'un carré de tissu avec différentes encres.
- ▶ Tendre le tissu sur un pot de confiture.
- ▶ Verser goutte à goutte de l'éthanol au centre du motif.
- ▶ Observer la migration des couleurs.

5. Décrire. Quelle est l'action de l'éthanol sur les encres ?

6. Observer. Quelles sont les couleurs des colorants qui composent chaque encre ?

7. Interpréter. Justifier la couleur apparente noire de l'encre utilisée alors qu'elle ne contient pas de colorant noir.

EXPÉRIMENTER

Doc. 4 Extraire un colorant d'un mélange

Montrons que la couleur verte des sirops de menthe est due à la présence d'au moins deux colorants alimentaires.



RÉALISER



- ▶ Dans un tube à essais, verser quelques millilitres de sirop de menthe vert.
- ▶ Ajouter quelques millilitres d'acétone.
- ▶ Agiter vigoureusement puis laisser reposer.

8. Interpréter. La densité de l'acétone est de 0,8 et celle de l'eau très sucrée de 1,1. Dans quel solvant se trouve le colorant bleu ?

9. Déduire. Combien de colorants, au moins, le sirop de menthe contient-il ?

10. Conclure. La synthèse des couleurs réalisée dans le sirop de menthe est-elle additive ou soustractive ?



■ À gauche, tube à essais témoin contenant du sirop de menthe. À droite, tube à essais après séparation des deux phases.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter en utilisant les propositions suivantes. *synthèse(s) soustractive(s) • insuffisant • substances colorées • mélange(s)*

La couleur est un élément fondamental des Arts. Le nombre de ... est ... pour réaliser l'ensemble des couleurs nécessaire à la démarche de l'artiste. Pour y remédier, il utilise des ... de matières colorées, ce qui permet de réaliser la ... des couleurs.

Rédiger

Décrivez succinctement deux techniques expérimentales permettant de mettre en évidence la présence de colorants ou de pigments dans un milieu.



a Pour obtenir un tissu violet, on utilisait autrefois de la pourpre, une teinture obtenue à partir de coquillages marins, les *Murex* et les *Purpures*. Aujourd'hui, on utilise de la mauvéine, un colorant artificiel découvert par sir William Henry Perkin en 1856. Ci-dessus, la robe que la reine Victoria porta à la Royal Exhibition pour lui rendre hommage.

1 La couleur de la matière

La couleur d'un matériau ou d'un objet dépend de :

- sa matière, par les colorants et pigments qu'elle contient ;
- la lumière qui l'éclaire.

1.1 Colorants et pigments

- ▶ Un **colorant** est une espèce chimique soluble dans le milieu qu'elle colore. Une **teinture** est un colorant « dissous » dans une fibre.
- ▶ Un **pigment** est une espèce chimique dispersée dans le milieu qu'elle colore.
- ▶ Jusqu'au début du XIX^e siècle, colorants ou pigments étaient **d'origine naturelle** : d'origine minérale pour les pigments, d'origine végétale ou animale pour les colorants. Ensuite, la **chimie de synthèse** a permis de produire des espèces colorées plus variées et en grande quantité.

1.2 Paramètres influant sur la couleur

Sous une lumière donnée, la couleur apparente d'un milieu **dépend de certains paramètres**, parmi lesquels :

- la nature et les caractéristiques du milieu (pH, solvant, etc.) ;
- la présence d'un ou plusieurs colorants ou pigments ;
- les paramètres extérieurs : température, lumière, etc.

1.3 Mise en évidence de pigments ou colorants

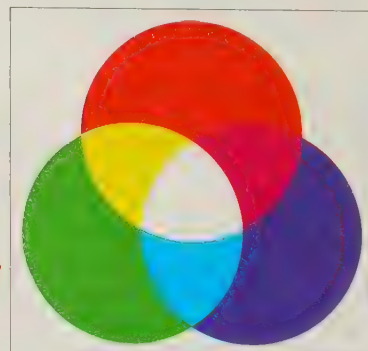
La **chromatographie** ainsi que l'**extraction par un solvant** permettent de séparer les espèces colorées d'un mélange. Ces techniques reposent sur les différences d'affinité des espèces chimiques entre les solvants ou les supports solides.

2 Synthèse additive

2.1 Superposition de lumières colorées : synthèse additive

- ▶ La lumière solaire blanche est la superposition d'une infinité de radiations. Elle est dite « **polychromatique** ».
- ▶ Les lumières colorées arrivent ensemble sur la rétine de l'œil. Les trois types de cônes de la rétine, sensibles au bleu, au rouge ou au vert, envoient des messages nerveux au cerveau, dont l'interprétation conduit à une sensation colorée. Ainsi : L'œil et le cerveau réalisent la **synthèse additive** des lumières reçues en « additionnant » les lumières. Les trois couleurs **Rouge, Vert, Bleu** sont appelées **couleurs primaires de la vision**.

Synthèse additive des couleurs primaires. Les trois couleurs **Rouge, Vert et Bleu** suffisent pour obtenir des lumières de toutes les couleurs.



c



b Couleurs d'un jus de chou rouge à différents pH.

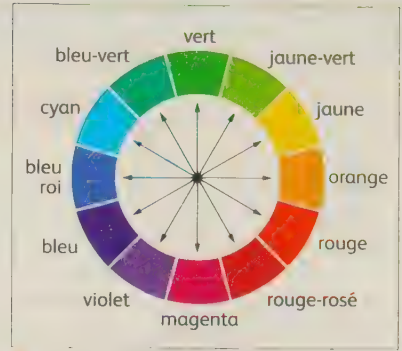
2.2 Lumières complémentaires et cercle chromatique

Deux couleurs sont des **couleurs complémentaires** si leur synthèse additive donne le blanc. Ainsi :

- la complémentaire du **rouge** est le **cyan** (cyan = bleu + vert) ;
- la complémentaire du **vert** est le **magenta** (magenta = rouge + bleu) ;
- la complémentaire du **bleu** est le **jaune** (jaune = vert + rouge).

Le **cercle chromatique** est une représentation conventionnelle circulaire des couleurs. Celles-ci sont ordonnées comme au sein d'un arc-en-ciel, la fermeture du cercle s'effectuant par une transition du rouge au violet via le rouge-rosé et le magenta.

Pour connaître la lumière complémentaire d'une couleur donnée, on utilise le cercle chromatique : **deux couleurs complémentaires sont diamétralement opposées sur ce cercle**.



d Cercle chromatique.

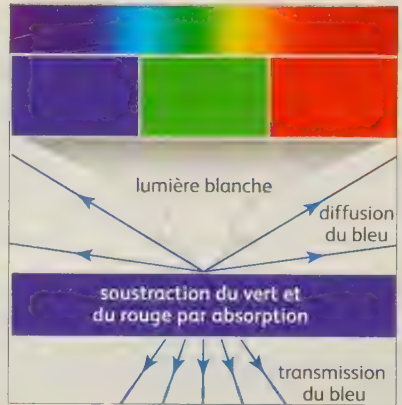
3 Synthèse soustractive

3.1 Observation d'un objet

Un objet éclairé absorbe – **soustrait** – certaines radiations de la lumière qui l'éclaire : c'est la **synthèse soustractive**.

Il diffuse les radiations qu'il n'a pas absorbées : la couleur *perçue* par l'observateur de cet objet est la couleur des radiations qu'il diffuse ou transmet. C'est la couleur complémentaire des radiations qu'il absorbe.

Exemples. Un objet blanc diffuse toutes les radiations qu'il reçoit, un objet noir absorbe toutes les radiations qu'il reçoit, un objet diffusant le bleu (et dont la couleur est donc perçue comme bleue) absorbe le vert et le rouge.



e Action d'un objet sur la lumière.

3.2 Application à la peinture et à l'impression couleur

Les trois couleurs complémentaires des couleurs primaires de la vision sont le **Cyan**, le **Magenta** et le **Jaune**. On les appelle communément les **couleurs primaires de la synthèse soustractive**. Le mélange, en différentes proportions, de quelques colorants ou pigments permet de restituer l'ensemble des couleurs perceptibles.

Exemple de mélange de peintures. On mélange de la peinture jaune et de la peinture magenta. Alors :

- la matière qui compose la peinture jaune absorbe les radiations bleues ;
- la matière qui compose la peinture magenta absorbe les radiations vertes.

Seules les radiations rouges ne sont pas absorbées : le mélange de peintures est de couleur rouge.

MOTS-CLÉS

Colorant • Couleurs complémentaires • Pigment • Synthèse additive
• Synthèse soustractive.



f Synthèse soustractive des couleurs.

Les trois couleurs **Cyan**, **Magenta** et **Jaune** suffisent pour obtenir toutes les couleurs en peinture.

Les sciences autrement

SCIENCES & ÉCONOMIE

L'enjeu des terres rares

■ Les terres rares sont un groupe de métaux utilisés dans des applications technologiques et industrielles très variées, parmi lesquelles le polissage des écrans plats, ou les luminophores des écrans plats, plasma et LCD.

■ Leur production est à 97 % chinoise (gisement géant en Mongolie intérieure). En exportant à des prix très faibles, les Chinois ont éliminé toute concurrence occidentale : leur monopole s'est installé et la Chine a mis en place des quotas d'exportation des terres rares avec un possible arrêt de l'exportation à l'horizon 2014. Cette restriction des exportations a plusieurs objectifs :

- contrôler les rejets polluants : l'extraction nécessite de nombreuses opérations, chacune très polluante. La centaine de petites usines chinoises produisant les terres rares rejetterait ses effluents dans le fleuve Jaune (Huang Hé). La fermeture des petites entreprises les plus polluantes réduira la production ;
- se réserver la production et faire face à la croissance de sa demande domestique ;
- inciter les pays développés à élaborer en Chine leurs produits manufacturés à base de terres rares.



Gisement de terre rare dans la province du Jiangxi, au sud de la Chine.

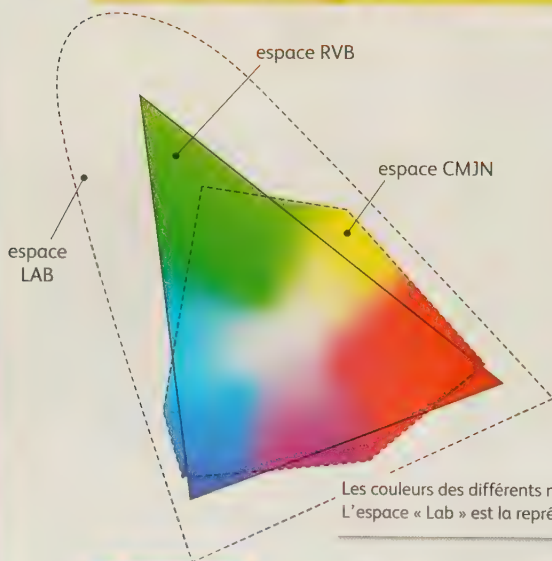
■ Les terres rares sont ainsi un **enjeu économique et géopolitique d'importance**. Les États-Unis les ont intégrées à leur liste de métaux rares critiques et l'Union européenne est également en train de constituer une telle liste.



<http://www.actu-environnement.com/ae/news/interview-christian-hocquard-terres-rares-applications-environnementales-impact-chine-10352.php4>

SCIENCES & MÉTIER

Le photographeur



■ Le métier de photographeur consiste, entre autres, à préparer des images en vue de leur impression. Auparavant, il scannait des photographies, des négatifs ou des éktas pour obtenir une image imprimable en CMJN. Aujourd'hui, son travail consiste à transformer une image numérique en RVB en une image imprimable en CMJN.

■ Ce travail n'est pas aussi simple qu'il y paraît ! La conversion d'un mode à l'autre n'a rien d'automatique, d'autant que le mode RVB permet de créer des couleurs non reproductibles en mode CMJN et *vice versa*... Le photographeur doit le plus souvent « interpréter » les fichiers numériques fournis.

■ Ce métier nécessite d'avoir un sens aigu des couleurs, un goût pour l'image et de solides connaissances informatiques.

Les couleurs des différents modes.

L'espace « Lab » est la représentation des couleurs vues par l'œil humain.



http://www.study.com/formations_metiers/artisanat/relieur_photographeur.htm

Évocation poétique des couleurs

■ La **synesthésie** (du grec *sunaisthêsis*, perception simultanée) est un phénomène neurologique par lequel deux ou plusieurs sens sont associés. Par exemple, les lettres de l'alphabet ou les nombres peuvent être perçus colorés.

■ Mais la synesthésie désigne aussi un **procédé poétique ou artistique** qui permet de mettre en relief une image en faisant appel à d'autres modalités sensorielles. Les *Voyelles* d'Arthur Rimbaud en sont un exemple.

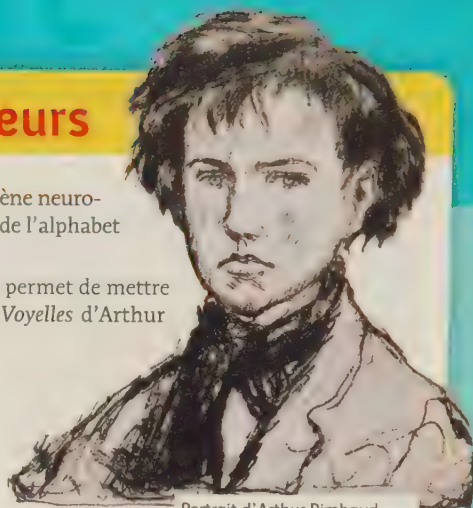
A noir, E blanc, I rouge, U vert, O bleu : voyelles,
Je dirai quelque jour vos naissances latentes :
A, noir corset velu des mouches éclatantes
Qui bombinent autour des puanteurs cruelles,

Golfes d'ombre ; E, candeur des vapeurs et des tentes,
Lances des glaciers fiers, rois blancs, frissons d'ombelles ;
I, pourpres, sang craché, rire des lèvres belles
Dans la colère ou les ivresses pénitentes ;

U, cycles, vibrations divins des mers virides,
Paix des pâtis semés d'animaux, paix des rides
Que l'alchimie imprime aux grands fronts studieux ;

O, suprême Clairon plein des strideurs étranges,
Silence traversés des Mondes et des Anges :
O l'Oméga, rayon violet de Ses Yeux !

Arthur Rimbaud, *Une Saison en enfer* (1873), « Voyelles »



Portrait d'Arthur Rimbaud, d'Armand Coussens, d'après une photographie de Carjat.



<http://lavoixdecassandre.hautetfort.com/archive/2007/06/18/commentaire-voyelles-rimbaud.html>

Exercer son esprit critique

Nuancier 1

Nuancier 2

Crépuscule indien	Rose Haras	Jalousie	Rose 1	Rose 2	Rose 3
Soleil de Tunis	Meknès	Orange carrousel	Jaune 1	Jaune 2	Jaune 3
Oxyde de cuivre	Parfum de pluie	Eucalyptus	Vert 1	Vert 2	Vert 3

Il est souvent difficile de trouver un nom précis pour une couleur. On trouve, dans le secteur commercial, des noms qui prennent leur source dans des domaines des plus variés. Évoquent-ils vraiment une couleur ? Sont-ils là uniquement pour faire rêver ?



Ces nuanciers présentent les mêmes teintes.
Dans lequel auriez-vous envie de choisir une couleur ?

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Quelle est la différence entre un pigment et un colorant ?
- 2 Quelle est la relation entre deux couleurs complémentaires dans un cercle chromatique ?
- 3 Citer les couleurs primaires de la vision.
- 4 Citer les couleurs primaires en peinture.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

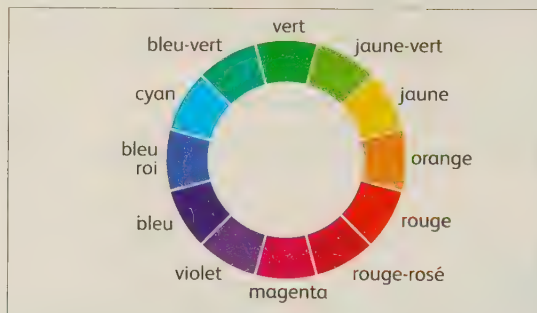
- 1 La lumière blanche est :
 - a. monochromatique
 - b. polychromatique
 - c. trichromatique
 - d. recomposable à partir du bleu, du vert et du rouge
- 2 Quelles sont les couleurs primaires de la vision ?
 - a. le blanc, le gris et le noir
 - b. le cyan, le magenta et le jaune
 - c. le bleu, le rouge et le vert
- 3 La couleur d'un objet :
 - a. ne dépend que de l'objet
 - b. est la même lorsqu'il est en plein soleil ou éclairé par un tube fluorescent
 - c. dépend de la lumière qui l'éclaire
 - d. dépend des radiations qu'il absorbe
- 4 Dans une peinture, un pigment est :
 - a. en solution dans le liant de la peinture
 - b. en suspension dans le liant de la peinture
 - c. dispersé dans le liant de la peinture
- 5 Ces couleurs sont complémentaires :
 - a. vert et magenta
 - b. rouge et bleu
 - c. jaune et bleu
 - d. cyan et rouge
- 6 Quelles sont les couleurs primaires en peinture ?
 - a. le blanc et le noir
 - b. le cyan, le magenta et le jaune
 - c. le bleu, le rouge et le vert
- 7 Quelles encres utilise-t-on en imprimerie (quadrichromie) ?

a. magenta	b. orange	c. jaune
d. verte	e. bleue	f. cyan
g. violette	h. noire	

3 Analyser un document

Les peintres impressionnistes utilisent les petites touches de couleur juxtaposées : de près, l'œil voit seulement ces touches et n'a aucune vision globale du tableau. De loin, l'œil réalise une synthèse {XXXXX} des couleurs. Le tableau prend forme et lumière.

L'impressionnisme.



Cercle chromatique.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la proposition exacte.

- 1 Deux points voisins de la toile du peintre sont de couleur rouge et verte. Quelle est la couleur perçue par un observateur éloigné du tableau ?

a. jaune	b. bleue	c. blanc
----------	----------	----------
- 2 Quelle est la couleur complémentaire du rouge d'un point de la toile ?

a. blanche	b. bleu-vert	c. cyan
------------	--------------	---------
- 3 Un mot du texte a été caché et remplacé par {XXXXX}. Quel est ce mot ?

a. additive	b. soustractive	c. par mélange
-------------	-----------------	----------------
- 4 Quel appareil fabriqué par l'homme utilise le même phénomène que les peintres impressionnistes ?

a. L'écran de téléphone portable	b. Le projecteur de diapositive
----------------------------------	---------------------------------

Appliquer ses connaissances

4 Couleur et pH

La sauce vinaigrée d'une salade de choux rouge est restée au fond d'une assiette ; elle est d'une belle couleur rouge. Mise dans une eau savonneuse lors de la vaisselle, sa couleur vire au bleu.



Couleurs du jus de chou rouge dans des solutions de différents pH.

QUESTIONS

- 1 Quel est le facteur qui influence la couleur de cette sauce lors de cette observation ?
- 2 Peut-on en déduire si l'eau savonneuse est acide ou basique ? Justifier la réponse en utilisant le document.

5 La bouteille bleue

Des pastilles de potasse ont été dissoutes dans une fiole, ainsi que du glucose et du bleu de méthylène. Dès que la couleur bleue disparaît, on agite vigoureusement le mélange et la coloration réapparaît.



QUESTION

Parmi les facteurs listés ci-dessous, quel est celui qui intervient dans l'apparition de la couleur bleue ? Justifier.

- (a) pH (b) température (c) lumière
(c) solvant (d) dioxygène de l'air

6 Azurant optique

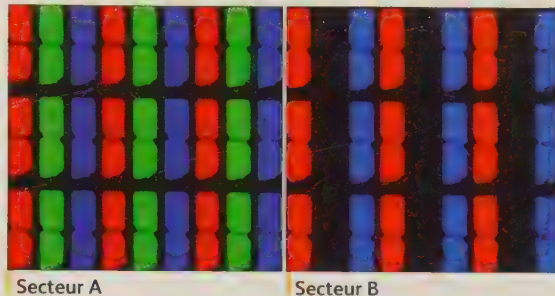
Au cours des opérations de fabrication du papier, on y intègre un « azurant optique » pour renforcer l'impression de « blanc ». Sans cet additif, le papier paraît un peu jaune.

QUESTION

Expliquer l'action de cet additif dans la couleur blanche du papier.

7 Couleurs d'un écran

On a réalisé une photographie avec fort grossissement de deux secteurs d'écran d'ordinateur.



QUESTIONS

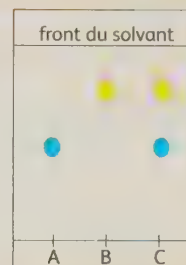
- 1 Expliquer comment obtenir de la lumière blanche par synthèse additive.
- 2 L'un des secteurs est blanc, l'autre est de couleur magenta. Identifier les deux secteurs. Justifier la réponse.
- 3 Dessiner le gros plan d'un secteur qui serait vu jaune par l'observateur.

8 Analyser un chromatogramme

Pour le chromatogramme ci-contre, on a déposé trois échantillons d'encres différentes.

QUESTION

De quelle couleur est l'encre déposée au point C ? Justifier.



9 Rôle de la rétine

Il existe trois types de cônes : ceux sensibles au rouge, ceux sensibles au vert et ceux sensibles au bleu.

QUESTIONS

- 1 Quels cônes sont sollicités lorsque l'on admire une montagne enneigée éclairée par le soleil ?
- 2 Quelles radiations sont absorbées par un objet de couleur cyan éclairé en lumière blanche ? En déduire le type des cônes sollicités lorsque l'œil perçoit du cyan.
- 3 Quelle est la couleur apparente du même objet éclairé en lumière verte ? Dans ce cas, quels cônes ne sont plus excités ?
- 4 Un chimiste a isolé les pigments colorés des cônes sensibles au rouge. De quelle couleur sont ces pigments ?

Histoire des sciences

10 La découverte des couleurs primaires par Young

DOCUMENT

Young découvre les couleurs primaires RVB

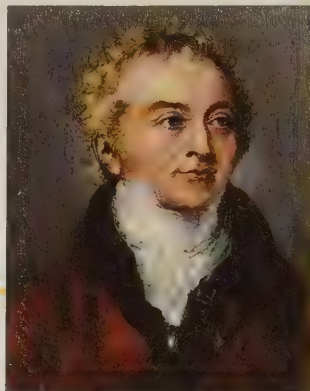
Au XVIII^e siècle, Newton montre que la lumière blanche peut se décomposer en rayons multicolores et se recomposer à nouveau en lumière blanche. Ce n'est que beaucoup plus tard après ces découvertes, en 1807 exactement, que Thomas Young s'aperçoit qu'il n'est pas nécessaire de réutiliser tous les rayons du spectre pour reconstituer de la lumière blanche, mais que trois d'entre eux, judicieusement choisis, suffisent.

Il proposa comme hypothèse que la vision humaine utilise trois capteurs rouge, vert et bleu (RVB) capables de réaliser la synthèse de toutes les autres couleurs. Ce n'est que plusieurs années plus tard que cette hypothèse audacieuse sera confirmée par des expérimentations physiologiques sur l'œil.

QUESTIONS

1 Afin d'obtenir les radiations « RVB » nécessaires à son expérience, Young aurait pu utiliser de la lumière blanche et des filtres. Quelles radiations doivent être absorbées par le matériau d'un filtre pour obtenir une radiation transmise bleue ?

2 Que sont les « capteurs » évoqués par Young ? Quels capteurs « R, V, B » de l'hypothèse de Young sont excités lorsqu'une lumière jaune est perçue ?



Thomas Young (1773-1829), médecin, physicien et philosophe britannique.

Sciences et jardinage

11 Les fleurs noires

► L'homme ne cesse de jouer avec la couleur des fleurs : recherche passionnée et parfois désespérée de la tulipe noire ou de la rose bleue, que la nature ne propose pas !

► La mélanine, pigment noir des êtres vivants, est terriblement toxique : elle n'est présente que dans les tissus morts, les enveloppes des graines, les plumes des oiseaux, les poils des mammifères. Comment faire une fleur noire ?

► Les pépiniéristes du XX^e siècle proposent dans leur catalogue des variétés de tulipes, de roses, d'œillets, d'iris et de glaïeuls à peu près noirs : la recette consiste à injecter des « anthocyanes » bleu sombre car très acidifiés.

► Mais en vieillissant, la fleur perd son eau, le pigment migre alors vers des parties moins acides. Or, la coloration des anthocyanes est influencée par le pH et vire très vite du pseudo-noir vers une couleur plombée d'assez mauvais effet !

De plus, le noir absorbant la chaleur, les pétales se dessèchent très vite et fanent.

QUESTIONS

1 Quel est le facteur qui modifie la couleur des anthocyanes ?

2 Quels sont les inconvénients de ces fleurs noires ?

3 Pourquoi ces fleurs sont-elles qualifiées d'« à peu près noires » ou « pseudo-noires » ? Quels pigments supplémentaires permettraient d'avoir une vraie coloration noire ?



La chimie de la perception



La prise de différentes substances peut modifier le fonctionnement du système nerveux et provoquer des hallucinations. Leur mode d'action est à relier à la structure du réseau des neurones et à la transmission du message nerveux au niveau des synapses.

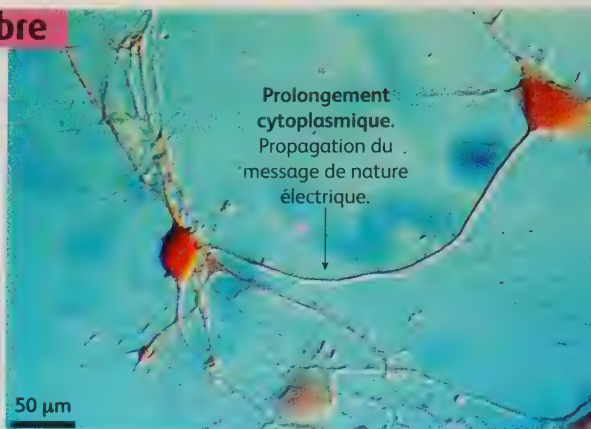
Comment s'effectue la transmission du message nerveux ? De quelles façons des espèces chimiques peuvent-elles perturber celle-ci, entraînant des troubles plus ou moins importants ?

1 De neurone en neurone

Doc. 1 Propagation le long d'une fibre

- La perception visuelle repose sur la transmission de messages nerveux de cellule en cellule, de la rétine au cortex visuel du cerveau.
- Grâce à des électrodes disposées sur le cuir chevelu, on peut enregistrer un encéphalogramme qui montre une **activité électrique globale du cerveau**.
- À l'échelle cellulaire, on peut également enregistrer un **message de nature électrique** transmis sur les prolongements cytoplasmiques des cellules nerveuses ou fibres.

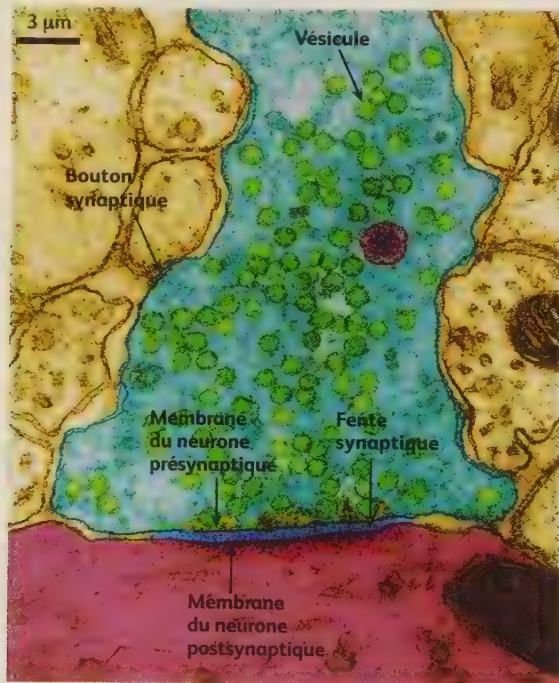
1. Observer. Quelle est la nature du message transmis par les prolongements des cellules nerveuses ?



Des cellules nerveuses en contact (MEB, fausses couleurs).

Doc. 2 Zone de contact entre deux cellules nerveuses

- Les messages de nature électrique sont transmis jusqu'à l'extrémité des prolongements cellulaires qui forment des zones de contact, ou **synapses**, avec d'autres cellules. On cherche à comprendre comment s'effectue la transmission du message de cellule en cellule.
- L'observation en microscopie électronique permet de préciser leur structure.



a Structure d'une synapse (MET, fausses couleurs).

2. Observer. Quelle est la différence principale entre le compartiment présynaptique et le compartiment postsynaptique ?

3. Schématiser. Représenter les éléments constitutifs d'une synapse sur un schéma légendé.

4. Interpréter. Un signal électrique ne peut franchir un espace entre deux cellules. Le message de nature électrique peut-il passer sous cette forme d'une cellule à l'autre au niveau d'une synapse ?



b Corps cellulaire d'un neurone (rose) portant de nombreuses synapses (bleues) (MEB, fausses couleurs).

Doc. 3 Transmission du message dans la zone de contact

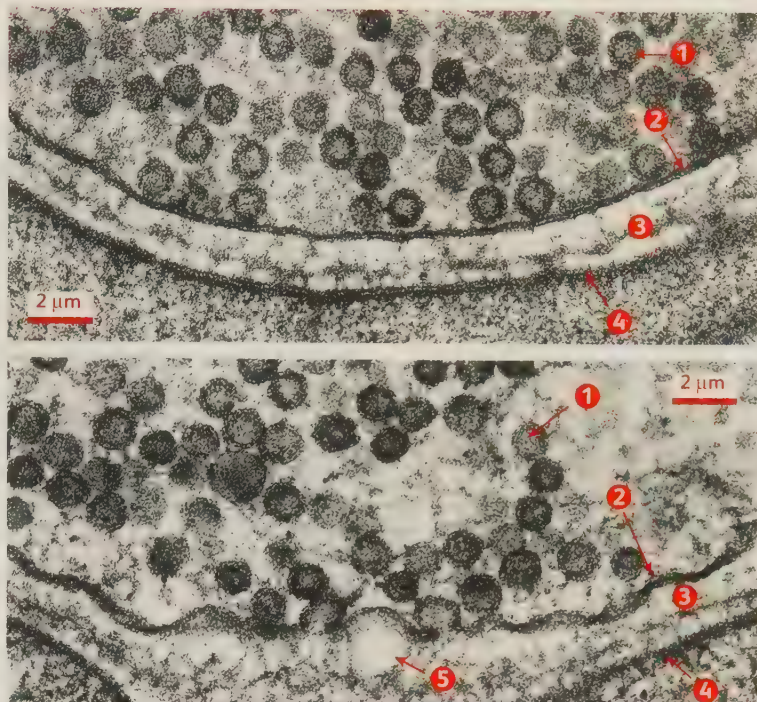
► Les vésicules localisées dans le bouton synaptique contiennent une espèce chimique appelée **neurotransmetteur**.

► Lors de l'arrivée du message électrique, les vésicules **éclatent à la surface de la membrane présynaptique**.

► Des récepteurs capables de fixer les neurotransmetteurs sur la membrane postsynaptique sont présents.

► Les neurotransmetteurs, après avoir été fixés par les récepteurs, sont **relâchés et recyclés** de différentes façons :

- dégradation par réaction chimique dans la fente synaptique ;
- recapture par le bouton présynaptique ;
- diffusion hors de la fente synaptique.



■ Haut : synapse au repos (MET).

Bas : synapse lors de l'arrivée du message électrique (MET).

① : Vésicule. ② : Membrane présynaptique. ③ : Fente synaptique. ④ : Membrane postsynaptique. ⑤ : Éclatement d'une vésicule à la surface de la membrane.

Le schéma à compléter (question 9) est disponible sur le **site compagnon du manuel**.

5. Observer. Indiquer les différences observables entre les deux états. Schématiser les deux photographies.

6. Observer. Dans quel sens s'effectue la transmission du message nerveux sur la photographie ?

7. Interpréter. Comment le message est-il transmis dans la fente synaptique ?

8. Interpréter. Pourquoi dit-on que la transmission du message nerveux par la synapse est de nature chimique.

9. Mettre en relation (docs 1 à 3). Sur le schéma d'une synapse en 3D fourni par le professeur, compléter les légendes, puis préciser les quatre étapes de la transmission du message nerveux d'une cellule à l'autre.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- a. Le message nerveux conduit par une fibre est de nature électrique.
- b. Les vésicules synaptiques se trouvent de chaque côté de la fente synaptique.
- c. Les neurotransmetteurs sont capables de se fixer sur des récepteurs localisés sur la membrane postsynaptique.
- d. Les neurotransmetteurs sont libérés par les deux neurones au contact de la fente synaptique.

Rédiger

À l'aide d'un schéma fonctionnel, expliquer la transmission du message nerveux d'un neurone à l'autre.

2 Une transmission perturbée

Doc. 1 Les effets de certaines molécules sur le système nerveux

- ▶ Depuis les débuts de l'histoire de l'humanité, les hommes ont toujours goûté, mâché, ingurgité toutes sortes de substances afin de couvrir leurs besoins alimentaires mais également de contrôler la douleur, soulager certains maux...
- ▶ On sait depuis l'Antiquité que certaines espèces peuvent agir sur notre comportement, comme l'alcool ou l'opium.
- ▶ C'est la connaissance du fonctionnement synaptique qui permet de comprendre les effets de certaines molécules.

1. Réfléchir. Formuler des hypothèses sur les modes d'action possibles de ces substances sur les synapses, modifiant ainsi la propagation du message nerveux.



Marchands de feuilles de coca sur un marché bolivien.

Doc. 2 Des hallucinations visuelles

En 1943, un chimiste suisse Hoffman ingère accidentellement une substance sur laquelle il travaille : l'acide lysergique diéthylamide ou LSD. Pris de vertiges, assailli de sensations visuelles, il est obligé de rentrer chez lui. Dès le lendemain, il ingère volontairement 250 μg de LSD afin d'en comprendre les effets. Il décrit ainsi certaines de ses sensations.

Ce n'est qu'avec beaucoup d'effort que je pus écrire les derniers mots. [...] Les modifications et les sensations étaient du même genre que la veille, seulement bien plus prononcées. [...] Tout ce qui entrainait dans mon champ de vision oscillait et était déformé comme dans un miroir tordu. [...] Mon environnement se transforma alors de manière angoissante. Les objets familiers prirent des formes grotesques et le plus souvent menaçantes. Ils étaient empreints d'un mouvement constant, animés, comme mus par une agitation intérieure. La voisine n'était plus Madame R. mais une sorcière maléfique et surnoise au visage coloré. [...] Des images multicolores, fantastiques arrivaient sur moi en se transformant à la manière d'un kaléidoscope, s'ouvrant et se refermant en cercles et en spirales, jaillissant en fontaines de couleur, se réorganisant et se croisant, le tout en un flot constant.

Les sensations décrites par Hoffman après la prise de LSD.



Motifs psychédéliques visant à reproduire les visions induites par les drogues.

VOCABULAIRE

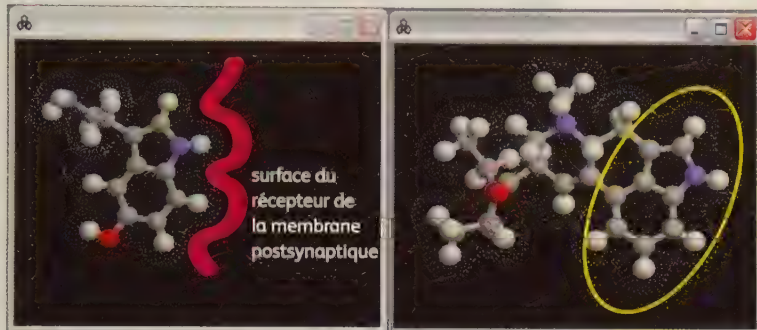
- ▶ **Hallucinations** : perceptions sans objet à percevoir.
- ▶ **Illusions visuelles** : déformations visuelles d'objets existants.

2. Observer. Relever les caractéristiques modifiées des images observées ; montrer que le LSD provoque des illusions et des hallucinations.

Doc. 3 LSD et transmission de l'information nerveuse**B2i** 

► Les messages nerveux issus de la rétine sont conduits jusqu'au cortex par des neurones. Une importante zone de synapses, dont le neurotransmetteur est la sérotonine, est localisée dans des relais cérébraux. Peu après son ingestion, le LSD se trouve en quantité importante dans ces relais.

► Comparons les structures de la sérotonine et du LSD.



■ Comparaison de molécules. À gauche, la sérotonine ; à droite, le LSD.

RÉALISER

► Afficher une molécule de sérotonine dans la fenêtre à l'aide du menu déroulant : Fichier > Ouvrir.

► Recommencer avec une molécule de LSD.

3. Interpréter. Expliquer la fixation du LSD à la place de la sérotonine sur les récepteurs postsynaptiques.

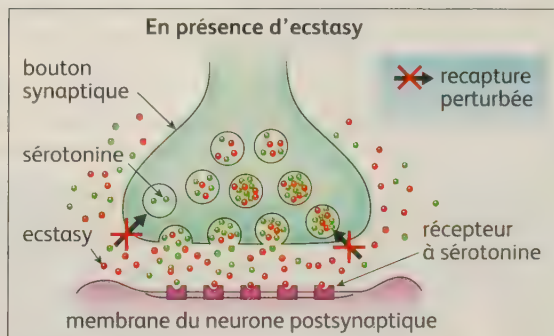
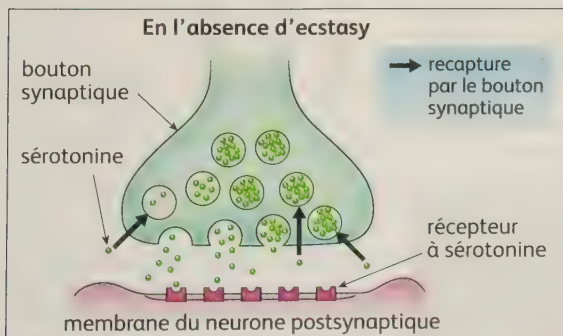
4. Interpréter. Proposer une explication à la modification de la perception visuelle après une ingestion de LSD.

Doc. 4 Ecstasy et fonctionnement synaptique

L'ecstasy est souvent décrite comme la « pilule de la fête ». Euphorie, excitation, résistance à la fatigue sont les effets recherchés. Mais elle provoque d'autres symptômes comme l'anxiété, des hallucinations visuelles, etc.

5. Observer. Décrire la perturbation du fonctionnement synaptique engendrée par l'ecstasy.

6. Interpréter. Comparer la perturbation du fonctionnement synaptique provoquée par le LSD et par l'ecstasy.



■ Comparaison du fonctionnement synaptique en l'absence et en présence d'ecstasy.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Le LSD agit en se fixant sur les cellules de la rétine.
- La libération de sérotonine est stimulée par le LSD.
- Du fait de sa forme, le LSD mime l'effet de la sérotonine.
- Toutes les drogues modifient le fonctionnement synaptique de la même façon.

Schématiser

Réaliser deux schémas de synapse lors de la libération de sérotonine avec et sans LSD.

Y faire figurer les conséquences sur la propagation du message nerveux.

3 Les dangers des drogues

Doc. 1 Des conséquences cérébrales

- La prise de LSD entraîne très rapidement des hallucinations visuelles.
- Mais les effets hallucinatoires du LSD sont totalement imprévisibles et peuvent resurgir spontanément des semaines et même des mois après la consommation de la drogue. Ces « *flash-backs* », encore inexpliqués, sont à l'origine de nombreux troubles psychiatriques. Une seule prise de LSD peut suffire à les provoquer.

- Savoir.** Dans quelles conditions sont activées les aires visuelles en l'absence de LSD ? (Voir page 46.)
- Observer.** Relever les dangers du LSD sur le fonctionnement cérébral.

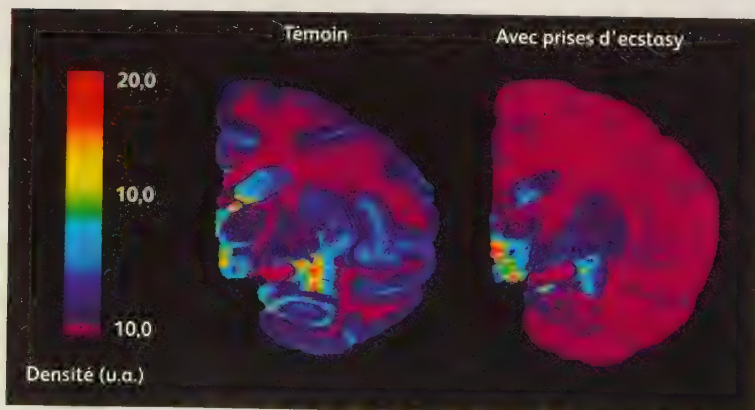
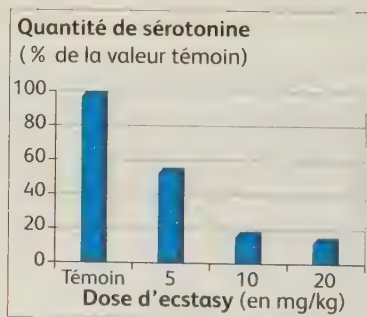


Hallucination, vue d'artiste.

Doc. 2 Drogues et accoutumance

- L'ecstasy bloque la recapture de sérotonine par les synapses. On cherche à comprendre les effets de la prise d'ecstasy sur les synapses.
- On mesure la quantité de sérotonine présente dans le cerveau de rats après l'administration d'ecstasy. Les animaux reçoivent entre 0 (témoin) et 20 mg/kg d'ecstasy en deux doses par jour pendant quatre jours. Quelques heures après la dernière prise, on évalue la **quantité de sérotonine présente dans le cerveau** des rats par rapport au témoin.

Analyse de la quantité de sérotonine présente dans le cerveau de rats après deux doses d'ecstasy par jour pendant quatre jours. **a**



- Des babouins ont reçu deux doses journalières d'ecstasy (5 mg/kg) pendant quatre jours. Ils sont sacrifiés 13 mois plus tard et on mesure la **densité de récepteurs à la sérotonine** sur des coupes de cerveau.

- b** Comparaison de la densité de récepteurs à sérotonine, détectée par autoradiographie, dans des coupes de cerveau de babouins.

VOCABULAIRE

- Accoutumance** : état de l'organisme qui tolère de mieux en mieux une substance et y réagit de moins en moins fortement.

- Observer.** Quels sont les effets de la consommation d'ecstasy sur la quantité de sérotonine et la densité des récepteurs dans le cerveau ?
- Interpréter.** Proposer une hypothèse expliquant l'accoutumance à l'ecstasy.

Doc. 3 Des conséquences sur le fonctionnement général de l'individu

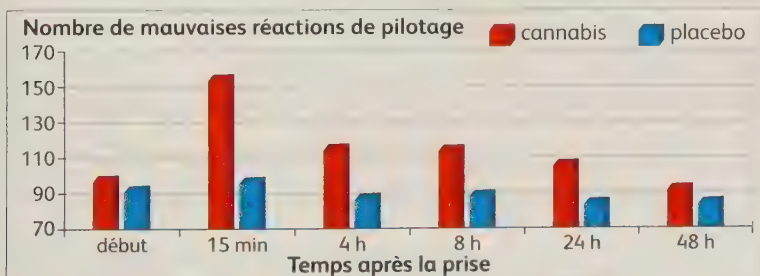
■ Des pillules d'ecstasy : un aspect anodin, des conséquences graves.

- ▶ La consommation d'ecstasy peut entraîner des nausées, des sueurs, des maux de tête. Elle peut également provoquer une déshydratation de l'organisme et une élévation de sa température. Des troubles digestifs et des pertes de connaissances peuvent se produire.
- ▶ Les effets durent entre deux et quatre heures avant la « descente », qui s'apparente à une forme de dépression plus ou moins intense.
- ▶ Lorsque la consommation est régulière, le sujet maigrit et peut souffrir de dépression. Il peut également souffrir de dépendance, c'est-à-dire avoir un besoin irrésistible de reprendre de la drogue.

5. Saisir des informations. Relever des informations qui montrent que la consommation d'ecstasy entraîne des troubles du fonctionnement général de l'organisme.

Doc. 4 Des conséquences sociétales

- ▶ Les fumeurs de cannabis possèdent des difficultés de concentration, ont des temps de réaction plus longs et apprécient mal les distances.
- ▶ Leur perception visuelle et leurs réflexes sont modifiés.



■ Dégradation des performances de pilotage en fonction de la prise de cannabis. Un placebo est une substance sans effet, administrée afin de servir de témoin au test.

- 6. Analyser.** Relever dans les documents des informations qui montrent que le fonctionnement cérébral est perturbé par la consommation de drogues.
- 7. Interpréter.** Expliquer pourquoi, la consommation de drogues peut mettre en danger d'autres personnes que le consommateur lui-même.



■ Campagne de prévention routière contre les effets du cannabis.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Seul le fonctionnement cérébral est affecté par la prise d'ecstasy.
- Les drogues n'ont plus de conséquences sur le fonctionnement de l'organisme lorsque le sujet cesse d'en prendre.
- La prise de drogues peut présenter des dangers pour d'autres individus que le consommateur lui-même.

Rédiger

Présenter des modifications cellulaires et des modifications à l'échelle de l'organisme provoquées par la prise de drogues.

MOTS-CLÉS

► Accoutumance

État de l'organisme qui tolère de mieux en mieux une substance et y réagit de moins en moins fortement. Ce processus nécessite une augmentation des doses pour obtenir des effets similaires.

► Neurotransmetteur

Molécule libérée dans la fente synaptique réalisant la transmission du message nerveux.

► Molécule hallucinogène

Molécule à l'origine de sensations qui ne sont pas dues à des perceptions réelles.

► Synapse

Zone de contact entre deux neurones où la transmission du message nerveux est de nature chimique.

L'essentiel

1 Le message nerveux : de neurone en neurone

■ La double nature du message nerveux

La perception visuelle repose sur la transmission de messages nerveux depuis l'œil et les cellules photoréceptrices de la rétine jusqu'aux neurones du cerveau, puis, dans le cerveau, entre les aires cérébrales.

De nature électrique le long des fibres nerveuses, le message nerveux est transmis par l'intermédiaire d'**espèces chimiques entre neurones**.

■ La synapse : un relai chimique entre neurones

La zone de transmission du message nerveux entre neurones est la **synapse**. À son niveau, les **neurotransmetteurs** sont libérés dans la fente synaptique par l'extrémité du neurone présynaptique excité.

Ces neurotransmetteurs se fixent alors sur des **récepteurs spécifiques** de la membrane du neurone postsynaptique. Cela provoque sa stimulation et la **naissance d'un nouveau message nerveux**.

Après la stimulation, le neurotransmetteur est recyclé pour être utilisé pour des stimulations ultérieures.

2 Les perturbations chimiques de la perception

■ Les drogues leurent la synapse

Certaines **molécules hallucinogènes** comme le LSD perturbent la perception visuelle.

Leur action est due à la **similitude de leur structure moléculaire** avec celle de certains neurotransmetteurs du cerveau auxquels elles se substituent. Leur présence dans la fente synaptique provoque la stimulation du neurone, simulant ainsi l'arrivée d'un message qui n'existe pas, d'où la sensation de percevoir des choses qui ne sont en fait pas réelles.

■ Des effets secondaires qui affectent la santé

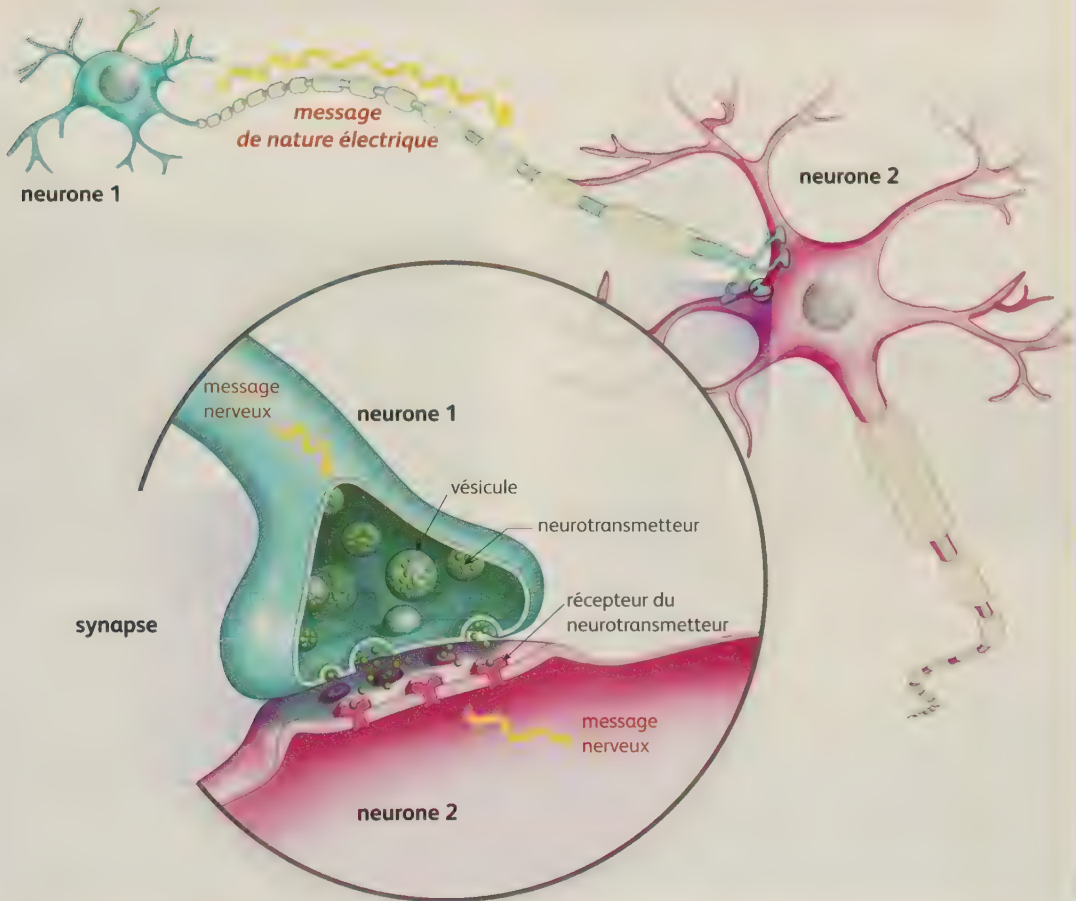
La prise de drogues, même occasionnelle, entraîne des **troubles du fonctionnement général de l'organisme**.

En effet, leur consommation peut perturber de manière définitive le fonctionnement normal des synapses, par exemple en altérant les récepteurs de la membrane postsynaptique.

Les drogues peuvent créer une forte **accoutumance**, et être parfois à l'origine de « **flash-backs** » imprévisibles pouvant engendrer des comportements dangereux autant pour soi que pour autrui.

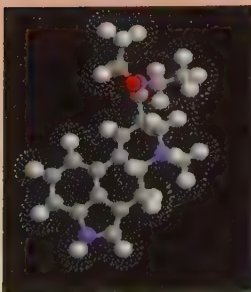
Le schéma-bilan

LA SYNAPSE : ZONE DE TRANSMISSION DU MESSAGE NERVEUX

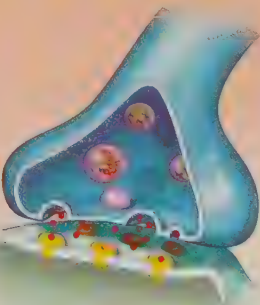


PERTURBATIONS DE LA PERCEPTION

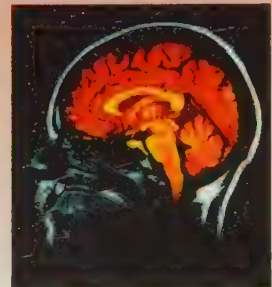
Drogues
(LSD, ecstasy,...)



Action locale



Désordre global
hallucinations,
flash-back, dépression



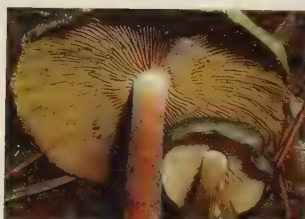
Les sciences autrement

SCIENCES & HISTOIRE

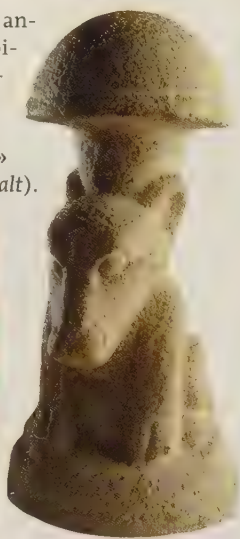
L'usage des drogues révélé par les arts

■ Diverses plantes hallucinogènes ont été utilisées par différentes civilisations. L'étude des œuvres d'art permet de révéler leur utilisation.

■ On retrouve des traces très anciennes de l'usage de champignons hallucinogènes dans diverses cultures, la culture Maya notamment. Ils sont alors qualifiés de « champignons sacrés » ou « chair des dieux » (*teonanacatl*).



Champignon en pierre avec une tête de cervidé (culture Maya, Guatemala, V^e siècle).



■ La datura, une plante hallucinogène puissante, a été utilisée par de nombreuses sociétés traditionnelles.



Shiva dansant portant des fleurs de datura dans les cheveux.

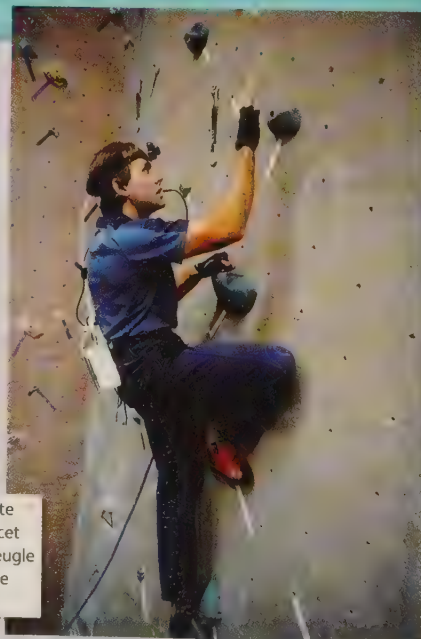


<http://www.drogues-sante-societe.org/> <http://www.actiontoxicomanie.qc.ca/substances.php>

Exercer son esprit critique

Des chercheurs ont eu l'idée d'implanter sur la langue, riche en capteurs sensoriels, un connecteur relié à une caméra miniature portée par les lunettes du non-voyant. Celle-ci convertit les images en suite d'impulsions électriques envoyées sur le connecteur dont les électrodes émettent des mini-décharges électriques. L'individu ressent des picotements à différents endroits de la langue et un message est envoyé au cerveau. L'interprétation de ces signaux lui permet de créer une « représentation mentale de l'environnement ». L'utilisation d'un tel système, dont le prix est très élevé reste actuellement limité à quelques individus.

En quoi un tel système est-il adaptable dans la vie quotidienne ?



Grâce à cette technique, cet homme aveugle peut faire de l'escalade !



<http://www.sante-decouverte.com/un+aveugle+parvient+a+voir+avec+sa+langue-242>
<http://info.france2.fr/monde/un-soldat-aveugle-voit-avec-sa-langue-61865105.html>
<http://vision.wicab.com/technology/>

Alice au pays des merveilles ?

Dans « *Alice au pays des merveilles* » (1865), Alice devient plus grande en grignotant un côté du champignon mais elle rétrécit en grignotant l'autre côté. L'auteur, Lewis Carroll, savait sans doute qu'un des effets hallucinogènes de l'amanite-tue-mouche était d'agrandir ou de rapetisser les objets aux yeux de l'usager.



Image extraite du film de Tim Burton.

Alice contempla le champignon d'un air pensif pendant un instant, essayant de deviner quels en étaient les côtés; et comme le champignon était tout rond, elle trouva la question fort embarrassante. Enfin elle étendit ses bras tout autour, en les allongeant autant que possible, et, de chaque main, enleva une petite partie du bord du champignon.

« Maintenant, lequel des deux ? » se dit-elle, et elle grignota un peu du morceau de la main droite pour voir quel effet il produirait. Presque aussitôt elle reçut un coup violent sous le menton; il venait de frapper contre son pied.

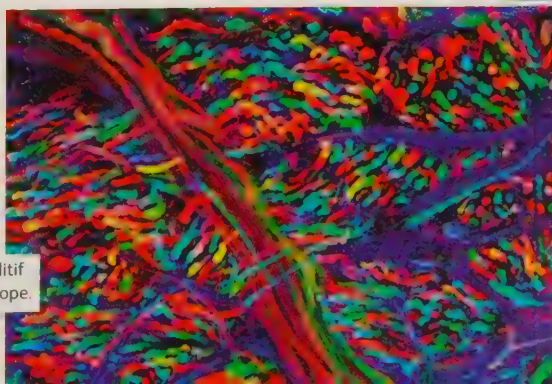
Ce brusque changement lui fit grand'peur, mais elle comprit qu'il n'y avait pas de temps à perdre, car elle diminuait rapidement. Elle se mit donc bien vite à manger un peu de l'autre morceau. Son menton était si rapproché de son pied qu'il y avait à peine assez de place pour qu'elle pût ouvrir la bouche. Elle y réussit enfin, et parvint à avaler une partie du morceau de la main gauche.

« Voilà enfin ma tête libre », dit Alice d'un ton joyeux qui se changea bientôt en cris d'épouvante, quand elle s'aperçut de l'absence de ses épaules. Tout ce qu'elle pouvait voir en regardant en bas, c'était un cou long à n'en plus finir qui semblait se dresser comme une tige, du milieu d'un océan de verdure s'étendant bien loin au-dessous d'elle.

Lewis Carroll, *Alice au Pays des Merveilles* (1865), Traduction de Henri Bué.

La matière grise en couleurs

Afin de reconstruire les circuits de neurones du cerveau, des chercheurs utilisent des protéines fluorescentes et colorent les cellules nerveuses... Les images obtenues sont étonnantes !



Coupe de cortex auditif observée au microscope.



Coupe de cortex d'une souris observée au microscope.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Expliquer comment un message nerveux est transmis d'une cellule à l'autre.
- 2 À partir d'un exemple, montrer comment une drogue peut perturber le fonctionnement d'une synapse.
- 3 Définir brièvement les mots suivants.
Neurotransmetteur • Molécule hallucinogène • Accoutumance • Synapse

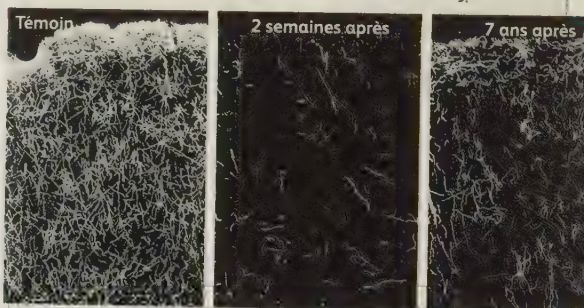
2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- 1 Le message nerveux :
 - a. est de nature électrique le long d'une fibre
 - b. est de nature électrique entre deux cellules
 - c. peut être de nature électrique ou de nature chimique
 - d. est perturbé par le LSD
- 2 Une synapse :
 - a. est une zone de contact entre deux cellules nerveuses
 - b. contient des vésicules de neurotransmetteurs de part et d'autre de la fente synaptique
 - c. assure la transmission du message nerveux
- 3 Les molécules de neurotransmetteur :
 - a. sont libérées par éclatement de vésicules à la surface de la membrane postsynaptique
 - b. sont contenues dans des vésicules localisées dans la fente synaptique
 - c. se fixent sur des récepteurs de la membrane présynaptique
 - d. sont systématiquement détruites après fixation sur les récepteurs
- 4 Le LSD :
 - a. possède une structure qui ressemble à celle d'un neurotransmetteur
 - b. peut parfois provoquer des « flash-backs » imprévisibles des mois après la consommation
 - c. agit sur la rétine, ce qui provoque des hallucinations
 - d. permet d'améliorer la vision des couleurs
- 5 Les drogues :
 - a. agissent toujours en se fixant sur les récepteurs de la membrane postsynaptique
 - b. agissent sur le cerveau mais n'ont pas de conséquences sur le fonctionnement général de l'organisme
 - c. peuvent provoquer une accoutumance
 - d. ne peuvent pas avoir de conséquences pour un individu autre que le consommateur

3 Analyser un document

Des singes ont reçu deux doses journalières d'ecstasy pendant quatre jours. Des singes dits « témoins » ont reçu de l'eau salée pendant la même période. On révèle la présence de sérotonine dans les neurones du cortex deux semaines ou sept ans après l'injection d'ecstasy.



Mise en évidence de la sérotonine dans le cortex de singes. La sérotonine apparaît en blanc.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

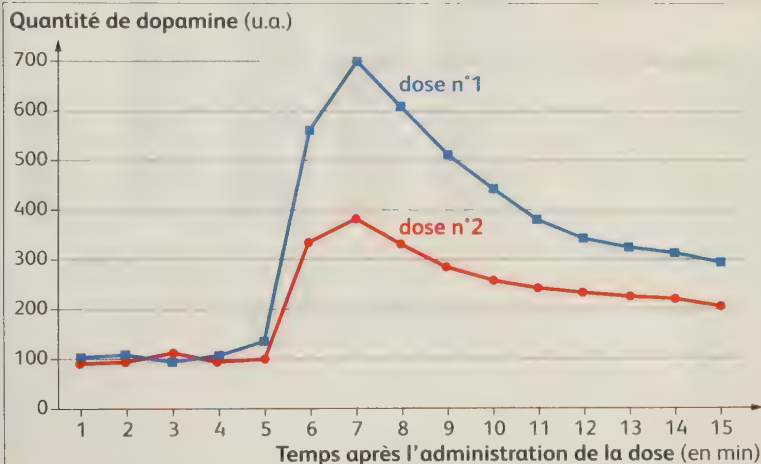
D'après le document, on peut dire que :

- 1 La sérotonine est présente :
 - a. dans les neurones du cortex de chaque groupe de singes étudié
 - b. en faible quantité dans les neurones du cortex du groupe témoin
 - c. en quantité identique au témoin chez les singes ayant ingéré de l'ecstasy sept ans auparavant
- 2 L'ecstasy :
 - a. n'agit pas sur la quantité de sérotonine présente dans les neurones
 - b. modifie la quantité de sérotonine présente dans les neurones pendant plusieurs années
 - c. est observable sur ce document
- 3 Des neurones du cortex :
 - a. possèdent de la sérotonine comme neurotransmetteur
 - b. sont sensibles à l'ecstasy
 - c. régénèrent rapidement la sérotonine après une exposition à l'ecstasy

Appliquer ses connaissances

4 Cocaïne et tolérance

- La dopamine est un neurotransmetteur produit par certaines synapses.
- On mesure la quantité de dopamine extracellulaire après la première ou la deuxième administration de cocaïne à un singe.



Quantité de dopamine extracellulaire après la première ou la deuxième administration de cocaïne.

QUESTIONS

- Comment varie la quantité de dopamine extracellulaire après l'administration d'une dose de cocaïne. Formuler une hypothèse permettant d'expliquer cette augmentation ?
- La tolérance correspond à une insensibilisation progressive à une drogue. À partir du graphique, relever un argument qui montre une tolérance à la cocaïne.
- Sachant que la cocaïne bloque la recapture de la dopamine par le bouton synaptique, proposer une explication à ce phénomène de tolérance.

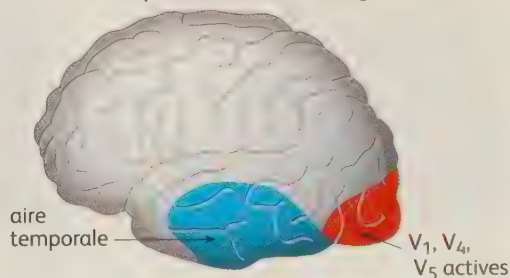
5 Bac Illusions et hallucinations

- L'imagerie médicale permet de visualiser les zones actives lorsque le sujet a des illusions visuelles ou des hallucinations. Les aires temporales activées sont normalement impliquées dans l'identification des objets.
- On constate que ces aires sont activées lors de la prise de LSD ou d'autres drogues comme l'ecstasy.

QUESTIONS

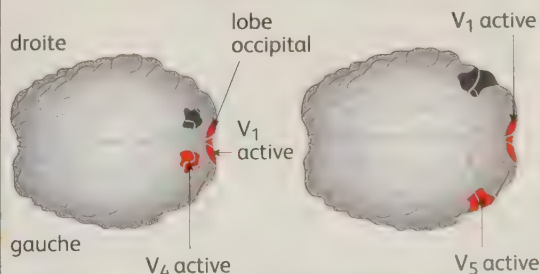
- Rappeler dans quelles conditions ces aires visuelles sont normalement activées.
- Établir le lien entre l'activation de ces aires cérébrales et les symptômes observés.
- Après avoir fait un schéma fonctionnel de synapse, dire comment une drogue peut agir et perturber son fonctionnement.
- Sachant que le LSD possède une forme partiellement semblable à celle de la sérotonine, un neurotransmetteur, expliquer son mode d'action.

Encéphale en vue latérale gauche



Zones actives lors d'illusions visuelles.

Encéphale vu de dessus



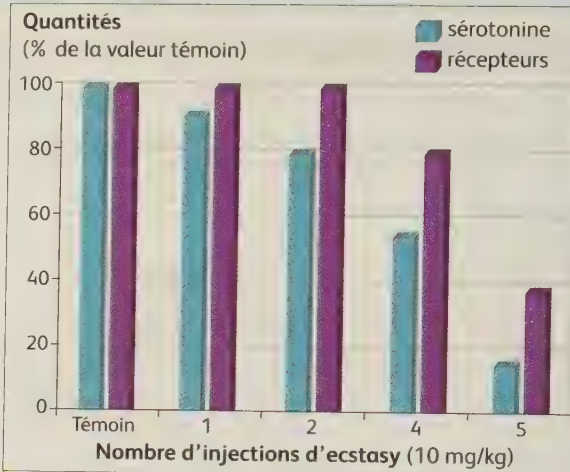
Zones actives lors d'hallucinations.

6 Accoutumance et ecstasy

- On réalise plusieurs injections d'ecstasy chez des rats. On mesure ensuite la quantité de sérotonine ainsi que la densité de récepteurs à la sérotonine dans leur cortex frontal.
- Les résultats sont exprimés en pourcentage des résultats d'un rat témoin qui n'a pas reçu d'ecstasy.

QUESTIONS

- Quels sont les effets de la consommation répétée d'ecstasy sur la quantité de sérotonine présente dans le cerveau et sur la densité des récepteurs présents sur les membranes postsynaptiques ?
- Après avoir rappelé la définition de l'accoutumance, montrer que ces résultats permettent d'expliquer ce phénomène.



Sciences et société

7 LSD et perception visuelle

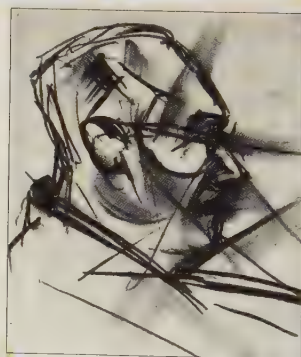
- En 1952, László Mátéfi s'est proposé de répéter d'heure en heure le portrait d'un même modèle, après l'absorption de 100 µg de LSD.
- Au bout de deux heures, l'artiste est agité et commente ainsi :
« La perspective de la pièce est changée, tout est en mouvement ... tout est ordonné dans un réseau coloré ... le visage du modèle s'est mué en masque diabolique. »

QUESTIONS

- Une telle méthode d'étude est-elle envisageable de nos jours ? Quels sont les dangers d'une telle méthode ?
- Comment évoluent les dessins après la prise de LSD ? Pourquoi témoignent-ils d'une perturbation du système nerveux ?



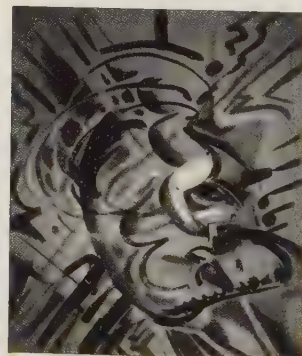
20 minutes



1 heure 25 minutes



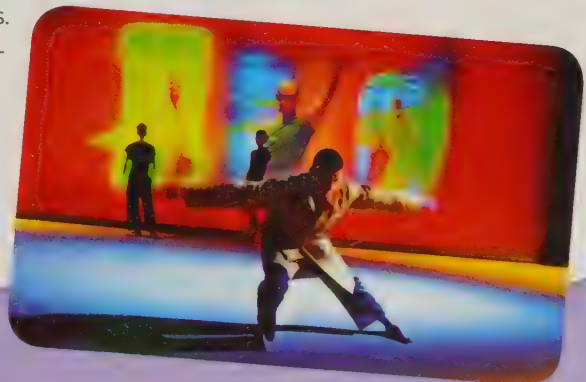
2 heures 30 minutes



2 heures 45 minutes

Représentation visuelle

- ▶ L'œil réel est modélisé par le physicien par une lentille convergente et un écran-rétine : il est ainsi assimilable à un appareil optique. L'accommodation permet de faire varier les propriétés du cristallin : les rayons lumineux issus d'un objet forment alors une image nette sur la rétine. Certains défauts de l'œil, comme la myopie, l'hypermétropie ou la presbytie sont liés aux propriétés du cristallin : ils peuvent être corrigés par l'utilisation de lentilles ou par la chirurgie.
- ▶ La lumière qui arrive sur la rétine excite les cellules sensibles à la lumière : les photorécepteurs. Ceux-ci élaborent un message nerveux transmis au cerveau. Au niveau de celui-ci, plusieurs zones spécialisées communiquent entre elles : les structures spécifiques de la vision ou du langage, celles liées à la mémoire, permettant ainsi la réalisation de fonctions complexes comme la lecture. On parle alors de perception visuelle.
- ▶ Les couleurs sont perçues par l'œil et sont ainsi une des dimensions de la perception visuelle. Éclairée par de la lumière, la matière, selon ses propriétés, absorbe certaines radiations de la lumière et en transmet d'autres : c'est la synthèse soustractive. Les messages transmis sont interprétés par le cerveau, ce qui conduit à une sensation de couleur. C'est la synthèse additive.
- ▶ Le message nerveux, de nature électrique, est transmis au niveau des synapses par l'intermédiaire de molécules appelées neurotransmetteurs. Certaines drogues perturbent cette transmission, ce qui altère la perception visuelle.



Thème 2



Des femmes Bai transplantent du riz pour une des récoltes annuelles.

Depuis 200 ans, grâce au machinisme, à l'industrie chimique et aux progrès de la génétique, l'agriculture a **augmenté sa production**. Pourtant, l'humanité doit repenser ses pratiques culturelles en vue de **nourrir bientôt neuf milliards d'hommes**, tout en pratiquant une **gestion responsable des ressources** que représentent la terre et l'eau.



Irrigation de plants de salade (France).

Nourrir l'humanité

La destinée des nations dépend de la manière dont elles se nourrissent.

Antoine de Saint-Exupéry

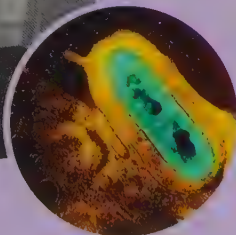
Une rivière à travers champs.

Les eaux sont en **interaction** avec le **milieu** environnant et **doivent être protégées** par les pratiques agricoles de demain. Les chimistes et les physiciens ont mis au point des techniques afin de **surveiller la qualité des eaux** et de rendre potables les eaux brutes.



Réfrigérateur en 1940.

Le réfrigérateur a bouleversé notre vie quotidienne au début du **XX^e siècle**, en permettant de conserver **plus longtemps les aliments périssables**. Les **techniques de conservation et de transformation des aliments** permettent de préserver leurs qualités gustatives et de nous **protéger** contre les **microorganismes pathogènes**.



Listeria monocytogenes
(MO, fausses couleurs).

1

Quelle est l'importance de la photosynthèse à l'échelle de l'écosystème ?

SVT

- ▶ L'énergie solaire permet la photosynthèse, c'est-à-dire la synthèse de matière organique à partir de matières minérales dans les parties chlorophylliennes des végétaux.
- ▶ Toute la biomasse d'un écosystème dépend de sa productivité primaire qui permet l'entrée de matière minérale et d'énergie dans le monde vivant.



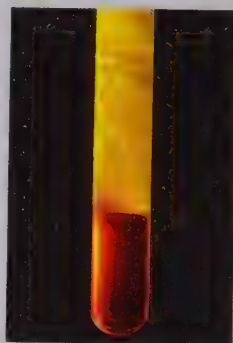
■ La photosynthèse.

2

Que se cache-t-il dans l'eau ?

P.C

- ▶ La présence de l'eau dans un échantillon de matière peut être mise en évidence par la coloration bleu du sulfate de cuivre anhydre.
- ▶ L'eau existe sous trois états : solide, liquide et gazeux.
- ▶ L'eau est un solvant permettant la dissolution de nombreux ions et molécules. Elle peut être miscible avec d'autres liquides comme l'alcool ou non miscibles avec d'autres liquides comme l'huile.



■ Le vinaigre constitué essentiellement d'eau, n'est pas miscible avec l'huile.

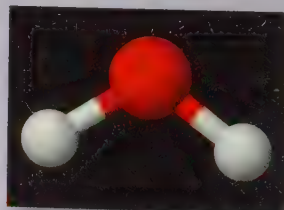
- ▶ La présence d'espèces chimiques dissoutes dans l'eau peut être mise en évidence par des tests caractéristiques.

4

Comment modéliser la transformation de la matière lors des réactions chimiques ?

P.C

- ▶ Les atomes sont représentés par des symboles, comme C pour l'atome de carbone, H pour l'atome d'hydrogène et O pour l'atome d'oxygène.
- ▶ Les molécules sont constituées d'atomes et sont représentées par une formule.



Modèle moléculaire de l'eau H_2O .

- ▶ Les transformations chimiques sont modélisées par une équation de réaction, plaçant les réactifs à gauche d'une flèche et les produits à droite de la flèche. Elle est ajustée par l'utilisation des nombres stœchiométriques.

Exemple. La réaction de combustion du méthane est : $CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(g)$.

3

Pourquoi protéger les sols ?

SVT

- ▶ À l'échelle mondiale, l'érosion des sols par l'eau ou le vent est le facteur majeur de dégradation des sols, mais pas le seul : urbanisation, pollution chimique, salinisation, acidification menacent aussi l'état des sols.
- ▶ La gestion des sols est un enjeu majeur pour l'humanité.

6 Vers une agriculture durable



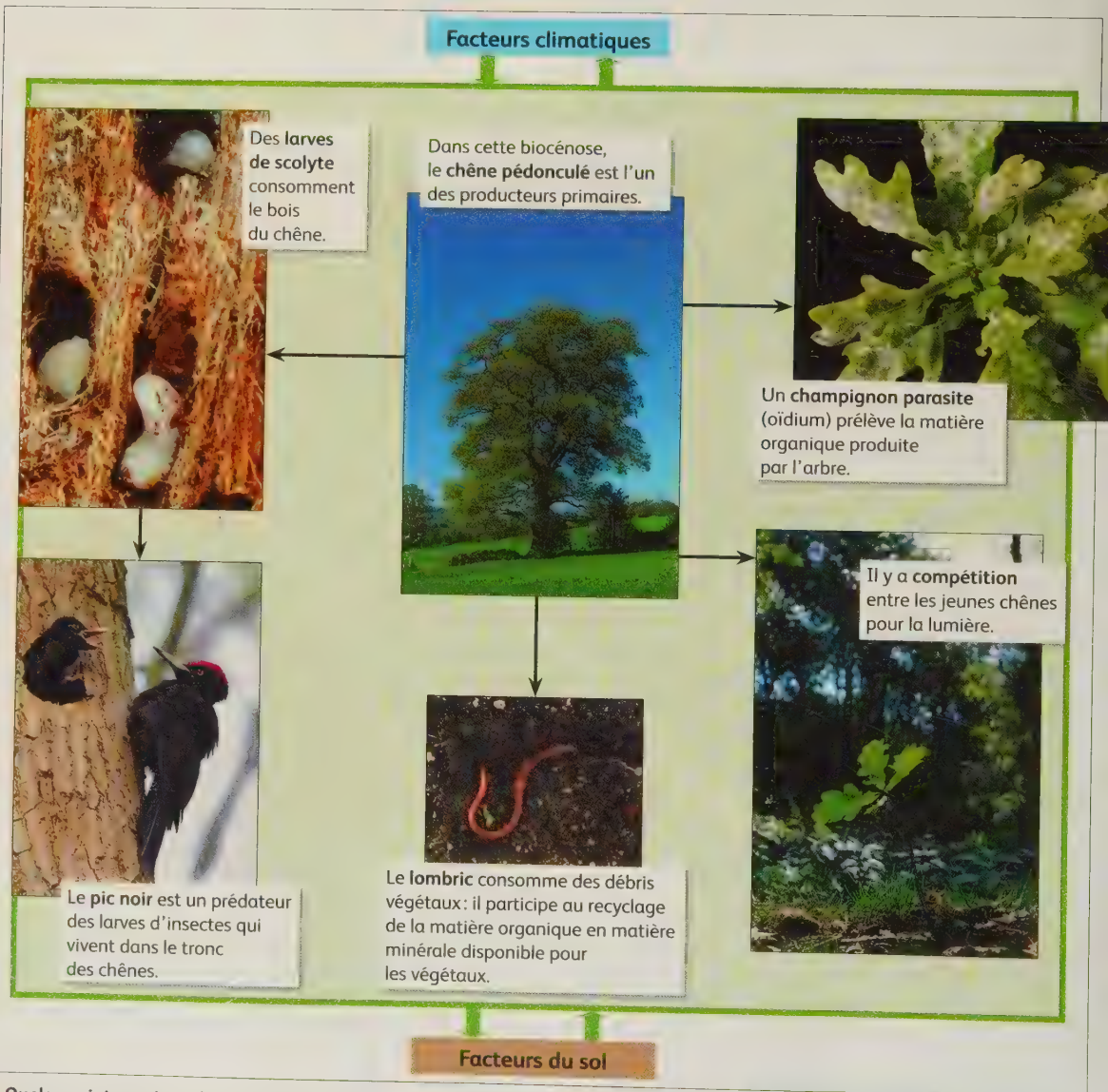
L'agriculture doit produire les denrées nécessaires à l'alimentation des sept milliards d'hommes, mais elle doit aussi permettre de conserver et protéger les ressources naturelles qu'elle utilise, comme les sols et l'eau. Les choix dans nos pratiques alimentaires et dans les techniques agricoles doivent permettre de nous orienter vers une agriculture durable. Comment concilier nutrition mondiale et agriculture durable ?

Doc. 1 L'écosystème forestier

Un **écosystème** peut être défini par un ensemble d'êtres vivants en interaction entre eux (la **biocénose**) et avec le milieu physico-chimique environnant : le **biotope**.

Dans un écosystème naturel, comme celui de la forêt, l'Homme réalise des prélèvements dont les quantités **peuvent être considérées comme négligeables** :

- des prélèvements de biomasse végétale pour l'exploitation de bois d'œuvre ou de chauffage ;
- des prélèvements de biomasse animale par la chasse par exemple.



Quelques interactions de l'écosystème forestier.

Les flèches vertes symbolisent des influences réciproques entre les facteurs physico-chimiques et les organismes vivants.
Les flèches noires indiquent des relations entre les êtres vivants.

1. Analyser. Lister les différentes interactions entre les composantes de cet écosystème.

Doc. 2 L'agrosystème « champ de maïs »

Le maïs, originaire d'Amérique centrale, est aujourd'hui cultivé dans le monde entier pour ses grains, riches en amidon, utilisés dans l'alimentation humaine et animale.

Le maïs est l'**unique producteur primaire** recherché dans cet **écosystème contrôlé**. Il apprécie plutôt les sols profonds et riches en éléments minéraux mais s'accommode de sols sableux ou argileux, voire calcaires.

Le charbon du maïs est un champignon parasite. Il consomme une partie de la matière organique produite.

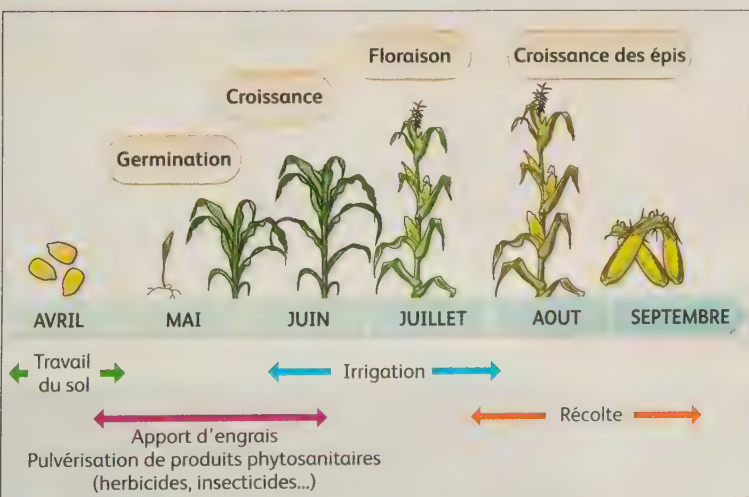
Les larves de trichogrammes consomment pucerons, œufs de papillons et chenilles.

La chenille de pyrale (papillon) consomme les feuilles du maïs.

Le liseron entre en compétition avec le plant de maïs pour l'accès à l'eau.

a Biocénose de l'agrosystème « champ de maïs ».

b La gestion de l'agrosystème « champ de maïs ».



2. Analyser. Justifier les différentes interventions réalisées dans cet agrosystème.

3. Interpréter. Préciser l'objectif commun de ces interventions.

4. Conclure. Justifier l'affirmation : « Un agrosystème est un écosystème contrôlé par l'Homme. »

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Un écosystème est un ensemble d'êtres vivants.
- Les différentes interventions réalisées dans un agrosystème ont pour objectif de favoriser la croissance de la plante cultivée en agissant sur les facteurs physico-chimiques du milieu de culture.
- Un agrosystème est un écosystème mis en place et contrôlé par l'Homme dans le but de fournir des aliments.

Rédiger

Comparer la part d'intervention de l'Homme dans le fonctionnement d'un écosystème et d'un agrosystème.

2 Flux de matière et d'énergie

Doc. 1 Bilan de matière : le cas de trois éléments minéraux

B2i

On peut évaluer les **transferts de matière** entre la biocénose et le biotope d'un écosystème naturel et d'un agrosystème. On mesure les quantités de trois éléments, **azote (N), phosphore (P) et potassium (K)**, qui transitent entre ces compartiments.

1. Interpréter. Comparer les bilans en N, P, K de l'écosystème et de l'agrosystème.

2. Analyser. Quels sont les objectifs de l'utilisation de fertilisants ?

RÉALISER

- Ouvrir le fichier Excel chap06_bilans, puis suivre les instructions afin de calculer trois bilans de matière :
 - celui de l'écosystème ;
 - ceux de l'agrosystème dans les cas où l'on suppose qu'il y a ou non apports de fertilisants.
- De même, calculer le nombre d'années au bout desquelles les stocks de N, P et K du sol seraient épuisés sans apports de fertilisants dans l'agrosystème.

	A	B	C	D	E
			Azote N (en kg/hectare)	Phosphore P (en kg/hectare)	Potassium K (en kg/hectare)
1					
2		Stocks naturels dans les sols français	3000	654	1245
3	Écosystèmes naturels	Prélèvement dans le sol par les producteurs primaires	46	5,4	50,8
4		Exportations de biomasse hors de l'écosystème	Moyenne négligeable ramenée à un hectare		
5		Restitution au sol par l'action des organismes décomposeurs	46	5,4	50,8
6	Agrosystèmes de culture type maïs	Exportations dans la biomasse récoltée	230	35	215
7		Restitution par enfouissement des résidus après récolte	11	1	32
8		Importations : apports de fertilisants	300	83	455

Le fichier Excel est disponible sur le site compagnon du manuel.

Bilans comparés de matière pour trois éléments.
(1 hectare = 10 000 m² = 100 hm².)

Doc. 2 L'eau, élément indispensable

Dans la forêt, la disponibilité en eau pour les végétaux est directement dépendante des facteurs climatiques (précipitations) et des facteurs du sol (capacité de rétention, porosité).

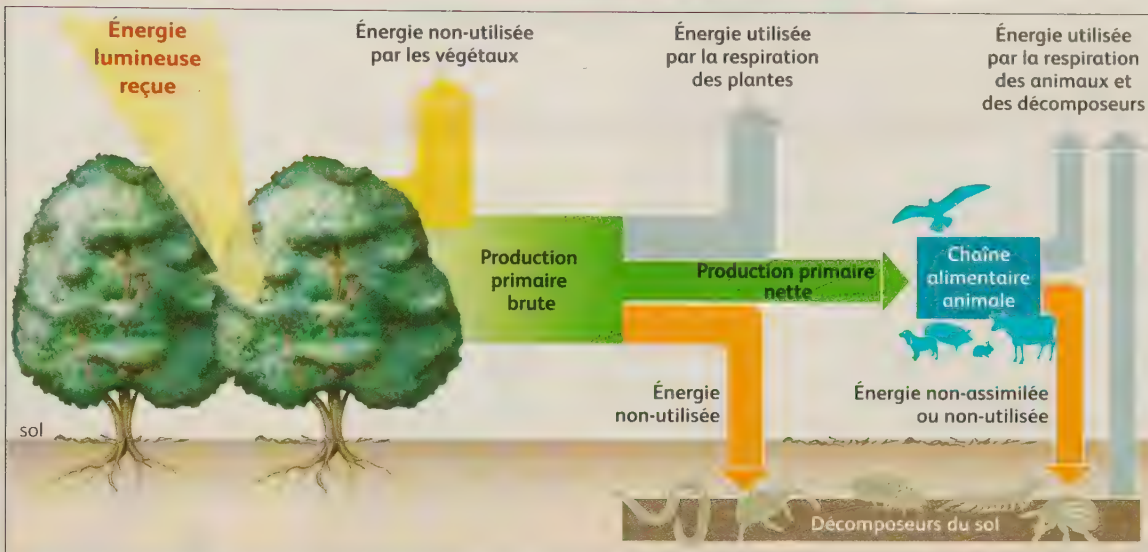
Dans l'agrosystème « champ de maïs », les précipitations insuffisantes dans certaines régions imposent une irrigation : 700 m³/hectare sont en moyenne nécessaires pour atteindre les objectifs de production quantitatifs et qualitatifs.

3. Lire. Expliquer les différences entre l'écosystème et l'agrosystème par rapport aux apports en eau.

4. Expliquer. En quoi l'irrigation peut-elle avoir un impact sur d'autres activités humaines ?



Irrigation d'un champ de maïs.

Doc. 3 Le devenir de l'énergie dans un écosystème

■ Devenir de l'énergie dans une forêt.

5. Observer. Quel est le bilan énergétique d'un écosystème ?

Doc. 4 L'énergie dans l'agrosystème « champ de maïs »

Afin de déterminer le rendement énergétique d'un agrosystème, on réalise un bilan des entrées et des sorties.

► **Les entrées :** énergie apportée par l'Homme sur le site de production ou consommée lors de la fabrication et du transport d'un intrant.

► **Les sorties :** énergie contenue dans la biomasse exportée de l'écosystème.

Inventaire des entrées et sorties d'énergies dans un agrosystème.

Entrées ($\times 10^3$ kJ/ha/an)	Machinisme	4 991
	Carburant	3 992
	Engrais	20 365
	Semences	598
	Irrigation	8 987
	Insecticides	259
	Herbicides	259
	Séchage	16 172
	Divers (électricité, transport)	7 988
Sorties ($\times 10^3$ kJ/ha/an)	Productivité	116 237
	Production (tonnes par hectare)	9

6. Calculer. Établir par le calcul le bilan des entrées et sorties d'énergies dans cet agrosystème.

7. Mettre en relation (docs 3 et 4). Préciser les différences entre un écosystème et un agrosystème sur le plan énergétique.

Rédiger

Expliquer l'affirmation :

« En raison de notre mode de production agricole actuel, nous mangeons du pétrole ».

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- La fertilisation a pour but unique l'amélioration des rendements de production.
- Dans un écosystème naturel, les sorties d'énergie sont compensées par une énergie solaire abondante.
- Les agrosystèmes ont un bilan énergétique négatif.

3

Pratiques collectives et conséquences globales

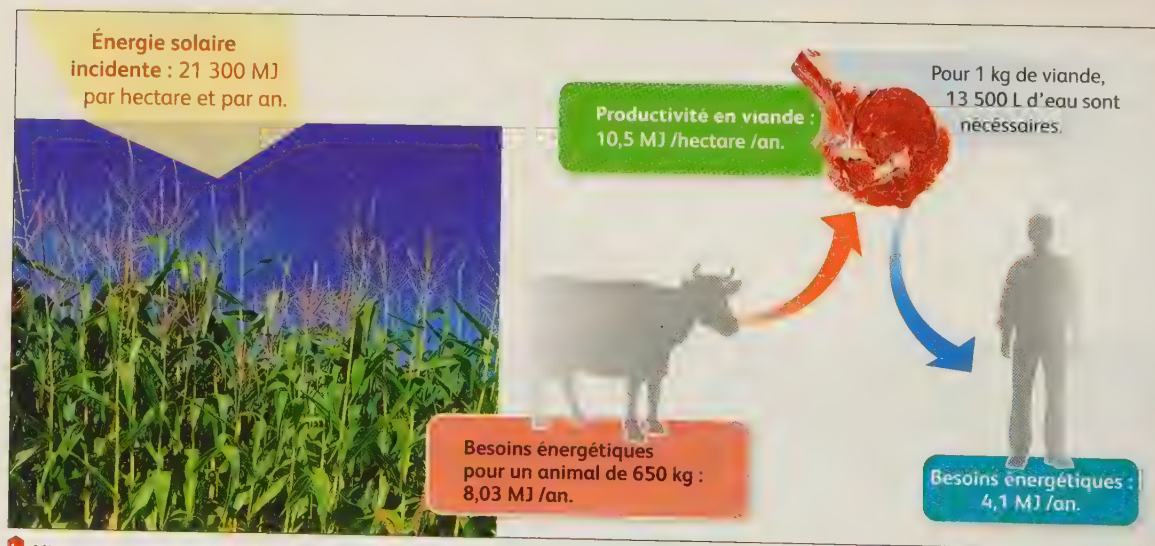
Doc. 1 Devenir du maïs dans deux agrosystèmes

► Dans un agrosystème « **champ de maïs** », la biomasse récoltée peut nourrir directement les Hommes. Ce type d'agrosystème est très fréquent dans les pays d'Amérique du Sud. Dans ce cas, l'Homme occupe la position de **consommateur primaire** dans la chaîne alimentaire.

► Dans un agrosystème de type « **élevage bovin** », l'alimentation du bétail peut être assurée par du maïs. Les bovins produisent de la viande, qui peut ensuite être consommée par l'Homme. Ce type d'agrosystème est très fréquent dans les pays occidentaux. Dans ce cas, l'Homme occupe la position de **consommateur secondaire** dans la chaîne alimentaire.



a Alimentation humaine et agrosystème « champ de maïs ».



b Alimentation humaine et agrosystème de type « élevage bovin ».

1. **Calculer.** Déterminer le nombre théorique d'humains qu'un hectare de chacun de ces agrosystèmes peut nourrir en une année.
2. **Conclure.** Relever des arguments pour montrer que la consommation de viande n'a pas le même impact écologique que la consommation de produits végétaux.

Doc. 2 Deux modes d'alimentation

► Les différences climatiques, écologiques et culturelles ont abouti à une certaine **diversité des comportements alimentaires humains** à la surface du globe.

► Ainsi peut-on comparer le mode d'alimentation d'un Indien et d'un États-Unien.

	Indien	États-Unien
Céréales dont riz et blé	59	23
Sucre	13	18
Huiles végétales	7,5	15
Viande et produits dérivés	5,5	25
Racines, tubercules	7	2
Fruits et légumes	2,3	3
Autres (alcools, etc.)	5,7	12

a Comparaison de la composition de la ration alimentaire d'un Indien et d'un États-Unien (valeurs en %).
D'après données FAO.



b Des familles indienne (haut) et états-unienne (bas) posent devant une semaine de nourriture.

3. Analyser. Comparer la composition des deux rations alimentaires proposées.

Doc. 3 L'alimentation humaine : une problématique planétaire

On s'appuie ici sur les documents présentés sur le rabat IV-V de la couverture :

- la carte des grandes productions agricoles mondiales ;
- l'utilisation du sol (graphique A) et les productions par pays de certaines filières (graphiques B à F).

4. Observer. Comparer les productions dans les pays des deux hémisphères terrestres.

5. Mettre en relation. Après avoir localisé les principales zones de production du maïs, décrivez les flux mondiaux de cette céréale.

6. Observer. Analyser l'utilisation des terres des différentes zones géographiques terrestres.

7. Interpréter. En quoi les flux alimentaires présentés sur cette carte témoignent-ils d'une évolution des modes alimentaires ?

8. Mettre en relation (docs 2 et 3). En quoi ces données mondiales révèlent-elles la complexité des besoins alimentaires de l'humanité ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- La position de l'Homme dans la chaîne alimentaire n'a pas d'incidence sur le rendement énergétique des agrosystèmes concernés.
- Consommer un produit végétal ou de la viande a le même impact énergétique sur l'environnement.
- Les principaux producteurs de blé sont européens.
- La Chine exporte du riz.

Rédiger

Commenter la phrase :

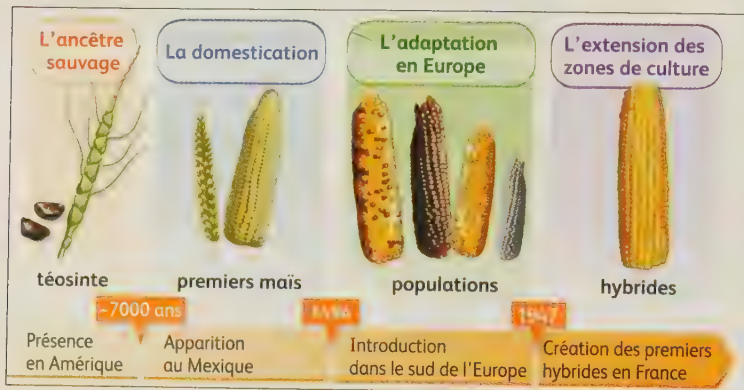
« L'humanité ne pourra pas se nourrir sur le modèle occidental ».

4 L'amélioration des espèces agricoles

Doc. 1 Du téosinte aux variétés hybrides de maïs

- Le maïs actuellement cultivé dans le monde entier provient d'une **plante ancestrale** : le **téosinte**, originaire du continent américain.
- Durant des centaines d'années, les hommes ont joué le

rôle de la sélection naturelle : ils conservaient les individus les plus gros, ce qui a permis une **évolution agronomique** de l'espèce de manière empirique. Après la découverte de la génétique, des croisements ont été réalisés.



- Les différents épis des variétés apparentées au maïs actuel.

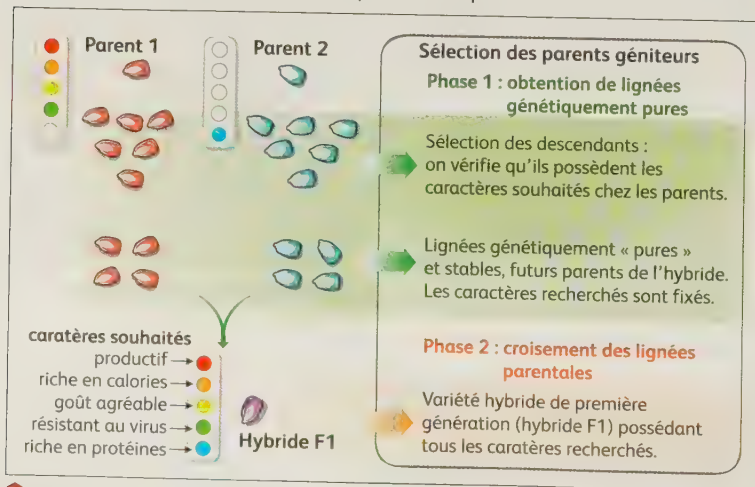
	Téosinte	Maïs cultivé
Longueur de l'épi	5 cm	30 cm
Masse moyenne d'un grain	2,5 g	0,3 g
Nombre moyen de grains par épi	40	500

- Caractères des épis de téosinte et de maïs.

1. Observer. Caractériser l'évolution du téosinte au maïs cultivé jusqu'en 1947.

Doc. 2 L'obtention d'hybrides

- Parmi les observations agronomiques, on a pu remarquer que les individus provenant de croisement de souches différentes produisent les variétés les plus vigoureuses. On appelle ce phénomène la **vigueur hybride**.
- Les hybrides sont cultivés pour des espèces telles que la tomate, le melon, le tournesol ou le colza.
- Les variétés hybrides sont obtenues par la **technique de sélection-hybridation** qui s'appuie sur les résultats des travaux de Johann Gregor Mendel (1822-1884). Cette technique comporte deux phases.



- Schéma de sélection-hybridation pour le manioc.



- Tomates Fernova, hybrides F1.

2. Observer. Donner les intérêts agronomiques des hybrides F1.

3. Expliquer. Montrer en quoi ce processus est plus complexe que la simple sélection agronomique.

Doc. 3 Les plantes génétiquement modifiées

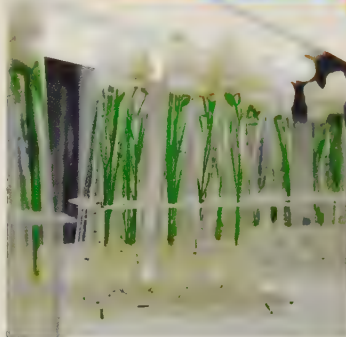
► Les caractères agronomiques, comme tous les autres caractères de l'espèce, sont **codés par des gènes**. Afin de modifier plus en profondeur le génome, on a réalisé des introductions directes de gènes.

► Le « **golden rice** » par exemple pourrait permettre, dans les pays où sévit la malnutrition, de diminuer les cas de cécité dus à des carences alimentaires en vitamine A. Un gène déclenchant la synthèse de bêta-carotène (précurseur de la vitamine A) est **intégré par transgénèse** dans les grains.

► D'autres recherches sont en cours pour développer des arachides, du soja et du riz hypoallergènes. Par transgénèse, il serait possible d'enlever les protéines allergènes qu'ils contiennent naturellement en bloquant l'action du gène responsable de la fabrication de ces protéines.



a Champs de « golden rice » en Chine.



b Jeunes plants de « golden rice » élevés au IRRI (Institut International de Recherche sur le riz).

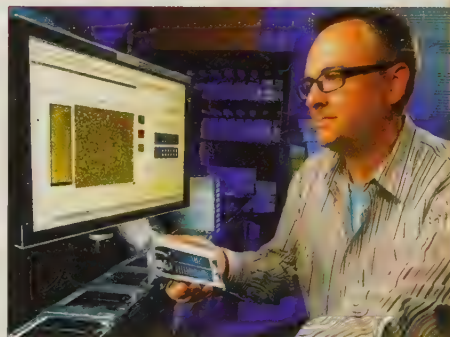
4. Lire. Dégager l'intérêt commun de l'obtention de plantes génétiquement modifiées dans les exemples proposés.

Doc. 4 Amélioration des races : transfert de gènes et clonage

► Ici, l'objectif agricole est l'obtention d'individus offrant une résistance à une maladie ou des performances zootechniques améliorées (comme une production laitière accrue).

► L'**association du clonage et de la transgénèse** ouvre dans ce domaine de nouvelles perspectives. La transgénèse permet l'incorporation de gènes assurant certains caractères génétiques souhaités. Le clonage permet ensuite de multiplier les individus en **conservant les informations génétiques**.

► Initialement menés sur l'espèce bovine, ces travaux sont actuellement étendus, avec succès, à d'autres espèces comme le lapin, les ovins et les caprins.



► Afin d'identifier les gènes permettant d'assurer certains caractères, les scientifiques analysent et comparent les génomes de différents individus.

5. Schématiser. Représenter à l'aide d'un schéma les deux techniques évoquées permettant d'obtenir un ensemble d'animaux génétiquement identiques et possédant un gène leur conférant un caractère agronomique « remarquable » (par exemple : tolérance à la brucellose chez les bovins).

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- L'intérêt des hybrides repose sur leur propriété de combinaison de caractères leur conférant une productivité accrue.
- L'obtention de plantes génétiquement modifiées a pour seul objectif l'amélioration de leur productivité.
- Le transfert de gènes chez les animaux, associé au clonage, permet d'obtenir des individus strictement identiques aux parents.

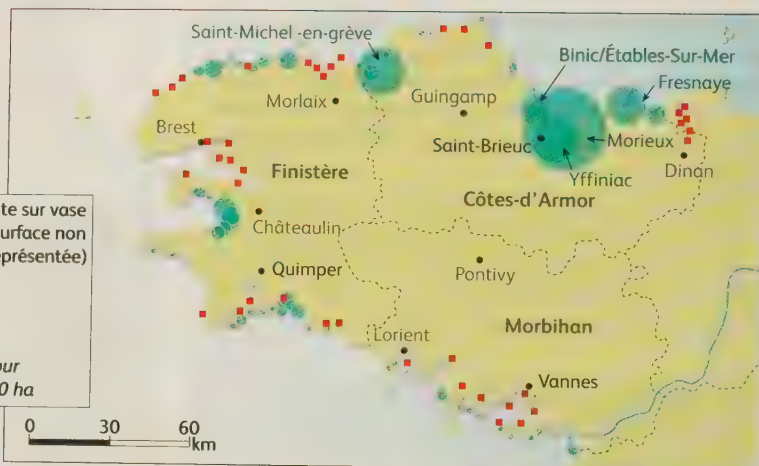
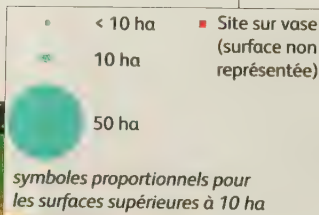
Rédiger

Montrer que les différentes techniques abordées dans les documents permettent à la fois d'atteindre des objectifs de productivité (rendement) et des objectifs qualitatifs.

5 Impacts des pratiques agricoles

Doc. 1 La pollution par les nitrates

- La présence de fortes quantités de nitrates dans l'eau favorise la prolifération des algues à l'origine de marées vertes.
- Ceci s'observe de manière particulièrement importante en Bretagne.



a Surfaces couvertes par les algues vertes cumulées lors des trois inventaires de surveillance de la saison 2009. Source : Ifremer.

b Marée verte en Bretagne. En médaillon : épandage de lisier.

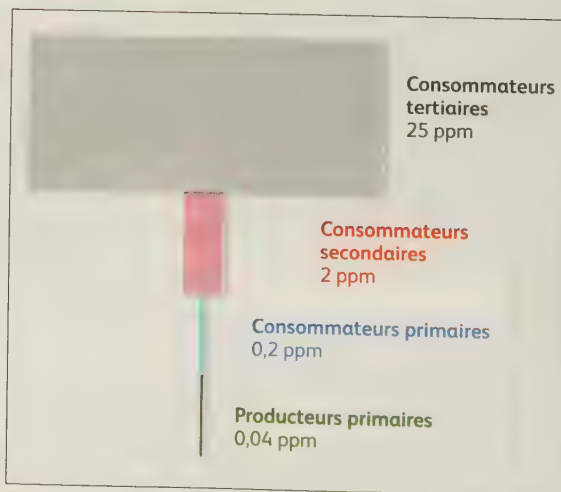
- Interpréter.** Proposer une explication au surplus de nitrates dans les sols et les rivières de Bretagne.
- Expliquer.** Formuler une hypothèse permettant d'expliquer la prolifération d'algues sur les côtes.

Doc. 2 Polluants et chaînes alimentaires

- Un insecticide, le DDT, dont l'utilisation est désormais interdite, a été largement employé dans les années cinquante. La présence de cette molécule a été relevée dans les eaux marines à des concentrations extrêmement faibles (0,000 005 partie par million ou ppm).
- Un suivi des concentrations de cette substance dans les tissus des espèces le long de la chaîne alimentaire a alors été réalisé.

3. Calculer. Pour chaque élément de la chaîne alimentaire, calculer le taux d'accumulation du pesticide par rapport à la concentration relevée dans les eaux marines.

4. Émettre une hypothèse. Montrer alors que la présence de produits phytosanitaires dans les eaux peut au final avoir des conséquences sur la santé humaine.



Pyramide des concentrations des polluants.

Doc. 3 Utilisation de plantes génétiquement modifiées

- Cultivé sur près de 1,5 million d'hectares en France, le colza est une production importante pour notre agriculture.
- Si sa culture est relativement aisée malgré sa forte demande en azote, le développement de nombreux adventices nécessite un **désherbage fréquent**. Si le désherbage mécanique est possible avant la levée, la faible tolérance du colza aux herbicides classiques rend cette solution délicate, et parfois **sans effet sur certaines espèces adventices** particulièrement endurentes, comme la ravenelle.
- La création d'un colza OGM tolérant à un herbicide total pourrait donc être l'une des voies envisageables pour augmenter la production et limiter les différents traitements nécessaires à l'élimination des adventices du colza. Cet OGM existe d'ores et déjà : il est obtenu par l'**introduction d'un gène** de résistance à un herbicide total dans le génome du colza.

VOCABULAIRE

- **Adventice** : plante non souhaitée dans une culture.

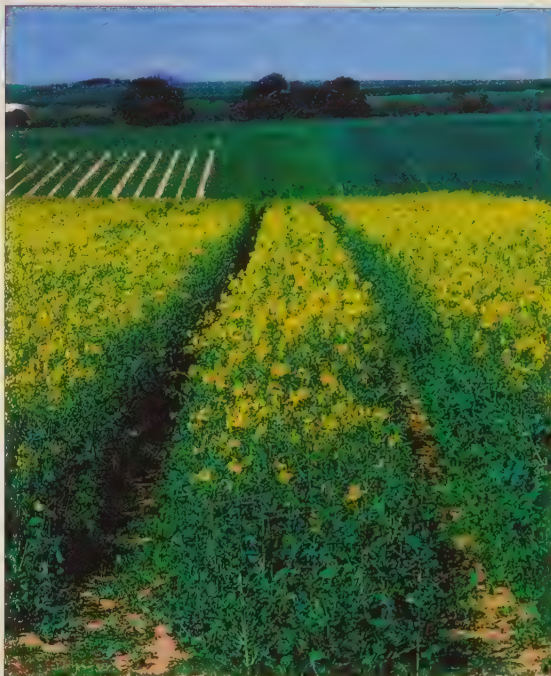
Les plantes s'hybrident à tout vent, avec leurs consœurs et aussi les espèces parentes. Elles peuvent donc disséminer le gène dont la science les a dotées. Une équipe danoise, conduite par Rikke Jorgensen, a semé le trouble en démontrant que le colza résistant à un herbicide transmettait son gène à une mauvaise herbe, la ravenelle, proche parente fort répandue sur le Vieux Continent.

© Corine Bensimon, LIBÉRATION, 03/12/1996.

- Des arguments en défaveur des OGM.

5. Interpréter. Préciser l'intérêt agronomique d'obtenir des colzas génétiquement modifiés résistants à un herbicide total.

6. Raisonner. Discuter des avantages et des inconvénients des OGM.



a Champ de colza génétiquement modifié (Angleterre).



a Fleur de ravenelle.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- L'azote contenu dans le lisier peut être considéré comme un polluant des cours d'eau.
- Le dépassement des normes en concentration de pesticides dans les eaux souterraines pose des problèmes de santé publique.
- L'apparition d'adventices résistantes à des herbicides permettra une meilleure production laitière.

Rédiger

À l'aide d'exemples, montrer que nos pratiques agricoles peuvent avoir un impact sur la santé ou sur l'environnement.

6 Des pratiques agricoles pour une agriculture durable

Doc. 1 Des techniques alternatives

Travail du sol	Agriculture traditionnelle avec labour	Labour superficiel du sol	Pas de labour et semis direct
Temps passé à l'hectare en heures	3,3	2,3	1,1
Matière organique présente dans le sol sur les cinq premiers centimètres	2 %	2,7 %	3,1 %
Érosion du sol	Sol nu très vulnérable à l'érosion	Effet variable	Érosion nettement moindre
Quantité de lombrics	198 kg/ha	590 kg/ha	670 kg/ha
Nombre de passages au champ par l'agriculteur	8 passages au champ	6 passages au champ	4 passages au champ
Consommation de carburant (exemple: blé tendre)	99 L/ha/an	79 L/ha/an	57 L/ha/an
Nombre moyen de passages avec herbicides (exemple: blé tendre)	1,4 passage avec herbicide	—	1,7 passage avec herbicide
Rendements 2005-2006 (exemple: blé tendre)	72 quintaux/ha	—	69 quintaux/ha

■ Comparaison de différentes techniques d'agriculture. (ha = hectare ; 1 quintal = 100 kg.)

1. Analyser. Montrer les intérêts du labour superficiel et du semis direct sur le plan de la limitation des effets des pratiques culturales.

Doc. 2 Exploiter les interactions végétaux/milieu



■ Champ de phacélie.



■ Bandes enherbées.

► Implantées après la récolte, des plantes, comme la phacélie, sont **utilisées comme couvre sol**, concurrençant les plantes adventices et protégeant la surface du sol des intempéries.

► Ces plantes « **piègent les nitrates** » : grâce à leur système racinaire, elles prélèvent les fertilisants qui n'auraient pas été absorbés par la culture.

► À la fin de leur phase de croissance, elles sont détruites et les résidus sont enfouis dans le sol de la parcelle, limitant ainsi le lessivage des nitrates vers les nappes d'eau souterraines.

► L'implantation de **bandes enherbées**, semées par l'agriculteur, en bordure des cours d'eau permet de limiter le ruissellement des engrais vers le cours d'eau.

2. Interpréter. Préciser l'objectif commun à l'implantation de cultures intermédiaires et de bandes enherbées.

Doc. 3 Favoriser les interactions au sein de l'agrosystème

- En cultivant deux espèces différentes sur une même parcelle, l'agriculteur peut **tirer bénéfice des interactions** entre les deux peuplements.
- Par exemple, dans la culture associée de blé et de trèfle, le trèfle a pour propriété de fixer l'azote de l'air pour le

transformer en azote minéral qui devient alors **directement disponible pour le blé**.

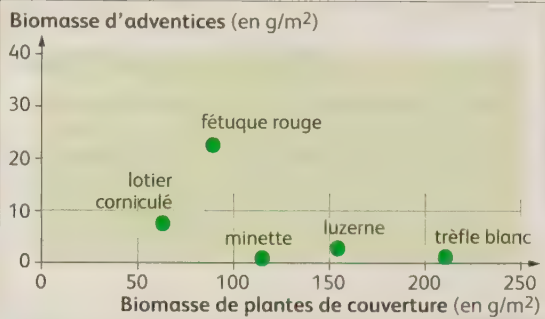
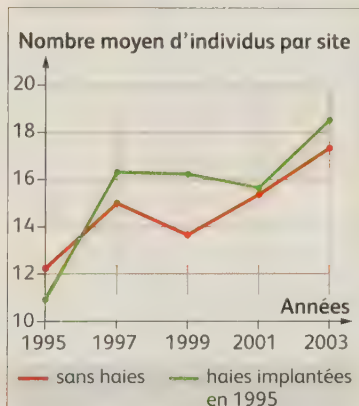
- Les **cultures associées** (ou plantes de couverture) permettent également de lutter contre la prolifération des plantes adventices concurrentes.



a Des cultures associées : blé et trèfle.

- De nombreux travaux ont montré que **l'implantation de haies** autour des parcelles assurait la multiplication de nombreuses espèces d'insectes qualifiés d'auxiliaires de l'agriculture (comme les coccinelles ou les chrysopes dont les larves consomment pucerons et chenilles, ravageurs de culture). À leur tour, ces auxiliaires **servent de nourriture** à des nombreuses espèces d'oiseaux et autres musaraignes.

Évolution de l'abondance d'espèces d'oiseaux insectivores. **c**



b Évolution de la quantité de plantes adventices en fonction de la quantité de plantes de couverture.



d Larve de chrysope consommant un puceron.

3. Interpréter. Dégager les intérêts agronomiques et écologiques des cultures associées présentées ici.

4. Expliquer. Montrer comment la présence de haies peut permettre une régulation des populations de ravageurs des cultures.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Le semis direct limite le nombre d'interventions sur la parcelle et a donc comme unique effet d'augmenter l'impact énergétique.
- La gestion durable de l'environnement passe par la préservation de la qualité des eaux profondes et superficielles.
- La gestion raisonnée des interactions entre la plante cultivée et son environnement dans l'agrosystème permet de préserver la productivité sans l'augmenter.

Rédiger

Résumer les différentes techniques et pratiques culturales présentées permettant de concilier production agricole et gestion durable de l'environnement.

MOTS-CLÉS

- **Agrosystème**
Équivalent agricole de l'écosystème.
- **Biotope**
Ensemble des conditions physico-chimiques d'un écosystème.
- **Biocénose**
Ensemble des êtres vivants d'un écosystème.
- **Biomasse**
Masse totale des organismes présents dans un écosystème.
- **Écosystème**
Unité écologique de base formée par l'interaction entre le milieu (biotope) et les êtres vivants qui y vivent (biocénose).
- **Efficacité énergétique**
Rapport entre l'énergie fournie à l'agrosystème et l'énergie produite.
- **Intrants**
Ensemble des produits apportés aux terres et aux cultures (semences, engrais et fertilisants, produits phytosanitaires ou pesticides, activateurs ou retardateurs de croissance).
- **Pratiques culturales**
Ensemble des interventions humaines dans l'agrosystème.

L'essentiel

1 Comparaison écosystème, agrosystème

■ Les écosystèmes naturels

À la surface de la Terre, les êtres vivants établissent des relations avec leur milieu de vie (**biotope**), et les autres espèces qui cohabitent avec elle (**biocénose**). L'ensemble constitue un **écosystème**.

■ Les agrosystèmes

L'agriculture repose sur les **agrosystèmes** dans lesquels des espèces sont exploitées dans le but de fournir des produits alimentaires ou des matières premières. On retrouve dans ces agrosystèmes les mêmes relations entre espèces que dans les écosystèmes, mais **l'intervention humaine, via notamment l'utilisation d'intrants, y est prépondérante**.

■ Des bilans de fonctionnement différents

Dans un écosystème, la quantité d'énergie disponible est dépendante de la photosynthèse, et les échanges de matière avec l'extérieur sont quasiment nuls. Dans un agrosystème, le rendement global dépend toujours de la photosynthèse, mais il existe des apports extérieurs, et l'exportation de matière organique.

2 Pratiques alimentaires collectives et perspectives globales

■ Alimentation végétale ou carnée : un bilan différent

La production de matière organique d'origine animale ayant une **efficacité énergétique** inférieure à celle de la matière d'origine végétale, consommer de la viande n'a pas le même impact écologique que consommer des végétaux.

■ Des choix environnementaux

Ainsi les rendements agricoles conditionnent-ils les choix du type d'alimentation dans une **perspective de développement durable** où chacun doit avoir une ration alimentaire suffisante, quantitativement et qualitativement.

3 Une agriculture pour nourrir les Hommes

■ Les problèmes de l'agriculture mondiale

L'exportation de **biomasse**, la fertilité des sols, la recherche de rendements et l'amélioration qualitative des productions posent le problème :

- des apports dans les cultures (eau, engrais, produits phytosanitaires, etc.) ;
- du coût énergétique et des atteintes portées à l'environnement.

■ Des voies pour une agriculture durable

Le choix des **pratiques culturales** doit concilier production, gestion durable de l'environnement et santé.

La recherche de l'amélioration des espèces domestiques par la sélection, les manipulations génétiques et le clonage, doit permettre d'augmenter les rendements en diminuant l'impact de l'agriculture. De nouvelles pratiques culturales doivent permettre d'orienter l'agriculture vers des pratiques durables.

Le schéma-bilan

ÉCOSYSTÈME

BIOCÉNOSE abondante
→ biodiversité

INTRANTS



Exports limités

AGROSYSTÈME

CULTURE INTENSIVE
→ Biodiversité diminuée

INTRANTS
Eau
Engrais
Phytosanitaires

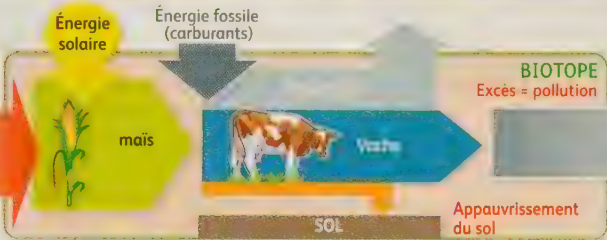


Exports :
• Produits dérivés du maïs



ÉLEVAGE INTENSIF
→ Biodiversité diminuée

INTRANTS
Eau
Engrais
Phytosanitaires



Exports :
• Viande de bœuf



VERS UNE AGRICULTURE DURABLE

→ Biodiversité protégée

INTRANTS LIMITÉS



Diversité des exports
• Manger autrement



AMÉLIORATION DES ESPÈCES AGRICOLES



téosinte

~ 7000 ans

SÉLECTION EMPIRIQUE



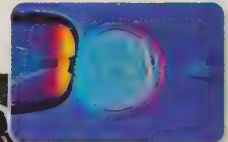
maïs hybride F1

XX^e siècle

**UTILISATION DE LA GÉNÉTIQUE
SÉLECTION - HYBRIDATION**



CLONAGE, TRANSGÉNÈSE
Création d'espèces présentant des caractères recherchés.



Les sciences autrement

SCIENCES & GASTRONOMIE

Les insectes, bifteck de l'avenir

■ Substituer des larves à la viande ou au poisson est une des pistes envisagées par les Nations unies pour nourrir 9 milliards de personnes à l'horizon 2050 : brochettes de sauterelles, criquets sauce piquante, purée de punaises d'eau géantes, larves frites, scorpions au chocolat... Le menu n'est *a priori* pas très ragoûtant, mais il faudra peut-être vite s'y habituer. Le développement de la consommation d'insectes comme substitut de la viande ou du poisson fait partie des pistes étudiées très sérieusement par plusieurs experts, dont ceux de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), pour assurer la sécurité alimentaire mondiale dans les décennies à venir. La FAO est en train d'élaborer des recommandations, et devrait, avant

la fin 2010, encourager officiellement ses états membres à « maintenir et développer » leur consommation.

■ Les spécialistes espèrent aussi progresser dans les pays occidentaux. Tout est selon eux une question de « psychologie ». « Il suffit de goûter pour recommencer », disent les amateurs. Pourquoi délaisser les insectes quand on consomme du miel, des escargots, des grenouilles ou des huîtres ?

Leur saveur est souvent comparée à celle des fruits de mer ou des noisettes. Dans l'Antiquité, les Romains appréciaient les chenilles. D'ailleurs, nous consommons déjà involontairement 500 g en moyenne de résidus d'insectes par an, dans le pain, les jus de fruit...

Gaëlle Dupont, LE MONDE, 01/06/10



Cambodgienne dégustant une brochette de tarentules.



<http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2004/51409/index.html>

SCIENCES & HISTOIRE

Que mangeait-on au Moyen Âge ?

■ De nombreuses chroniques médiévales nous permettent de reconstituer les repas du Moyen Âge. Gibier, porcs, volaille, navets, lentilles, fèves, cardon, choux, pois, pain, étaient au menu des seigneurs.



Repas dans la campagne, manuscrit (fin du x^e siècle).



■ À cette époque, pas de pomme de terre, pas de haricot, pas de courge, ni de tomates qui arrivèrent en Europe après la découverte des Amériques. Pas d'ananas, ni de banane pour le dessert, et encore moins de café pour terminer le repas.

■ Ce n'est qu'à partir du xvi^e siècle que tous ces aliments arrivèrent en Europe. C'est ainsi qu'en cinq siècles, notre paysage agricole et culinaire changea.



http://www.crdp-reims.fr/cddp52/gran_doss/dossiers/TMA.pdf

L'apparition de l'agriculture

■ Le cycle des glaciations du début du Quaternaire se clôt 10 000 ans avant notre ère. Dès lors, le climat va se réchauffer et permettre à une flore et une faune nouvelles (forêt tempérée peuplée d'aurochs, cerfs, chevreuils et sangliers) de remplacer les étendues herbeuses de climat froid et sec (steppe ou toundra qui nourrissaient les rennes, rhinocéros laineux, bisons qu'ont connus les derniers chasseurs-pêcheurs exclusifs).

■ Un nouvel âge, le Néolithique, apparaît lorsque les techniques de la pierre polie et de la poterie se généralisent. Des communautés rurales s'installent progressivement qui vivent tout à la fois de pêche et de chasse, de culture et d'élevage.

■ On situe aujourd'hui l'apparition de l'agriculture en Europe au VI^e millénaire avant notre ère dans les zones du pourtour méditerranéen, et en -4 500 dans le nord. Deux « agricultures » distinctes se développent alors :

- au nord, les populations possèdent un outillage agricole primitif (bâton à fouir le sol, houe, maillet à écraser les mottes, faucille à lame de silex) et pratiquent l'élevage du bœuf, de la chèvre et du porc ;

- au sud, des populations nomades possèdent des élevages où le bœuf est remplacé par le mouton. Elles pratiquent « l'abattis brûlis » puis abandonnent les parcelles après épuisement du sol. Les plantes cultivées sont les céréales comme le blé, l'orge, le millet et quelques légumineuses (le pois, les fèves, les lentilles).



Mortier pour écraser les grains de blé.
(Reconstitution scientifique.)



<http://www.herodote.net/histoire/synthese.php?ID=165>
http://www.memo.fr/article.asp?ID=THE_TEC_003

Un tableau dans un champ

■ Si l'agriculture est à la croisée des sciences, de l'économie, de l'histoire et de la géographie, elle peut aussi être source de créativité artistique.

■ C'est le cas pour cette réalisation d'art en plein champ. Les différentes couleurs sont associées à des plantes particulières : tournesol pour le jaune, soja pour le vert foncé, trèfle pour le vert clair, terre nue pour le brun clair et terre labourée pour le brun foncé.



Un Van Gogh
dans les champs.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Donner la définition d'un agrosystème.
- 2 Expliquer les intérêts de l'obtention d'hybrides de première génération.
- 3 Définir brièvement les mots ou expressions suivantes.
Écosystème • Intrants • Efficacité énergétique • Pratiques culturales.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- 1 Dans un écosystème :
 - a. l'énergie fossile alimente les plantes
 - b. les plantes peuvent exister seules
 - c. la production primaire brute est inférieure à la production primaire nette
 - d. l'eau est en quantité illimitée
- 2 Un agrosystème « champ de maïs » :
 - a. produit de l'énergie solaire
 - b. nécessite un contrôle permanent par l'Homme
 - c. est un système dont la lumière est l'unique source d'énergie
- 3 L'emploi d'intrants en agriculture :
 - a. permet d'améliorer la production
 - b. limite l'injection d'énergie auxiliaire dans l'agrosystème
 - c. a des conséquences parfois néfastes sur les écosystèmes naturels
 - d. peut être ajusté et avoir des impacts limités par le biais de pratiques culturales adaptées
- 4 Un agrosystème de type « élevage » :
 - a. implique des flux de matière et d'énergie plus importants qu'un agrosystème « champ de maïs »
 - b. nécessite d'être associé sur place à des agrosystèmes de production végétale visant à nourrir les animaux
 - c. ne nécessite aucun apport d'énergie
 - d. n'a que des conséquences limitées aux écosystèmes proches de cet agrosystème
- 5 Les habitudes alimentaires :
 - a. diffèrent en quantité et en composition en fonction de la zone géographique où l'on se trouve
 - b. des Européens peuvent être transposées partout dans le monde
 - c. ont des répercussions qui restent limitées à la zone de production des aliments consommés
 - d. vont devoir évoluer pour pouvoir nourrir l'humanité

3 Analyser un document

Culture de tomates sous serre avec nutrition hydroponique.



Tomate sur substrat inerte.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

- 1 Ce document expose un mode de culture qui :
 - a. ne peut être considéré comme un agrosystème
 - b. permet de mieux valoriser l'énergie solaire
 - c. n'implique pas de fertilisation puisque le substrat n'est pas un sol
 - d. nécessite moins d'intrants qu'un agrosystème de plein champ car les plantes sont protégées du milieu l'extérieur
- 2 Concernant le bilan environnemental, ce mode de culture de plantes :
 - a. ne nécessite pas l'utilisation d'énergie d'origine fossile
 - b. ne nécessite pas d'eau
 - c. permet un meilleur rendement
 - d. permet de contrôler les pollutions agricoles éventuelles

Appliquer ses connaissances

4 Un agrosystème d'élevage

► Une étude a été menée pour tester l'efficacité écologique d'un système d'élevage de bovins élevés en liberté dans les prés.

► Cette efficacité (ou rendement) énergétique se définit comme le rapport de l'énergie contenue dans la biomasse produite par l'animal sur l'énergie contenue dans la biomasse lui servant d'aliment. Ces travaux portaient sur une prairie artificielle semée, pâturée par des bovins de race Normande.

Énergie solaire incidente	498 000
Productivité primaire nette des végétaux	7 020
Biomasse consommée par les bovins (en équivalent énergie)	730
Production de biomasse par les bovins (en équivalent énergie)	50

Données en kilocalories par m² et par an.

QUESTIONS

- 1 Calculer l'efficacité énergétique des bovins dans ce système.
- 2 Discuter de la valeur de ce rendement par rapport à la quantité d'énergie solaire disponible initialement.
- 3 Montrer que le fonctionnement de ce système n'est possible que par de multiples interventions humaines dont vous dresserez la liste.



5 Améliorer ses pratiques culturales

Les agriculteurs plantent le manioc à partir de boutures issues de plantes de la génération précédente (afin d'obtenir des plants identiques à la plante mère). Or si la plante mère est malade, les racines issues du bouturage le seront aussi. [...]

Toutefois, comme de nombreuses autres plantes domestiquées [...], le manioc a gardé sa fertilité sexuelle : il se reproduit encore par reproduction sexuée, une graine étant issue du croisement entre un gamète mâle et un gamète femelle. Les cultivateurs traditionnels observent des plantes de manioc apparaissant spontanément dans leurs champs, plantes issues de graines. Chacune de ces plantes a subi un brassage sexué et est [génétiquement différente] de toutes les autres. D'ailleurs, certaines de ces plantes portant des caractères prisés par les agriculteurs seront incorporées par ces derniers dans les cultures comme de nouveaux clones.

Les agriculteurs traditionnels utilisent ainsi la reproduction sexuée de la plante pour créer et pour maintenir de la diversité génétique dans leurs populations de manioc. [...] Par ces deux effets – l'augmentation de la diversité génétique des populations et le frein à la transmission de pathogènes par boutures –, l'utilisation habile de la reproduction sexuée par les agriculteurs peut aider dans la lutte contre les pathogènes.

Doyle McKey, « Une source d'inspiration pour une agriculture durable », POUR LA SCIENCE, n° 395, sept. 2010



Racine de manioc.

QUESTIONS

- 1 Relever dans le texte les deux types de mécanismes permettant la multiplication du manioc.
- 2 Préciser le défaut principal du bouturage sur le plan agronomique.
- 3 a. Expliquer comment apparaissent des plants de manioc génétiquement uniques.
b. Préciser le principal intérêt agronomique de ces plantes.
- 4 Montrer que certaines pratiques paysannes traditionnelles peuvent constituer une voie d'amélioration de l'agriculture.

Sciences et Histoire

6 L'assolement triennal au Moyen Âge

► L'assolement triennal est une pratique culturale très ancienne : déjà mentionnée dans la littérature romaine, les grandes civilisations du Nil et d'Asie Mineure y faisaient également référence. En Europe, l'assolement triennal a été pratiqué par les agriculteurs depuis la fin du Moyen Âge jusqu'à aujourd'hui.

► L'assolement est un système de culture dans lequel le terroir agricole est divisé en « soles », vastes groupements de parcelles appartenant à de nombreux propriétaires.

► Les soles sont ensemencées différemment selon une rotation annuelle : seigle ou blé d'hiver en année 1, suivi d'avoine ou d'orge de printemps en année 2, puis jachère en année 3.

► L'assolement reçut une caution juridique à travers la fixation des redevances féodales (cens et dîmes). Ce système économique et social complexe est l'aboutissement d'efforts continus en vue d'une agriculture plus intensive. Il est le résultat d'un lent processus qui parvint à maturité dans les derniers siècles du Moyen Âge.

QUESTIONS

1 Quelle était l'organisation de la société au Moyen Âge ? Quelles conséquences cette organisation avait-elle sur la pratique de l'agriculture au Moyen Âge ?

2 Proposer des arguments scientifiques permettant de justifier l'utilisation de l'assolement triennal.

Les très riches heures du Duc de Berry (1416), « Mois de mars », musée Condé.



Sciences et Arts

7 Jean-François Millet et l'agriculture

► Peut-être parce qu'il était lui-même fils de paysan, Jean-François Millet (1814-1875) s'attacha à dépeindre les occupations familières des paysans.

► Tout d'abord critiqué par le public qui l'accusa de socialisme et lui reprocha la tristesse de ces œuvres, il fut finalement reconnu à partir de 1860.



Le semeur (1857), huile sur toile, Paris, musée d'Orsay.



Les glaneuses (1851), huile sur toile, Boston, musée des Beaux-Arts.

QUESTION

Identifier les pratiques culturelles décrites dans ces tableaux : à quel moment de l'année se situent-elles ?

Qualité des sols et de l'eau



Les plantes puisent dans l'air et dans le sol les éléments essentiels à leur croissance. Afin d'améliorer les rendements des productions agricoles, les agriculteurs épandent des engrais et des produits phytosanitaires dont les compositions chimiques sont adaptées à chaque situation. L'eau que nous buvons a aussi une composition chimique adaptée à nos besoins.

Comment déterminer la composition chimique des engrais, des produits phytosanitaires et des eaux de consommation ?

1 Le sol : milieu d'échanges de matière

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Mise en évidence de transferts ioniques

Réalisons des mesures de pH d'un sol afin de mettre en évidence le passage d'ions entre une solution acide et ce sol.

RÉALISER



- ▶ Dans un bécher, verser trois spatulées d'échantillon de terre.
- ▶ Ajouter 50 mL d'eau distillée. Mélanger vigoureusement, puis filtrer.
- ▶ À l'aide de la baguette de verre, déposer une goutte du filtrat sur le papier pH.
- ▶ Remplacer l'échantillon de terre dans le bécher. Y ajouter environ 20 mL d'acide chlorhydrique de pH = 3. Mélanger puis filtrer. Reprendre les deux étapes précédentes.

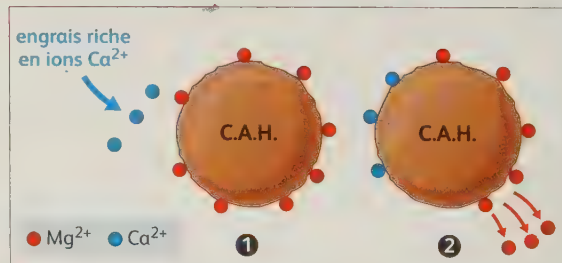
1. **Observer.** Noter les valeurs du pH des deux filtrats.
2. **Interpréter.** Comparer les pH des deux solutions.
3. **Conclure.** Pourquoi peut-on dire que des ions ont été transférés de la solution vers le sol ?



■ Mesure de pH d'un échantillon de terre.

Doc. 2 Le complexe argilo-humique et les échanges d'ions

- ▶ Dans le sol, les argiles et l'humus forment des agrégats appelés **complexes argilo-humiques (C.A.H.)**. Ces agrégats apportent aux plantes les nutriments qu'elles ne peuvent synthétiser, ni absorber directement.
- ▶ Prenons le cas d'un sol initialement riche en ions magnésium Mg^{2+} (**schéma 1**). Si on y épand un engrais riche en ions calcium Ca^{2+} , un ion calcium prendra la place d'un ion magnésium à la surface du C.A.H. car un ion calcium a plus d'affinité avec le C.A.H. qu'un ion magnésium.
- ▶ L'ion magnésium est ensuite entraîné par écoulement (**schéma 2**).



- **Mise en réserve d'ions sur un complexe argilo-humique.** Un C.A.H. est schématisé sous la forme d'une sphère où s'accrochent et d'où se décrochent des ions.

4. **Décrire.** Comment des échanges ioniques entre un sol et une solution d'engrais sont-ils possibles ?

5. **Expliquer.** Quel est le rôle des complexes argilo-humiques dans le procédé de fertilisation des sols ?

VOCABULAIRE

- ▶ **Agrégat** : ensemble compact de particules.
- ▶ **Humus** : ensemble de matières organiques (végétaux, animaux) en décomposition.

EXPÉRIMENTER

Doc. 3 Modélisation des échanges ioniques sol-solution

Pour modéliser le comportement du sol vis-à-vis d'une solution ionique, nous disposons en laboratoire de colonnes de résine « échangeuse d'ions ». L'eau d'Hépar est riche en ions magnésium et calcium ; la colonne est initialement riche en ions sodium.

RÉALISER



- Par le dessus de la colonne, verser lentement, le long des parois du tube, environ 40 mL d'eau Hépar. Récupérer la solution dans un verre à pied « poubelle ».
- Placer un bécher propre et sec en dessous de la colonne. Par le dessus de la colonne, verser précautionneusement environ 20 mL d'eau Hépar.
- Lorsqu'il n'y a plus de liquide au-dessus de la résine, remplacer le bécher par le verre à pied puis ajouter de l'eau distillée.
- Prélever environ 5 mL de solution recueillie dans le bécher. Les verser dans le tube à essais n° 2.
- Dans le tube à essais n° 1, verser environ 5 mL d'eau d'Hépar.
- Dans chaque tube, ajouter quelques millilitres de la solution de noir ériochrome T (N.E.T.) puis agiter.



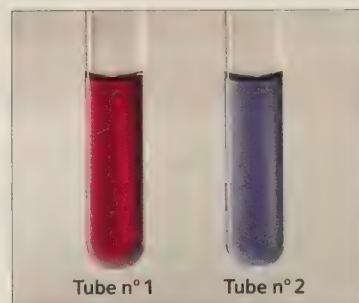
a Colonne de résine échangeuse d'ions.

6. Observer. Noter les résultats des deux tests au N.E.T.

7. Interpréter. Le N.E.T. est un indicateur coloré des ions magnésium et calcium. Une solution de N.E.T. à pH = 10 est bleue en l'absence d'ions magnésium et calcium et rose en présence de l'un ou l'autre de ces ions. Quel échantillon est le plus riche en ces ions ?

8. Raisonner. Après le passage de l'eau dans la colonne, de quels ions s'est enrichie la résine ?

9. Conclure. Les solutions recueillies (verre à pied et bécher) sont plus riches en ions sodium que l'eau d'Hépar. Pourquoi dit-on qu'il y a eu des échanges ioniques lors du passage de l'eau d'Hépar dans la résine ?



b Test d'identification des ions calcium et magnésium à l'aide du N.E.T.

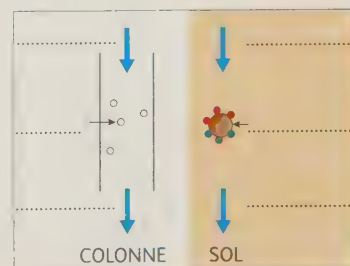
Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Le sol peut être modélisé par une colonne de résine échangeuse d'ions. Recopier ces deux schémas et écrire les correspondances entre la colonne et le sol en utilisant les propositions suivantes.

eau riche en ions calcium et magnésium • complexe argilo-humique • engrais riche en ions calcium • eau de ruissellement riche en ions magnésium • résine • eau sans ions calcium et magnésium.

Rédiger

Expliquer comment des échanges d'ions sont réalisés par le C.A.H. dans la nature, et par une résine échangeuse d'ions en laboratoire.



■ Schéma de correspondances.

2 Engrais et produits phytosanitaires

Doc. 1 Comparer des compositions chimiques

Substance active : cuivre du sulfate 20 %
Quantité nette de produit : 500 g
Formulation : poudre mouillable (WP)
Type d'action du produit : Fongicide (traitement parvis aériens)



COMPOSITION :

ENGRAIS NF U 42-00
Engrais organo-minéral NPK 3.3.3.
3% d'Azote (N) total dont 3% d'Azote (N) organique provenant des eaux de traite de maïs concentrées.
3% d'Anhydride Phosphorique (P_2O_5) total.
3% d'Oxyde de Potassium (K_2O) soluble dans l'eau.

1. Observer. Nommer les trois principaux éléments chimiques apportés par un engrais NPK.

2. Observer. Ces éléments chimiques se retrouvent-ils dans la bouillie bordelaise ?

3. Rechercher. **B2i** Établir un lien entre le rôle d'un engrais et le rôle d'un produit phytosanitaire et leurs compositions chimiques.

Étiquettes d'une bouillie bordelaise et d'un engrais. Pour qu'ils soient solubles dans l'eau, le phosphore (P) et le potassium (K) doivent être combinés avec de l'oxygène.

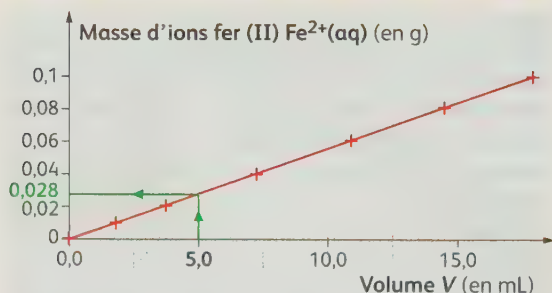
Doc. 2 Découvrir le dosage par comparaison

On souhaite doser les ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$, c'est-à-dire en déterminer la quantité de matière n ou la masse m , inconnue dissoute dans une solution S.

Découvrons une méthode de dosage, appelée « dosage par comparaison ».

PROPRIÉTÉ

Une solution de sulfate de fer (II) est vert clair. Quand on y ajoute petit à petit une solution violette de permanganate de potassium acidifiée, la solution reste vert clair, puis, pour un certain volume V de la solution, sa couleur devient rose.



Courbe d'étalonnage du dosage par comparaison des ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$.

Première étape du dosage : tracé d'une courbe d'étalonnage

On prépare des solutions $S_1, S_2, \dots$, de masses $m_1, m_2, \dots$, connues en ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$. Pour chaque solution, on détermine le volume $V_1, V_2, \dots$, de la solution de permanganate de potassium qui déclenche le changement de couleur. On trace alors la courbe d'étalonnage représentant les masses $m_1, m_2, \dots$, en fonction des volumes $V_1, V_2, \dots$.

Deuxième étape du dosage par comparaison

On procède de la même manière avec la solution S. Sur le graphique, on reporte la valeur du volume V afin de lire la valeur de la masse m correspondante.

MÉTHODE

Exploiter la courbe

Pour $V = 5,0$ mL, on trace dans l'ordre les deux traits indiqués. Puis on lit la valeur de m sur l'axe des ordonnées : $m = 0,028$ g.

4. Expliquer. Pourquoi dit-on de ce dosage que c'est un « dosage par comparaison » ?

5. Exploiter. Pour une solution S, on observe un changement de couleur pour un volume V égal à 10,0 mL. En déduire la masse m en ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$.

EXPÉRIMENTER

Doc. 3 Déterminer une composition

► La chlorose des végétaux est une pathologie se manifestant par une décoloration plus ou moins marquée des feuilles. Elle est due à un manque de chlorophylle, espèce chimique permettant la photosynthèse.

► Cette pathologie peut avoir plusieurs origines, mais la cause la plus courante est un manque de fer, ce qui peut se traiter par des produits contenant l'ion fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

► L'étiquette d'un tel produit indique que 1,0 g de ce produit contient 0,05 g d'ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$. À l'aide d'un dosage par comparaison, vérifions cette information.



a Feuilles de citronnier atteintes de chlorose.

RÉALISER

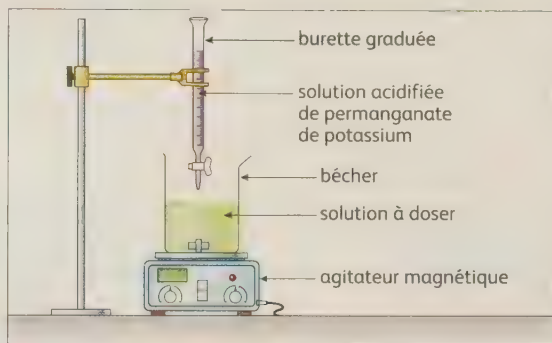


► Remplir la burette avec une solution acidifiée de permanganate de potassium.

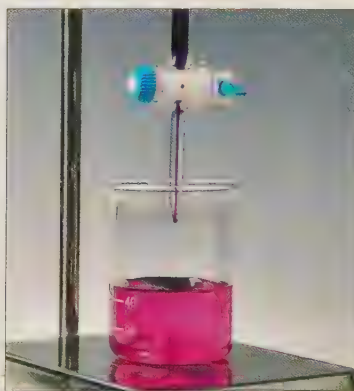
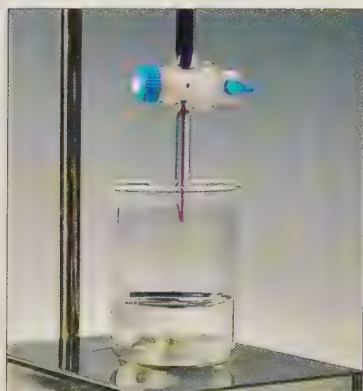
► Disposer le bécher contenant la solution à doser sur l'agitateur magnétique.

► Verser la solution contenue dans la burette 0,5 mL par 0,5 mL.

► Arrêter dès que le contenu du bécher change de couleur et noter le volume V de solution de permanganate de potassium introduit.



b Schéma du dispositif expérimental du dosage.



c Lors de ce dosage, le changement de couleur est net : du vert clair au rose.

6. Exploiter. À l'aide du graphique donné au doc. 2, déterminer la masse m d'ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ contenue dans 1,0 g de ce produit.

7. Critiquer. Compte tenu des imprécisions expérimentales, l'indication précisée sur l'étiquette est-elle vérifiée ?

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- Un engrais et un produit phytosanitaire ont des compositions chimiques différentes.
- Un engrais NPK est majoritairement composé de nickel, de plomb et de cadmium.
- Le rôle et la composition chimique d'un produit phytosanitaire sont étroitement liés.
- Un dosage par comparaison nécessite de tracer préalablement un graphique.
- Les imprécisions expérimentales ne doivent pas être prises en compte lorsqu'un résultat est donné.

Rédiger

Dans quel but réalise-t-on un dosage ? Rappeler succinctement les étapes d'un dosage par comparaison.

3 Composition chimique d'une eau

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Analyse qualitative d'une eau minérale

Comme les étiquettes des bouteilles l'indiquent, les eaux minérales contiennent des ions. On souhaite les identifier au moyen de tests caractéristiques.

MATÉRIEL DISPONIBLE

- Tubes à essais, papier pH, baguettes de verre et soucoupes.
- Solutions de nitrate d'argent, d'oxalate d'ammonium, de 1,10-phénantroline acidifiée, de N.E.T., de chlorure de baryum.
- Échantillons d'eaux minérales ; étiquettes détaillant la composition chimique des eaux minérales.
- Tests caractéristiques

RAPPELS

Ions et pH : dans l'eau, les ions $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ et $\text{HO}^-(\text{aq})$ sont toujours présents. Si le pH est inférieur à 7, les ions $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ sont en plus grande quantité que les ions $\text{HO}^-(\text{aq})$; si le pH est supérieur à 7, les ions $\text{HO}^-(\text{aq})$ sont en plus grande quantité que les ions $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

Test	1		2		3		4		5	
Ion testé	Chlorure Cl^-		Calcium Ca^{2+}		Magnésium Mg^{2+} et calcium Ca^{2+}		Sulfate SO_4^{2-}		Fer(II) Fe^{2+}	
Réactif	Nitrate d'argent		Oxalate d'ammonium		Solution de N.E.T. à pH = 10 <i>La solution de N.E.T. est bleue.</i>		Chlorure de baryum		1,10-phénantroline	
Observation si le test est positif	Avant	Après	Avant	Après	Test négatif	Test positif	Avant	Après	Avant	Après
	Précipité blanc qui noircit à la lumière.		Précipité blanc.		Solution initiale bleue qui devient rose en présence d'ions calcium ou magnésium.		Précipité blanc.		Solution rouge.	



RÉALISER



- En tenant compte du matériel disponible et des données, proposer les six manipulations qui permettent d'analyser votre échantillon. Discuter collectivement de la mise au point des six protocoles.
- Après discussion des protocoles, réaliser les manipulations.

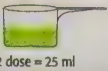
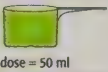
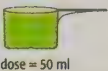
1. Observer. Regrouper les résultats des tests dans un tableau.

2. Interpréter. Quels ions ont ainsi été détectés ?

3. Reasonner. Si le test 2 est négatif et le test 3 est positif, que peut-on conclure pour les ions Mg^{2+} ?

4. Reasonner. Confronter les résultats des tests avec l'étiquette de l'eau testée. Comment expliquer les éventuelles différences entre les résultats de certains tests et ce qui est indiqué sur l'étiquette ?

Doc. 2 Qu'est-ce qu'une eau dure ?

DURETÉ ⁽¹⁾ DE L'EAU	PEU SALE
Eau douce : < 15° TH ou 150 ppm CaCO_3	 1/2 dose = 25 ml
Eau moyennement dure entre 15° et 25° TH	 1 dose = 50 ml
Eau dure : > 25° TH ou 250 ppm CaCO_3	 1 dose = 50 ml

a Étiquette d'une lessive pour textiles.

L'eau potable contient de nombreux minéraux.

Dans certains cas, une trop grande quantité de certains minéraux peut avoir des effets gênants.

5. Rechercher. B2i  Qu'est-ce qu'une eau dure ? Que désigne le « T.H. » ?

6. Rédiger. Corriger les unités portées sur l'étiquette de cette lessive.

7. Raisonner. Pourquoi a-t-on intérêt à adoucir une eau ?

8. Observer. De quoi est constitué un adoucisseur d'eau ?

9. Déduire. Pour chaque étape, comparer les compositions chimiques de l'eau entrante et de l'eau sortante.

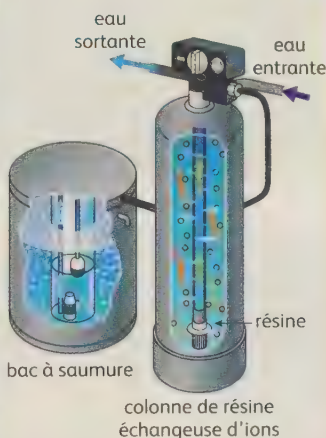
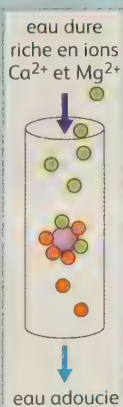
10. Expliquer. Quel est l'intérêt de la régénération de la résine échangeuse d'ions ?

Étape 1. Adoucissement

□ L'eau entrante est dure : elle est riche en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} . La résine est riche en ions Na^+ .

□ En traversant la résine, l'eau s'appauvrit en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} et s'enrichit en ions Na^+ .

□ Elle est donc **adoucie**. L'eau est ensuite aspirée vers le haut de la colonne et en ressort.

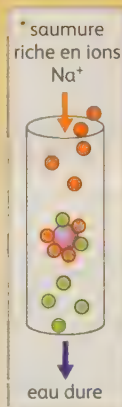


Étape 2. Régénération de la colonne

Après plusieurs passages d'eau dure, la résine est si riche en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} et si pauvre en ions Na^+ qu'elle ne peut plus adoucir l'eau.

□ Une saumure riche en ions Na^+ est alors introduite. En traversant la résine, elle s'appauvrit en ions Na^+ et s'enrichit en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} .

□ La résine s'enrichit en ions Na^+ . La solution ainsi enrichie en Ca^{2+} et Mg^{2+} est aspirée vers le haut de la colonne pour être éliminée.



b Schéma général et principe de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Recopier et compléter le texte avec les propositions suivantes.

calcium • ion(s) • précipité(s) • test(s) • chlorure • magnésium
• composition(s) chimique(s).

Une eau contient des ..., particules chargées positivement ou négativement. Il est possible de les identifier grâce à des ... caractéristiques : les ions ... (Cl^-) forment avec les ions argent un ... blanc qui noircit à la lumière.

Suivant sa ..., une eau a certaines propriétés. Par exemple, une eau est d'autant plus dure qu'elle contient des ions ... (Ca^{2+}) et ... (Mg^{2+}).

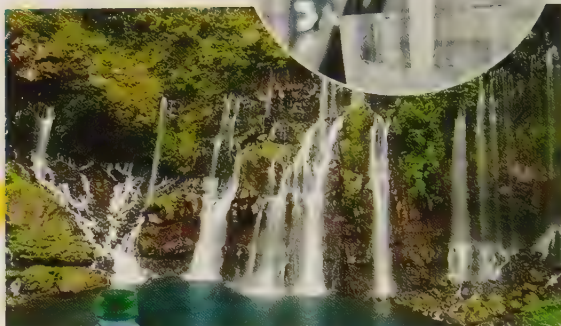
Rédiger

Qu'est-ce qui caractérise une eau ?

Décrire rapidement un moyen de modifier la composition chimique d'une eau.

4 Potabilité d'une eau

Doc. 1 Différentes eaux



Cascade Langevin, Île de la Réunion.



Diverses sortes d'eaux.

1. Observer. Parmi ces eaux, lesquelles sont potables ? Justifier.

2. Rechercher. **B2i** Quels sont les trois types d'« eaux de consommation » en France ? Caractériser chacune d'entre elles suivant son origine, sa composition chimique et les réglementations auxquelles elle est soumise.

Quelques pistes : www.cieau.com <http://www.eaumineralnaturelle.fr/> <http://www.eauxdesources.org/>

Doc. 2 Critères de potabilité d'une eau du robinet

Une eau du robinet est déclarée potable si elle répond à une cinquantaine de critères très stricts, qui peuvent cependant être temporairement dépassés. Ils sont fixés par la législation européenne. En voici quelques exemples.

Paramètre	Bactéries et germes	Plomb	Ions chlorure	pH	Ions nitrate	Ions sodium
Norme	0 dans 100 mL	10 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	Entre 6,5 et 9	50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	150 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Par ailleurs, il faut que la couleur, la saveur et l'odeur soient acceptables pour le consommateur.

3. Distinguer. Quels sont les critères relatifs à la santé publique et ceux relatifs au confort du consommateur ? Lesquels d'entre eux sont soumis à une norme ?

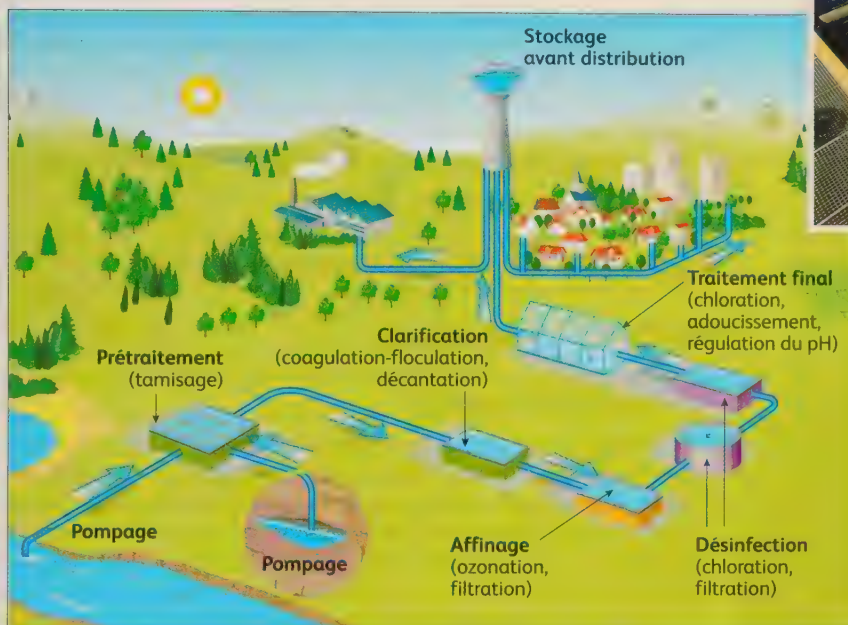
4. Raisonner. Quels critères de potabilité ne sont pas respectés par l'eau minérale Vichy Saint-Yorre ? Pourquoi est-elle pourtant commercialisée ?

SOURCE ROYALE COMPOSITION MOYENNE en mg/l	
Bicarbonates...4368	Sodium*.....1708
Chlorures.....322	Potassium.....132
Sulfates.....174	Calcium.....90
Fluorures.....1	Magnésium.....11
Minéralisation totale, extrait sec à 180°C : 4774 mg/l -pH : 6,6	
*dont 0,53g de sel (chlorure de sodium) par litre.	

Concentrations massiques en ions de l'eau Vichy Saint-Yorre.

Doc. 3 Rendre une eau potable

L'eau du robinet provient d'eaux traitées. Les eaux brutes, qu'elles soient souterraines ou de surface, peuvent être dégradées à cause de processus naturels ou à cause des activités humaines. Elles doivent donc être traitées dans une usine de potabilisation.



Station de potabilisation d'Ollioules (Var). Bassin de filtrage et de décantation.

a Schéma et vue aérienne d'une station de potabilisation.

L'ajout d'une infime quantité de dichlore détruit les dernières bactéries et préserve la qualité de l'eau tout au long de son parcours dans les canalisations. Le dichlore utilisé dans l'eau potable ne présente aucun risque sur le plan sanitaire. Il est transformé en dérivés de chlore qui donne ce goût « d'eau de Javel » à l'eau. Pour éviter ce désagrément, il suffit de placer une carafe d'eau en bas de son réfrigérateur pendant une heure.

b Le dichlore et l'eau du robinet.

5. Observer. Citer les cinq étapes du traitement des eaux brutes.

6. Rechercher. B2i Définir les termes suivants : tamisage, floculation et coagulation, ozonation.

7. Expliquer. À quoi sert le dichlore lors de la potabilisation d'une eau brute ?

8. Rédiger. Que répondre à une personne qui se plaint du goût « d'eau de Javel » de son eau du robinet ?

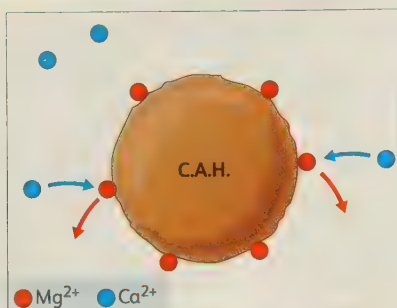
Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- L'eau du robinet est une eau de source.
- En montagne, toute « eau de source » est potable.
- Une eau est certifiée potable si elle est transparente et n'a pas d'odeur.
- Les critères de potabilité varient d'une région à l'autre.
- Les critères sanitaires de potabilité priment sur les critères liés au confort du consommateur.
- Les eaux de surface sont rendues potables dans une station d'épuration.

Rédiger

Décrire brièvement les étapes du traitement des eaux naturelles.



a Échanges ioniques à la surface d'un C.A.H. : un ion calcium Ca^{2+} apporté par une solution remplace un ion magnésium Mg^{2+} .

ENGRAIS CE PHOSPHO POTASSIQUE PK 14-18
(3 MgO, 15 SO_3 , 1 Fe)

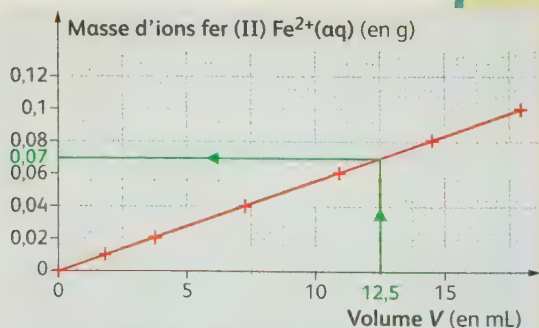
Engrais PK à base de phosphate naturel tendre contenant du magnésium, du soufre et du fer. Pauvre en chlore.

- 14 % d'Anhydride Phosphorique (P_2O_5) soluble dans les acides minéraux dont 7,7% d'Anhydride Phosphorique (P_2O_5) soluble dans l'acide formique à 2%
- 18 % d'Oxyde de Potassium (K_2O) soluble dans l'eau
- 3 % d'Oxyde de Magnésium (MgO) total
- 15 % d'Anydride Sulfurique (SO_3) soluble dans l'eau
- 1 % de Fer (Fe) total

Engrais contenant un oligo-élément. A n'utiliser qu'en cas de besoin reconnu. Ne pas dépasser la dose adéquate.



b Engrais PK pour hortensias.



c Courbe d'étalonnage pour le dosage par comparaison des ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

1 Le sol, un milieu d'échanges de matière

Les plantes prélèvent leurs nutriments dans l'air et le sol. Ils sont acheminés pour partie par le **complexe argilo-humique** (ou **C.A.H.**) du sol. Un tel agrégat est constitué d'argiles et d'humus (matières organiques en décomposition) à la surface duquel des ions sont échangés. Les **échanges ioniques** entre une solution ionique et le sol, et donc l'efficacité d'un engrais ou d'un produit phytosanitaire, **dépendent de la qualité du sol**.

2 Engrais et produits phytosanitaires

2.1 Composition chimique

- Un engrais et un produit phytosanitaire n'ont pas le même rôle, ni la même **composition chimique**.
- Un **engrais** est un produit organique ou minéral destiné à améliorer la croissance des plantes et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. Le choix de l'engrais à utiliser est conditionné par le sol qui l'accueille et la plante cultivée. Les principaux éléments apportés par un engrais sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) dans des proportions variables.
- Un **produit phytosanitaire** sert à soigner ou prévenir les maladies des plantes. Il contient un ou plusieurs principes actifs, qui sont le plus souvent des molécules organiques (principalement constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène).

2.2 Dosage par comparaison

- Un dosage permet de déterminer la quantité de matière ou la masse d'une espèce chimique dissoute en solution. On peut utiliser pour cela une seconde solution, qui réagit avec la solution à doser S.
- Lors d'un **dosage par comparaison**, on exploite une courbe d'étalonnage, tracée grâce à des mesures préalables.

Exemple de dosage. On souhaite déterminer la masse m inconnue d'ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ dissous dans une solution S de sulfate de fer.

On réalise un dosage en versant progressivement une solution acidifiée de permanganate de potassium.

La solution de sulfate de fer est vert clair. Lors de l'ajout du permanganate de potassium, pour un certain volume V, sa couleur vire au rose.

Première étape : tracé d'une courbe d'étalonnage

Des mesures préalables ont permis de tracer la courbe d'étalonnage ci-contre.

Deuxième étape du dosage : comparaison

On procède de la même manière avec la solution S : on obtient $V = 12,5$ mL. Sur le graphique, on reporte la valeur du volume V afin de lire la valeur de la masse m correspondante. On lit $m = 0,07$ g.

La solution S contient 0,07 g d'ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

3 Qualité de l'eau

3.1 Eaux de consommation

Parmi les eaux de consommation, on distingue :

- les **eaux de source**, d'origine souterraine ;
- les **eaux minérales**, d'origine souterraine ; leurs vertus thérapeutiques sont reconnues par l'Académie de médecine ;
- l'**eau du robinet** délivrée par les services des eaux.

3.2 Composition chimique d'une eau de consommation

- La composition chimique (nature et quantité de ses constituants) d'une eau minérale est stable ; elle doit être précisée sur l'étiquette de la bouteille. La composition chimique d'une eau de source et celle de l'eau du robinet peuvent légèrement varier au cours du temps.
- L'analyse qualitative d'une eau permet d'identifier les ions qu'elle contient. Elle est menée à l'aide de **tests caractéristiques** d'ions.

3.3 Critères de potabilité d'une eau

- Pour qu'une eau du robinet ou une eau de source soit déclarée potable, elle doit répondre à une **cinquantaine de critères**. Les critères relatifs à la santé publique sont soumis à des normes (concentration en ions, absence de germes et de microbes par exemple). Les critères relatifs au bien-être du consommateur (eau inodore, incolore par exemple) sont qualitatifs. Cependant, les normes de **potabilité** peuvent être temporairement dépassées.

- Les critères concernant les concentrations ioniques ne s'appliquent pas aux eaux minérales. En effet, c'est grâce à leur composition chimique particulière que les eaux minérales ont des vertus thérapeutiques. Il est recommandé cependant de ne pas toujours boire la même eau minérale.

3.4 Traitement des eaux naturelles

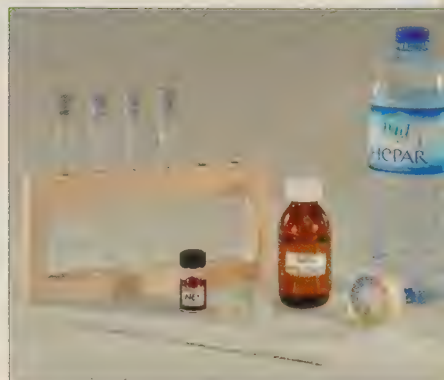
- L'**eau du robinet** provient d'eaux brutes naturelles (nappes souterraines, eaux de surface). Le **traitement des eaux** est effectué dans une station de potabilisation. Des procédés physiques (prétraitement) et chimiques (clarification, désinfection) y sont mis en œuvre. Au cours du traitement et avant distribution jusqu'au consommateur, de nombreux contrôles de qualité sont effectués.

- Les **eaux de source** et les **eaux minérales** sont « naturellement » potables. Avant d'être mises en bouteille, elles peuvent être décantées, filtrées, dégazées ; du dioxyde de carbone peut être ajouté.

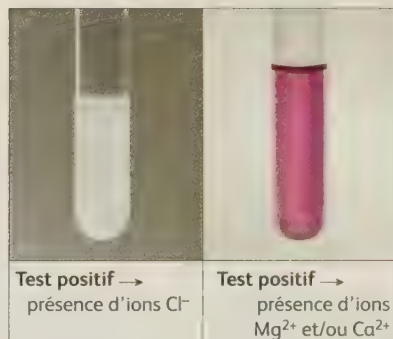
- Une **eau** est d'autant plus **dure** qu'elle est riche en ions calcium (Ca^{2+}) et en ions magnésium (Mg^{2+}). Pour **adoucir une eau trop dure**, on la fait passer sur une résine échangeuse d'ions : les ions calcium et magnésium contenus dans l'eau sont échangés avec des ions sodium Na^+ initialement contenus dans la résine.

MOTS-CLÉS

Composition chimique • Dosage par comparaison • Échanges ioniques
Engrais • Potabilité • Produit phytosanitaire • Tests caractéristiques •
Traitement des eaux



d Matériel pour analyser une eau : papier pH et solutions pour tests caractéristiques.



e Les résultats de ces deux tests caractéristiques permettent de conclure que l'eau testée contient des ions chlorure Cl^- , des ions calcium Ca^{2+} , et/ou des ions magnésium Mg^{2+} .



f Les étapes du traitement des eaux.

Les sciences autrement

SCIENCES & ÉCONOMIE

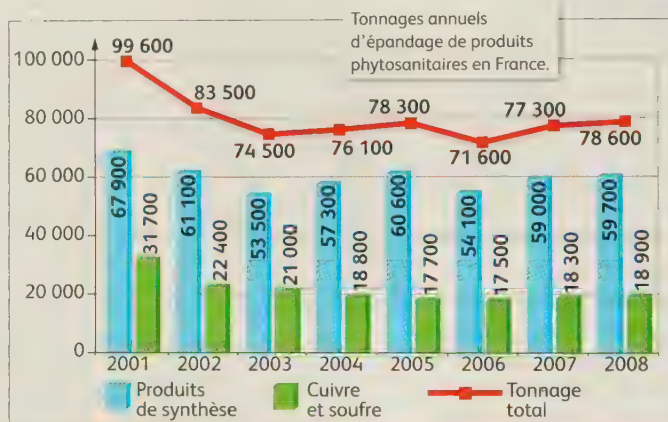
Le marché des produits phytosanitaires

■ La France est le premier consommateur européen de produits phytosanitaires et le quatrième consommateur mondial derrière les États-Unis, le Brésil et le Japon : environ 78 600 tonnes ont été épandues en France pour l'année 2008.

■ Le chiffre d'affaire s'élève à plus de 2 milliards d'euros (source UIPP - Union des Industries pour la Protection des Plantes), soit une croissance de 14 % en un an. Entre 2007 et 2008, les ventes de fongicides ont augmenté de 17 %, celles d'herbicides ont progressé de 16 %, tandis que celles d'insecticides sont en retrait de 23 %.



Épandage aérien d'engrais et de produits phytosanitaires sur des vignes en Alsace.



■ L'évolution des tonnages annuels montre une diminution globale de l'utilisation des pesticides depuis le début des années 2000, malgré les augmentations observées en 2007 et 2008.

■ En effet, lors de ces deux dernières années, de nombreuses terres jusqu'alors en jachère ont été remises en culture.

SUR LE WEB

<http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/>



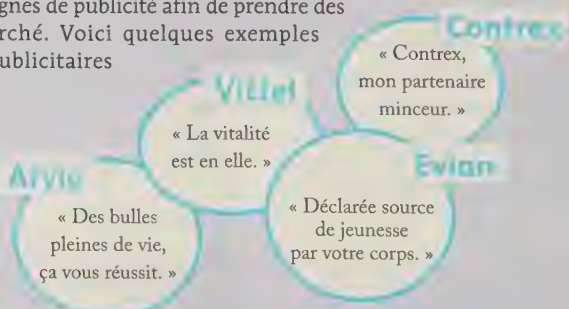
INSTINCTIVEMENT

Bébé aime l'eau d'ÉVIAN.
C'est la seule eau qui convient
à son organisme fragile.
Car elle ne contient pas
de sulfate de chaux inassimilable.
C'est l'eau de bébé, mais si saine
ce doit aussi comme toute la famille
si pure, si légère!

Publicité de la
marque d'eau
minérale Évian
(1958).

Exercer son esprit critique

Le commerce des eaux de consommation est si développé et les consommateurs potentiels si nombreux que les entreprises misent sur les campagnes de publicité afin de prendre des parts de marché. Voici quelques exemples de slogans publicitaires bien connus.



Les effets vantés par ces eaux sont-ils mesurables par une méthode scientifique rigoureuse ?

SCIENCES & HISTOIRE

L'azote et les engrais

■ En 1804, au retour de son expédition en Amérique du Sud, Alexander von Humboldt rapporte du guano (excréments d'oiseaux marins et de chauves-souris). Son analyse révèle que le guano est riche en nitrates (et donc en élément azote) et qu'il fertilise les sols.

■ Afin d'accroître la productivité agricole, il est important de comprendre comment les minéraux sont assimilés par les plantes. Des chimistes se lancent alors dans l'étude de la chimie agricole. En 1813, dans son *Agricultural Chemistry*, Davy soutient que c'est l'humus qui joue le rôle d'intermédiaire entre engrais et plantes alors que Liebig soutient que les feuilles des plantes absorbent l'élément azote atmosphérique.

■ En parallèle à ces discussions étayées d'expérimentations, la course aux engrais continue. En 1843, le premier engrais est fabriqué et commercialisé en Angleterre. Mais c'est l'entreprise allemande BASF (Badische Anilin und Soda Fabrik) qui remporte la course en 1913 en produisant 8 700 tonnes d'ammoniac par an. Cet ammoniac est ensuite transformé en engrais. Franz Haber, le concepteur de ce procédé, recevra le prix Nobel en 1918.

D'après Bernadette Bensaude-Vincent et Isabelle Stengers,
Histoire de la chimie, La Découverte,
collection Histoire des Sciences.



Publicité pour le Comptoir français de l'azote (1930).

SCIENCES & SOCIÉTÉ

De l'eau potable pour tous

■ En 2004, l'Assemblée générale des Nations-Unies a décidé que la décennie 2005-2015 serait placée sous le signe de « L'eau, source de vie ». Les actions envisagées ont « pour objectif d'appeler davantage l'attention sur les questions relatives aux ressources en eau, à tous les niveaux, et sur l'exécution de programmes et de projets relatifs à l'eau ». L'objectif visé est de « réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas d'accès à un approvisionnement en eau potable ni à des services d'assainissement de base ».

■ Dans cet esprit, le 28 juillet 2010, l'Assemblée générale de l'ONU a adopté une résolution dans laquelle elle déclare que le droit à une eau potable, salubre et propre est un « droit fondamental, essentiel au plein exercice du droit à la vie et de tous les droits de l'homme ». La situation est dramatique-ment urgente : en effet, environ 884 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et

Rassemblement autour d'un puits d'eau au Tchad.



salubre et plus de 2,6 milliards n'ont pas accès à des services d'assainissement ; les enfants de moins de cinq ans en sont les victimes les plus nombreuses. La résolution précise que les États et les organisations internationales doivent aider les pays en voie de développement en matière d'assainissement.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Définir brièvement les mots ou expressions suivants.
Composition chimique • Dosage par comparaison • Eau potable.
- 2 Décrire brièvement les cinq étapes du traitement des eaux naturelles.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

1 Le sol et une solution échangent :

- a. des minéraux
- b. de la terre
- c. des micro-organismes
- d. des ions

2 Un engrais PK :

- a. apporte des nutriments aux plantes
- b. soigne les plantes
- c. contient du phosphore et du potassium
- d. a la même composition chimique qu'un produit phytosanitaire

3 Un dosage par comparaison :

- a. nécessite au moins une série de mesures préalables
- b. permet de déterminer la quantité de matière ou la masse d'une espèce chimique dissoute
- c. compare les espèces chimiques présentes dans deux échantillons
- d. exploite un graphique

4 L'eau du robinet :

- a. provient directement d'une nappe souterraine
- b. provient d'une eau brute traitée
- c. est certifiée potable
- d. n'est pas potable

5 Les eaux minérales et les eaux de source :

- a. sont d'origine souterraine
- b. sont délivrées par les services des eaux
- c. ont une composition chimique stable
- d. ont des vertus thérapeutiques

6 Une eau potable est une eau :

- a. pure
- b. transparente
- c. sans germe ni microbe
- d. qu'on peut boire sans danger sanitaire

3 Analyser des résultats expérimentaux

On souhaite connaître la nature des ions contenus dans une eau. Dans trois tubes à essais, on verse 5 mL de cette eau. On ajoute les réactifs nécessaires pour caractériser les ions chlorure, les ions calcium et les ions sulfate.

Ion testé	Chlorure Cl^-	Calcium Ca^{2+}	Sulfate SO_4^{2-}
Réactif utilisé	Nitrate d'argent	Oxalate de sodium	Chlorure de baryum
Avant le test	Solutions incolores		
Résultat	Précipité blanc	Précipité blanc	Négatif

Résultats des test.

Le test au chlorure de baryum est positif si la concentration molaire en ions sulfate est supérieure à $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après ce document, on peut dire que...

1 Cette eau contient :

- a. des ions chlorure Cl^- et des ions calcium Ca^{2+}
- b. des ions argent et des ions oxalate
- c. seulement des ions chlorure Cl^-
- d. seulement des molécules d'eau

2 Lors du test des ions chlorure :

- a. les solutions sont restées incolores
- b. on a observé un précipité blanc qui noircit à la lumière
- c. on a observé un précipité bleu

3 Le résultat du dernier test montre que cette eau :

- a. ne contient pas d'ions sulfate
- b. contient trop d'ions sulfate
- c. contient peut-être des ions sulfate mais pas assez pour être détectés
- d. est potable

4 Cette analyse permet de :

- a. savoir si cette eau est potable
- b. savoir si cette eau provient d'une eau de surface
- c. déterminer la présence de certains des ions qu'elle contient
- d. connaître les concentrations des ions qu'elle contient

Appliquer ses connaissances

4 Compositions chimiques

On dispose de trois récipients dont les étiquettes ont été partiellement déchirées. On ne peut y lire que les compositions chimiques, regroupées dans le tableau ci-dessous.

Récipient A	Récipient B	Récipient C
20 % en sulfate de cuivre Contre le mildiou	O : 8 % (P) 8 % (K) 6 %	PK 14-18 3 MgO ; 15 SO ₃ ; Fe

QUESTION

Que contient chacun des récipients ? Justifier.

6 Dosage d'une bouillie bordelaise

La bouillie bordelaise est vendue sous forme de poudre et contient généralement 20 % en masse d'ions cuivrique. Il est possible de vérifier cette indication grâce au dosage par comparaison des ions cuivrique. Une étude préalable a permis d'obtenir la courbe d'étalonnage ci-contre.

QUESTION

Le dosage de la bouillie bordelaise donne $V = 10,3$ mL. L'indication portée sur l'étiquette est-elle exacte ? Justifier par une construction graphique et en tenant compte des incertitudes expérimentales.

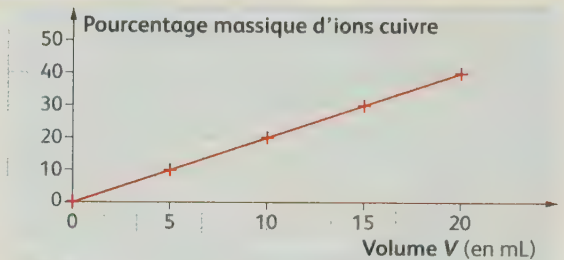
5 Carafe filtrante

Sur un site commercial, on peut lire : « Cette carafe filtrante réduit la dureté (calcium, magnésium) de façon importante. » La cartouche filtrante « permet de filtrer 600 L d'eau ».



QUESTIONS

- 1 Qu'est-ce qu'une eau dure ?
- 2 Que contiennent les cartouches ?
- 3 Pourquoi faut-il changer la cartouche lorsque 600 L d'eau ont été filtrés ?



Dosage par comparaison des ions cuivre.

7 Analyse d'un sol avant épandage

On souhaite cultiver du colza avec un rendement envisagé de 40 quintaux/hectare. Pour déterminer les traitements à appliquer, on procède à une analyse préalable du sol.

- Sol 1 : argile ; pH = 5,8.
P₂O₅ : 70 ppm et K₂O : 180 ppm.
- Sol 2 : argile ; pH = 6,0.
P₂O₅ : 50 ppm et K₂O : 320 ppm.

Le ppm ou « partie par million » est une unité de mesure de concentration.

DOCUMENT 1.

Seuils pour la culture de colza (40 quintaux/hectare)

Si la concentration initiale est comprise entre le seuil minimal et le seuil d'impasse, il est nécessaire d'ajouter de l'engrais pour que le rendement souhaité soit atteint. Si le seuil minimal n'est pas atteint, il est nécessaire d'ajouter encore plus d'engrais. Si le seuil d'impasse est dépassé, l'engrais n'est pas nécessaire.

Seuil (en ppm)	P ₂ O ₅	K ₂ O
minimal	60	200
d'impasse	100	300

DOCUMENT 2.

Nécessité du chaulage

La disponibilité des nutriments apportés par un engrais est optimale lorsque le pH d'un sol est compris entre 6,1 et 6,5. Ainsi, lorsque le sol est trop acide c'est-à-dire que son pH est trop faible, un chaulage (épandage de chaux) est nécessaire avant d'épandre un engrais.

QUESTIONS

- 1 Pourquoi est-il nécessaire d'analyser le sol ?
- 2 Pour chaque parcelle, préciser s'il est nécessaire de procéder au chaulage préalable de la parcelle. Justifier.
- 3 Pour chaque parcelle, préciser s'il faut apporter du phosphore (P) et/ou du potassium (K). Justifier.

8 Traitement d'une eau

Avant de définir une filière de traitement appropriée, des analyses quantitatives sont effectuées sur des échantillons d'eau pompée au niveau d'une station d'alerte.

DOCUMENT 1

Résultat de l'analyse de l'eau

Paramètre	Mesure	Limite de qualité
pH à 20 °C	7,9	$6,3 < \text{pH} < 9$
Turbidité*	4 NTU	1 NTU
Sodium Na^+	$9,3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Sulfate SO_4^{2-}	$87,3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$230 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Nitrate NO_3^-	$20,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Chlorure Cl^-	$21,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$230 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Pesticides	$< 0,19 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	$0,3 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
<i>Escherichia coli</i>	28 000 dans 100 mL	0
Entérocoques	2 000 dans 100 mL	0

* Turbidité : opacité d'un liquide due à la concentration de particules en suspension. NTU : unité de turbidité.

QUESTIONS

- 1 Quels paramètres faut-il faire évoluer ? Justifier.
- 2 Entre l'étape de prétraitement et celle de clarification, laquelle sera la plus efficace ? Justifier.
- 3 Est-il vraiment nécessaire de désinfecter cette eau ? Justifier.

DOCUMENT 2

Étapes de traitement d'une eau naturelle

Étape	Procédé ou réactifs	Éléments éliminés
Prétraitement	Filtration	Déchets grossiers
Clarification	Sels de fer et d'aluminium	Particules en suspension
Affinage	Ozone ou UV	Micropolluants
Désinfection	Chlore	Bactéries et micro-organismes
Traitement final	Chlore	Derniers micro-organismes

Sciences et Histoire

9 Dosage des ions nitrite dans une eau de puits artésien

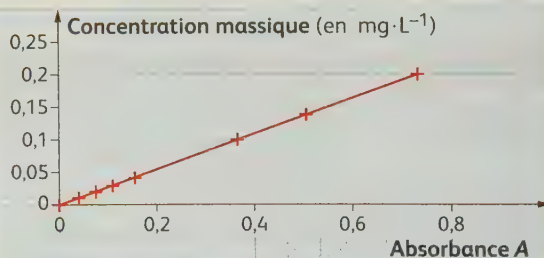
Il y a encore une trentaine d'années, certaines personnes s'approvisionnaient aux puits artésiens. La consommation de cette eau n'est plus du tout recommandée aujourd'hui mais les puits artésiens restent toujours une curiosité.

On cherche à savoir si l'échantillon d'une eau délivrée par un puits artésien respecte des critères de potabilité. On s'intéresse ici à la concentration massique en ions nitrite. Une norme européenne impose une valeur maximale de $0,1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ d'ions nitrite dans une eau de consommation.

Les ions nitrite présents dans une eau peuvent être dosés à l'aide d'un dosage par comparaison. Ils forment en effet une espèce colorée lorsqu'ils réagissent avec le réactif B.

La concentration massique en ions nitrite est proportionnelle à l'absorbance de la solution : cette grandeur physique rend compte de l'intensité de la couleur.

À partir de mesures expérimentales préalables, on obtient la courbe d'étalonnage ci-contre.



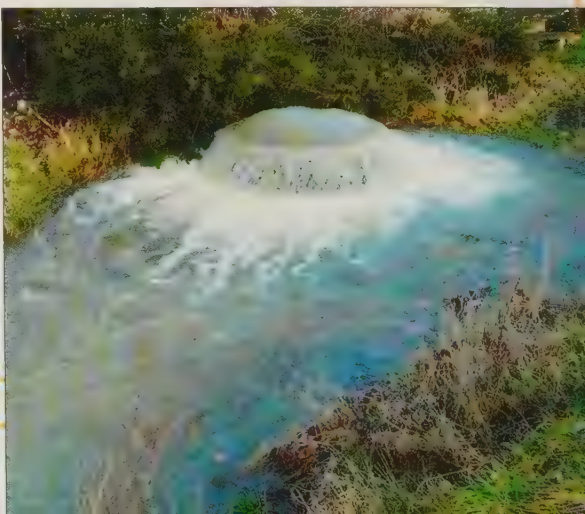
Dosage par comparaison des ions nitrite.

QUESTIONS

L'échantillon d'eau de ce puits artésien a une absorbance de 0,63.

Cet échantillon satisfait-il le critère de potabilité pour les ions nitrite ? Justifier.

Source artésienne du Blâme (Dordogne).



Conservation des aliments et santé



Les constituants de notre alimentation, même s'ils sont frais, comportent des microorganismes. Certains (comme *Lactobacillus bulgaricus*) sont bénéfiques, mais d'autres sont pathogènes. Afin de garantir les qualités sanitaires et gustatives des aliments, et permettre de les consommer pendant plusieurs jours, il est nécessaire de mettre en place des techniques de conservation.

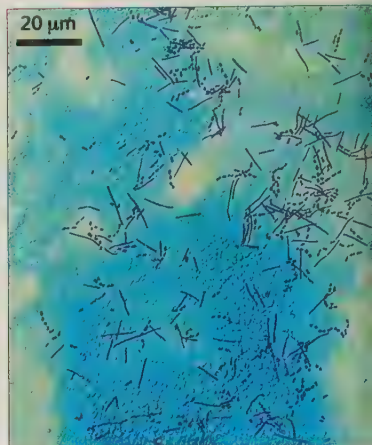
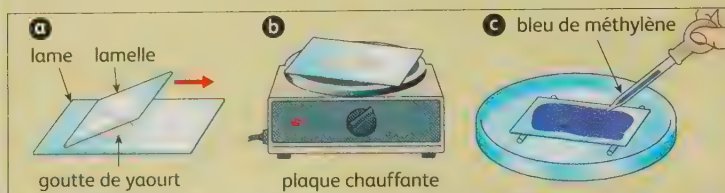
Comment s'appuyer sur les connaissances de la biologie des microorganismes pour développer des techniques de conservation des aliments ?

Doc. 1 Observer des bactéries : la flore du yaourt

Le yaourt est un produit laitier obtenu par fermentation du lait. Ceci nécessite la présence de bactéries : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

RÉALISER

- ▶ À l'aide d'une lamelle, étaler une goutte de yaourt sur une lame **a**.
- ▶ Sécher la préparation par un chauffage modéré **b**.
- ▶ Déposer deux gouttes de bleu de méthylène **c** et laisser agir trois minutes.
- ▶ Rincer à l'eau, sécher, observer.



■ Bactéries colorées au bleu de méthylène (MO).

1. Observer. Repérer les deux types de bactéries présentes dans le yaourt et déterminer leur taille.

Doc. 2 Diversité des microorganismes

▶ Certains des microorganismes sont inoffensifs, voire bénéfiques comme ceux présents dans le yaourt, tandis que d'autres peuvent avoir des effets néfastes, soit sur le goût des aliments, soit sur la santé : ils sont alors qualifiés de **pathogènes**.

▶ Ainsi, *Listeria monocytogenes* peut être présente dans différentes catégories d'aliments comme les saucisses de volaille, les viandes, les poissons et, surtout, le lait cru. Absorbée, cette bactérie provoque la **listériose**, infection particulièrement dangereuse pour les femmes enceintes.

▶ De même, *Clostridium botulinum* ou bacille botulinique est une bactérie qui produit une toxine responsable du **botulisme**. La bactérie n'est donc pas directement pathogène : c'est sa toxine qui est pathogène. L'ingestion de viande contaminée peut provoquer des paralysies pouvant entraîner la mort.

▶ Les moisissures, microorganismes du groupe des champignons, qui produisent des toxines, sont très répandues dans le monde entier. Certaines se développent sur des aliments à base de viandes.



■ *Clostridium botulinum* (MET, fausses couleurs).

2. Lire. Préciser la nature des microorganismes présents dans notre assiette ainsi que les conséquences de leur développement.

3. Rechercher. **B2i** Citer d'autres microorganismes se développant dans les aliments et pouvant être à l'origine de pathologies.

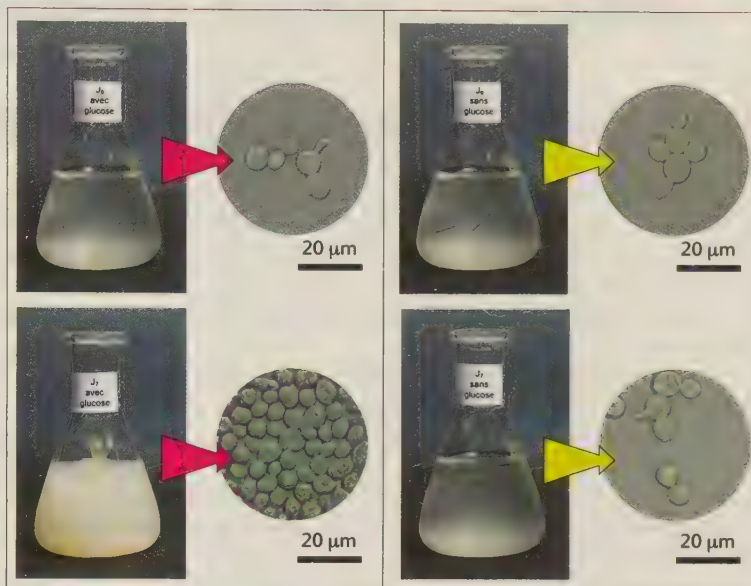
Doc. 3 Mettre en évidence la multiplication des microorganismes

► Les **levures** sont des microorganismes unicellulaires capables de se reproduire par division cellulaire. Leur cycle de vie étant court (30 minutes pour certaines), le développement d'une telle population est très rapide.

► Il dépend cependant des **conditions du milieu** dans lequel elles se trouvent et, en particulier, de la disponibilité en nutriments et de la température. Ceci peut être observé sur des flacons de culture (**document a**).

► Comme les levures, les **bactéries** se divisent. À chaque génération, une cellule se divise et donne donc deux nouvelles cellules. Ainsi, à chaque cycle de vie, le nombre de cellules double.

► Grâce à différents systèmes de mesure, on peut évaluer une population de microorganismes, et étudier son évolution au cours du temps, pour des conditions fixes (**graphique c**).

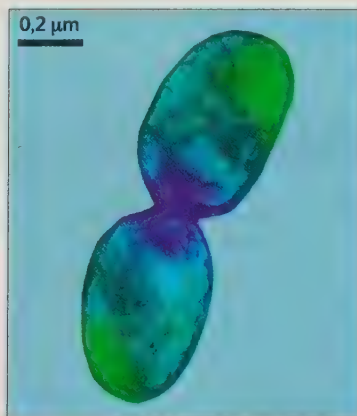


a Croissance des levures dans différentes conditions de milieu.

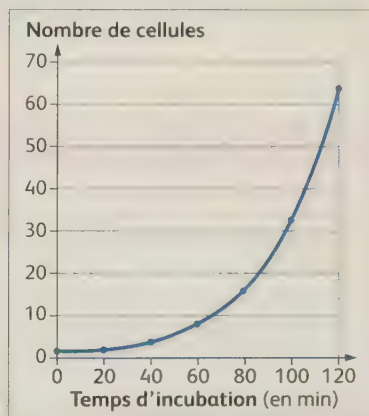
4. Analyser. Relever les conditions nécessaires au développement des levures.

5. Analyser. À l'aide du graphique, déterminer la durée nécessaire au doublement d'une population de ces bactéries.

6. Modéliser. Vérifier que le nombre de cellules Y est donné par la formule $Y = 2^N$, où N est le nombre de générations.



b Bactérie en cours de division.



c Évolution de la population bactérienne.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Les bactéries présentes dans les aliments sont toutes pathogènes pour l'Homme.
- Les bactéries n'ont pas besoin d'éléments nutritifs pour vivre.
- Les bactéries sont des cellules qui se divisent.
- Les toxines permettent la fabrication des yaourts.

Rédiger

Présenter des arguments permettant de dire que les microorganismes sont des êtres vivants.

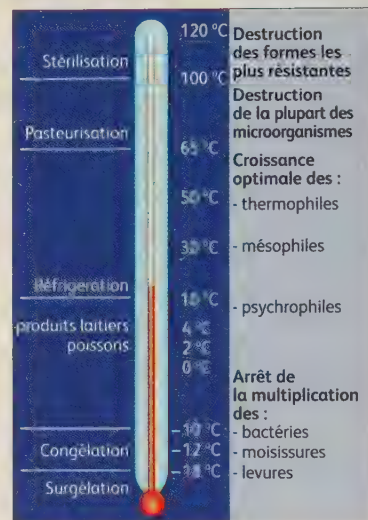
Conserver les aliments : utiliser le facteur température

Doc. 1 Les microorganismes sensibles aux températures

- ▶ Les bactéries peuvent se développer dans des conditions assez variées. Cependant, les bactéries ont des **limites vitales**. Ainsi, les fortes températures ont pour conséquence une diminution de la croissance des cellules, voire la mort des cellules.
- ▶ De même, de faibles températures entraînent une limitation de la croissance bactérienne.
- ▶ Ces observations ont permis de **caractériser les bactéries suivant leur sensibilité à la température**, mais aussi de mettre au point des méthodes permettant de limiter leur prolifération, et ainsi, d'augmenter les délais de conservation des aliments.
- ▶ On distingue ainsi des microorganismes thermophiles (se développant aux températures élevées), des psychrophiles (se développant aux basses températures), des mésophiles.

Quelques températures caractéristiques des microorganismes.

1. Analyser. Quelle différence majeure existe-t-il entre l'effet des fortes températures et celui des basses températures sur les populations bactériennes ?



Doc. 2 Chauffer pour limiter les populations microbiennes

▶ Outre ses travaux sur la rage, Louis Pasteur est aussi célèbre pour ses travaux sur les procédés de conservation. La **pasteurisation** est un procédé de conservation des aliments basé sur différentes étapes de chauffage. Ce procédé tire son nom des travaux de Pasteur sur la bière, dans les années 1870.

▶ À l'origine, la pasteurisation consistait à porter la température d'un produit aux environs de 75 °C pendant 15 secondes. Ensuite, le produit devait être refroidi rapidement. De nos jours, la température d'un produit est souvent élevée au-delà de 75 °C sans toutefois dépasser 85 °C.

▶ La technique de la **mise en conserve** ou **appertisation**, est une autre technique utilisant les hautes températures. Elle fut élaborée en 1795 par Nicolas Appert, d'où son nom. La nourriture est placée dans des boîtes métalliques et chauffée à 115 °C pendant une durée pouvant aller de 25 minutes à plus de 100 minutes. Ce chauffage permet à la fois la fermeture de la boîte, et la destruction de la majorité des bactéries.

▶ Cette technique, largement utilisée au XX^e siècle, connaît néanmoins un déclin du fait de l'apparition de nouvelles techniques, et de son action parfois négative sur la qualité gustative et nutritive des aliments.

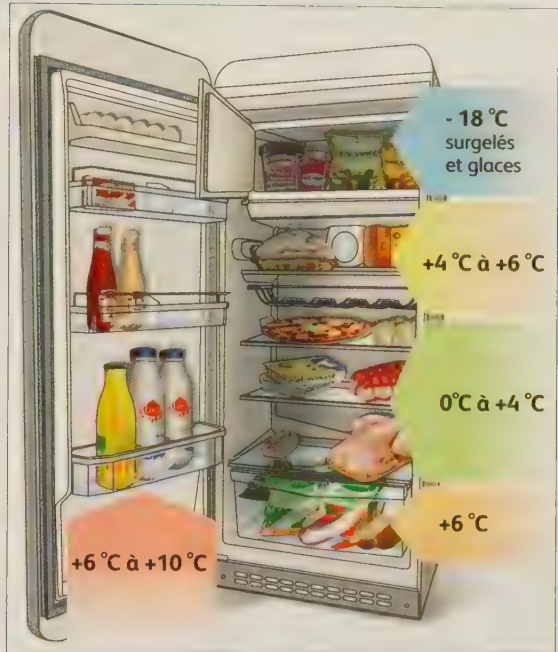
2. Mettre en relation (docs 1 et 2). Montrer en quoi ces procédés permettent d'allonger la durée de conservation des aliments.

Mise en conserves d'asperges.



Doc. 3 La chaîne du froid

- Pour acheminer les aliments comme le poisson, les Romains enveloppaient de neige et de glace les poissons du Rhin pour les transporter jusqu'à Rome.
- Le froid limite, voire stoppe, la prolifération des microorganismes, tout en conservant les valeurs nutritives des aliments. De ce fait, pour allonger la période de conservation, les denrées alimentaires périssables doivent être maintenues à une température située entre 0 °C et +4 °C pour les produits très périssables, et inférieure à +8 °C pour les denrées périssables.
- La **congélation**, autre technique de conservation par le froid, permet la conservation des aliments sur de plus longues périodes.
- La **rupture de la chaîne du froid** est la conséquence de l'élévation des températures prescrites. Toute hausse de température provoque et accélère la croissance microbienne et réduit la durée de vie du produit : un produit sain peut devenir un produit à risque, l'aspect et le goût peuvent se dégrader.
- Plusieurs cycles de **congélation/décongélation** peuvent avoir pour conséquence de sélectionner les microorganismes résistants au froid, et provoquer ainsi une augmentation importante de certaines populations bactériennes pathogènes.



a Répartition des températures et des aliments dans un réfrigérateur.



- b **Salmonella** (MEB, fausses couleurs).
L'une des principales intoxications alimentaires, la salmonellose, est causée par cette bactérie. Elle peut contaminer des aliments restés sans réfrigération pendant plusieurs heures.

3. Comprendre. Préciser l'importance du maintien de la chaîne du froid pour un produit congelé.

4. Analyser. Expliquer les conseils de disposition des aliments dans un réfrigérateur.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Les différentes techniques de conservation des aliments ont pour objectif de rendre les conditions de milieu défavorables au développement des microorganismes.
- Le froid permet de tuer tous les microorganismes.
- La pasteurisation élimine toutes les bactéries présentes dans un aliment.
- Un réfrigérateur est un milieu stérile.

Rédiger

Expliquer quel peut être l'intérêt des mesures d'hygiène limitant la contamination des aliments dès leur fabrication.

3 Conserver les aliments : d'autres techniques

Doc. 1 Des techniques ancestrales

► L'un des premiers problèmes que l'Homme eut à résoudre fut celui de la conservation de ses aliments. En effet, parmi les aliments que nous consommons, certains sont non périssables – comme la farine, les noix, le sucre –, d'autres sont périssables et ont une durée de conservation limitée. Afin de conserver les apports nutritionnels des produits frais, de nombreuses techniques ont vu le jour.

► Depuis des millénaires, la **fermentation** est utilisée pour conserver les aliments tout en améliorant leurs propriétés gustatives : c'est le cas pour la préparation du pain, de boissons alcoolisées (vin et bière), de vinaigre, de yaourts, de fromages et de produits carnés. C'est aussi le cas pour le soja et le chou. Dans ce processus, c'est la **diminution du pH** qui limite la prolifération des microorganismes.



a Amphores en terre cuite servant à la conservation du vin. Palais de Cnossos, Crète, civilisation minoenne.

► L'eau est une molécule indispensable au déroulement des réactions du métabolisme des microorganismes. Ainsi, la **quantité d'eau disponible** dans le milieu conditionne les capacités de multiplication des bactéries. Ainsi, la **déshydratation** est couramment utilisée dans l'industrie pour conserver de grandes quantités d'aliments telle que la farine de tomate.

► Par ailleurs, certaines espèces chimiques solubles comme le sel limitent l'entrée d'eau dans les bactéries et ont ainsi un effet inhibiteur sur la croissance bactérienne. C'est ainsi que la **salaison**, connue depuis l'Antiquité, est employée pour les poissons et les viandes, comme le jambon. Elle est à la base du commerce du sel en Europe, et de l'instauration de la gabelle.

b Fabrication de pulpe de tomate déshydratée, destinée à être incorporée dans des soupes.

1. Comprendre. Préciser comment les techniques décrites dans ce document limitent la prolifération des microorganismes.

Doc. 2 Irradier les fruits et les légumes pour les conserver



► Les radiations ionisantes ont des effets létaux sur les microorganismes (phénomène découvert par Minck en 1896). Elles ont ainsi été utilisées pour stériliser les instruments chirurgicaux, en particulier ceux qui ne peuvent pas être passés à la chaleur.

► À doses plus faibles, les radiations sont utilisées pour éliminer les microorganismes à la surface d'aliments frais comme les pommes de terre ou les fraises.

► Ce procédé, aussi appelé **pasteurisation à froid**, peut détruire certaines vitamines, mais aussi altérer les qualités gustatives des aliments.

c Résultat comparé de la conservation d'un lot de fraises irradié à gauche et non irradié à droite.

2. Interpréter. Quels semblent être les avantages de cette technique ?

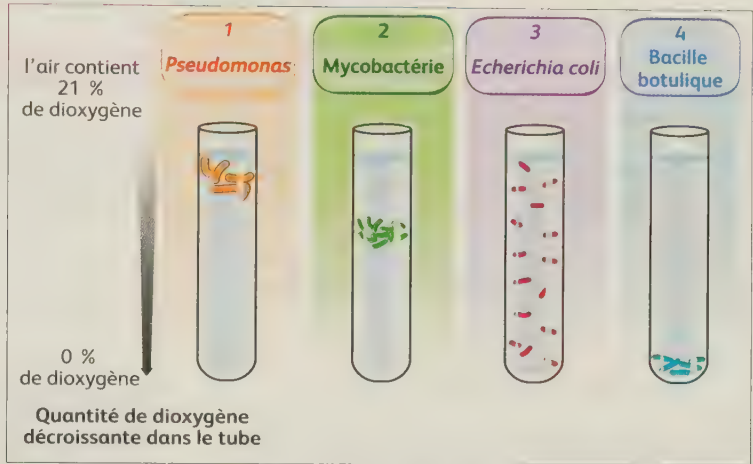
3. Rechercher. **B2i** Quels sont les inconvénients de cette technique ?

Doc. 3 Besoins en dioxygène

► Afin d'étudier les préférences de milieu de certains microorganismes, on place, dans des tubes à essais, un mélange comprenant du thioglycolate : la concentration en dioxygène dissous varie alors **suivant la profondeur dans les tubes à essais**.

► Divers microorganismes sont ensuite ajoutés dans les tubes. Après quelques heures, on observe leur localisation.

4. Analyser. Décrire les résultats de l'expérience. Conclure sur les besoins en dioxygène de chacune des espèces bactériennes étudiées.



■ Expérience sur le développement des microorganismes suivant la présence de dioxygène.

Doc. 4 Des techniques de conservation plus récentes



■ Sachet de salade sous atmosphère contrôlée.

► Le **conditionnement sous atmosphère modifiée** consiste à remplacer l'air contenu dans l'emballage par un gaz ou un mélange gazeux, le tout étant ensuite stocké à basse température.

► Cette technique permet de réduire la quantité de dioxygène tout en maintenant le niveau d'humidité. La durée de conservation des aliments est ainsi allongée et leurs qualités gustatives sont préservées.

5. Mettre en relation (docs 3 et 4).

Expliquer comment ce mode de conservation limite la prolifération des microorganismes.

6. Raisonner. Pourquoi les consommateurs doivent-ils vérifier l'état de l'emballage de ce type d'aliment ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Les différentes techniques de conservation des aliments ont pour objectif de rendre les conditions de milieu défavorables au développement des microorganismes.
- Aucune bactérie ne se développe à pH = 2.
- La salaison évite la mise en conserve.
- La déshydratation provoque la multiplication des cellules.

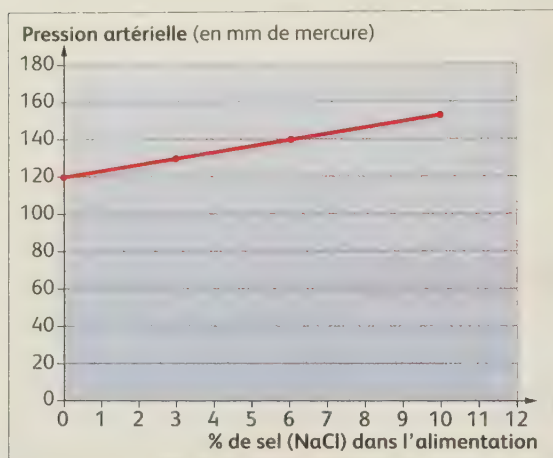
Rédiger

Préciser les avantages et les inconvénients de chacune des techniques présentées dans ces documents.

Doc. 1 L'utilisation d'additifs alimentaires : le cas des sels

► Le sel ajouté par le consommateur à l'eau de cuisson ou aux plats représente 1 à 2 g par jour, soit seulement 10 à 20 % des apports quotidiens en sel. Près de 80 % de ces apports sont liés aux aliments manufacturés. Les produits les plus contributeurs au regard des apports en sel sont : le pain et les biscottes, la charcuterie, mais aussi les plats cuisinés.

► La consommation excessive de sel entraîne des **troubles physiologiques**. C'est pourquoi l'AFSSA a recommandé, en 2002, une baisse de la consommation de sel de 20 % sur 5 ans, afin d'atteindre une moyenne de 8 g/jour. Pour cela, elle a notamment recommandé aux acteurs de l'industrie agroalimentaire de réduire la quantité de sel contenue dans les aliments manufacturés.

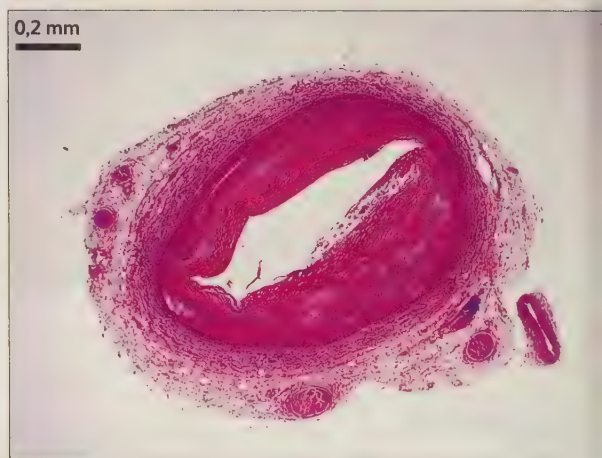
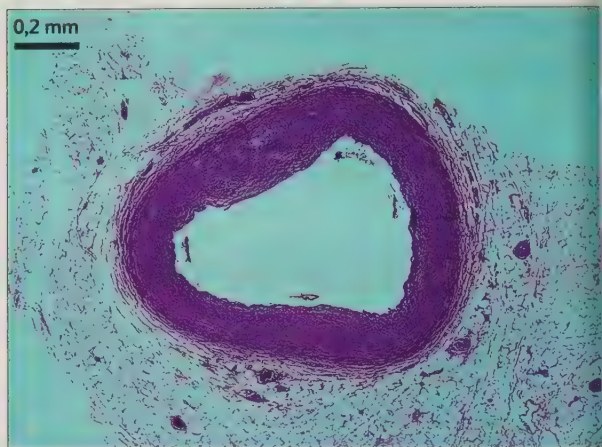


a Évolution de la pression artérielle en fonction de l'apport en sel alimentaire.

Nos repas sont souvent trop riches en viande et en sel. Or, ce type d'alimentation acidifie légèrement notre sang. Afin de rétablir l'équilibre, les os vont libérer du calcium pour neutraliser l'augmentation d'acidité. Cette perte de calcium, faible mais qui dure toute la vie, fragilise notre squelette. [...] L'entretien du squelette est une succession de petites dégradations et de reconstructions de l'os tout au long de la vie. Cette mécanique est contrôlée par des hormones comme les œstrogènes. Or en vieillissant, surtout chez la femme lors de la ménopause, ces hormones cessent d'être fabriquées. L'entretien du squelette est donc perturbé et les os sont moins solides. La fragilisation extrême des os est une maladie : l'ostéoporose.

D'après le Service Presse INRA
<http://www.inra.fr/presse/>

b Conséquence d'une alimentation trop salée.



a Coupes transversales d'une artère.

En haut, artère normale.

En bas, artère présentant une plaque d'athérome, une conséquence potentielle de la surconsommation de sel.

1. **Observer.** Quels troubles physiologiques peuvent être engendrés par une consommation excessive de sel ?
2. **Argumenter.** Proposer une explication à la volonté des pouvoirs publics de faire diminuer la quantité de sel dans les aliments.

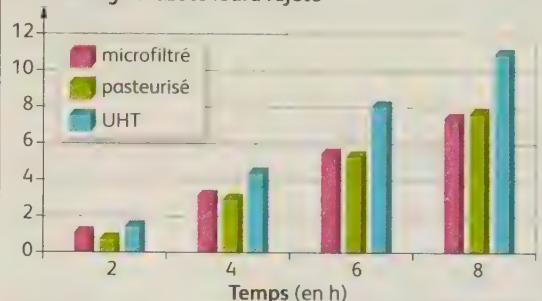
Doc. 2 La qualité nutritionnelle du lait UHT en question

► En France, le lait stérilisé UHT représente 90 % de la consommation de lait.

► Les protéines constituent avec le calcium l'un des éléments nutritionnels majeurs du lait. Or, les traitements thermiques induisent des **modifications structurales des protéines**. Ces modifications peuvent affecter la qualité nutritionnelle des protéines et notamment induire la perte de certains acides aminés.

► Une expérience a été réalisée afin d'évaluer l'impact de la stérilisation sur les qualités nutritionnelles du lait. Des volontaires sains ont ingéré un demi-litre de lait micro-filtré, pasteurisé ou UHT. Les protéines du lait ont été préalablement marquées avec de l'azote lourd ^{15}N . On mesure la quantité d'azote lourd rejeté dans les urines pendant les 8 heures suivant le repas. L'azote ^{15}N retrouvé dans l'urée est considéré comme « perdu » pour l'organisme, qui ne peut l'utiliser pour assurer ses fonctions.

Pourcentage d'azote lourd rejeté



► Pourcentage d'azote lourd rejeté dans l'urine par rapport à l'azote lourd total ingéré.

3. Argumenter. Que peut-on dire concernant les effets de la stérilisation UHT sur la qualité nutritionnelle du lait ?

Doc. 3 Emploi d'additifs alimentaires

► Les **conservateurs** sont des additifs alimentaires repérés par les codes E2xx. Leur effet direct retarde ou empêche d'indésirables modifications microbiologiques dans les denrées alimentaires, en particulier leur altération. On distingue :

- les **conservateurs d'origine minérale** (chlorure de sodium, nitrates et nitrites de sodium et de potassium) ;
- les **conservateurs d'origine organique** (acides gras saturés, acide sorbique, acide benzoïque).

► Pour lutter contre la prolifération des bactéries, on utilise parfois aussi des **antibiotiques**, repérés par les codes E7xx.

► Pourtant, ces additifs ne sont pas sans effets sur la santé, et leur utilisation est strictement réglementée.

Effet sur la santé	Conservateurs
Dangereux	E210, E211, E212, E213, E214, E215, E216, E217, E218, E236, E237, E238, E239, E240, E241
Cancérogène	E210, E211, E212, E213, E214, E215, E216, E217, E218, E236, E237, E238, E239
Allergènes	E210, E211, E212, E213, E214, E215, E216, E217, E218
Action sur le tube digestif (irritation, perturbations et ralentissement de la digestion)	E220, E221, E222, E223, E224, E225, E226, E227, E290
Action négative sur la fixation de la vitamine B ₁	E220, E221, E222, E223, E224, E225, E226, E227

► Quelques conservateurs alimentaires et les risques associés.

4. Rechercher. B2i À quelles substances les additifs du tableau correspondent-ils ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Certaines techniques de conservation modifient les qualités nutritionnelles des aliments.
- L'emploi de sel comme additif modifie les qualités nutritionnelles des aliments.
- L'excès de sel a pour conséquence la réduction du diamètre des vaisseaux sanguins.
- Les comportements alimentaires individuels suffisent seuls à réduire la consommation de sel.

Rédiger

Relever des arguments permettant de justifier la surveillance des méthodes de conservation utilisées, et la préférence de la consommation de produits frais.

MOTS-CLÉS

► Bactérie

Microorganisme unicellulaire ne possédant pas de noyau, dont l'ADN est dans le cytoplasme.

► Carence

Manque d'un élément indispensable à l'organisme pouvant être la source de maladies.

► Chaîne du froid

Ensemble des étapes réfrigérées du parcours des aliments.

► Industrie

agroalimentaire

Ensemble des industries intervenant dans l'alimentation humaine.

► Microorganisme

Organisme microscopique généralement unicellulaire tel que les bactéries, les levures.

► Moisissure

Type de champignon formant un feutrage sur la matière organique qu'il digère.

► Pathogène

Qui peut causer une maladie.

► Techniques de conservation

Ensemble des techniques permettant d'améliorer la conservation des aliments.

L'essentiel

1 Microorganismes et conservation des aliments

■ Des microorganismes dans nos assiettes

Notre environnement comporte une grande quantité de **microorganismes** à la surface de nos aliments ou dans les préparations culinaires. Ces microorganismes (**moisissures**, **bactéries**) ont eux aussi besoin d'apport de matière pour vivre et vont donc se retrouver dans toute substance constituant pour elles une source de nourriture. Les substances sucrées et protéinées (fruits, laitages, viandes) sont de bons supports pour le développement des microorganismes.

■ Des microorganismes parfois dangereux

Parmi les microorganismes, certains peuvent être **pathogènes** comme les *Listeria*. À l'inverse, d'autres, comme *Penicillium roqueforti*, peuvent être utilisées pour certaines fabrications agroalimentaires. La maîtrise de la prolifération des microorganismes est donc essentielle dans l'**industrie agroalimentaire**.

■ Lutter contre la prolifération des microorganismes

Les microorganismes se multiplient rapidement quand la température et l'humidité leur sont favorables (température de 20 °C, forte humidité). La connaissance des conditions de vie de ces organismes a permis de mettre au point des techniques limitant leur croissance, telles que la réfrigération, la stérilisation, la congélation, la salaison.

Afin de limiter le développement des microorganismes et éviter la contamination des aliments, certaines précautions doivent être prises, comme ne pas rompre la **chaîne du froid**, ou les alternances congélation/décongélation.

2 Conservation des aliments, santé et appétence alimentaire

■ Les contraintes de la conservation

Les **techniques de conservation** permettent de reculer la date de péremption, mais elles doivent aussi préserver la comestibilité et les qualités nutritives et gustatives des aliments. Ainsi, de trop fortes températures, si elles éliminent les microorganismes, peuvent aussi détruire certaines substances comme les vitamines.

■ Des troubles alimentaires

Consommés de manière irraisonnée, certains aliments peuvent provoquer des troubles physiologiques chez le consommateur, comme des carences ou des excès.

Le schéma-bilan

DES MICROORGANISMES PRÉSENTS DANS LES ALIMENTS

Bactéries, moisissures



PROLIFÉRATION



Conditions favorables :
20°C,
forte humidité

ALIMENTS PÉRIMÉS,
RISQUES
D'INTOXICATION

CONNAISSANCE DES CONDITIONS DE VIE DES MICROORGANISMES

PERMET

MISE AU POINT DE TECHNIQUES DE CONSERVATION

• Température

• Humidité,
pH,
salinité,
présence de dioxygène



• Réfrigération



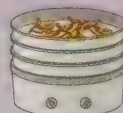
• Congélation



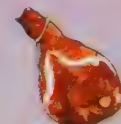
• Stérilisation



• Appertisation



• Déshydratation



• Salaison



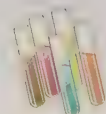
• Fermentation



• Conditionnement sous
atmosphère contrôlée



• Irradiation



• Additifs
alimentaires

DOUBLE OBJECTIF DES TECHNIQUES DE CONSERVATION

• Recul de la date
de péremption.

• Conservation des qualités
nutritives et gustatives.

Les sciences autrement

SCIENCES & GASTRONOMIE

Le repas des spationautes

■ Se nourrir dans l'espace constitue un exploit technologique important. En effet, la nourriture embarquée doit répondre à de nombreux critères. Elle doit être diététiquement variée afin d'assurer les besoins biologiques de l'équipage, mais elle doit aussi être savoureuse car elle contribue au moral des spationautes.

■ Il faut par ailleurs qu'elle soit parfaitement saine au départ et qu'elle se conserve sur une longue période. Elle ne doit pas être compliquée à préparer, et ne doit pas être trop lourde.

■ Pour ces raisons, l'essentiel des plats est préalablement déshydraté et reconstitué à bord avec un ajout d'eau.

■ N'oublions pas que ces repas doivent aussi pouvoir être facilement consommés et être présentables en apesanteur.



L'astronaute Thomas Akers ajoute de l'eau à son jus de fruit déshydraté.

 http://www.esa.int/esaCP/SEMJWTZ990E_France_0.html

SCIENCES & HISTOIRE

La choucroute pour explorer le monde



■ La choucroute est une préparation alimentaire réalisée à partir de chou fermenté. Connue depuis la préhistoire, elle permet une conservation du chou sur plus de deux années. Grâce au processus de fermentation lactique, le chou taillé en fines lamelles est conservé dans une saumure acide empêchant le développement des microorganismes.

■ Parmi les avantages diététiques de la choucroute figure sa richesse en vitamine C, que la fermentation n'altère pas. Cette propriété fut remarquée par le navigateur et cartographe James Cook (1728-1779) qui embarqua de la choucroute en grandes quantités sur ses navires pour lutter contre le scorbut des marins.

■ Il est fort probable aussi qu'une préparation similaire ait été embarquée par Erik le Rouge (x^e siècle) au cours de ses explorations qui lui permirent de découvrir le Groënland et Terre-Neuve.

Divers aliments permettant de prévenir le scorbut sont dispersés sur une table d'un navire britannique du XVIII^e siècle. (Reconstitution : National Geographic.)

Fruits, légumes et natures mortes

■ Les natures mortes sont un thème classique de la peinture depuis le XVII^e siècle. À la fois objet de réflexion et thématique d'apprentissage, les natures mortes ont connu un grand succès au XIX^e siècle.

■ Au-delà de l'aspect artistique, les natures mortes permettent aussi de renseigner les historiens et les scientifiques sur les fruits et légumes connus à une époque.



Paul Liégeois, *Pêches, prunes et raisins* (1650), Paris, musée du Louvre. Ces fruits sont connus depuis l'Antiquité.



Albert Eckhout, *Nature morte avec ananas, melons et autres fruits tropicaux* (v. 1651), Copenhague, Nationalmuseum. Les fruits tropicaux comme l'ananas ne furent connus en Europe qu'au XVI^e siècle.

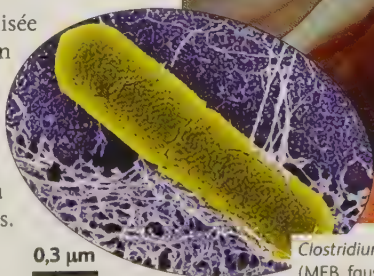


James Ensor, *Fruits à la lumière du soleil* (1934), Berlin, galerie Michael Haas. La banane arrive en Europe seulement à la fin du XIX^e siècle.

Quand la toxine devient esthétique

■ La toxine botulique, sécrétée par *Clostridium botulinum*, fut pendant très longtemps la terreur des conserveurs. Extrêmement puissante, cette molécule qui agit au niveau des synapses entre neurone et muscle, entraîne rapidement la mort, suite à la paralysie du système musculaire.

■ Cette toxine est aussi utilisée en injection à faible dose en médecine esthétique afin de diminuer les rides. Connue sous l'appellation botox, la tueuse des boîtes de conserve est maintenant la star des cliniques esthétiques.



0,3 µm

Clostridium botulinum (MEB, fausse couleurs).



L'injection de botox doit être pratiquée sous contrôle médical.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions en cours

- 1 Rappeler les facteurs physico-chimiques influant sur le développement des microorganismes.
- 2 Donner les objectifs des différentes méthodes de conservation des aliments.
- 3 Définir les mots et expressions suivants.
Microorganismes • Techniques de conservation • Additif alimentaire • Qualités nutritionnelles.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

1 Les microorganismes présents dans les aliments :

- a. possèdent des exigences de température strictes pour se développer
- b. ne montrent pas de besoins stricts en dioxygène pour se développer
- c. ne nécessitent pas d'eau pour se multiplier
- d. sont tous pathogènes pour l'Homme

2 Pour limiter la prolifération des microorganismes pathogènes dans les aliments, il faut :

- a. augmenter la température de conservation
- b. diminuer la température de conservation
- c. augmenter la teneur en eau de ces aliments
- d. diminuer la teneur en dioxygène dans l'enceinte de conservation

3 Les techniques de conservation :

- a. ont été développées à grande échelle depuis Pasteur
- b. s'appuient sur la connaissance de la biologie des microorganismes
- c. se limitent à empêcher la contamination des aliments lors de leur mise sous emballage

4 L'ajout d'additifs alimentaires :

- a. peut modifier les qualités nutritionnelles des aliments
- b. ne modifie pas les qualités gustatives des aliments
- c. a des répercussions très limitées sur la santé des consommateurs
- d. est soumis à un contrôle strict de la part des autorités sanitaires

3 Réinvestir ses connaissances

Recopier ce tableau.

Pour chacune des techniques de conservation, indiquer si les objectifs proposés sont poursuivis par cette technique ou non.



Salage de poissons.

Technique de conservation	Objectifs visés		
	Destruction des microorganismes	Diminution de la teneur en eau	Suppression du dioxygène O ₂
Stérilisation			
Salaison			
Ionisation			
Fermentation (exemple : choucroute)			
Surgélation			
Atmosphère conditionnée			
Déshydratation			
Pasteurisation			

Appliquer ses connaissances

4 La contamination d'aliments par la bactérie *Listeria monocytogenes*

DOCUMENT 1.

Parmesan rapé possiblement contaminé

Le ministère québécois de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) recommande de ne pas consommer des produits de fromage fabriqués par l'entreprise ontarienne Arla Food et vendus à Montréal, puisqu'ils pourraient être contaminés par la bactérie causant la listériose. [...]

La consommation d'aliments contaminés par la bactérie *Listeria monocytogenes* peut causer la listériose, une maladie d'origine alimentaire pouvant entraîner une forte fièvre, des maux de tête violents, une raideur de la nuque et des nausées. Les femmes enceintes et leur enfant à naître, les personnes âgées, les enfants et les personnes dont le système immunitaire est affaibli sont considérés comme les plus vulnérables.

La Presse Canadienne
Radio Canada, 03/03/2011

DOCUMENT 2.

Transmission de la listériose

Le mode de contamination le plus fréquent chez l'homme est l'ingestion d'aliments contaminés par *L. monocytogenes*. Du fait de son caractère ubiquitaire (*Listeria* est largement répandue dans la nature – eau, sol, végétaux) et ses caractéristiques physico-chimiques, cette bactérie a la capacité de coloniser les sites de fabrication des aliments. Elle est sensible à la chaleur, mais peut se développer à 4 °C (température des réfrigérateurs). Sa dissémination est donc favorisée par l'allongement de la chaîne du froid (entrepôts frigorifiques industriels, réfrigérateurs ménagers).

Institut Pasteur, service Presse

<http://www.pasteur.fr/ip/easysite/pasteur/fr/presse/fiches-sur-les-maladies-infectieuses/listeriose>

QUESTIONS

1 Relever quelques caractéristiques biologiques propres à *Listeria monocytogenes*.

2 Émettre des hypothèses pouvant expliquer la contamination des fromages évoqués dans le document 1.

3 Discuter des précautions à prendre pour limiter les risques de contamination des aliments par *Listeria monocytogenes* lors de leur conservation.

4 Préciser pourquoi les médias parlent fréquemment *a posteriori* de « crises de la listériose ».

5 Les additifs alimentaires et le jambon de Bayonne

Des chercheurs de l'INRA ont produits, à partir de 60 cochons, 120 jambons secs selon le schéma classique : salage, repos, séchage, panage et affinage sur une durée totale de 12 mois.

Pour chaque animal, deux jambons sont produits : l'un est transformé selon la méthode de salage classique (phase de salage de 11 à 13 jours), tandis que l'autre subit une période de salage plus courte de 2,5 jours.

Les caractéristiques des deux catégories de jambon frais étaient identiques, que ce soit en termes de poids, pH, d'épaisseur de gras ou de couleur.

	Teneur en eau (% de la masse)	Teneur en sel	Teneur en protéines
Salage classique	59,6	Valeur référence = 1	29,5
Salage raccourci	60,7	0,8	29,1



Jambons de bayonne.

QUESTIONS

1 Quelles sont les conséquences du raccourcissement de la phase de salage ?

2 Montrer que le raccourcissement de la phase de salage possède des intérêts à la fois économique et sanitaire dont vous préciserez les limites.

Sciences et Arts

6 Des techniques de conservation détournées

QUESTION

Pour chacune des photographies, identifier la technique de conservation des aliments ayant été détournée. En rappeler alors le principe.



Pichet de lait en porcelaine de l'atelier de design italien Seletti.



Structure réalisée pour la compétition « Canstruction ». La nourriture est récupérée puis distribuée à des associations caritatives.

Sciences et Histoire

7 Le contrôle des épices

Connues dès la plus haute Antiquité, les épices (cannelle, gingembre, cardamome, etc.) sont longtemps des produits de luxe, utilisés pour les arts de la table ou en médecine.

Leur valeur et les profits extraordinaires que l'on retire de son commerce sont suffisants pour stimuler très tôt l'esprit d'entreprise des marchands européens. Il apparaît en effet que l'État qui en contrôle la distribution s'assure, en plus de la richesse, la suprématie économique et diplomatique en Europe.

L'histoire de la route des épices est intimement liée à celle de la lutte entre les compagnies commerciales dites « à charte ». [...]

Au ^{xv}e siècle, après la prise de Constantinople par les Turcs, la course au monopole des épices est lancée, source de nombreux profits, mais surtout de conflits entre puissances européennes. Celles-ci installent bientôt des postes de ravitaillement fortifiés le long des routes maritimes qui mènent en Extrême-Orient.

Encyclopédie contributive Larousse.fr
© Larousse 2009

QUESTION

Montrer en quoi les nouvelles habitudes alimentaires des Européens au ^{xv}e siècle ont été à l'origine de conflits d'abord économiques, devenus par la suite politiques.



Commerce d'épices dans les îles Moluques, selon la « Cosmographie Universelle » de Guillaume Le Testu (1555).

Physique et chimie dans notre assiette



La congélation est une technique de conservation des aliments faisant appel à un procédé physique. Des techniques de transformation des aliments font appel à des procédés chimiques, comme celles permettant la stabilisation des émulsions. Comment le travail des physiciens et des chimistes a permis la mise au point des techniques de conservation connues aujourd'hui ?

1 Oxydation des aliments

EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Dégradation de certains aliments laissés à l'air libre

RÉALISER

On ne goûte jamais rien dans la salle de TP.
Il faut réaliser cette expérience à la maison.

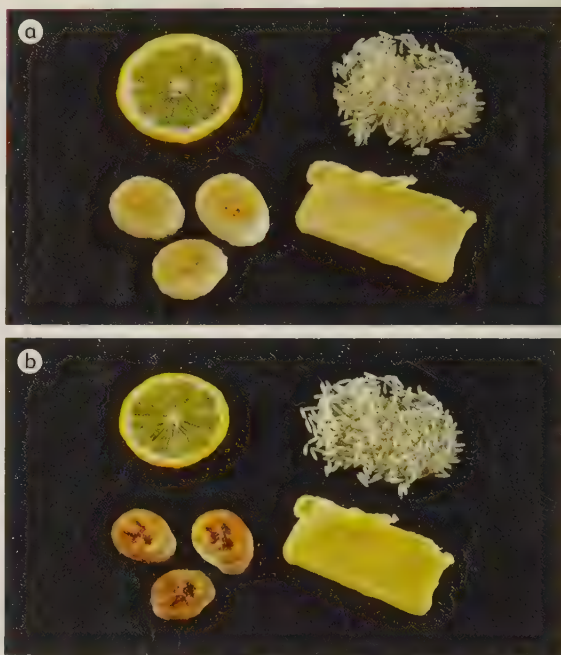
- ▶ Disposer sur une assiette des tranches de banane (fruit non acide), une rondelle de citron (fruit contenant de l'acide ascorbique), quelques grains de riz, un morceau de beurre frais.
- ▶ Goûter les aliments (sauf le riz et sans toucher à ce qui est disposé dans l'assiette).
- ▶ Laisser à l'air libre 24 heures ou plus si possible.
- ▶ Goûter ce qui est resté à l'air libre (sauf le riz).

1. Observer.

- a. Quels sont les aliments dont l'aspect change au cours de cette expérience ?
- b. La saveur et l'odeur des aliments sont-elles altérées ?

2. Interpréter.

- a. Pourquoi parle-t-on de dégradation des aliments ?
- b. Pourquoi la banane et le citron ne se dégradent-ils pas de la même manière ?
- c. Pourquoi la banane et le riz ne se dégradent-ils pas de la même manière ?



Les aliments au début (a) et à la fin (b) de l'expérience.

Doc. 2 Comprendre la cérémonie du thé vert à la menthe

- ▶ Au Maroc, la cérémonie du thé à la menthe est incontournable.
- ▶ Deux théières sont préparées en même temps et de la même manière : une grosse pincée de thé vert est tout d'abord ébouillantée. Puis, une poignée de feuilles de menthe fraîche et un gros morceau de pain de sucre sont ajoutés et recouverts d'eau bouillante. Après quelques minutes d'infusion, le préposé au thé remue le mélange. Le service peut alors commencer...
- ▶ À l'aide des deux théières, l'officiant verse le thé de très haut dans de petits verres. La boisson est d'autant plus parfumée qu'elle est versée de haut : en effet, des molécules contenues dans le thé ont le temps de s'oxyder à l'air en molécules encore plus odorantes.

3. Expliquer. Pourquoi le thé est-il meilleur lorsqu'il est versé de si haut ?

4. Interpréter. D'où provient l'espèce chimique qui a réagi avec des molécules de certains aliments ? Quel gaz contenu dans l'air permet d'exalter le goût du thé ?

DÉFINITION

▶ **Oxydation** : combinaison avec l'oxygène.
(Ancienne définition écrite par Antoine de Lavoisier en 1776 ; la définition a évolué depuis).



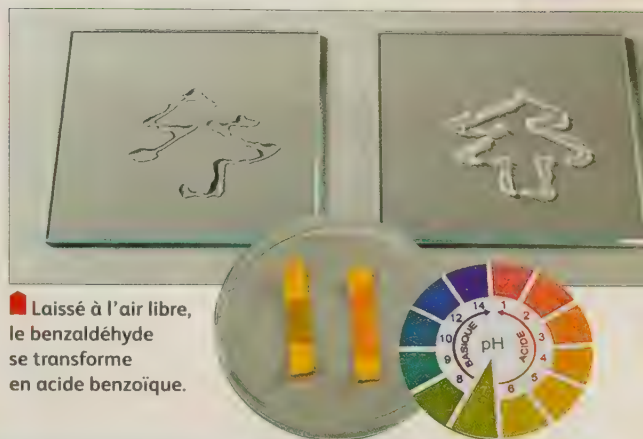
■ Cérémonie du thé à la menthe, un gage d'hospitalité au Maroc.

EXPÉRIMENTER

Doc. 3 Une oxydation

RÉALISER

- ▶ Mélanger de l'eau et du benzaldéhyde (ayant une forte odeur d'amande amère). Mesurer le pH de la solution obtenue.
- ▶ Sur une plaque en verre, tracer rapidement un dessin à l'aide d'un agitateur en verre imbibé de benzaldéhyde.
- ▶ Laisser à l'air libre.
- ▶ Prélever une pointe de spatule du produit obtenu. Le dissoudre dans environ 5 mL d'eau distillée. Mesurer le pH de la solution.

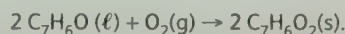


■ Laissez à l'air libre, le benzaldéhyde se transforme en acide benzoïque.

5. Observer. Comparer les aspects du benzaldéhyde et du produit obtenu après quelques minutes.

6. Interpréter. Comparer les pH des deux solutions aqueuses. Pourquoi peut-on affirmer que le benzaldéhyde a été transformé en un produit dont la solution aqueuse est plus acide ?

7. Exploiter. L'équation de la réaction chimique mise en jeu s'écrit :



Quel constituant de l'air a permis l'obtention de l'acide benzoïque ?

EXPÉRIMENTER

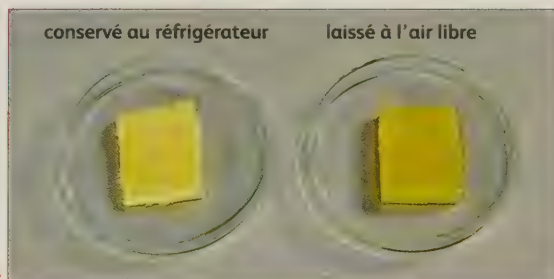
Doc. 4 Rôle de la lumière et de la température

RÉALISER

On ne goûte jamais rien dans la salle de TP. Il faut réaliser cette expérience à la maison.

- ▶ Découper trois morceaux de beurre frais.
- ▶ Déposer le premier dans un réfrigérateur. Le deuxième est enveloppé dans du papier d'aluminium et le dernier est laissé à l'air libre. Attendre **au moins** cinq jours.
- ▶ Sentir et goûter les trois morceaux de beurre.

Morceaux de beurre. ■



8. Observer. Comparer les aspects et les goûts des trois portions de beurre.

9. Interpréter. Dans quelles conditions l'oxydation du beurre est-elle la moins marquée ? La plus marquée ?

10. Raisonner. Quels morceaux sont à comparer pour étudier le rôle de la lumière et celui de la température sur l'oxydation ?

11. Conclure. Quel est le rôle de la lumière et de la température sur l'oxydation des aliments ?

Rédiger

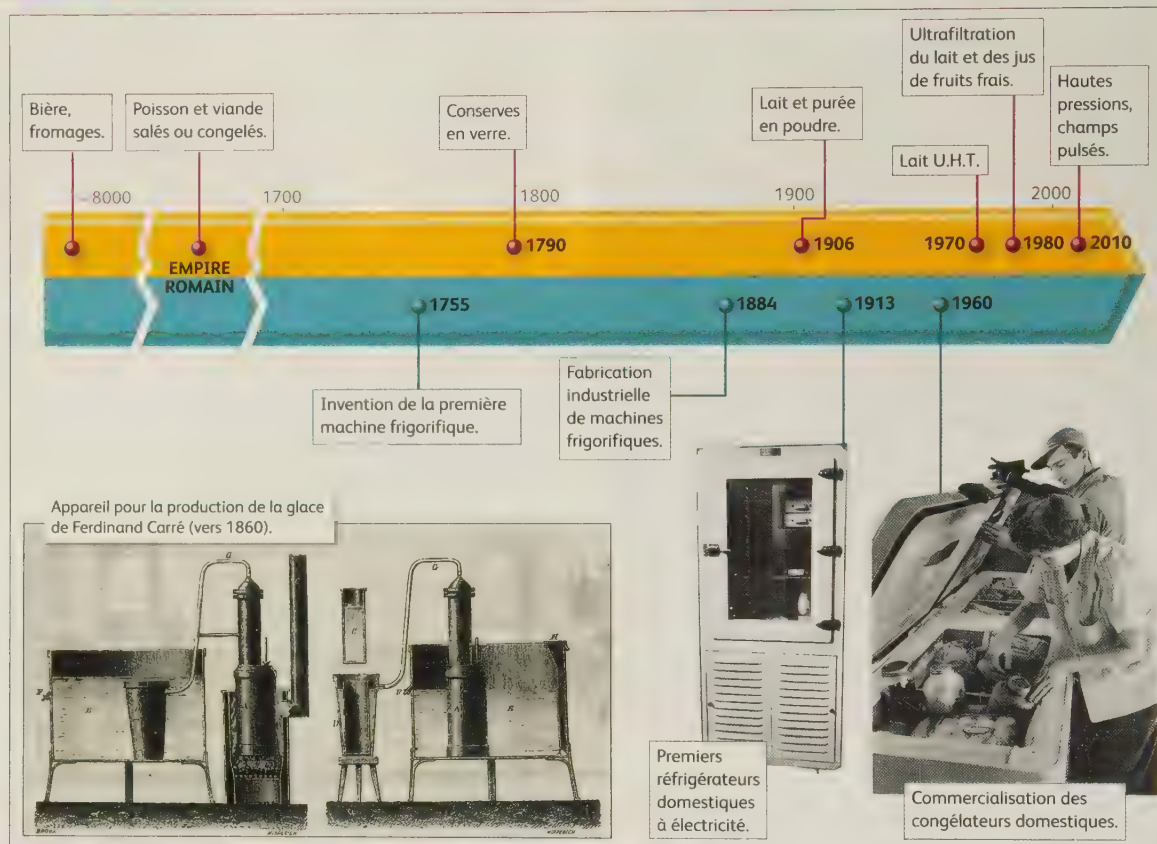
Décrire succinctement les rôles du dioxygène, de la lumière et de la température sur certains aliments.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Certains aliments s'oxydent plus rapidement que d'autres.
- Le responsable de l'oxydation des produits naturels est le dioxygène contenu dans l'air.
- Un aliment laissé à la lumière s'oxyde moins rapidement.
- Une élévation de température conduit à une oxydation plus rapide.

Doc. 1 Les méthodes de conservation au cours du temps



Parmi les méthodes de conservation par le froid, on distingue la surgélation (la température est abaissée très rapidement jusqu'à -18°C), la congélation (les aliments sont conservés à -12°C) et la réfrigération (la température des aliments est comprise entre 0 et 4°C , les métabolismes cellulaires sont seulement ralentis). Il est essentiel de maintenir la chaîne du froid qui permet de conserver les qualités hygiéniques, nutritionnelles et organoleptiques des aliments et de les garder sains du lieu de production jusqu'à la cuisine.

b D'après le dépliant « La chaîne du froid » édité par la DGCCRF (Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes).

a Bref historique des méthodes de conservation (en haut) et des techniques de conservation par le froid (en bas).

- 1. Interpréter.** Pourquoi le sel est-il resté longtemps une monnaie d'échange dans les transactions commerciales ?
- 2. Observer.** À partir de quelle période les techniques de conservation des aliments ont-elles remarquablement évolué ?
- 3. Raisonner.** Faire correspondre les exemples de la frise et les procédés techniques nommés ci-dessous.
Lyophilisation • Fermentation • Pasteurisation • Hautes pressions • Appertisation • Salaison • Microfiltration.
- 4. Rechercher.** **B2i** À partir de 1875, Tellier affrétait des transatlantiques avec des machines frigorifiques remplies de viande provenant d'Amérique du Sud. Aujourd'hui, beaucoup de foyers possèdent un congélateur domestique. Quelles ont été les étapes industrielles qui ont permis une telle démocratisation dans l'utilisation du froid comme procédé de conservation des aliments ?

Doc. 2 Procédés physiques et chimiques pour conserver à domicile



■ Des méthodes de conservation au quotidien.

5. Distinguer. Classer ces aliments suivant qu'ils sont conservés grâce à un procédé physique ou grâce à un procédé chimique.

6. Interpréter. Nommer les changements d'état physique de l'eau lors de la congélation ou lors du séchage de fruits.

Doc. 3 Procédé chimique de conservation des aliments et formulation

► Les produits alimentaires transformés vendus dans le commerce sont soumis à un **cahier des charges strict** : avoir du goût et se conserver le plus longtemps possible.

► Les produits contiennent les **ingrédients de base** fournis par l'agriculture, l'élevage ou la pêche. Qu'ils soient cuits ou crus, ces ingrédients sont souvent source d'humidité, milieu propice au développement des microorganismes. L'utilisation de **conservateurs alimentaires** est donc nécessaire.

► Pour respecter une directive européenne, les étiquettes doivent renseigner sur la nature de ces additifs alimentaires souvent représentés par des symboles. Citons par exemple les codes E2xx pour les conservateurs et E4xx pour les agents de texture.

► La **formulation d'un produit alimentaire** correspond au mélange des ingrédients de base et des additifs alimentaires.



Formulation
lue sur une
étiquette
de tarama.

Ingrédients : Huile de colza, œufs de cabillaud fumés et salés (25%), eau, chapelure (farine de blé, eau, levure, sel), crème UHT (stabilisant : E407), colorant : carmin de cochenille, conservateurs : E262 - E211 - E202, acidifiant : E270, sel, sirop de glucose, extraits d'épices.
Traces éventuelles de : soja, crustacés, œufs, céleri, moutarde, graines de sésame, mollusques.
À consommer jusqu'à la date figurant sur l'emballage.

7. Observer. Classer les ingrédients du tarama suivant leur rôle.

Ingrédients de base • Conservateurs et antioxydants • Colorant • Arômes • Exhausteur de goût • Correcteur d'acidité • Agents de texture.

8. Raisonner. Quel est le double objectif de la formulation d'un produit alimentaire ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les produits alimentaires cités ci-dessous sont-ils conservés par procédé physique ou procédé chimique ?

Conserves • Poisson surgelé • Marrons glacés • Saumon fumé • Soupe en sachet • Champignons séchés • Lait U.H.T. • Céréales pour petit-déjeuner.

Rédiger

De quels moyens dispose-t-on aujourd'hui pour conserver les aliments à l'échelle du consommateur ? À l'échelle industrielle ? Pourquoi ces techniques ont-elles évolué ?

3 Émulsions et tensioactifs

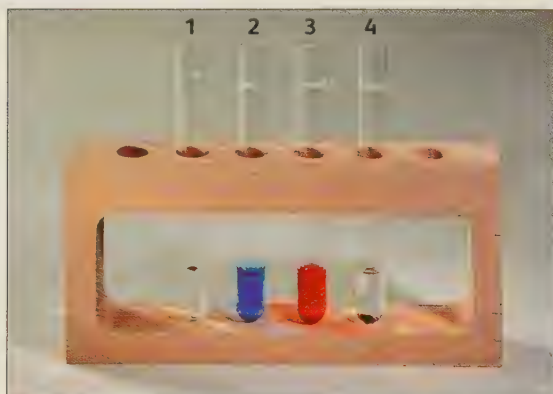
EXPÉRIMENTER

Doc. 1 Le lait et le beurre

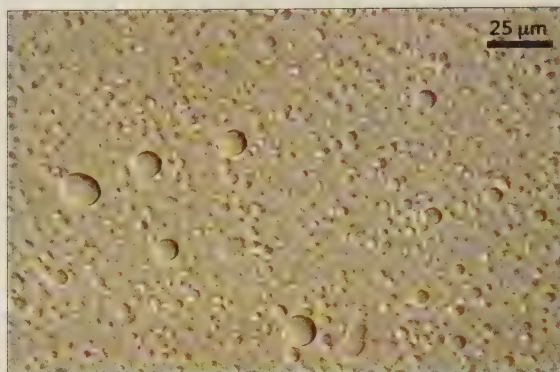
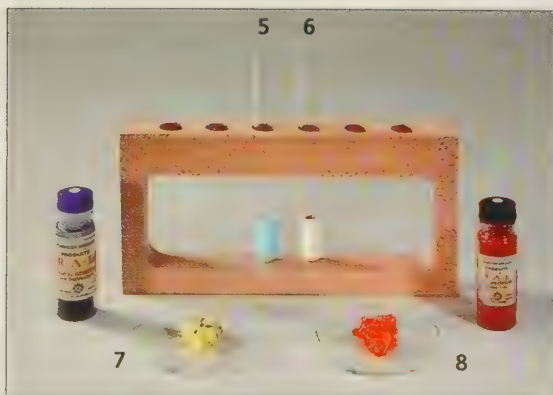
Études de plus près le lait et le beurre, deux émulsions consommées quotidiennement.

RÉALISER

- ▶ Remplir les tubes à essais 1 et 2 avec un peu d'eau, et les tubes à essais 3 et 4 avec un peu de cyclohexane.
- ▶ Ajouter quelques grains de rouge soudan dans les tubes 1 et 3, et quelques grains de bleu de méthylène dans les tubes 2 et 4 (document b).
- ▶ Remplir les tubes à essais 5 et 6 avec un peu de lait entier et placer un peu de beurre mou dans les boîtes de Pétri 7 et 8.
- ▶ Ajouter quelques grains de bleu de méthylène dans le tube 5 et la boîte de Pétri 7 et quelques grains de rouge soudan dans le tube 6 et la boîte de Pétri 8.
- ▶ Malaxer le beurre avec une spatule (document c).



b Ajout de colorants rouge ou bleu dans de l'eau (tubes de gauche) et dans du cyclohexane (tubes de droite).



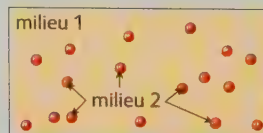
a Lait entier observé au microscope optique.

MOT-CLÉ

Émulsion

Mélange hétérogène constitué de gouttelettes d'un liquide dispersées dans un autre liquide ou dans un solide.

- 1. Observer.** Le lait est-il un milieu homogène ou hétérogène ?
- 2. Raisonner.** Quelle est la nature de l'ingrédient qui est retiré du lait entier pour le transformer en lait écrémé ?
- 3. Observer.** Le cyclohexane est qualifié de solvant « gras » par opposition à l'eau.
- a.** Dans quel type de solvant le bleu de méthylène est-il soluble ? Et le rouge soudan ?
- b.** Quel colorant est solubilisé par le lait ? Et par le beurre mou ?
- 4. Interpréter.** Le lait et le beurre sont des émulsions d'eau et de gras. Sur le schéma ci-dessous, préciser la nature des milieux 1 et 2 dans ces deux cas.



- c** Ajout de colorants bleu ou rouge dans du lait (tubes à essais) ou dans du beurre (boîtes de Pétri).

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 Réussir sa vinaigrette

RÉALISER

- Dans un tube à essais, verser environ 5 mL de vinaigre et 10 mL d'huile. Agiter vigoureusement.
- Dans un autre tube à essais, verser environ 5 mL de vinaigre, une petite cuillère à café de moutarde et agiter vivement. Ajouter environ 10 mL d'huile et agiter de nouveau vivement.
- Laisser reposer pendant environ 30 minutes.

5. Lire. Quels sont les deux ingrédients principaux d'une vinaigrette ?

6. Rechercher. **B2i**  Quelles sont les espèces chimiques majoritaires de ces deux ingrédients ?

7. Observer. Quels sont les aspects des deux « vinaigrettes » avant et après repos ?

8. Interpréter.

- L'huile et le vinaigre forment-ils un mélange homogène ? Quel liquide est le plus dense ?
- Quelle émulsion dure le plus longtemps ?
- Pourquoi peut-on affirmer que la moutarde contient une espèce tensioactive ?

9. Rédiger. Écrire une recette de vinaigrette en tenant compte des propriétés physico-chimiques (non-miscibilité, densité, solubilité) des ingrédients.



■ Préparation d'une vinaigrette sans moutarde (a) ou avec moutarde (b).

MOT-CLÉ

► Espèce tensioactive

Espèce chimique qui favorise la formation d'une émulsion et la rend plus stable.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter avec les propositions suivantes.

d'eau (2) • longtemps • émulsion • tensioactive(s) • conserver • de matière(s) grasse(s) (2) • hétérogène.

► On appelle ... un mélange ... de deux liquides ou d'un liquide et d'un solide. Le lait et le beurre en sont des exemples. Ils sont tous les deux constitués d'eau et de matières grasses. Alors que le lait est majoritairement constitué et est donc une émulsion ... dans l'eau, le beurre est majoritairement constitué ... et est donc une émulsion ... dans des matières grasses.

► Pour bien réussir une émulsion et la ... le plus ... possible, il est nécessaire d'introduire des espèces ...

Rédiger

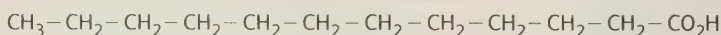
En vous appuyant sur des schémas légendés, expliquer ce qu'est une émulsion et différencier les deux types d'émulsions rencontrées dans cette double page.

4

Rôle et organisation des tensioactifs dans une émulsion

Doc. 1 Structure simplifiée des lipides

- ▶ Les lipides, principaux constituants des huiles alimentaires, ne sont pas solubles dans l'eau H_2O . En revanche, ils se solubilisent très bien dans des **solvants dits « gras »**, composés principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène.
- ▶ Ces phénomènes s'expliquent par les structures des lipides et illustrent très bien le proverbe « Qui se ressemble s'assemble ».
- ▶ En effet, les lipides, comme l'acide laurique par exemple (**figure b**), contiennent au moins une **longue chaîne hydrocarbonée**, c'est-à-dire constituée d'atomes de carbone et d'hydrogène. Cette structure ressemble à celle des solvants « gras » et non à celle de l'eau.
- ▶ Plus généralement les molécules peuvent être classées en grandes familles parmi lesquelles :
 - les **lipophiles**, qui sont le plus souvent **hydrophobes** ;
 - les **hydrophiles**, qui sont le plus souvent **lipophobes**.



longue chaîne hydrophobe

b Formule semi-développée de l'acide laurique, un lipide.

- Observer.** Quelles sont les principales propriétés des lipides ?
- Comprendre.** En vous appuyant sur l'exemple de l'acide laurique, expliquer pourquoi la structure des lipides permet d'expliquer ces propriétés.
- Interpréter.** Le solvant du vinaigre est l'eau ; l'huile est composée de lipides. Pourquoi le vinaigre et l'huile ne peuvent-ils donc pas former un mélange homogène ?



a Un bon moyen mnémotechnique pour se rappeler ces phénomènes, le proverbe : « Qui se ressemble s'assemble » !

ÉTYMOLOGIE

- ▶ **Hydro-** : du grec *hudôr* « eau ».
- ▶ **Lipo-** : du grec *lipos* « graisse ».
- ▶ **Philo-** : du grec *philos* « ami ».
- ▶ **Phobo-** : du grec *phobos* « crainte ».

Doc. 2 Rôle des espèces tensioactives

- ▶ La structure d'une molécule ou d'un ion d'une **espèce tensioactive** est constituée d'une longue chaîne hydrocarbonée lipophile et d'un groupe caractéristique (sa « tête ») fortement hydrophile.
- ▶ Une espèce tensioactive « aime » donc aussi bien l'eau que les lipides.
- ▶ Grâce à cette propriété, les espèces tensioactives peuvent rendre une émulsion eau-lipides plus fine, plus stable et assurer ainsi sa conservation.

- Observer.** Recopier le schéma de l'espèce tensioactive et identifier ses deux parties en indiquant leurs propriétés.
- Interpréter.** Cette entité est-elle hydrophile, hydrophobe ou amphiphile ? (*Amphi* : élément du grec *amphi* « des deux côtés, en double ».)
- Expliquer.** Justifier les rôles des espèces tensioactives dans les émulsions.



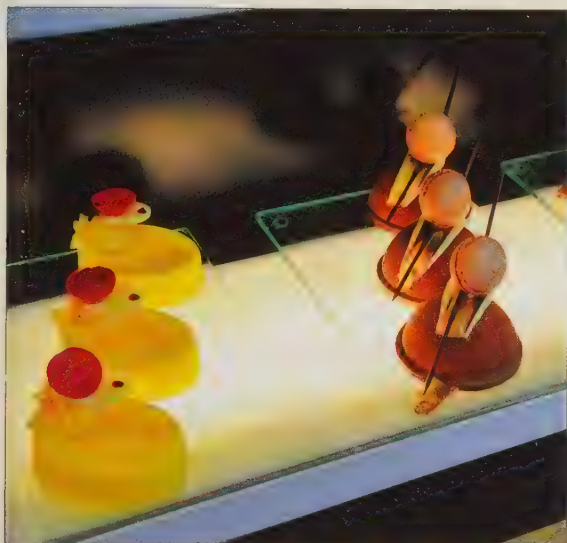
a Schéma d'une espèce tensioactive.

Doc. 3 Organisation des tensioactifs sous forme de micelles

- ▶ Dans un récipient, versons de l'eau puis de l'huile. Imaginons qu'une espèce tensioactive soit ajoutée. La molécule s'oriente alors pour être « le plus à l'aise possible » : sa « tête » plonge dans l'eau et sa chaîne hydrocarbonée est dans l'huile.
- ▶ Imaginons que l'on ajoute de plus en plus en plus d'espèces tensioactives. Les molécules se rangent toutes de la même manière que la première molécule.
- ▶ À partir d'une certaine quantité d'espèces tensioactives ajoutées, les molécules n'ont plus de place à l'interface huile-eau.

Il leur faut alors s'organiser différemment. Elles forment ainsi des ensembles sphériques appelés **micelles**.

- ▶ On distingue deux sortes de micelles.
 - Lorsqu'il y a plus d'eau que d'huile, les micelles sont **directes** : l'huile est « encapsulée » à l'intérieur et les chaînes hydrocarbonées des espèces tensioactives sont tournées vers l'intérieur.
 - Dans le cas contraire, les micelles sont **inverses** : c'est l'eau qui est « encapsulée » et les « têtes », qui sont tournées vers l'intérieur.



■ Les tensioactifs utilisés dans l'alimentation font partie de la catégorie des émulsifiants, dont le code est de type E4xx. Ils sont très utilisés en pâtisserie.

7. Interpréter. Classer par ordre chronologique les schémas ci-dessous afin de montrer le déroulement de l'organisation des espèces tensioactives dans le cas de micelles directes.



8. Interpréter.

Les protéines (caséines) présentes dans le lait et le beurre sont des espèces tensioactives. En exploitant la réponse de la question 4, page 150, préciser quelles sortes de micelles elles forment dans le lait et dans le beurre.

9. Reasonner.

Schématiser une micelle dans le cas du beurre.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Choisir la proposition correcte.

1. Une molécule lipophile :

- « aime » l'eau
- « aime » l'eau et l'huile
- « aime » l'huile

2. Un lipide possède :

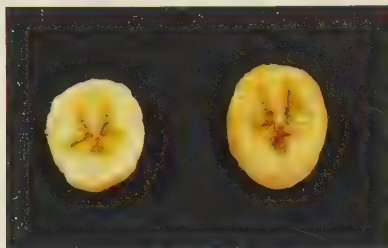
- une longue chaîne hydrocarbonée
- une courte chaîne hydrocarbonée
- une tête lipophile

3. Une espèce tensioactive :

- est constituée d'une « tête » hydrophobe et d'une chaîne hydrophile
- n'aime ni l'huile, ni l'eau
- est en partie hydrophile

Rédiger

Du point de vue des structures des espèces chimiques mises en jeu, expliquer l'intérêt d'utiliser des espèces tensioactives pour conserver une émulsion. Sur un exemple, rappeler les étapes de l'organisation des espèces tensioactives sous forme de micelles directes.



a La banane est dégradée à cause du dioxygène de l'air.

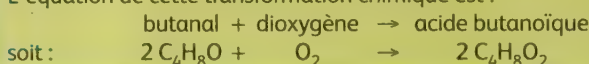
1 L'oxydation des aliments

1.1 Effet du dioxygène

Laissés à l'air libre, les aliments n'ont plus le même goût, la même couleur, ni la même composition chimique. Leur dégradation est due à l'**oxydation** de certaines de leurs molécules. De nombreuses oxydations sont dues à des réactions chimiques de ces molécules avec le **dioxygène contenu dans l'air**.

Exemple d'oxydation. Le butanal contenu dans le beurre est oxydé en acide butanoïque (ou acide butyrique) qui donne le goût rance au beurre laissé trop longtemps au contact de l'air.

L'équation de cette transformation chimique est :



1.2 Rôles de la lumière et de la température

L'oxydation des aliments est accélérée par une élévation de température et par l'exposition à la lumière.

2 Méthodes de conservation des aliments

Depuis la fin du XVIII^e siècle et surtout à partir des années 1950, les méthodes de **conservation** des aliments ont profondément évolué grâce aux travaux, entres autres, de chimistes et de physiciens. Aujourd'hui, une conservation efficace répond à **trois objectifs** : empêcher la prolifération des microorganismes, préserver les qualités nutritionnelles, modifier le moins possible la saveur et l'arôme.

2.1 Conservation par procédé physique

- Refroidir un aliment ou le stocker à l'abri de l'air et de l'eau permettent de ralentir son oxydation et de le conserver plus longtemps.
- Parmi les **procédés physiques** utilisés, certains font appel à des **changements d'état** comme la solidification de l'eau lors d'une congélation et d'une surgélation, ou la sublimation de l'eau (passage de l'état solide à l'état gazeux) lors d'une lyophilisation (**document b**).

2.2 Conservation par procédé chimique

- Les **procédés chimiques** sont basés sur l'ajout d'espèces chimiques aux aliments, comme :
 - les **conservateurs** qui s'opposent aux altérations d'origines chimiques ou microbiologiques ;
 - les **antioxydants** qui ralentissent l'oxydation des aliments.
- Ces additifs alimentaires font partie des ingrédients du produit alimentaire. Un produit alimentaire commercialisé répond à un cahier des charges précis. Aux ingrédients de base sont parfois ajoutés des additifs alimentaires (colorants, édulcorants, conservateurs, etc.). Ce mélange est appelé **formulation**. Les formulations des produits alimentaires doivent être décrites sur l'étiquette (**document c**).



b La purée toute prête est conservée par lyophilisation. Il suffit d'ajouter eau et lait à la poudre pour préparer la purée.

Ingrédients : Bigarreaux, sirop de glucose-fructose (issu du blé), sucre, conservateurs : E202, dioxyde de soufre ; correcteur d'acidité : E330, colorant : E127.



c Bigarreaux confits de Provence. L'étiquette précise les ingrédients de base ainsi que les additifs.

3 Les émulsions

3.1 Qu'est-ce qu'une émulsion ?

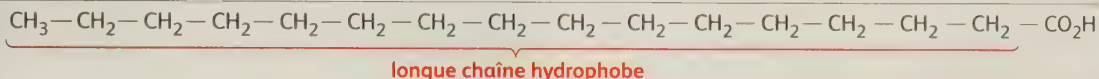
L'huile et l'eau **ne sont pas miscibles**. Si on agite fortement un mélange d'eau et d'huile, on forme une **émulsion**, c'est-à-dire un ensemble hétérogène de gouttelettes d'eau et de gouttelettes d'huile.

Exemples d'émulsions. Vinaigrette, mayonnaise, lait (émulsion de graisse dans l'eau) et beurre (émulsion d'eau dans de la graisse).

3.2 Structure simplifiée des lipides

Un lipide est une molécule constituée d'une **longue chaîne** d'atomes de carbone et d'hydrogène et d'un groupe caractéristique.

La longue chaîne des lipides est **hydrophobe** : elle « n'aime pas l'eau ». Cette propriété des lipides est à l'origine de leur non-miscibilité avec l'eau, et donc des émulsions.



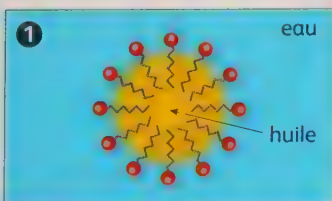
e Structure simplifiée d'un lipide, l'acide palmitique.

3.3 Les espèces tensioactives

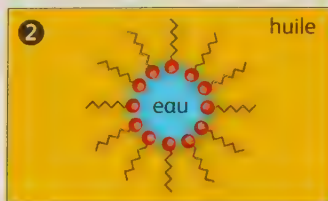
Afin de conserver une émulsion, il faut lui ajouter des molécules (ou des ions) qui « aiment » à la fois l'huile et l'eau, c'est-à-dire qui sont aussi bien lipophiles qu'hydrophiles : ce sont les **espèces tensioactives**. Ces molécules (ou ces ions) sont constituées d'une **longue chaîne hydrophobe** (donc lipophile) et d'une **partie hydrophile** (la « tête »).

À partir d'une certaine concentration, les **espèces tensioactives** s'organisent **afin de rendre l'émulsion plus stable**. Ces molécules (ou ces ions) s'orientent en plaçant leur tête hydrophile au contact de l'eau et leur chaîne hydrophobe en contact de l'huile. Elles forment des **micelles** :

- si l'eau est majoritaire, les espèces tensioactives orientent leur chaîne vers l'intérieur et « encapsulent » l'huile (schéma 1) ;
- si l'huile est majoritaire, les espèces tensioactives tournent leur partie hydrophile vers l'intérieur et « encapsulent » l'eau (schéma 2).

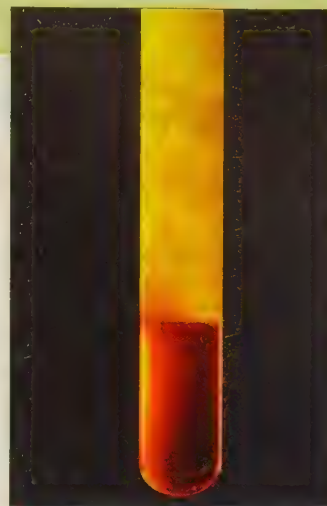


h Micelle dans une émulsion d'huile dans l'eau 1.
Micelle dans une émulsion d'eau dans l'huile 2.

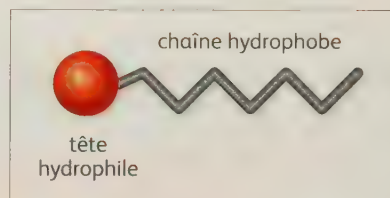


MOTS-CLÉS

Conservation • Émulsion • Espèce tensioactive • Formulation • Lipides
• Micelle • Oxydation.



d Émulsion huile-vinaigre (composé d'eau et d'acide éthanóique).



f Représentation schématique d'une espèce chimique tensioactive.



g Les protéines naturelles, comme celles de la lécithine du jaune d'œuf, permettent de stabiliser l'émulsion de mayonnaise.

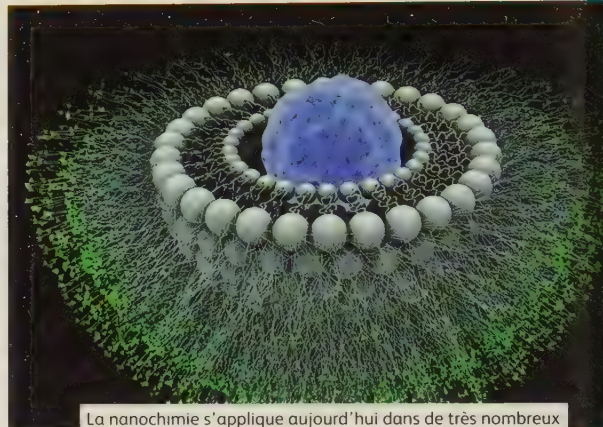
Les sciences autrement

SCIENCES & VIE QUOTIDIENNE

Les nano-émulsions en cosmétique

■ Les nano-émulsions utilisées en cosmétique sont constituées de gouttelettes nanométriques d'huiles essentielles dispersées dans de l'eau. Les solutions « déstressantes », les soins amincissants, anti-âge, régénérants ou éclaircissants qui contiennent des nano-émulsions ont été reconnus plus efficaces que les produits classiques (c'est-à-dire qui n'en contiennent pas). En effet, les principes actifs sont mieux répartis à la surface de l'épiderme ce qui améliore leur efficacité et la tolérance cutanée. En outre, leur texture est beaucoup plus agréable car non grasse.

■ Ces nano-émulsions sont obtenues dans des émulsionneurs à ultrasons. Dans un tel émulsionneur, les gouttes d'huiles essentielles et d'eau sont agitées très vivement, ce qui permet l'obtention de gouttelettes si petites que leur diamètre ne mesure qu'une centaine de nanomètres.



La nanochimie s'applique aujourd'hui dans de très nombreux domaines, comme par exemple la médecine.

Ici, vue d'artiste d'un liposome de taille nanométrique : il amène le principe actif du médicament vers sa cible.

 SUR LE WEB

<http://www.parlonscosmetiques.com/dossiers>

<http://www.hielscher.com/ultrasonics/disperse.htm?gclid=CNSnrcSo1qYCFUoKfAodIx7wMw>

SCIENCES & TECHNOLOGIES

Les nanotechnologies et la chaîne du froid

■ Les nombreuses intoxications alimentaires ou infections collectives de ces dernières années ont mis en évidence des ruptures dans la gestion de la chaîne du froid. Ces ruptures interviennent pour l'essentiel lors du transport des denrées. Il est donc nécessaire d'identifier rapidement et simplement toute rupture dans la chaîne du froid. Pour cela, de nouvelles technologies sont utilisées : les nanotechnologies font leur entrée dans le monde de l'emballage alimentaire permettant à l'emballage de devenir actif et communicant.

■ Les indicateurs à encre thermochrome se présentent sous la forme de pastilles colorées ou transparentes qui possèdent une zone qui change de couleur si la chaîne de froid est rompue. Afin de ne pas se répandre sur les aliments, ces encres sont emprisonnées dans des microcapsules de gélatine de quelques micromètres de diamètre.

■ Lorsque la température atteint une valeur limite, les molécules réagissent entre elles pour former des molécules de couleur différentes. Le processus est irréversible : si la chaîne du froid a été rompue, il est impossible de rendre à la pastille sa couleur d'origine.

Petit détail : ces encres doivent être conservées... au froid !



Des témoins colorés permettent de savoir si la chaîne du froid a été rompue.

 SUR LE WEB

<http://cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2005/emballage-intelligent.htm>

SCIENCES & ENSEIGNEMENT

Quand Harvard se met à table !

■ La gastronomie moléculaire est connue en France depuis les années 1990 grâce aux ouvrages et conférences d'Hervé This. Les grands chefs s'en sont inspirés et la cuisine moléculaire fait maintenant fureur.

■ Harvard, la célèbre université américaine, a pris le relais outre-Atlantique. Une série de douze conférences autour du thème « *Sciences and cooking* » a réuni physiciens, chimistes et grands chefs. Les emballages sous vide, le comportement du chocolat à la chaleur et les émulsions ont notamment été présentés.

■ À chaque fois, un cours de dix minutes introduit les propriétés physico-chimiques de l'aliment étudié ; un chef invité divulgue alors ses trucs et astuces pour bien réussir tel ou tel mets.

Pour une vinaigrette

• À du vinaigre, ajouter poivre et sel. Verser l'huile petit à petit tout en agitant vigoureusement avec un fouet.

• Pour éviter que les phases de cette émulsion ne se séparent, ajouter un émulsifiant comme du xanthane (E415).



Cours de cuisine moléculaire.



<http://www.youtube.com/harvard#p/c/6/fU4sbFgTicg>

SCIENCES & SOCIOLOGIE

Les « Tupperware parties »



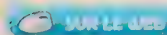
Une « tupperware party » en 1963 aux États-Unis.

■ Ce fut en 1938 que Earl Silas Tupper créa la Tupperware Plastics Company pour fabriquer et commercialiser des emballages hermétiques en plastique, matériau le plus souvent inerte vis-à-vis des aliments. L'idée est toute simple : protéger les aliments du dioxygène de l'air grâce à des emballages plastiques. Mais son invention ne rencontra pas tout de suite le succès qu'on lui connaît...

■ Le succès fulgurant et constant des Tupperware est dû à une idée marketing qui s'est avérée très porteuse : réunir des femmes au foyer, les laisser discuter et leur vendre des Tupperware.

■ Les premières réunions ont lieu en 1948 aux États-Unis et créent rapidement un fort engouement. En effet, aux yeux des ménagères des années 1950, ces réunions représentent bien plus que des ventes d'emballages en plastique ; ce sont de réels moments de convivialité qui permettent de nouer des relations sociales. En outre, la personne qui les organise est payée au prorata de ce qui est vendu au cours des réunions.

■ Le réseau de revendeuses de Tupperware se densifie puis s'exporte au Canada et en Europe. En 2009, la marque a réalisé 700 millions d'euros de chiffre d'affaires. Cette même année, quelque 22 000 personnes ont représenté la marque sur le territoire français.



<http://www.tupperware.fr/cps/rde/xchg/fr/hs.xsl/443.html>

<http://www.histoire-entreprises.fr/he-le-magazine/tupperware-l-ascension-d-une-boite-en-plastique-earl-tupper-brownie-wise/>

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

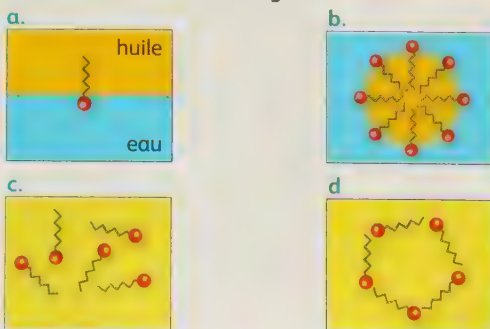
1 Questions de cours

- 1 Quelle espèce chimique est majoritairement responsable de l'oxydation des aliments ?
- 2 Indiquer deux méthodes pour conserver efficacement des produits alimentaires.
- 3 Définir brièvement les mots ou expressions suivants.
Oxydation • Conservation • Formulation • Émulsion • Espèce tensioactive • Micelle.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- 1 L'oxydation d'un produit naturel est :
 - a. le plus souvent due au dioxygène
 - b. accélérée par baisse de température
 - c. favorisée par éclaircissement
 - d. inévitable
- 2 Le processus de congélation est associé à :
 - a. un changement d'état
 - b. une réaction chimique
 - c. une fusion
 - d. une vaporisation
- 3 Une émulsion culinaire :
 - a. est stabilisée
 - b. peut être conservée grâce à des tensioactifs
 - c. est due au mélange homogène huile-eau
 - d. est constituée de gouttelettes de deux liquides non miscibles
- 4 Une espèce tensioactive est une molécule :
 - a. hydrophile
 - b. hydrophobe
 - c. amphiphile
 - d. amphiphobe
- 5 Parmi les figures suivantes, laquelle représente une micelle dans un mélange eau-huile ?



3 Analyser un document

Espèce : Penaeus vannamei.

Ingédients : Queues de crevettes, sel.

Conservateurs : Métabisulfite de sodium, acide.

Produit conditionné sous atmosphère protectrice.

À consommer jusqu'au : 31.03.11

À conserver entre 0°C et +2°C.

Étiquette d'un produit alimentaire.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après le document, on peut dire que :

- 1 Le produit est conditionné sous atmosphère protectrice pour le protéger :
 - a. de l'air
 - b. du dioxygène
 - c. du diazote
- 2 Le produit contient des conservateurs pour :
 - a. l'empêcher de s'oxyder à l'air
 - b. augmenter sa durée de conservation
 - c. améliorer sa qualité gustative
 - d. ralentir les processus biologiques et chimiques
- 3 Le produit contient un acide pour :
 - a. augmenter sa durée de conservation
 - b. améliorer sa qualité gustative
 - c. empêcher l'oxydation due au dioxygène de l'air
- 4 Le produit contient du sel ajouté pour :
 - a. l'empêcher de s'oxyder à l'air
 - b. augmenter sa durée de conservation
 - c. améliorer sa qualité gustative
- 5 Le produit doit être conservé :
 - a. au congélateur
 - b. au réfrigérateur
 - c. à l'air libre

Appliquer ses connaissances

4 Oxydation d'aliments

- On cherche à savoir quels paramètres influent sur l'oxydation des aliments. Pour cela, on réalise une série d'expériences d'une journée avec des tranches de viande rouge, des tranches de pomme peu acide, des tranches d'orange et des lentilles sèches.
- Les conditions sont les suivantes :
 - A** : les aliments sont laissés à l'air libre, à température ambiante ;
 - B** : chaque aliment est enveloppé dans un film plastique et est laissé à température ambiante ;
 - C** : chaque aliment est enveloppé dans du papier d'aluminium et est laissé à température ambiante ;
 - D** : chaque aliment est stocké au réfrigérateur.
- Les résultats des expériences sont regroupés dans le tableau ci-dessous. Les rondelles d'orange et les lentilles sèches n'ont subi aucune dégradation.

	Viande rouge	Pomme
A	Marron, odeur forte	Marron, saveur altérée
B	Un peu marron, odeur moyenne	Quelques traces marron, saveur un peu altérée
C	Encore rouge, pas d'odeur particulière	Chair jaune et saveur non altérée
D	Même aspect qu'au début des expériences	

Résultat des expériences.

QUESTIONS

- Expliquer pourquoi l'orange et les lentilles sèches n'ont pas été dégradées.
- D'où provient le réactif gazeux responsable de la dégradation de la viande et de la pomme ? Justifier à l'aide des résultats ci-dessus.
- Quelles tranches sont à comparer pour étudier le rôle de la lumière sur la dégradation du fruit ?
- Quelles tranches sont à comparer pour étudier le rôle de la température sur la dégradation du fruit ?

6 Conservateur et antioxydant

Un antioxydant est une espèce chimique qui ralentit l'oxydation des aliments.

QUESTIONS

- Rappeler la définition d'un conservateur alimentaire.
- Un antioxydant peut-il remplacer un conservateur alimentaire dans une formulation de produit alimentaire ?
- L'acide malique (E296) est ajouté au jus d'ananas afin de le conserver. La réglementation européenne limite l'ajout de ce conservateur à 3 g par litre de jus.

5 Formulation d'un lait pour bébé

Une large gamme de lait pour nourrissons est aujourd'hui proposée. Certains laits sont spécialement conçus pour des bébés nés avant terme. La composition de l'un de ces laits est décrite ci-dessous.

Composition

Protéines solubles de lait déminéralisées, maltodextrines, lait écrémé triglycérides à chaînes moyennes, huile de tournesol, huile de colza, huile de palme, citrates de potassium, de calcium et de sodium, hydroxyde et phosphate de calcium, chlorure de sodium, de magnésium et de potassium, huile de cryptecodinium cohnii, correcteur d'acidité : acide phosphorique ; émulsifiant : lécithine de soja, L-histidine, huile de mortierella alpina ; vitamines : C, E, PP, acide panthothénique, A, B2, B1, B6, B9, K, biotine, D3, B12 ; L-arginine, L-cystine, taurine ; sulfate de fer, de zinc et de cuivre ; bitartrate de choline, nucléotides, inositol, L-carnitine, iodure de potassium, lactose, sélénate de sodium.



QUESTIONS

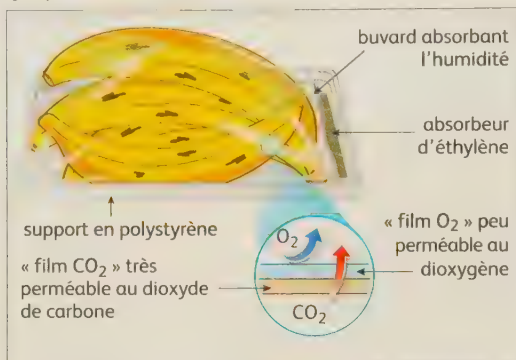
- Ce « lait » en poudre n'est-il constitué que de lait ?
- Pourquoi la formulation de cet aliment lacté est-elle si complexe ?

Quelle est la masse maximale d'acide malique contenue dans un verre de ce jus d'ananas ? (Volume du verre : 20 cL.)

- L'acide ascorbique (E300) est un antioxydant. Il peut être ajouté « *quantum satis* » à un nectar de fruits. Rechercher la signification de cette expression.

7 Des emballages pour conserver

Les emballages sont conçus pour conserver au mieux les aliments. Ce mode de conservation fait appel à des procédés physiques et à des transformations chimiques.



Emballage high-tech pour conserver des bananes.

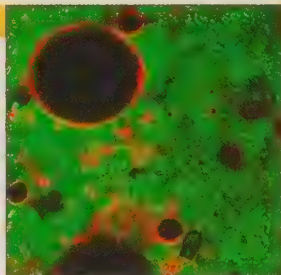
QUESTIONS

- 1 Les bactéries aérobies sont les responsables de la dégradation des aliments. Pourquoi le film plastique utilisé est-il efficace pour conserver ces fruits ?
- 2 L'éthylène est produit par la banane et en accélère le mûrissement. Pourquoi est-il important d'inclure dans cet emballage un absorbeur d'éthylène ?
- 3 Pourquoi un buvard a-t-il été prévu dans cet emballage ?
- 4 Quels sont les procédés physiques mis en œuvre ici ?
- 5 Les espèces chimiques incorporées dans cet emballage sont-elles des conservateurs, des antioxydants ou bien ni l'un ni l'autre ?

8 Réussir une mousse

Une mousse est une émulsion eau-graisse dans lesquelles des bulles d'air ont été injectées. Pour réussir une mousse qui se conserve bien, il est nécessaire de contrôler la stabilité de l'émulsion ainsi que le diamètre des bulles d'air.

Des équipes de chercheurs ont longuement travaillé sur ce sujet. Ils ont conclu que tout se joue sur la température : à 70 °C, la matière grasse liquide est dispersée en très petites gouttelettes dans le mélange eau – glucides – protéines (qui sont des tensioactifs). L'émulsion est ensuite refroidie à 4 °C et des bulles d'air sont injectées. Autour de ces bulles, les gouttelettes de matière grasse s'agglutinent, séparant ainsi les bulles entre elles. La mousse est alors plus fondante et se conserve plus longtemps.



Mousse vue au microscope.

Des globules gras se greffent sur les bulles d'air. Ils cristallisent sous l'effet du froid et stabilisent les bulles.



QUESTIONS

- 1 Expliquer comment une émulsion est obtenue.
- 2 Expliquer comment l'émulsion a été doublement stabilisée avant l'injection des bulles d'air.
- 3 Quel est le rôle des gouttelettes de matière grasse dans la conservation de telles mousses ?

Science in English

9 Would you like some chocolate ?

QUESTIONS

- 1 Quel est le rôle de la lécithine de soja ? À quel groupe de molécules la lécithine de soja appartient-elle ?
- 2 Pourquoi est-il nécessaire de conserver cette tablette à l'abri de l'air et au sec ?

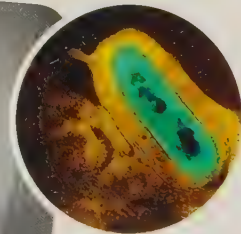


Étiquette d'une tablette de chocolat en anglais.

Soil Association Symbol Holder P1117
 Certified to Soil Association's standards
 for organic food and farming.
 EU Certification controlled by Biocontrol
 'Organic Farming - EC Control System'.
 BIOKSPERT Sp. z o.o. BE-04/2005/PL
 Ingredients: Organic Cocoa Mass, Organic Raw
 Cane Sugar, Organic Sour Cherries (20%)
 (Organic Dried Sour Cherries, Organic Sweetener
 (Hil), Organic Cocoa Butter, Emulsifier: Soya
 Lecithin, Organic Vanilla Extract, Organic Whole
 Milk Powder.
ORGANIC DARK CHOCOLATE (80%):
 MINIMUM COCOA SOLIDS 60%

Nourrir l'humanité

- Les progrès de l'agriculture ont permis d'augmenter la production alimentaire. Pourtant, il est indispensable de prendre en compte l'impact environnemental de nos pratiques agricoles. Le choix des techniques culturales doit concilier une production agricole suffisante et la gestion durable des ressources, plus particulièrement des sols et de l'eau. Les comportements alimentaires doivent évoluer, car les pratiques individuelles répétées collectivement ont un impact sur l'environnement.
- Des échanges de matière ont lieu entre le sol et les plantes, ce qui permet aux plantes d'être alimentées en nutriments. L'Homme peut améliorer cet apport par l'utilisation d'engrais. L'utilisation de produits phytosanitaires permet de prévenir et de limiter les pathologies des plantes.
- Les eaux de consommation contiennent des ions, dont la présence peut être détectée par des tests caractéristiques. D'autre part, afin d'être potable, une eau brute doit subir des traitements de nature physique et chimique.
- L'urbanisation mondiale a éloigné les sources de production des consommateurs. Les produits alimentaires doivent donc être conservés plus longtemps. La connaissance des processus biologiques, physiques et chimiques de dégradation des aliments a permis de mettre au point des techniques de plus en plus élaborées de conservation.
- Pourtant, la consommation exclusive d'aliments conservés peut générer des troubles de la santé, c'est pourquoi il est recommandé de manger régulièrement des fruits et légumes frais.

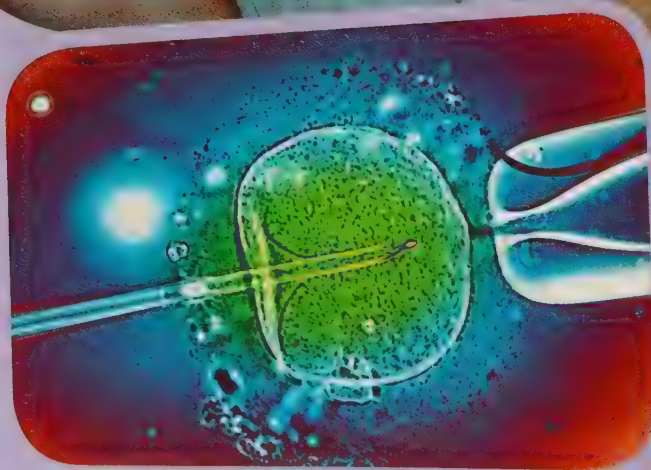


Thème 3



Femme enceinte.

La connaissance des fonctions de reproduction humaine a permis la mise au point d'hormones de synthèse et de techniques permettant de choisir le moment de la conception d'un enfant, mais aussi de pallier certaines stérilités.



Fécondation in vitro
(MO, fausses couleurs).

Féminin Masculin

En ce qu'ils ont de commun, les deux sexes sont égaux ; en ce qu'ils ont de différent, ils ne sont pas comparables.

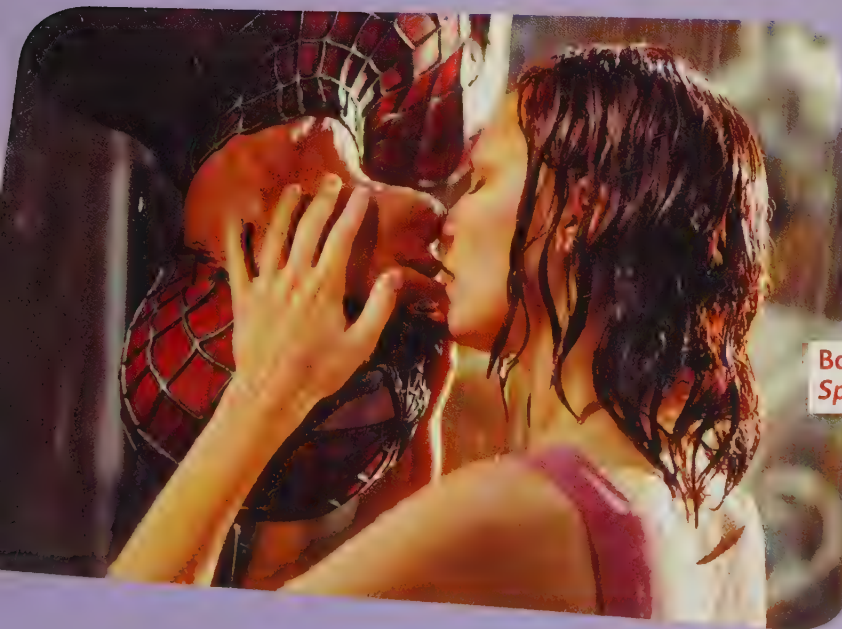
JEAN-JACQUES ROUSSEAU



Fille ou garçon ?



Les appareils génitaux externes d'un fœtus garçon (à droite) et fille (à gauche) au stade de 8 semaines sont **indifférenciés**. La mise en place des structures et de la fonctionnalité des appareils sexuels se réalise **depuis la fécondation jusqu'à la puberté**.



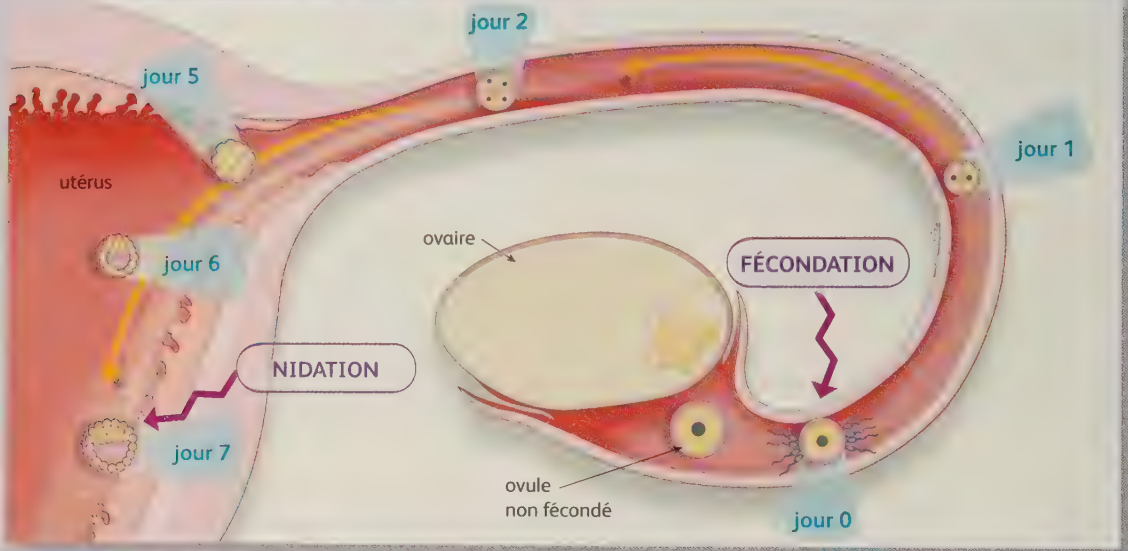
Baiser sous la pluie.
Spiderman, de Sam Raimi.

Chez l'être humain, la sexualité n'est pas associée qu'à la reproduction. Elle est aussi liée au plaisir et à l'affectif.

1 Quelles sont les premières étapes du développement de l'embryon ?

SVT

- ▶ Lors d'un rapport sexuel, les spermatozoïdes déposés au fond du vagin peuvent **migrer en direction des trompes** et éventuellement féconder un ovule.
- ▶ La cellule-œuf ainsi formée se divise et forme un embryon qui pourra alors s'implanter dans la couche superficielle de l'utérus : c'est la **nidation** qui marque le début de la grossesse.

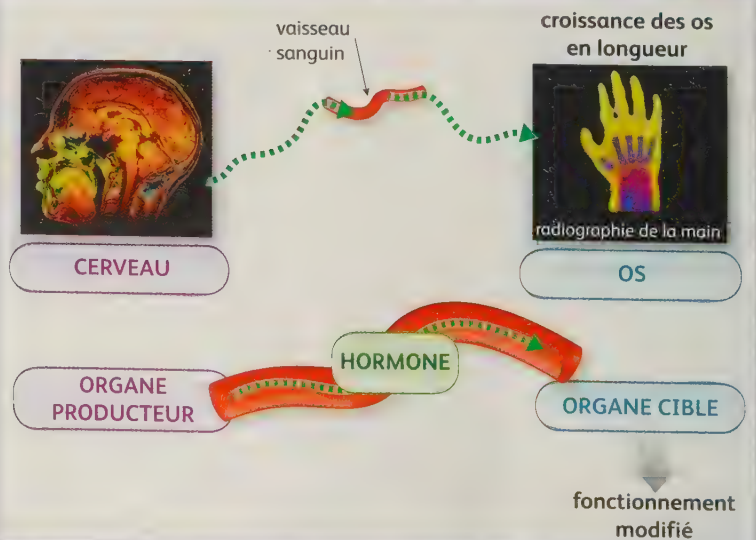


Trajet de l'embryon jusqu'à son implantation.

2 Comment agissent les hormones ?

SVT

- ▶ Les hormones sont des substances fabriquées par des organes spécialisés.
- ▶ Libérées dans la circulation sanguine, elles peuvent **agir sur des organes cibles** et modifier leur fonctionnement.



Mode d'action des hormones.

CHAPITRE 10

Comprendre et maîtriser sa sexualité



L'évolution des sociétés humaines a amené des modifications dans l'approche personnelle de la sexualité. Chacun doit prendre en charge de façon conjointe et responsable sa vie sexuelle. Comment la connaissance des fonctions de reproduction a-t-elle permis de maîtriser et de faire évoluer notre sexualité ?

1 Le fonctionnement des testicules et des ovaires

Doc. 1 Organisation des testicules

À partir de la puberté, la production des spermatozoïdes au niveau des tubes séminifères est **continue** : les hommes en fabriquent en moyenne 100 millions par jour.

1. **Lire.** Quelles sont les caractéristiques de la production des spermatozoïdes au niveau des testicules ?
2. **Schématiser.** Réaliser un schéma d'interprétation de la coupe d'un testicule.

Coupe transversale d'un testicule. ■

- 1 Lumière du tube séminifère.
- 2 Spermatozoïdes.
- 3 Tube séminifère.



Doc. 2 Organisation des ovaires

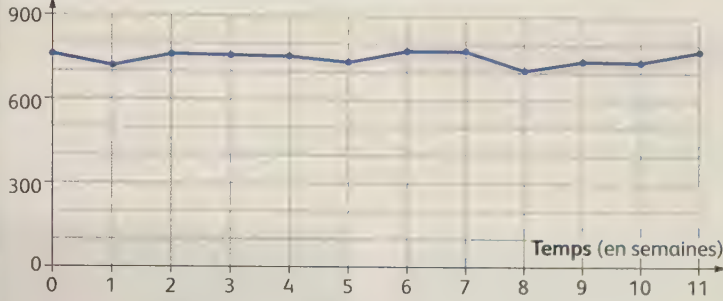


- ▶ À la naissance, une femme possède un stock de 400 000 follicules immatures. À partir de la puberté, à chaque cycle, c'est 400 follicules qui entrent en maturation.
- ▶ Durant la **phase folliculaire**, la maturation des follicules se poursuit. Lorsque l'ovulation survient, le plus gros des follicules libère l'ovocyte. Débute alors la **phase lutéale** au cours de laquelle celui-ci se transforme en **corps jaune**.
- ▶ En fin de cycle, le corps jaune régresse et disparaît. Lors du cycle suivant, un nouvel ovocyte sera de nouveau libéré.

3. **Lire.** Quelles sont les caractéristiques de la production des ovocytes au niveau des ovaires ?
4. **Schématiser.** Réaliser un schéma d'interprétation de la coupe d'un ovaire.

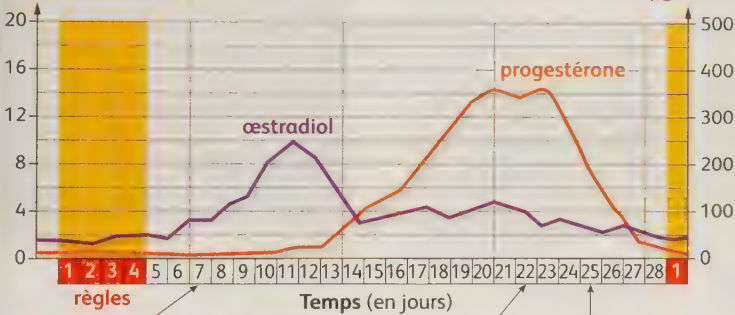
■ Coupe transversale d'un ovaire.

- 1 Follicules immatures.
- 2 Follicule à maturité.
- 3 Corps jaune.

Doc. 3 La production des hormones des testicules et des ovaires**Concentration sanguine de testostérone (en ng pour 100 mL de sang)**

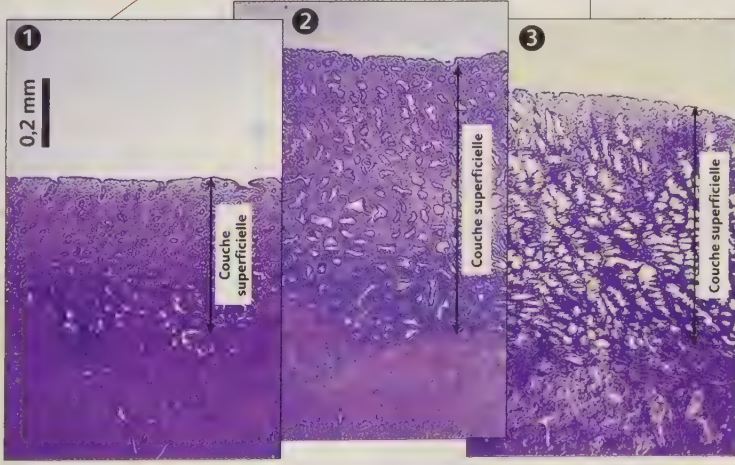
a Étude de la concentration sanguine de testostérone au cours du temps.

Les testicules libèrent de la testostérone.

Progestérone (en ng·mL⁻¹)**Œstradiol (en pg·mL⁻¹)**

b Évolution parallèle de la muqueuse utérine et de la concentration des hormones sexuelles chez la femme au cours d'un cycle. Les ovaires libèrent des œstrogènes et de la progestérone qui modifient la muqueuse utérine (couche superficielle de l'utérus). Les photographies montrent une coupe de la paroi de l'utérus.

- 1 En début de cycle.
- 2 Vers le 22^e jour.
- 3 Peu avant les règles.



5. Observer. Comment qualifier la concentration de testostérone en fonction du temps ?

6. Observer. Comment qualifier la concentration de progestérone et d'œstrogènes en fonction du temps ?

7. Comprendre. Que devient la muqueuse utérine lorsqu'en fin de cycle, les ovaires ne libèrent pratiquement plus d'hormones sexuelles ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- a. Les testicules et les ovaires libèrent des gamètes et des hormones.
- b. Les ovaires, comme les testicules, ont un fonctionnement cyclique.
- c. La muqueuse utérine a une épaisseur constante lors du cycle sexuel.
- d. En fin de cycle, lorsque le corps jaune disparaît, la libération d'hormones sexuelles devient maximale entraînant le début des menstruations.

Rédiger

Relever les différences de fonctionnement des testicules chez l'homme et des ovaires chez la femme.

2

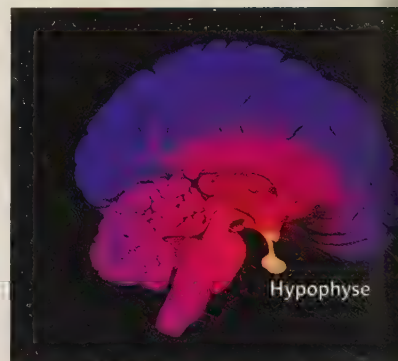
La régulation du fonctionnement des ovaires

Doc. 1 Le rôle du cerveau dans la régulation

► Afin de connaître le rôle du cerveau dans la régulation du fonctionnement des ovaires, on réalise chez l'animal des expériences d'ablation d'une petite glande située à la base du cerveau : l'hypophyse.

Ablation de l'hypophyse	Ablation de l'hypophyse puis injections régulières de broyat d'hypophyse
 hypophyse	 hypophyse
1. Une atrophie de l'ovaire. 2. Une chute du taux des hormones ovariennes (œstradiol et progestérone).	1. Ovulation. 2. Développement de corps jaunes. 3. Présence d'œstradiol et de progestérone dans le sang.

a Expériences d'ablation réalisées chez des rates.



b Localisation de l'hypophyse dans le cerveau.

- 1. Observer.** Quelles sont les conséquences des ablations réalisées sur le fonctionnement des ovaires ?
- 2. Analyser.** Quelle est la nature de la relation existant entre hypophyse et ovaires ?

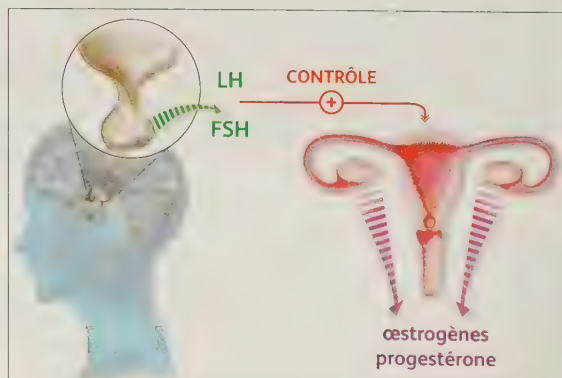
Doc. 2 Une action hormonale

► Des prélèvements sanguins au niveau de l'hypophyse ont permis de mettre en évidence une libération dans le sang de faibles quantités de **deux hormones particulières** : la **FSH** (hormone folliculo-stimulante) et la **LH** (hormone lutéinisante).

► La FSH stimule le fonctionnement des ovaires durant la phase folliculaire et assure ainsi la maturation des follicules.

► La LH stimule le fonctionnement des ovaires, elle déclenche l'ovulation en fin de phase folliculaire et provoque, à la suite, la transformation du follicule en corps jaune.

► Ces deux hormones modifient aussi la libération des hormones sexuelles progestérone et œstrogènes par les ovaires.



■ Régulation du fonctionnement des ovaires par l'hypophyse.

- 3. Expliquer.** Pourquoi considère-t-on que la régulation du fonctionnement des ovaires est de nature hormonale ?

Doc. 3 Les rétrocontrôles exercés par les ovaires

Lorsque l'on réalise une ablation des ovaires chez la rate, on observe une élévation de la production des hormones hypophysaires. Afin de comprendre la nature de ce changement, on réalise une série d'expériences.

Expérience	Résultat
Injection de progestérone.	Diminution de la concentration de LH et de FSH.
Injection d'une faible quantité d'œstradiol.	Diminution des concentrations de LH et de FSH.
Injection d'une forte quantité d'œstradiol.	Augmentation des concentrations de LH et FSH puis ovulation.

■ Expériences d'injections d'hormones chez une rate.

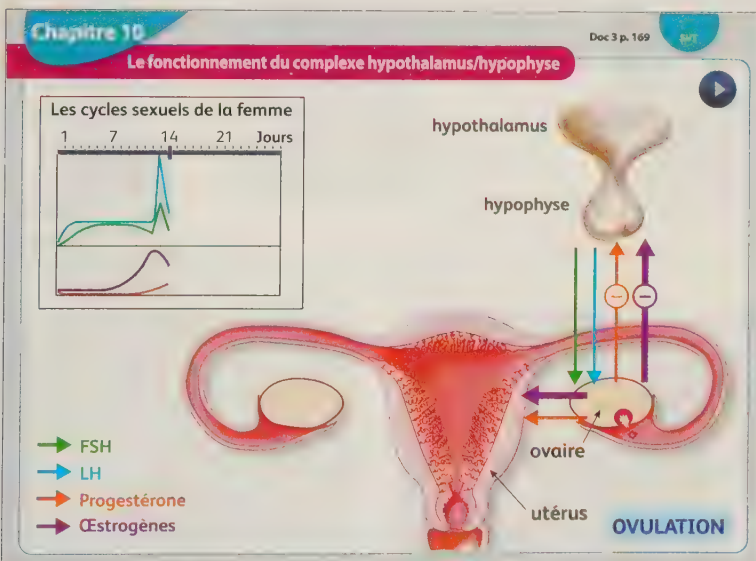
4. Analyser. Quelle est l'influence des hormones ovariennes sur la libération des hormones LH et FSH par l'hypophyse ?

5. Expliquer. On dit que les ovaires exercent un rétrocontrôle sur le cerveau. Justifier.

6. Comprendre. Pourquoi la nature du rétrocontrôle (stimulation ou inhibition) exercé par les ovaires dépend-elle de la concentration en œstradiol ?

Doc. 4 Le fonctionnement du complexe hypothalamus/hypophyse

La sécrétion des hormones par les ovaires est variable au cours du cycle sexuel. C'est le résultat des variations de la régulation du fonctionnement de ces ovaires par le complexe hypothalamus/hypophyse de la femme.



■ Écran de l'animation illustrant la régulation du fonctionnement des ovaires.

B2i

L'animation est disponible sur le site compagnon du manuel.



RÉALISER

- Ouvrir et lancer l'animation chap10_complexe.
- Observer afin de pouvoir répondre aux questions.

7. Analyser.

- Repérer à quel moment du cycle les ovaires exercent un **rétrocontrôle négatif** (inhibition).
- Repérer à quel moment du cycle les ovaires exercent un **rétrocontrôle positif** (stimulation).
- Déterminer l'origine des pics de sécrétion de LH et de FSH qui permettent le déclenchement de l'ovulation.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Le fonctionnement des ovaires dépend de l'activité du cerveau.
- La libération d'une grande quantité de LH et de FSH déclenche l'ovulation.
- Les ovaires exercent durant tout le cycle sexuel une rétroaction négative sur le cerveau.

Schématiser

Construire un schéma qui illustre la régulation du fonctionnement des ovaires par le cerveau.

Doc. 1 Les actions de la pilule contraceptive

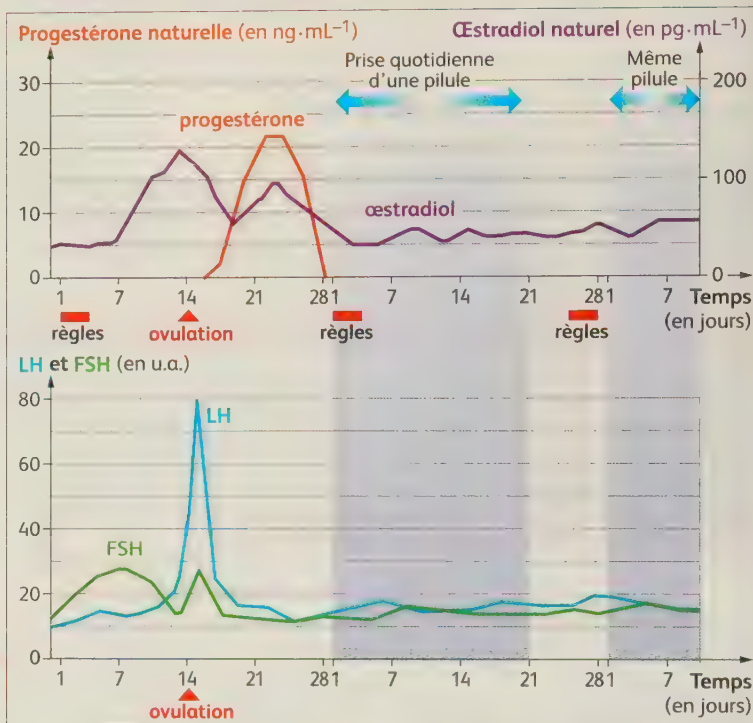
► La pilule est aujourd'hui le moyen de contraception le plus utilisé par les femmes en France.

► Son principe repose sur la prise journalière, à heure fixe, de faibles quantités d'**hormones sexuelles de synthèse**.

La pilule étudiée ici contient à la fois des œstrogènes et des progestatifs de synthèse.

► Le col de l'utérus produit un mucus appelé **glaires cervicales**. Au cours du cycle sexuel de la femme, sa sécrétion et ses caractéristiques varient. En début et en fin de cycle, la glaire est peu abondante et son maillage est très serré. Mais, en période ovulatoire, la glaire devient abondante et le maillage devient lâche favorisant ainsi le passage des spermatozoïdes du vagin vers l'utérus.

Sécrétions des hormones hypophysaires et ovariennes sans et avec pilule.



1. Observer. Quels sont les effets de la prise d'hormones sexuelles de synthèse sur la sécrétion des hormones par l'hypophyse ?

2. Observer. Quelle conséquence observe-t-on alors sur la libération des hormones ovariennes naturelles ?

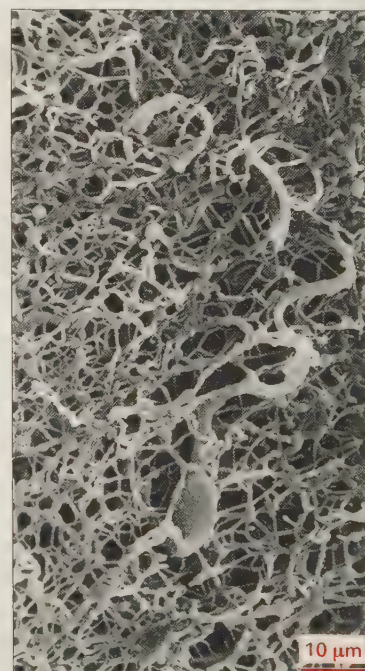
3. Raisonner. Expliquer par quel mécanisme les hormones de synthèse de la pilule empêchent l'ovulation.

4. Expliquer. En quoi l'action de la pilule sur la glaire cervicale est-elle contraceptive ?

Glaire cervicale en milieu de cycle (MEB).

À gauche : chez une femme sans contraception.

À droite : chez une femme prenant la pilule. Les mailles très petites de la glaire bloquent un spermatozoïde.

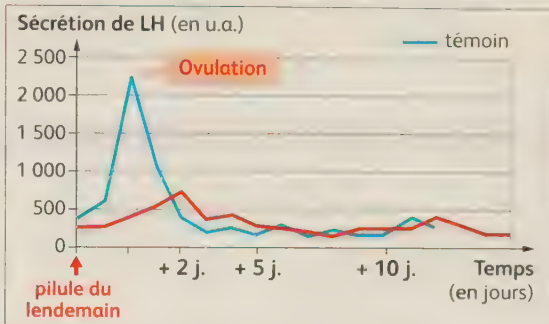


Doc. 2 La contraception d'urgence

► Suite à un rapport sexuel non ou mal protégé, on peut avoir recours à la **contraception d'urgence** pour empêcher le début d'une grossesse. La « pilule du lendemain » doit être prise au plus tard trois jours après le rapport à risque.

5. Observer. Comment évolue la sécrétion de l'hormone hypophysaire LH après la prise de la contraception d'urgence ?

6. Raisonner. Expliquer pourquoi la contraception d'urgence empêche l'ovulation si elle est prise rapidement après un rapport à risque.

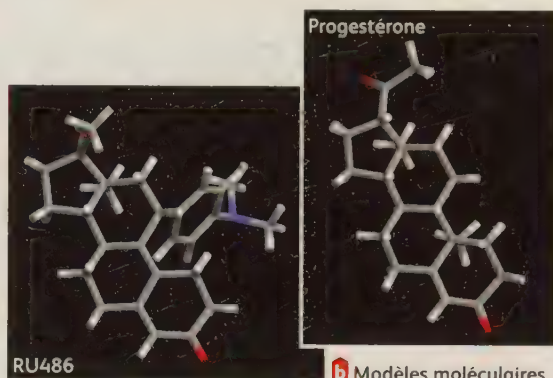


■ Sécrétion de LH après la prise d'une pilule du lendemain (Norlevo). Courbe témoin : cycle normal.

Doc. 3 L'IVG médicamenteuse

► Le délai légal pour une IVG est de douze semaines de grossesse. Pendant les cinq premières semaines, il est possible de pratiquer une **IVG médicamenteuse** : on utilise l'**hormone de synthèse RU486**, appelée la pilule abortive.

► Pour comprendre le mode d'action de la RU486, on pratique sur les rates des injections de progestérone ou de RU486 marquées au tritium radioactif. On prélève leur utérus 15 minutes plus tard pour mesurer la radioactivité : la détection de radioactivité au niveau des cellules utérines indique que la substance injectée s'est fixée sur l'utérus.



Injections réalisées	Radioactivité dans les cellules de l'utérus
Progestérone marquée	8,55
RU486 marqué	7,9
RU486 non marqué puis progestérone marquée	2,41

■ Expériences sur le mode d'action de RU486.

■ Rôle de la progestérone dans la poursuite de la grossesse.

7. Observer. Comparer la forme de la progestérone avec celle de RU486.

8. Raisonner. Analyser les résultats de l'expérience et conclure sur le mode d'action de RU486.

En fin de cycle ovarien, les sécrétions de progestérone et d'œstrogènes chutent : cela provoque l'apparition des menstruations. Mais, lorsqu'une grossesse débute, la sécrétion de progestérone augmente fortement, permettant ainsi le maintien de la muqueuse utérine favorable à la poursuite de la grossesse.

Rédiger

Préciser en quoi l'utilisation d'hormones sexuelles de synthèse permet aux femmes de choisir le moment de la conception d'un enfant.

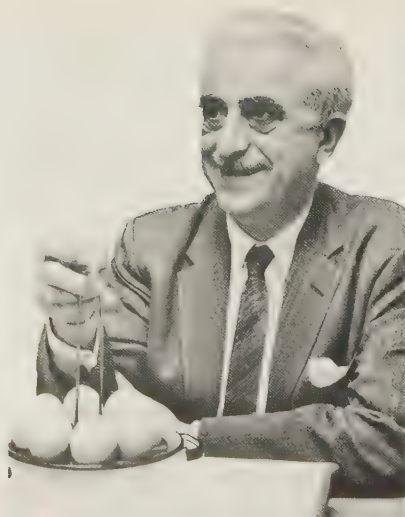
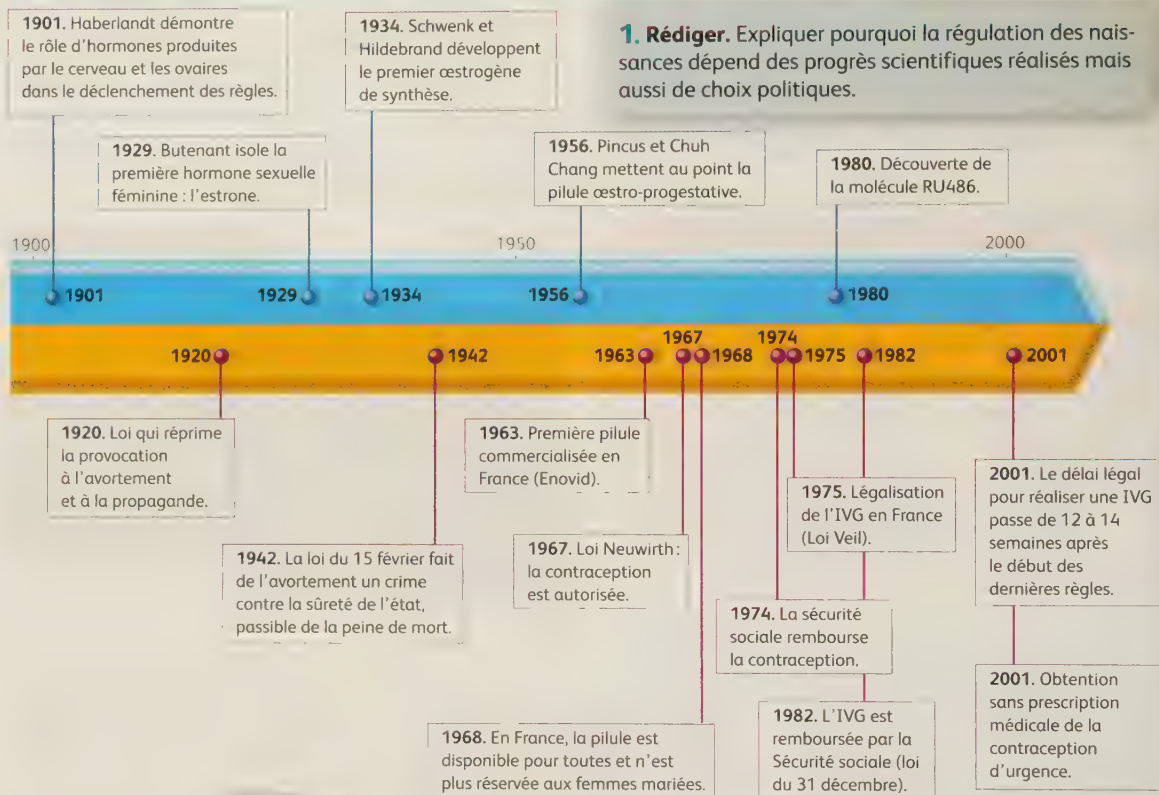
Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- L'utilisation de la pilule permet de provoquer l'ovulation chez la femme.
- La glaire cervicale, chez une femme qui prend la pilule, est perméable au passage des spermatozoïdes en direction de la cavité utérine.
- RU486 empêche la fixation de la progestérone au niveau des cellules de l'utérus.
- L'utilisation de RU486 empêche l'apparition des menstruations d'une femme qui a commencé une grossesse.

La régulation des naissances d'hier à aujourd'hui

Doc. 1 Les grandes étapes du XX^e siècle



a Le professeur Gregory Pincus (1962).



b Simone Veil à l'Assemblée nationale lors du débat sur la légalisation de l'IVG.

Doc. 2 La mise au point de la pilule du lendemain

Molécules utilisées	Taux d'échec (% de grossesses)	Effets secondaires		Date	Remarques
		Nausées	Vomissements		
Œstrogènes de synthèse	Moins de 1 %	70 %	33 %	1963	Doses importantes
Œstrogènes de synthèse (Tétragynon)	1,6 %	50 %	20 %	1974	Risque important de phlébite
Lévonorgestrel (Norlevo)	1 à 1,7 %	20 %	5 %	1993	Deux prises nécessaires
Lévonorgestrel (Norlevo)	1,1 à 1,7 %	29 %	4 %	2005	Efficace si prise dans les 3 jours suivant le rapport sexuel
Ulipristal (EllaOne)	0,9 %	24 %	4 %	2009	Efficace si prise dans les 5 jours suivant le rapport sexuel

■ Comparaison de la contraception d'urgence depuis les années 1960 jusqu'à aujourd'hui.

2. Repérer. Préciser les différents progrès réalisés en termes de contraception d'urgence depuis 1963.

Doc. 3 De nouveaux contraceptifs hormonaux

► D'autres contraceptifs hormonaux (patch, implant et anneau vaginal) existent aujourd'hui. Très efficaces, ils présentent l'avantage d'éviter un oubli ou une prise décalée du contraceptif.

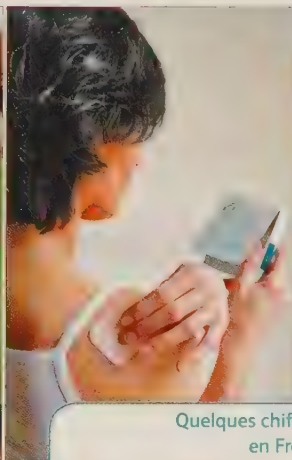
► En effet, ils libèrent les hormones en continu pendant plusieurs jours (une semaine pour le patch à trois ans pour l'implant).

3. Observer. Quels sont les problèmes qui peuvent être associés à l'utilisation de la pilule contraceptive ?

4. Reasonner. Pourquoi les nouvelles formes de contraception hormonales sont-elles plus efficaces que la pilule ?



■ Implant, patch et anneau vaginal.



Quelques chiffres sur l'IVG en France

- 350 000 grossesses non planifiées chaque année.
- 210 000 IVG (Interruptions Volontaires de Grossesse) réalisées chaque année.
- 20 000 interruptions volontaires de grossesse seraient directement liées à des oublis de pilule.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Les avancées scientifiques ont permis une meilleure régulation des naissances.
- Les molécules de synthèse inventées par l'Homme sont de moins en moins efficaces, avec de moins en moins d'effets secondaires.
- Aujourd'hui, de nouvelles formes de contraception hormonale permettent d'éviter des grossesses non désirées.

Rédiger

Expliquer en quoi la mise au point des méthodes de régulation des naissances devient de plus en plus adaptée et induit de moins en moins d'effets secondaires pour les femmes.

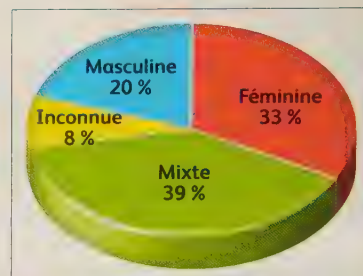
5 Procréation médicalement assistée

Doc. 1 Infertilité au sein du couple

- ▶ Après une ou deux années de tentatives infructueuses, un couple désirant avoir un enfant peut consulter un médecin spécialiste pour des **problèmes d'infertilité**. Des examens médicaux permettent de rechercher l'origine des problèmes et de détecter une éventuelle stérilité au sein du couple.
- ▶ Chez l'homme, un spermogramme permet d'évaluer la qualité du sperme ; chez la femme, des dosages hormonaux (LH, FSH et hormones sexuelles) renseignent sur un défaut d'ovulation.
- ▶ Infertilité ne rime pas forcément avec stérilité : dans certains cas, on a pu relever des incompatibilités entre individus.

VOCABULAIRE

- ▶ **Stérilité** : incapacité pour un homme ou une femme de concevoir un enfant naturellement.
- ▶ **Infertilité** : qualifie les couples qui, après un an de rapports sexuels réguliers, n'ont pas débuté de grossesse.



■ Origine de la stérilité chez des couples infertiles.

1. Analyser. Pourquoi est-il si important, en cas d'infertilité, de consulter en couple un spécialiste de la procréation ?

Doc. 2 Le rôle des hormones dans la stimulation ovarienne

- ▶ Lorsque l'infertilité d'un couple vient d'un défaut d'ovulation de la femme, on peut **stimuler ses ovaires** en lui injectant des hormones sexuelles.
- ▶ La **stimulation ovarienne** est également utilisée dans les fécondations in vitro.

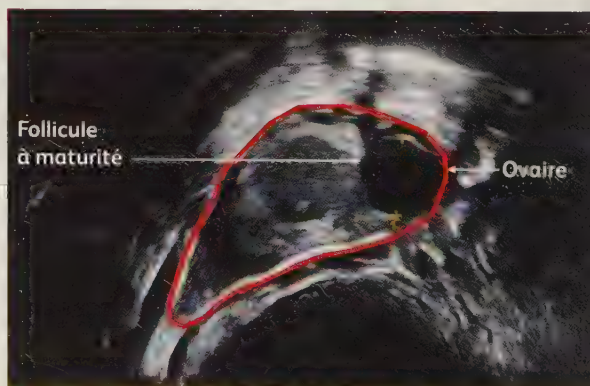
1958. Expériences de stimulation des ovaires avec des extraits d'hypophyses prélevées sur des cadavres.

Jusqu'en 1997. Utilisation d'hormones hMG (mélange de LH, FSH et autres protéines) recueillies dans l'urine de femmes ménopausées.

1995. Mise au point de la FSH recombinante obtenue par génie génétique (transgénèse).

La FSH recombinante est désormais presque exclusivement utilisée lors des stimulations ovariennes. La FSH recombinante est en effet pure, très homogène d'un lot à l'autre et sans agents infectieux. Ainsi, comme elle est plus efficace que les autres hormones, les traitements sont plus courts et utilisent des doses d'hormones plus faibles, limitant ainsi les effets secondaires et les allergies observées.

a Évolution des hormones utilisées pour la stimulation ovarienne.



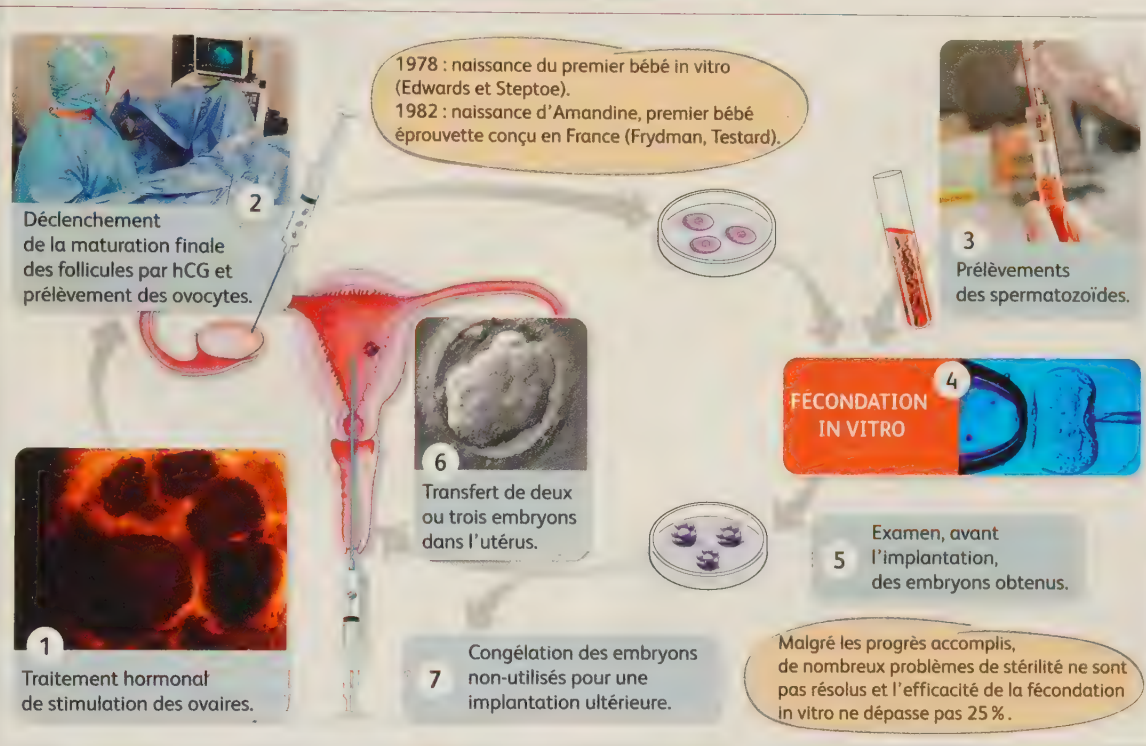
b Ovaire : stimulation simple.

2. Expliquer. Pourquoi utiliser des hormones hypophysaires lors d'une stimulation ovarienne ?

3. Observer. Quelle est la conséquence du traitement hormonal de stimulation ?

4. Analyser. Quels sont les avantages de l'utilisation de la FSH recombinante ?

Doc. 3 Les étapes de la fécondation in vitro



5. Observer. À quel moment de la fécondation in vitro utilise-t-on des hormones de synthèse ?

Doc. 4 Procréation médicalement assistée (PMA) et éthique

► Au regard de la loi française, la PMA est considérée comme une **thérapeutique destinée à pallier l'infertilité pathologique d'un couple**, médicalement constatée, ou à éviter un risque de transmission d'une maladie.

► Elle est réservée à des couples engagés dans un projet parental, mariés ou en mesure d'apporter la preuve d'une vie commune d'au moins deux ans, formés d'un homme et d'une femme, tous deux vivants et en âge de procréer.

► La PMA n'est donc pas envisagée en France comme un mode de procréation alternatif, susceptible de pallier les impossibilités de procréer au sens large, qu'elles soient physiologiques ou sociales, dans une logique d'aide à la parentalité.

6. Analyser. Quelles sont les limites juridiques de l'accès à la procréation médicalement assistée ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Dans la majorité des cas d'infertilité, c'est la femme qui est stérile.
- Pour remédier à des défauts d'ovulation, on utilise des hormones pour stimuler le fonctionnement ovarien.
- En France, l'accès à la PMA est réglementé.

Rédiger

En quoi l'utilisation d'hormones de synthèse permet-elle de résoudre certains problèmes de stérilité ?

6 Sexualité et IST

Doc. 1 Les IST

► Les infections sexuellement transmissibles ou IST sont nombreuses et souvent peu connues du grand public. Que se soient des infections bactériennes, parasitaires ou virales (herpès, condylome, hépatite, VIH), elles se transmettent très facilement et leurs effets sont souvent immédiats.

► Mais elles peuvent aussi avoir des conséquences à longs termes en devenant chroniques, en provoquant des cancers, des dépressions du système immunitaire ou des stérilités. De plus, certaines infections comme celles à chlamydia, à gonocoque ou à VIH, ne présentent pratiquement pas de symptômes.

► Dans certains cas, les IST peuvent être source de stérilité. La salpingite, par exemple, est une infection provoquée par le développement de bactéries (chlamydia et gonocoques). Elles se transmettent lors de rapports sexuels non protégés et se multiplient dans les trompes, empêchant ainsi le passage des ovocytes vers la cavité de l'utérus.

Campagne d'information de l'INPES sur les IST. 

MAIRIE DE PARIS 



Rémi est
séropositif

Marie ne le sait pas

Rémi non plus d'ailleurs...

Se faire dépister c'est aussi protéger les autres

 **Sans les Serums**
LES SÉRUMS
à base de plasma
de donneurs sains
www.inp.es

 **Admises réalisées par**
les équipes du TOPSIA

 **TRANSFUSION**
PLASMA
CAPSULE

TOUTE L'INFO
AU 3075
sur PARIS.PR

Le 3075 est un service de l'INPES
Tous les jours de 9h à 18h

Une IST, ce n'est pas

**L'insecte
super terrien**



Une IST, c'est une
Infection Sexuellement Transmissible.

► La prise en charge précoce des IST et l'application d'un traitement adapté est souvent la clé d'une guérison rapide et de l'absence de séquelles.

► On peut réaliser un dépistage gratuit et anonyme des différentes IST dans des centres spécialisés ou à l'hôpital. Cela permet de vérifier son état de santé et de protéger son entourage d'une éventuelle contamination.

 Campagne de sensibilisation
au dépistage du virus du SIDA
de la mairie de Paris.

1. **Comprendre.** Pourquoi certaines IST provoquent-elles des stérilités lorsqu'elles ne sont pas soignées ?
2. **Raisonner.** Pourquoi faut-il se faire dépister ?
3. **Raisonner.** Pourquoi poursuivre les campagnes d'informations sur les IST et leur dépistage ?

Doc. 2 Préservatifs et IST

Le préservatif est une méthode contraceptive barrière : il empêche la libération des spermatozoïdes dans le vagin. De plus, il a un rôle protecteur contre toutes les IST.

Les problèmes que pose l'exposition aux IST, notamment au VIH, méritent une attention particulière puisqu'il est tout aussi important de prévenir la grossesse que d'empêcher la transmission de l'infection. Lorsqu'il existe un risque de transmission d'une IST/du VIH, il est important que les professionnels de la santé recommandent vivement la double protection à toutes les personnes à haut risque, qu'il s'agisse d'associer l'utilisation du préservatif à d'autres méthodes ou d'employer correctement ce dernier seul, à la fois comme méthode contraceptive et comme méthode de prévention de la maladie. Lorsqu'ils sont employés régulièrement et correctement, les préservatifs masculins en latex protègent contre les IST/VIH.



b Préservatif masculin.

a Recommandations de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

Type de contamination	Nombre de nouveaux cas
Rapport hétérosexuel	4 003
Rapport homosexuel	2 480
Usage de drogues injectables	85
Autres	95
Total	6 663

c Nouveaux cas de VIH par type de contamination en France en 2009.

4. Observer. Quels sont les modes de transmission du virus responsable du SIDA ?

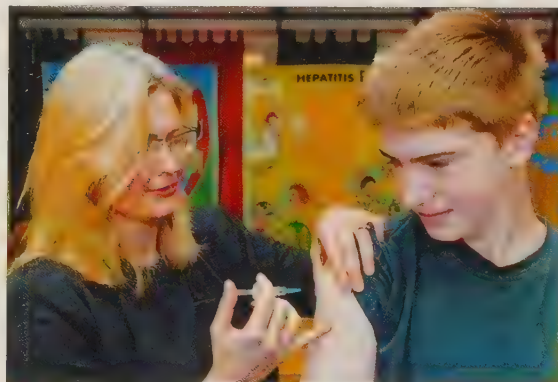
5. Raisonner. Expliquer l'avantage du préservatif par rapport aux autres modes de contraception.

6. Comprendre. Quels sont les intérêts de la double protection recommandée par l'OMS ?

Doc. 3 IST et vaccination

- ▶ Avec plus de 350 millions de porteurs chroniques du virus de l'hépatite B et 2 millions de morts par an dans le monde, l'hépatite B est un problème de santé publique.
- ▶ Pourtant, on peut se faire vacciner contre le virus de l'hépatite B, permettant d'éviter la cirrhose ou le cancer du foie qu'il peut provoquer. De même, un vaccin contre certains papillomavirus responsables de condylomes et de cancer de l'utérus est aussi disponible.

7. Rechercher. **B2i**  À qui est destiné le vaccin contre les papillomavirus ? Quelles sont les conditions de son utilisation ?



d Vaccination contre l'hépatite B.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Pour se protéger des IST, il est préférable d'utiliser le préservatif.
- Réaliser un test de dépistage des IST permet de se protéger d'une future contamination.
- La vaccination est une bonne solution pour se protéger durablement de toutes les IST.

Rédiger

Expliquer en quoi un comportement individuel adapté permet de limiter la transmission des IST.

MOTS-CLÉS

► Contraception

Méthode réversible permettant d'éviter qu'un rapport sexuel n'entraîne une grossesse.

► Gamète

Cellule reproductrice intervenant lors de la fécondation. Spermatozoïdes chez le mâle, ovule chez la femelle.

► Gonade

Organe producteur des gamètes. Testicule chez le mâle, ovaire chez la femelle.

► Hormone

Molécule sécrétée par un organe spécialisé, transportée par le sang, et ayant une action sur un ou des organes cibles.

► Rétrocontrôle

Action de contrôle exercée en retour par un organe B sur un organe A qui contrôle l'organe B.

L'essentiel

1 Gonades, des fonctions multiples et régulées

■ Une fonction hormonale

En plus de produire les **gamètes**, les **gonades** contrôlent le fonctionnement des appareils génitaux par l'intermédiaire d'**hormones** (œstrogènes, progestérone et testostérone). Ces hormones sont libérées en continu chez l'homme et de manière cyclique chez la femme.

■ Un contrôle cérébral

Les gonades sont régulées par des sécrétions hormonales issues du complexe hypothalamus/hypophyse. Ovaires et testicules font partie du système de régulation de la fonction de reproduction : ils exercent eux-mêmes un **rétrocontrôle** sur le complexe hypothalamus/hypophyse par le biais des hormones sexuelles.

2 La contraception hormonale

■ Une application des connaissances biologiques

La connaissance des processus de régulation et des hormones sexuelles a permis la mise au point de méthodes contraceptives de plus en plus efficaces. C'est le cas de la pilule pour laquelle la prise d'**hormones de synthèse**, analogues des hormones ovariennes, permet de contrôler la fonction de reproduction au niveau de l'ovulation, la fécondation ou la nidation.

■ Des molécules de synthèse qui miment les molécules naturelles

Dans la contraception d'urgence ou l'IVG médicamenteuse, ce sont les connaissances sur les substances naturelles et leurs actions qui ont permis d'élaborer des molécules à effet physiologique.

3 Devenir parent

■ Choisir de procréer

La **contraception** étant réversible, son arrêt permet le retour à des fonctions normales de reproduction, donc de choisir le moment de devenir parents.

■ Aider les couples stériles

Les techniques de procréation médicalement assistée (PMA) utilisent des hormones de synthèse afin de permettre ou de faciliter la fécondation et/ou la gestation dans les cas de stérilité ou d'infertilité.

4 Sexualité et IST

■ Des infections aux conséquences graves

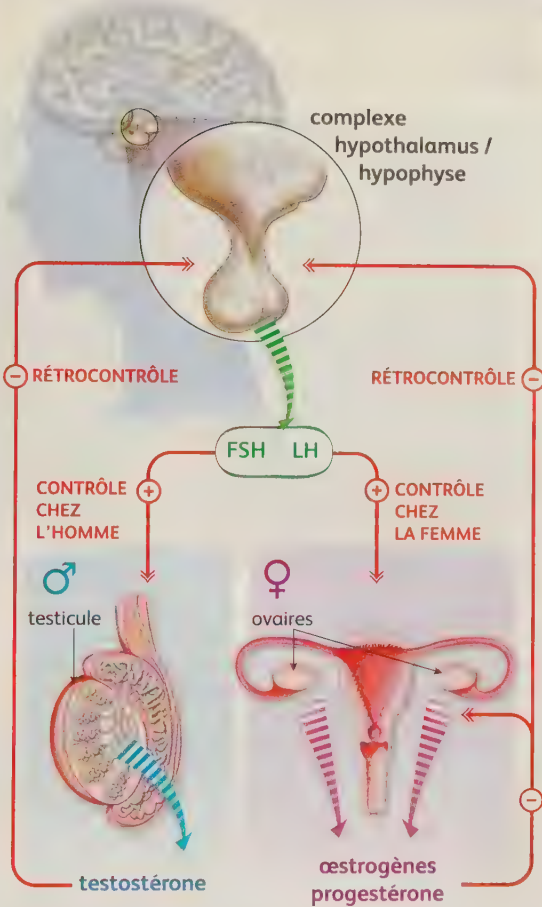
Les infections sexuellement transmissibles sont la cause de stérilité, mais peuvent aussi induire des cancers, comme les hépatites, ou la mort, comme le SIDA.

■ Prévenir plutôt que d'avoir à guérir

Les IST peuvent être évitées par des comportements adaptés, comme l'usage du préservatif, la vaccination ou le recours aux tests de dépistage.

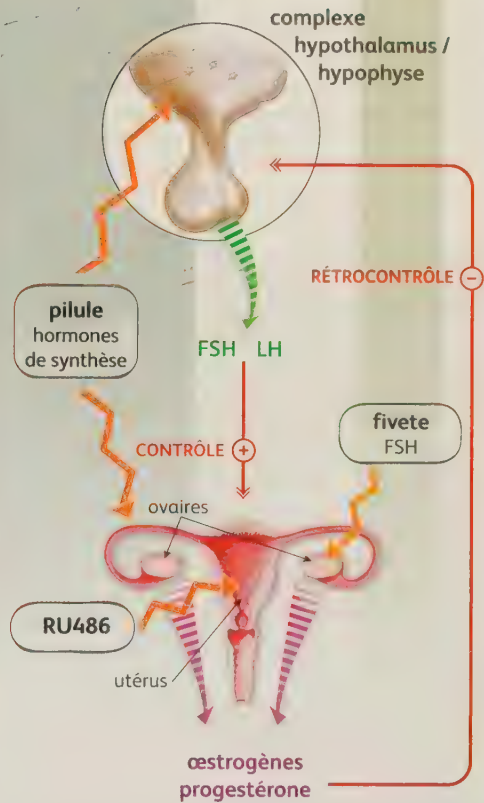
Le schéma-bilan

RÉGULATION HORMONALE

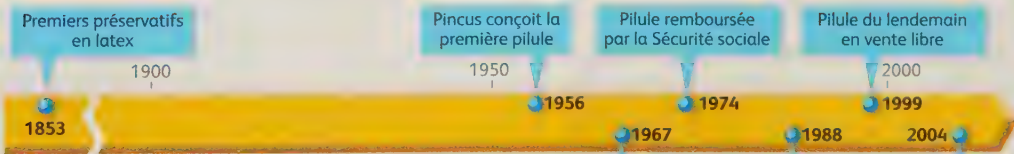


CONTRACEPTION

PMA



LES MÉTHODES DE CONTRACEPTION



Les méthodes de contraception les plus utilisées (en %)

- stérilisation
- stérilet
- pilule
- préservatif
- autre



Les sciences autrement

SCIENCES & ÉCONOMIE

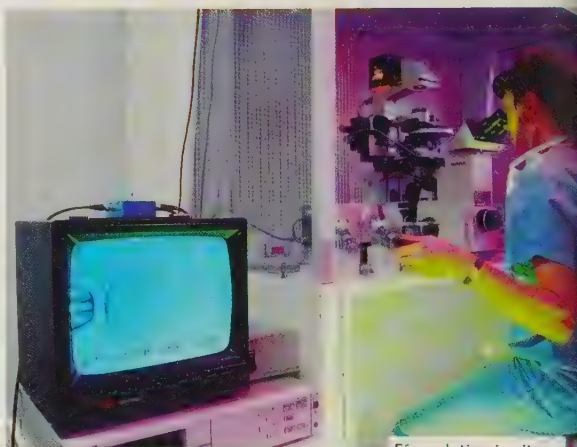
Le financement de la procréation médicalement assistée

■ En France, la sécurité sociale prend en charge jusqu'à quatre tentatives de fécondation in vitro pour l'obtention d'une grossesse. Cela comprend tous les frais occasionnés lors des étapes suivantes : les traitements de stimulation, les contrôles de la stimulation (échographies, bilans hormonaux), la préparation du sperme, l'anesthésie, la ponction ovarienne, la fécondation au laboratoire, les actes de laboratoire nécessaires à la croissance des embryons, le transfert des embryons et la congélation des embryons surnuméraires.

■ Au Canada, à l'exception de la province de L'Ontario, l'état ne participe pas au remboursement des frais médicaux qui peuvent aller jusqu'à 12 250 \$ pour une tentative de fécondation in vitro.

« Seulement 15 % des Canadiennes qui nécessitent une fécondation in vitro dans le but de procréer sont en mesure de s'en permettre les coûts. Le Canada est un des seuls pays développés où les coûts liés à la FIV ne sont pas financés par l'État. Lorsque des femmes sont exclues d'un aspect aussi fondamental que la procréation en raison de leur incapacité à en défrayer les coûts, il pourrait être temps de réexaminer les priorités de notre système de santé. »

Dr Nisker, professeur d'obstétrique-gynécologie au Canada.



Fécondation in vitro.

Source web

<http://www.fivfrance.com/>

http://www.chuv.ch/dgo/dgo_home/umr/dgo_fer_cout.htm

<http://www.procreation-medicalement-assistee.fr/>

Faire une recherche



Au début des années 1970, les femmes manifestent pour le droit à la contraception et à l'avortement.

Dans son édition du 5 avril 1971, le *Nouvel Observateur* publie une liste de 343 femmes qui s'accusent du délit d'avortement, dont des personnalités publiques parmi lesquelles Simone de Beauvoir, Catherine Deneuve, Marguerite Duras, Gisèle Halimi, Jeanne Moreau, Françoise Sagan.

« Un million de femmes se font avorter chaque année en France. Elles le font dans des conditions dangereuses en raison de la clandestinité à laquelle elles sont condamnées alors que cette opération, pratiquée sous contrôle médical, est des plus simples. On fait le silence sur ces millions de femmes. Je déclare que je suis l'une d'elles. Je déclare avoir avorté. De même que nous réclamons le libre accès aux moyens anti-conceptionnels, nous réclamons l'avortement libre. »

Dans quel contexte historique, politique et social ont été votées les lois Neuwirth et Weil concernant la contraception et l'avortement en France ?

La syphilis, un mal venu du Nouveau Monde

■ La syphilis est bien d'origine américaine. L'enquête génétique approfondie menée par une équipe de chercheurs basée à Atlanta aux États Unis vient d'en apporter la confirmation. La maladie fait brutalement son apparition dans l'histoire en 1495, lors de la prise de Naples par les troupes du roi de France Charles VIII. Avec le retour des mercenaires, elle se répand rapidement dans toute l'Europe et va marquer les esprits par ses symptômes spectaculaires et sa contagion par voie sexuelle. La présence dans le conflit de soldats espagnols de retour de l'Amérique à peine découverte accrédite l'idée que la maladie venait du Nouveau Monde.

■ Pour la vérifier, les chercheurs ont comparé le génome de diverses souches du tréponème pâle, la bac-

térie responsable de la syphilis avec celles d'autres tréponèmes à l'origine du pian et du bejel. Ces deux maladies de l'enfance, transmissibles par simple contact, sévissent depuis des millénaires chez l'Homme en climat chaud et humide pour la première, et en climat plus chaud pour la seconde. L'enquête révèle alors que deux souches de pian portées par des enfants au fin fond de la Guyane sont les plus proches génétiquement de celle responsable de la syphilis.

La syphilis, « Un mal venu du Nouveau Monde », P.K. © 2008, SCIENCES ET AVENIR.

Gravure représentant l'arrivée de Christophe Colomb en Amérique.



sur le web

<http://www.vulgaris-medical.com>
http://www.invs.sante.fr/publications/2005/snmi/ist_syphilis.html

SCIENTES & SOCIÉTÉ

Éthique : la PMA pour tous ?

■ La mise en œuvre de l'assistance médicale à la procréation est indiquée lorsque le couple se trouve face à une infertilité médicalement constatée ou pour éviter la transmission d'une maladie grave à l'enfant ou à l'un des membres du couple. Elle se pratique dans des établissements autorisés et par des praticiens agréés pour ces activités. Le couple (un homme et une femme) doit être en âge de procréer et marié ou en mesure de justifier d'au moins deux ans de vie commune. En France, il est interdit de faire appel à une « mère porteuse », et d'avoir recours à un double don de gamètes. L'anonymat, la gratuité et le volontariat sont les grands principes sur lesquels reposent le don de gamètes et l'accueil d'embryons.

■ Certains pays reconnaissent l'infertilité dite « sociale » comme condition de recours à l'AMP et ouvrent donc l'accès à cette technique aux femmes célibataires et aux couples de femmes homosexuelles, notamment la Grande-Bretagne, la Grèce, l'Espagne, la Belgique, les Pays-Bas, la Finlande, les États-Unis, le Canada et plus récemment le Danemark.

Extraits du Bilan d'application de la loi de bioéthique 2004, Agence de biomédecine, octobre 2008.



Le premier bébé éprouvette français, Amandine, est née en 1982.

sur le web

<http://www.procreationmedicale.fr/>
<http://www.dondespermatozoides.fr/>

<http://www.dondovocytes.fr/>
<http://www.procreation-medicalement-assistee.fr/>

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

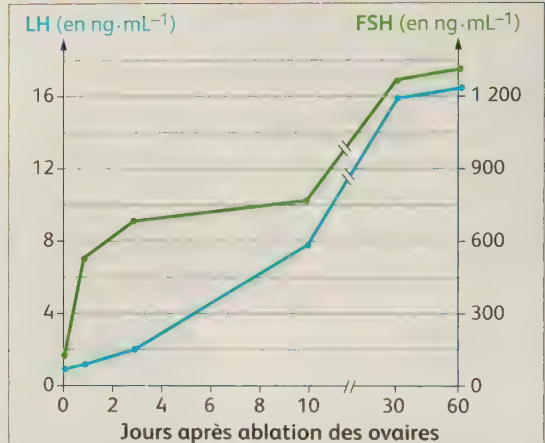
- 1 Quel est l'organe qui contrôle le fonctionnement des gonades chez l'homme et la femme ?
- 2 Quelles sont les actions contraceptives de la pilule ?
- 3 Quels sont les avantages de l'utilisation du préservatif en tant que contraceptif ?

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- 1 Les ovaires libèrent :
 - a. des ovocytes
 - b. de la testostérone et de la progestérone
 - c. des œstrogènes et de la progestérone
- 2 Les ovaires agissent sur :
 - a. l'utérus
 - b. le cerveau
 - c. les testicules
- 3 L'action des ovaires sur le cerveau s'effectue grâce aux :
 - a. nerfs
 - b. hormones
 - c. nerfs et hormones
- 4 Le cerveau contrôle le fonctionnement des ovaires grâce :
 - a. à la progestérone
 - b. à la testostérone
 - c. aux hormones LH et FSH
- 5 La pilule contient des hormones de synthèse qui :
 - a. empêchent le déclenchement de l'ovulation
 - b. inhibent la libération de LH et FSH par l'hypophyse
 - c. augmentent la libération d'hormones ovariennes
 - d. diminuent la libération d'hormones ovariennes
- 6 La contraception d'urgence aujourd'hui :
 - a. contient plus d'hormones de synthèses qu'avant
 - b. provoque de moins en moins d'effets secondaires que dans le passé
 - c. est plus efficace
- 7 L'utilisation d'hormones de synthèse en procréation médicalement assistée :
 - a. permet de provoquer des ovulations
 - b. permet de faciliter le passage des spermatozoïdes vers l'utérus
 - c. permet d'implanter les embryons formés par fécondation in vitro
- 8 Les IST :
 - a. peuvent causer des stérilités
 - b. se transmettent facilement lors des rapports sexuels
 - c. sont toujours associées à des symptômes visibles

3 Analyser un document



Évolution des sécrétions de l'hypophyse après ablation des ovaires chez une rate.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après le document, on peut dire que :

- 1 La libération de LH après ablation des ovaires :
 - a. augmente
 - b. diminue
 - c. reste constante
- 2 La libération de FSH après ablation des ovaires :
 - a. augmente
 - b. diminue
 - c. reste constante
- 3 En présence des ovaires, les sécrétions de LH et de FSH devraient être :
 - a. identiques
 - b. plus importantes
 - c. moins importantes
- 4 Après ablation, les ovaires n'exercent plus :
 - a. le rétrocontrôle négatif sur le fonctionnement de l'hypophyse
 - b. le rétrocontrôle positif sur le fonctionnement de l'hypophyse
 - c. le contrôle du fonctionnement de l'utérus

Appliquer ses connaissances

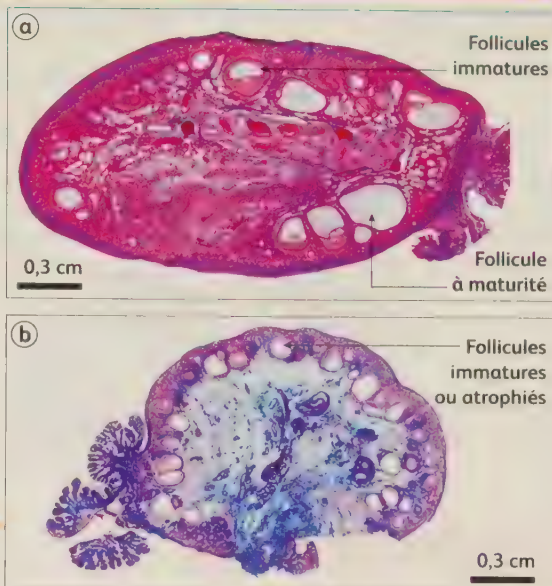
4 Rôle de l'hypophyse

On souhaite mettre en évidence le rôle de l'hypophyse dans la régulation du fonctionnement des ovaires. Pour cela on compare l'ovaire d'une guenon ayant subi l'ablation de l'hypophyse avec celui d'une guenon témoin.

QUESTIONS

- 1 Sur la coupe de l'ovaire témoin :
a. Où sont localisés les follicules ovariens immatures sur la coupe ?
b. Où sont localisés les follicules en cours de maturation ?
- 2 Quelles sont les caractéristiques des follicules en cours de maturation ?
- 3 Comparer les deux ovaires.
- 4 Quel est le rôle de l'hypophyse dans le fonctionnement des ovaires ?

Ovaire témoin (a) et ovaire d'une guenon ayant subi l'ablation de l'hypophyse (b).



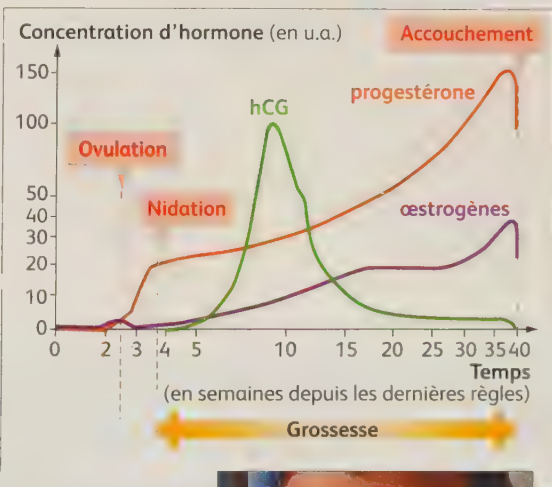
5 Test de grossesse ou d'ovulation

► Les tests d'ovulation et de grossesse sont disponibles en pharmacie sans ordonnance. Les tests d'ovulation permettent de repérer la période d'ovulation pour les femmes désirant avoir un enfant. Les tests de grossesse permettent de savoir si une femme est enceinte ou non.

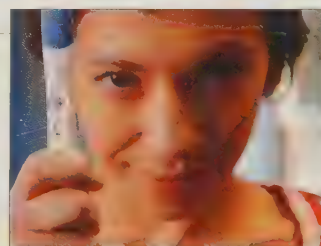
► Les deux tests sont basés sur la détection d'une hormone présente dans les urines des femmes.

QUESTIONS

- 1 Quel mécanisme permet de déclencher l'ovulation du follicule arrivé à maturité chez la femme ?
- 2 Selon vous, quelle hormone est alors détectée par le test permettant de repérer la période d'ovulation ?
- 3 Préciser comment évoluent normalement les hormones ovariennes en fin de cycle chez une femme.
- 4 Observer l'évolution de la sécrétion des hormones libérées par les ovaires de la femme enceinte.
- 5 Expliquer pourquoi leur analyse permet de savoir si une femme est enceinte ou non.
- 6 Le test de grossesse est qualitatif, il permet seulement de détecter la présence d'une hormone. Expliquer pourquoi il n'est pas basé sur la détection des hormones ovariennes.
- 7 Quelle hormone est alors détectée par le test de grossesse ?



Évolution des concentrations sanguines de certaines hormones chez une femme au cours d'une grossesse.



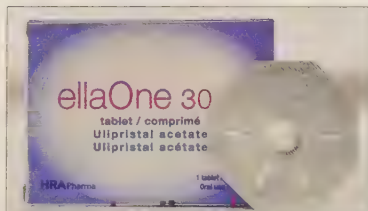
6 Pilule du lendemain

La pilule du lendemain Ellaone a été commercialisée en 2009.

QUESTIONS

- 1 Comparer l'efficacité de Ellaone et celle du Norlevo.
- 2 Comparer les effets indésirables pour les deux contraceptifs d'urgence.
- 3 Les résultats présentés ici ont été examinés par une commission indépendante pour savoir si la pilule Ellaone devait être remboursée par la sécurité sociale de manière identique au Norlevo.

Selon vous, quelle décision a été prise par la commission ? Argumenter.



Moment de prise de la contraception d'urgence par rapport au rapport sexuel à risque	Taux de grossesse	
	Ellaone	Norlevo
Prise entre 0 et 72 heures	1,78 %	2,59 %
Prise entre 0 et 120 heures	1,60 %	2,62 %

Efficacité comparée de la contraception d'urgence Ellaone et Norlevo.

Événements indésirables	Ellaone	Lévonorgestrel (Norlevo)
Maux de tête	19,3 %	18,9 %
Nausées	12,8 %	11,3 %
Douleurs abdominales	5,1 %	6,7 %
Vertiges	5,2 %	4,9 %
fatigue	5,5 %	3,9 %

Effets indésirables comparés pour Ellaone et Norlevo.

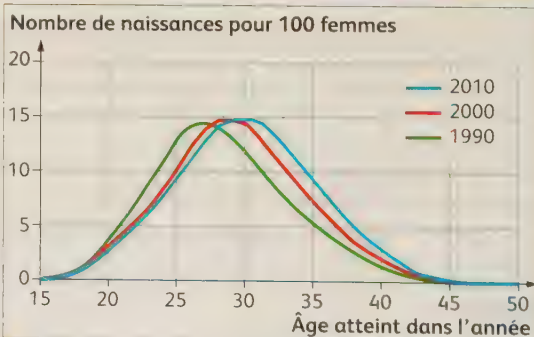
Sciences et Sociologie

7 Les limites de la procréation médicalement assistée

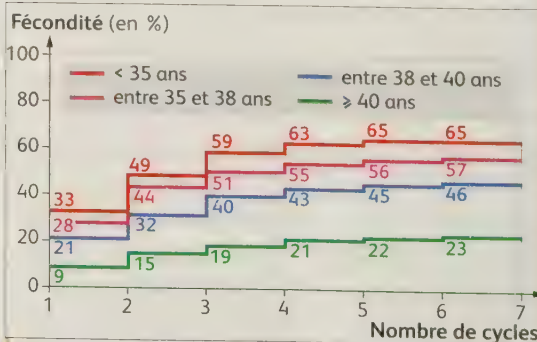
- 1^{er} janvier 2011 : la population française dépasse pour la première fois les 65 millions d'habitants, en France métropolitaine et dans les départements d'Outre-Mer.
- Au cours de l'année 2010, elle augmente de 358 000 personnes, au même rythme que les années précédentes. Avec 828 000 bébés, l'année 2010 se situe au niveau des années records de 2006 et 2008. Les femmes ont en moyenne 2,01 enfants, niveau le plus élevé depuis la fin du baby-boom. L'âge moyen à l'accouchement augmente et atteint 30 ans en 2010.

QUESTIONS

- 1 Comment évolue la natalité en France ?
- 2 Quelle est l'influence de l'âge des femmes sur leur taux de fécondité ? Proposer des hypothèses pour expliquer son influence.
- 3 Quelle est l'influence du nombre de tentatives de fécondation in vitro (FIVETE) sur le taux de fécondité des femmes ?
- 4 Comment évolue la réussite des traitements de fécondation in vitro avec l'âge de la mère ?
- 5 Justifier la conclusion des chercheurs ayant réalisé l'étude : « Nos résultats indiquent que la FIV peut largement compenser la stérilité chez les femmes jeunes, mais elle n'inverse pas le déclin de la fertilité lié à l'âge ».



Nombre de naissances vivantes pour 100 femmes à chaque âge.



Évolution de la fécondité des femmes par tranche d'âge en fonction du nombre de tentatives de FIVETE réalisé.

Devenir homme ou femme



Dès la naissance, le nouveau-né possède des caractéristiques qui le déterminent garçon ou fille. Ces caractéristiques se sont mises en place durant le développement embryonnaire. Cependant, l'étape ultime de la maturité n'interviendra qu'à l'adolescence où il débutera sa vie sexuelle. Comment les caractéristiques de chaque sexe se mettent-elles en place ?

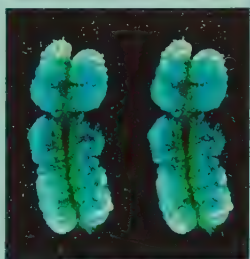
1

Le déterminisme génétique du sexe

Doc. 1 Différentes échelles d'observation

SEXE PHÉNOTYPIQUE

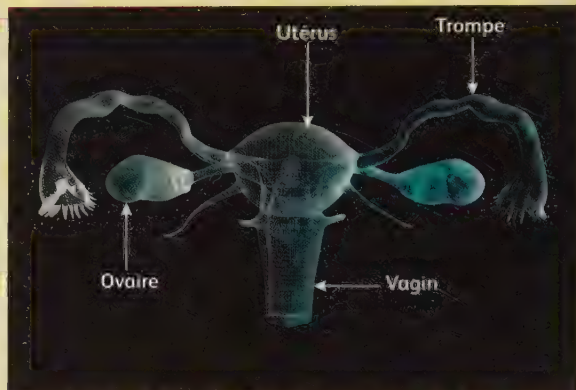
SEXE GÉNÉTIQUE : XX



Chromosomes sexuels
(MEB, fausses couleurs).



Morphologie.

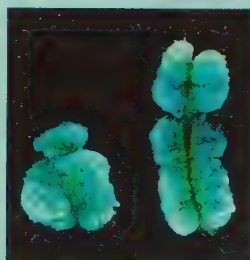


Organisation de l'appareil génital (représentation en 3D).

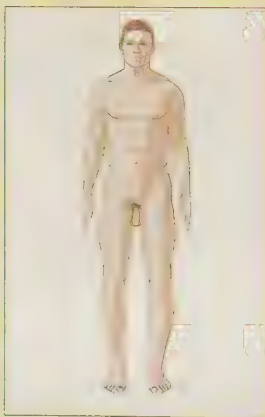
a Individu de sexe féminin.

SEXE PHÉNOTYPIQUE

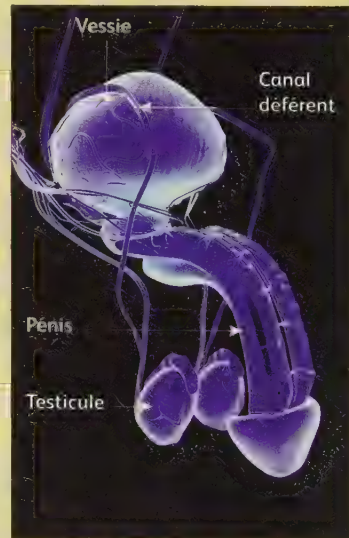
SEXE GÉNÉTIQUE : XY



Chromosomes sexuels
(MEB, fausses couleurs).



Morphologie.



Organisation
de l'appareil génital
(représentation en 3D).

b Individu de sexe masculin.

VOCABULAIRE

► **Phénotype** : ensemble
des caractères d'un individu.

1. Observer.

Caractériser, à trois échelles différentes, un individu de sexe féminin
et un individu de sexe masculin.

Doc. 2 Fécondation et détermination du sexe génétique

- Au moment de la fécondation, deux gamètes, **ovocyte** et **spermatozoïde**, fusionnent : ils sont chacun porteurs de la moitié du patrimoine génétique du futur embryon.
- Les ovocytes contiennent tous 23 chromosomes dont un chromosome sexuel X.



■ Deux caryotypes possibles pour les spermatozoïdes.



- Observer.** Comparer les deux caryotypes possibles pour les spermatozoïdes fabriqués par l'homme.
- Interpréter.** Expliquer pourquoi la fécondation détermine le sexe génétique d'un individu.

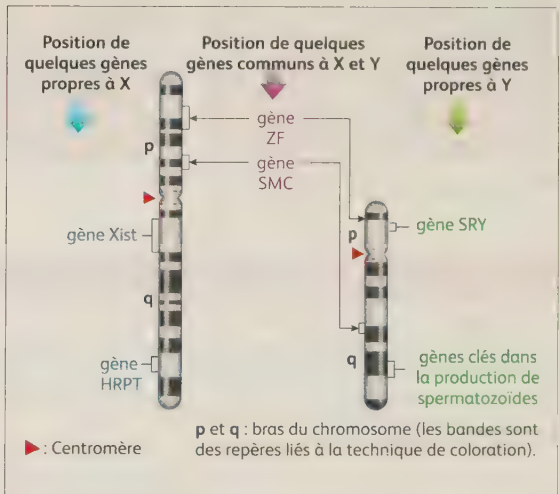
Doc. 3 Rôle du chromosome Y

- On connaît des cas rares où, suite à un accident génétique survenu durant la fabrication des gamètes, des individus se retrouvent avec un **chromosome Y anormal** où certaines régions manquent.
- Ces modifications entraînent une incapacité à produire des spermatozoïdes ou une morphologie de femme. On parle alors d'**inversion sexuelle**.

4. Observer. Comparer les chromosomes X et Y d'un point de vue génétique.

5. Analyser. Quelles sont les conséquences de l'absence de certaines régions du chromosome Y ?

6. Raisonner. Proposer une explication permettant de comprendre le rôle fondamental du chromosome Y dans le déterminisme du sexe chez l'Homme.



■ Chromosomes X et Y.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- Le chromosome X détermine à lui seul le sexe génétique d'un individu.
- Les spermatozoïdes ont soit un chromosome X soit un chromosome Y.
- Certains gènes présents sur le chromosome X sont indispensables à la formation des testicules et à leur fonctionnement.

Rédiger

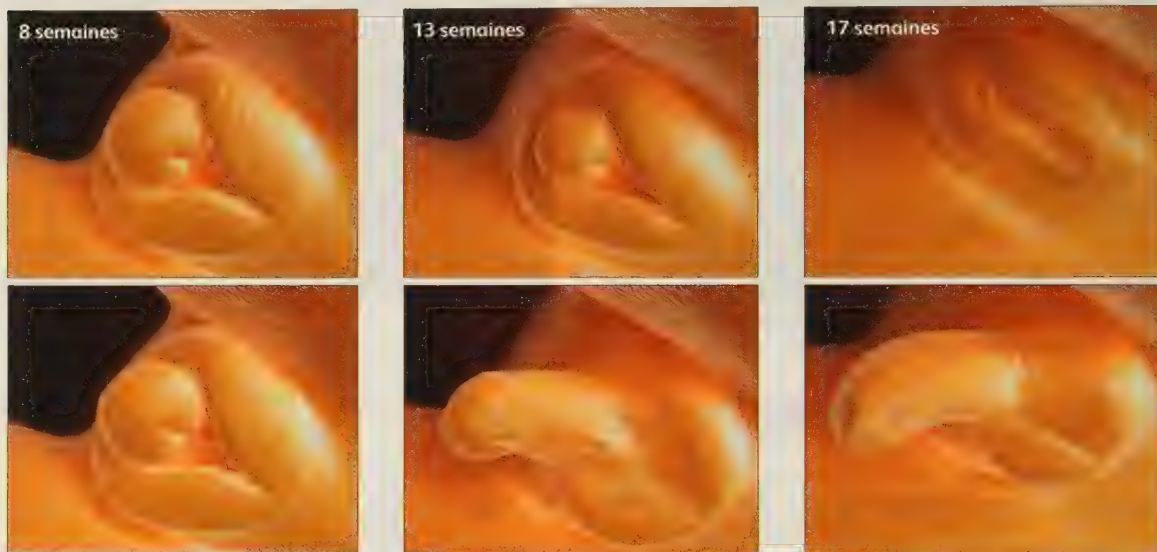
Expliquer pourquoi les différences entre hommes et femmes sont déterminées au moment de la fécondation.

2 Le déterminisme hormonal du sexe

Doc. 1 Mise en place des organes génitaux externes

- ▶ Dès la 12^e semaine de grossesse, on peut identifier le sexe d'un futur bébé.
- ▶ Les nouvelles techniques d'échographie en trois dimensions ont permis d'observer en détail la mise en place des organes génitaux externes chez le fœtus humain.

1. Observer. Pourquoi parle-t-on de stade indifférencié pour l'appareil génital externe ?

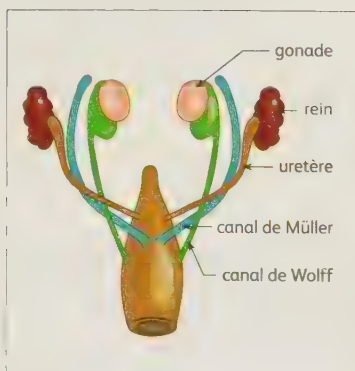


Évolution de l'appareil génital externe d'un fœtus fille (en haut) et garçon (en bas).

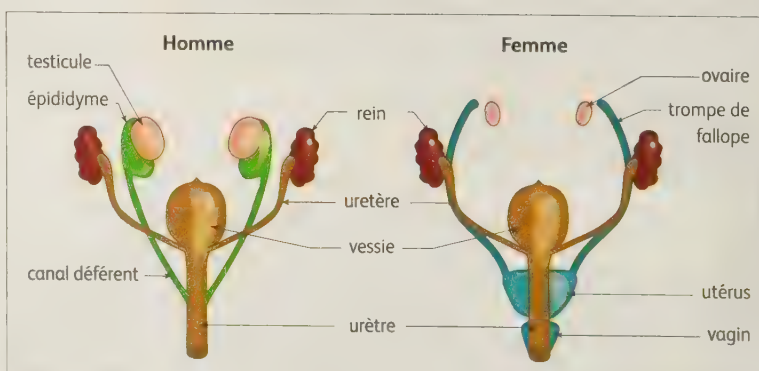
Doc. 2 Mise en place des organes génitaux internes

Au début de la vie fœtale, l'appareil génital est identique chez la fille et le garçon. Les organes à l'origine des futures voies génitales et urinaires sont les **canaux de Wolff** et les **canaux de Müller**.

2. Observer. Relever le devenir des canaux de Wolff et de Müller pour un développement normal d'un embryon possédant des testicules ou des ovaires.



a Appareil génital indifférencié.



b Appareils génitaux différenciés.

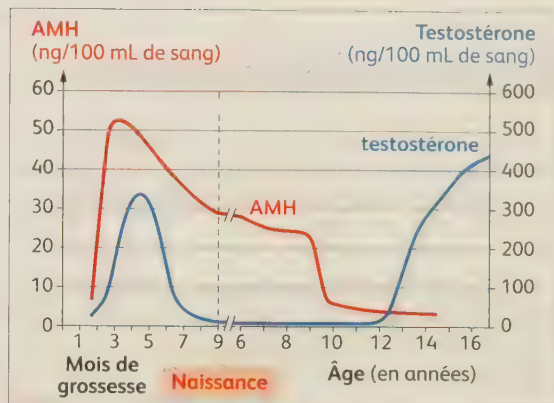
Doc. 3 Le rôle des hormones

► Les testicules des fœtus mâles libèrent durant la grossesse de la **testostérone** et de l'**AMH** (hormone antimüllérienne). La testostérone se fixe sur les canaux de Wolff et permet leur différenciation en épididyme, canal déférent et glandes annexes.

► On connaît des cas rares où de jeunes garçons ne présentent pas de testicules au niveau des bourses à la naissance. Une échographie révèle leur présence dans la cavité abdominale mais met aussi en évidence l'existence d'un utérus. Les analyses sanguines réalisées à la naissance attestent une **absence d'AMH**.

3. Analyser. Quels sont les rôles respectifs de la testostérone et de l'AMH au cours du développement ?

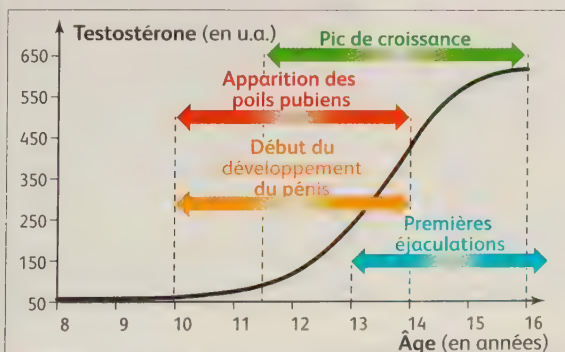
4. Raisonner. Que deviennent les canaux de Wolff et de Müller en l'absence de ces hormones testiculaires ?



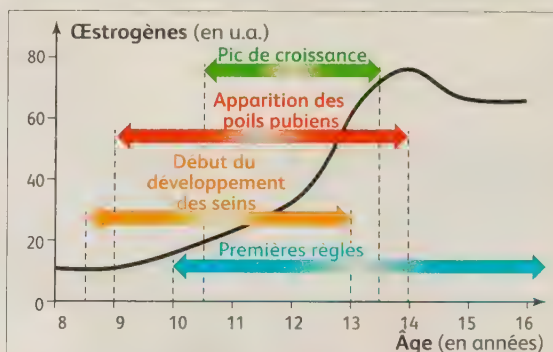
■ Dosage des hormones testiculaires durant le développement embryonnaire et les premières années de vie d'un garçon.

Doc. 4 La puberté

À la puberté, le développement des organes reproducteurs s'accompagne de transformations morphologiques et physiologiques. Elles conduisent à l'acquisition des caractères sexuels secondaires.



■ Sécrétion des testicules et apparition des caractères sexuels secondaires.



■ Sécrétion des ovaires et apparition des caractères sexuels secondaires.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier les réponses.

- Les filles et les garçons ne peuvent être différenciés à l'échographie durant les premières semaines de grossesse.
- Les canaux de Wolff régressent chez les garçons alors qu'ils se développent chez les filles.
- La régression des canaux de Müller n'est possible que chez les fœtus produisant de l'AMH.

Rédiger

Justifier que la mise en place et le fonctionnement des appareils reproducteurs s'effectuent sous l'influence des hormones.

3 Identité sexuelle et normes sociales

Doc. 1 L'identité sexuelle

► Définir l'**identité sexuelle** n'est pas chose facile. Si l'on s'en tient à une définition biologique, le genre est défini à la naissance par la nature des organes sexuels externes.

► D'un point de vue sociologique, l'identité sexuelle se définit davantage comme le genre par lequel une personne est socialement reconnue.

Si dans un groupe social, hommes et femmes tendent à adopter des comportements stéréotypés, la raison tient d'abord à une empreinte culturelle rendue possible grâce aux propriétés de plasticité du cerveau humain. Dans leur histoire, les sociétés forgent des modèles et des normes associés au féminin et au masculin. Dès le plus jeune âge, chacun va inconsciemment être imprégné par un schéma identitaire auquel il doit se conformer pour être accepté et reconnu par le groupe social. Ces attitudes sont tellement intériorisées que nous reproduisons les stéréotypes sans nous en rendre compte. Par exemple, les garçons ne doivent pas pleurer, parce qu'un homme c'est fort et bagarreur, alors que pour les petites filles, il est acceptable d'exprimer sa sensibilité, sa coquetterie.

Catherine Vidal, neurobiologiste, directrice de recherche à l'Institut Pasteur.
« Le cerveau a-t-il un sexe ? », conférence des Journées nationales de formation APBG, publiée dans *Vie sexuelle : des molécules aux comportements*, APBG - CNRS - INSERM, supplément à BIOLOGIE-GÉOLOGIE n° 3 - 2008

a Le cerveau a-t-il un sexe ?



c Affiche du film *Le Petit Nicolas*.

Si l'on projette par exemple le film d'un bébé qui pleure à vingt adultes en leur demandant : « pourquoi cette petite fille pleure-t-elle ? », ils répondent tous : « parce qu'elle est triste », ou « parce qu'elle a du chagrin ». Par contre, si on leur demande « pourquoi ce petit garçon pleure-t-il ? », la réponse est immédiate : « parce qu'il est en colère ».



L'environnement de ce bébé, qui crie peut-être parce qu'il a faim, ou qu'il a mal quelque part, projette sur lui une émotion qui ne lui appartient pas, mais qu'il va adopter et dont il va s'imprégner.

Serge Hefez, psychiatre et thérapeute familial.
« Compétences de filles ? Compétences de garçons ? »
© Serge Hefez / Liberation.fr / 2008

b Les émotions ont-elles un sexe ?

1. **Lire.** Pourquoi parle-t-on de comportements stéréotypés pour les hommes et les femmes ?
2. **Interpréter.** Pourquoi peut-on dire que l'identité sexuelle est sous l'influence de la société ?
3. **Interpréter.** Quels sont les clichés caricaturés par l'affiche du film *Le Petit Nicolas* (document c) ?

Doc. 2 L'orientation sexuelle : respecter l'intimité de chacun

► L'orientation sexuelle d'un individu est définie par le sexe (homme ou femme) par lequel il est attiré.

L'orientation sexuelle des individus relève de l'intimité des personnes et doit être respectée.

► Ainsi, la Haute Autorité de Lutte contre les Discriminations et pour l'Égalité (HALDE) rappelle l'interdiction, au sein des établissements scolaires :

« – de tout harcèlement discriminatoire défini comme un agissement subi par une personne et ayant pour objet ou pour effet de porter atteinte à sa dignité ou de créer un environnement hostile, dégradant, humiliant ou offensant, fondé sur un critère discriminatoire. Ces harcèlements discriminatoires peuvent être le fait d'élèves à l'égard d'enseignants, d'enseignants à l'égard d'élèves, mais aussi, et souvent, d'élèves entre eux ;

– des propos injurieux, dévalorisants ou diffamatoires à caractère discriminatoire, et de l'incitation à la haine, la violence liés à des critères prohibés tels que l'orientation sexuelle, le sexe, le handicap ou l'apparence physique. »

(Extrait de la délibération n° 2009-14 du 12 janvier 2009.)

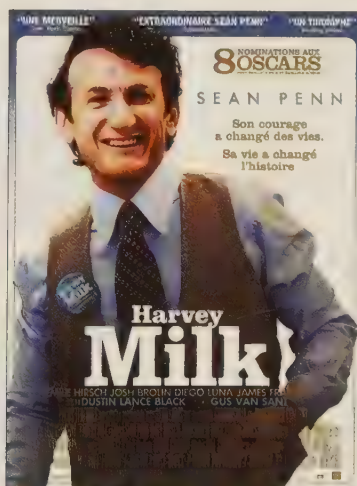
Après des mois de débats passionnés au Congrès comme au sein de la société, le Sénat a voté avant-hier (65 voix contre 31) l'abolition de la loi controversée interdisant aux soldats américains d'afficher leur homosexualité. Cette loi, dite « *Don't ask, don't tell* » (Ne rien demander, ne rien dire), a conduit depuis sa mise en place, en 1993, au renvoi de près de 14 000 soldats en raison de leur homosexualité, selon les associations.

DIRECT MATIN, 20/12/2010.

La fin du tabou gay dans l'armée américaine.



b Affiche du film
Le secret de Brokeback Mountain.



c Affiche du film *Harvey Milk*.

4. Rechercher. B2i

Trouver sur Internet des informations concernant les deux films cités dans ce document.

5. Analyser. L'orientation sexuelle des individus relève de l'intimité des personnes et doit donc être respectée. Expliquer ce que cela implique.

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ?

- L'identité sexuelle détermine l'orientation sexuelle.
- L'identité sexuelle est indépendante des données biologiques.
- Il est obligatoire de déclarer son orientation sexuelle.

Rédiger

« L'identité sexuelle est influencée par l'environnement socioculturel et familial qui entoure chacun d'entre nous. »
Argumenter à l'aide d'exemples.

4 Le comportement sexuel

Doc. 1 Le comportement sexuel des Mammifères

► Chez les Mammifères, à l'exception des Primates, l'activité sexuelle est saisonnière. Elle n'a lieu que lors de l'**œstrus**, ou chaleurs : pendant ces périodes, la femelle ovule et est donc fécondable.

► En période d'œstrus, on enregistre **une modification du comportement de la femelle** qui peut prendre des postures spécifiques ou émettre des phéromones afin de provoquer l'accouplement en vue de la reproduction.

► Chez de nombreuses espèces, la femelle prend une posture caractéristique favorable à l'accouplement appelée **lordose** (flexion des membres postérieurs, courbure du dos, déplacement de côté de la queue, exposition des parties génitales).

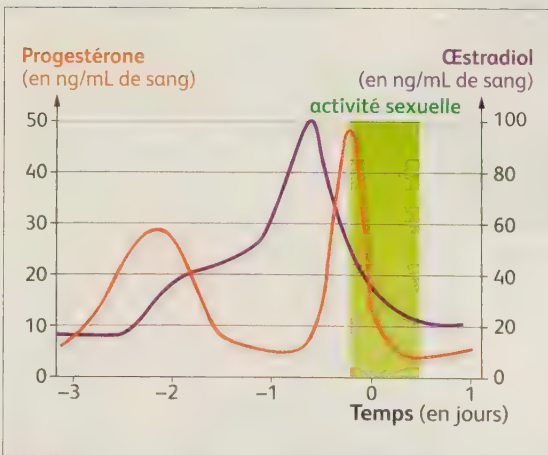
► On souhaite comprendre les caractéristiques du comportement sexuel chez les Mammifères. Pour cela, on mesure chez des rats la concentration en œstrogènes et progestérone chez la femelle, et en testostérone chez le mâle, avant et durant l'activité sexuelle (graphiques b et c).



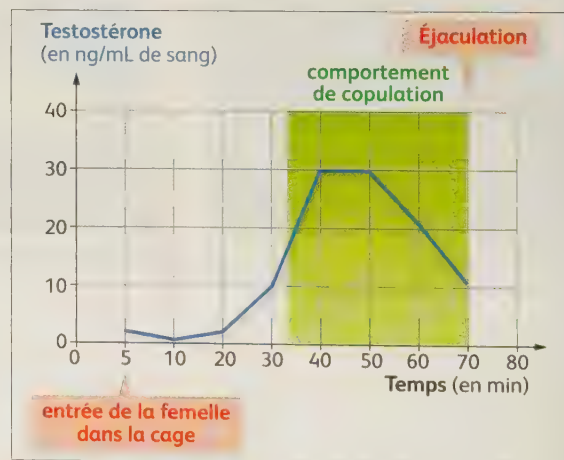
a Accouplement d'une lionne et d'un lion.

VOCABULAIRE

► **Comportement sexuel** : ensemble des conduites et des événements physiologiques pour la reproduction de l'espèce. Il inclut les activités qui précèdent la copulation.



b Sécrétion des hormones sexuelles chez la femelle avant et pendant la période d'œstrus.



c Sécrétion de testostérone chez le mâle après mise en contact avec une femelle en œstrus.

1. Lire. Préciser ce qui oppose le comportement sexuel de l'Homme avec ceux adoptés par la majorité des Mammifères.

2. Observer. Comment évolue la sécrétion des hormones sexuelles chez le rat et la rate lors de l'activité sexuelle ?

3. Analyser. Quel est l'élément déclencheur du comportement sexuel chez la majorité des Mammifères ?

Doc. 2 Le rôle des hormones

► Afin de vérifier l'influence des hormones sexuelles sur le comportement sexuel, on réalise une **ablation des ovaires** chez des rats femelles et une **ablation des testicules** chez des rats mâles.

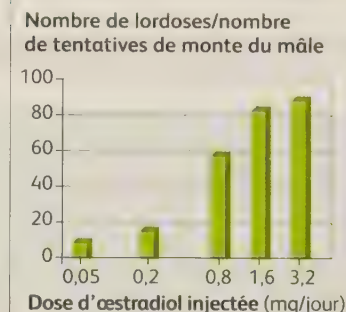
► Dans les deux cas, on observe un **changement de comportement** :

- disparition du comportement de lordose chez les femelles ;
- disparition du comportement de copulation chez les mâles.

► On réalise ensuite une expérience d'injections d'œstrogènes sur des rats femelles, tout en observant leur comportement vis-à-vis de rats mâles placés dans la même cage (**graphique ci-contre**).

4. Lire. Quelle est l'influence de l'ablation des gonades sur le comportement sexuel chez les Mammifères ?

5. Analyser. Quelle est la conséquence de l'injection d'hormones sexuelles après ablation ?



► Comportement sexuel chez une rate après ablation des ovaires et injection d'œstrogènes.

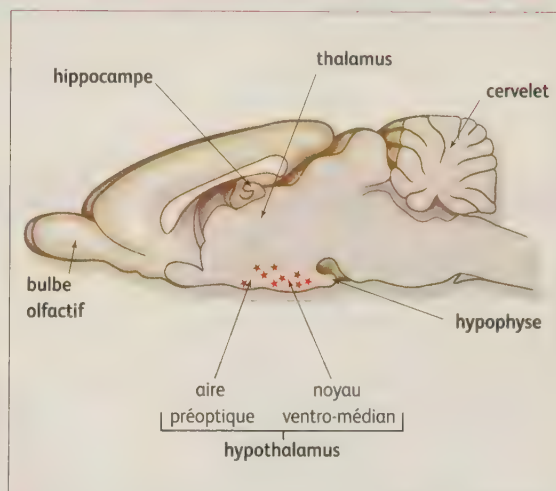
Doc. 3 Mode d'action des hormones sexuelles sur le comportement

► Lorsque l'on **stimule électriquement** certains neurones de l'hypothalamus d'un rat (l'aire préoptique médiane et le noyau ventro-médian), on observe un **comportement automatique** de copulation chez les mâles et de lordose chez les femelles. Ces comportements **cessent avec l'arrêt des stimulations**.

► Le comportement de monte chez les mâles et de lordose chez les femelles est donc **sous le contrôle nerveux de l'hypothalamus**.

6. Lire. Pourquoi peut-on dire que l'hypothalamus est le centre de commande de l'activité sexuelle ?

7. Analyser. Comment les hormones sexuelles influencent-elles le comportement sexuel ?



► Sites du cerveau où l'injection de faible quantité d'œstradiol permet d'activer un comportement de lordose chez des rats femelles sans ovaires.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter en utilisant les propositions suivantes.

hypothalamus • reproduction • neurones • œstrogènes • testostérone.

Chez les Mammifères à l'exception des Primates, l'activité sexuelle et la ... sont indissociées.

L'activité sexuelle apparaît suite à la libération de ... chez le mâle et de progestérone et d'... chez la femelle.

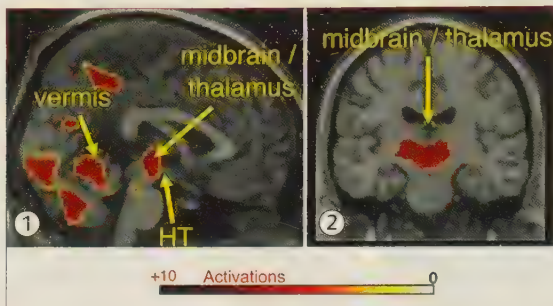
L'... est le centre nerveux responsable du comportement sexuel. Les hormones sexuelles libérées par les gonades agissent sur les ... de l'hypothalamus pour initier l'activité sexuelle.

Rédiger

Quel est le rôle des hormones sur le comportement sexuel des Mammifères ?

5 Le système de récompense

Doc. 1 L'aire tegmentale ventrale



■ Zones cérébrales activées lors d'un orgasme chez l'homme.

① Cerveau entier vu de profil. ② Coupe transversale.

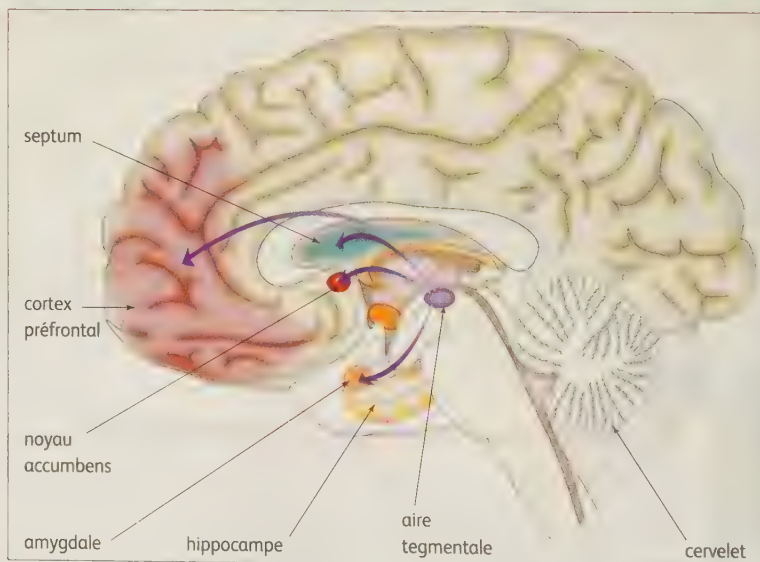
- ▶ Lors d'un rapport sexuel, de nombreux messages nerveux provenant des organes génitaux, mais aussi de toutes les zones stimulées, convergent vers le cerveau.
- ▶ Grâce à la tomographie par émission de positons (TEP), on peut désormais détecter aisément l'activité du cerveau. Cette technique **mesure le débit sanguin** : plus un groupe de neurones est actif, plus le débit sanguin est élevé dans cette zone cérébrale.
- ▶ Des enregistrements ont été réalisés lors d'un orgasme chez onze hommes stimulés par leur partenaire. Pendant l'éjaculation, c'est en premier lieu l'**aire tegmentale ventrale (ATV)** qui est activée.

1. Lire. Pourquoi peut-on dire que l'ATV est l'aire du cerveau associée au plaisir ?

Doc. 2 Le mécanisme de fonctionnement du système de récompense

▶ Suite à l'augmentation de l'activité de l'aire tegmentale ventrale, on enregistre l'**activation d'autres aires du cerveau** lors du rapport sexuel : le noyau accumbens, le cortex préfrontal, le septum, l'hippocampe et l'amygdale. Elles sont **interconnectées** avec l'**aire tegmentale ventrale** et forment le **système de récompense**.

▶ Au cours de l'évolution, ce circuit cérébral a été sélectionné pour récompenser certaines **fonctions vitales** comme se nourrir, réagir à une agression ou se reproduire. L'exécution d'une de ces actions est ainsi récompensée par une **sensation de plaisir**.



■ Le système de récompense.

2. Analyser. Chez l'Homme, quelle conséquence la réalisation d'actions indispensables à la conservation de son espèce a-t-elle ?

Doc. 3 Mise en évidence du système de récompense

- Dans les années 50, deux neurologues américains, Olds et Milner, implantent des microélectrodes stimulatrices dans une petite zone à la base du cerveau (l'aire tegmentale ventrale) de rats de laboratoire.
- Les rats sont installés dans une cage où nourriture et eau sont servies à volonté ; la cage comporte aussi un levier commandant directement la délivrance d'une décharge électrique par la microélectrode.
- Les résultats sont surprenants : très vite, les rats apprennent à actionner le levier et **s'auto-stimulent électriquement**. Parfois jusqu'à 100 chocs par minute ! Des rats abandonnent leur portée, certains rats se privent de nourriture jusqu'à en mourir.



Dispositif de stimulation du rat dans la cage avec levier.

3. Lire. Expliquer en quoi la stimulation du système de récompense modifie le comportement de l'animal.

Doc. 4 Un comportement sexuel influencé par le système de récompense

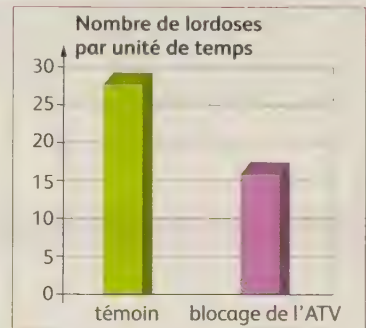
Afin de comprendre le rôle précis du système de récompense sur l'activité sexuelle, on bloque le fonctionnement de l'aire tegmentale ventrale tout en observant le comportement de lordose et de copulation chez les rates.

Les actions qui sont sous la dépendance du circuit de récompense obéissent au schéma suivant :

Désir - Action - Satisfaction.

Le sentiment de satisfaction vient mettre fin à l'action jusqu'à l'apparition d'un nouveau signal stimulant le désir.

Le système de récompense fournit la motivation à notre comportement dans l'attente d'une gratification. Le comportement sexuel est ainsi guidé par la recherche d'un plaisir attendu.



Effet d'un blocage de l'activité de l'aire tegmentale ventrale (ATV) sur le comportement de lordose et d'accouplement.

a Schéma d'action du système de récompense.

4. Analyser. Quelle est la conséquence d'une diminution du fonctionnement de l'aire tegmentale ventrale sur le comportement sexuel de la rate ?

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter avec les propositions suivantes.

comportement • cerveau • système de récompense • activités sexuelles • plaisir.

Lors d'un accouplement, différentes régions du ..., dont l'aire tegmentale ventrale, sont activées provoquant la sensation de L'ensemble de ces aires cérébrales constituent le

Il fournit la motivation nécessaire à la réalisation de certains comportements comme les

L'animal modifie son ... dans l'espérance d'une récompense supposée.

Rédiger

Expliquer en quoi le comportement sexuel est sous l'influence du système de récompense.

6 Évolution et comportement sexuel

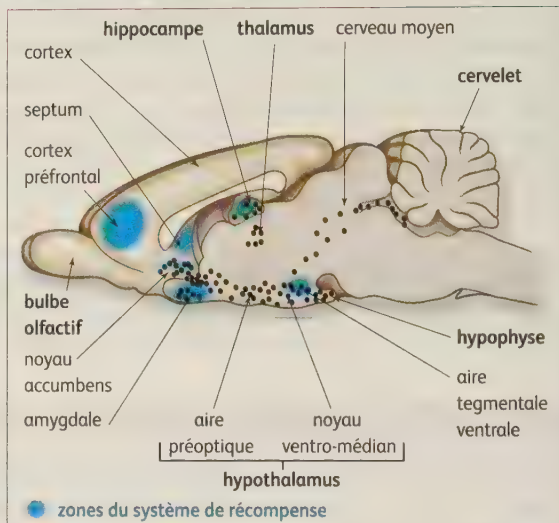
Doc. 1 Action des hormones sexuelles sur le cerveau

- ▶ Grâce à des hormones marquées (marqueur radioactif), on peut localiser où se fixent les œstrogènes au niveau du cerveau.
- ▶ Lorsque l'on empêche la fixation des œstrogènes sur l'aire tegmentale ventrale, on constate la disparition du comportement de lordose et d'accouplement chez les rats femelles.

1. Observer. Quelles sont les régions du cerveau qui possèdent beaucoup de sites d'action des hormones sexuelles ?

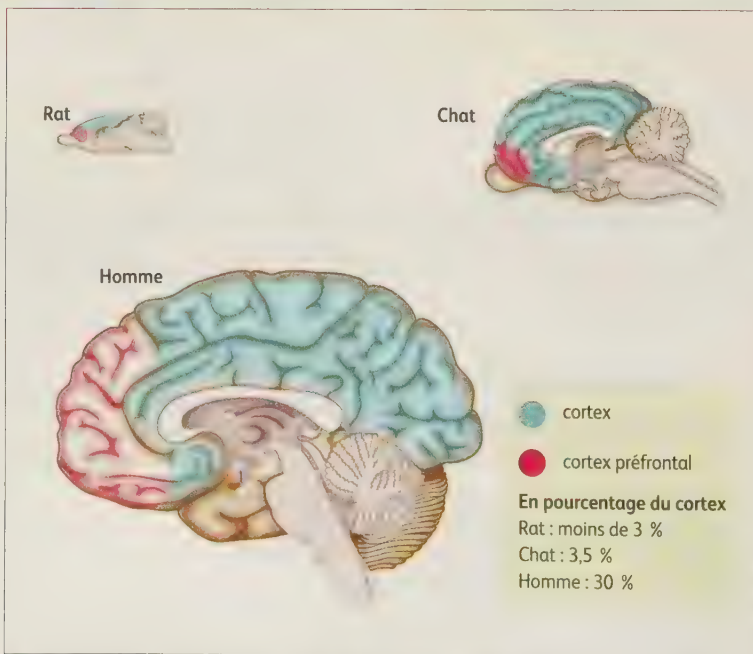
2 Analyser. Que penser de l'influence hormonale sur les différentes aires cérébrales appartenant au système de récompense, et en particulier, sur le cortex préfrontal ?

3. Lire. Quelle est la conséquence du blocage de l'action des œstrogènes sur le système de récompense ?



Localisation des neurones cibles des œstrogènes au niveau du cerveau d'un rat femelle vu en coupe. Chaque petit point noir correspond à un site d'action des œstrogènes.

Doc. 2 Comparaison des cerveaux de différents vertébrés



Comparaison du cerveau du Rat, du Chat et de l'Homme.

▶ Par rapport au cerveau de leur ancêtre commun, les cerveaux du Rat, du Chat et de l'Homme ont évolué différemment.

▶ La première tendance a été vers l'augmentation globale de la taille.

▶ En parallèle, certaines régions du cerveau se sont particulièrement développées.

4. Observer. Comparer le cerveau et l'importance relative du cortex cérébral pour les différentes espèces présentées.

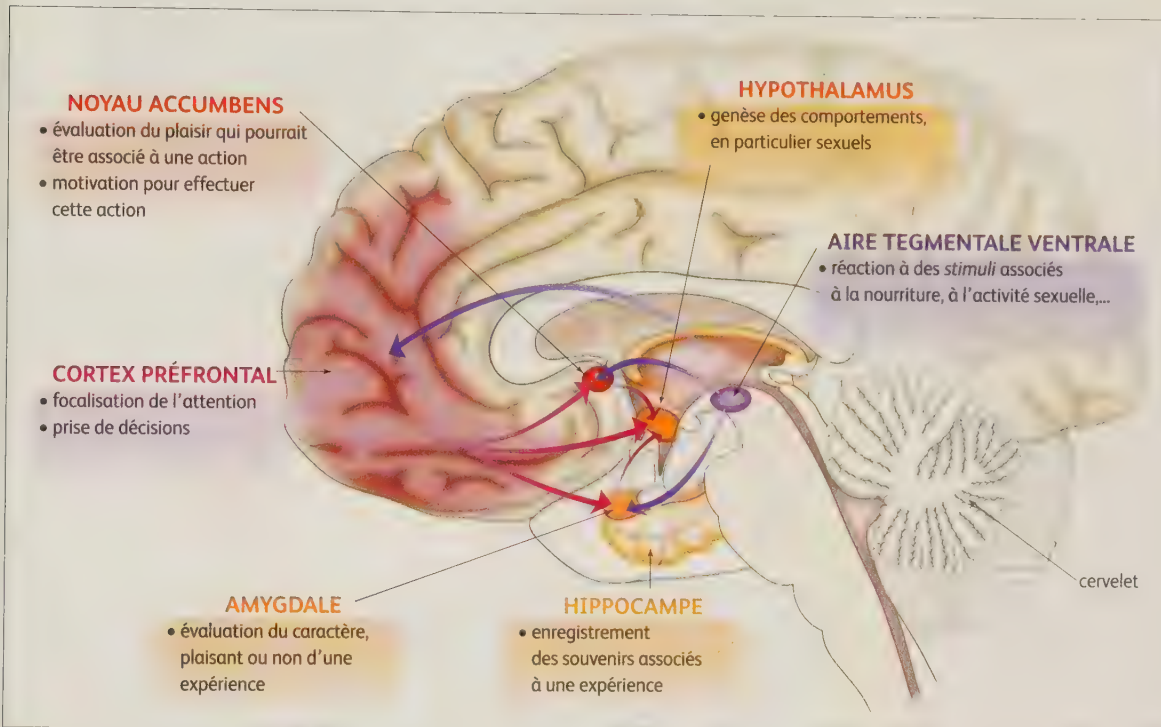
5. Observer. Comparer la taille du cortex préfrontal par rapport au volume total du cerveau chez ces espèces.

6. Analyser. Quelles sont les différences majeures observables entre le cerveau du Rat et celui de l'Homme ?

Doc. 3 Rôle central du cortex préfrontal

► Les connexions au sein du système de récompense permettent de **relier le conscient et l'inconscient** et de donner un sens à nos actions pour qu'elles ne dépendent pas uniquement de nos émotions ou de l'influence des hormones sexuelles.

► Au sein du système de récompense, le **cortex a un rôle prépondérant**. En effet, il est le siège des fonctions cognitives les plus élaborées : langage, raisonnement, conscience et imagination. Il exerce un **contrôle sur les comportements instinctifs** comme la faim, la soif et la reproduction.



■ Le cortex préfrontal contrôle les comportements instinctifs.

7. Observer. Quelles sont les régions du cerveau qui influencent le centre de contrôle des comportements sexuels ?

8. Lire. Pourquoi peut-on considérer que le cortex préfrontal gouverne les comportements primitifs ?

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter en utilisant les propositions suivantes.

comportement sexuel • hypothalamus • œstrogènes • cortex.

Les hormones sexuelles exercent une action sur différentes régions du cerveau : l'... et différentes aires du système de récompense. L'influence des ... est beaucoup moins importante sur le cortex, sur lequel ces hormones se fixent peu. Or, au cours de l'évolution, le ... est la région du cerveau qui a le plus tendance à se développer.

En conséquence, chez l'Homme et les Primates, par rapport aux autres Mammifères, l'influence hormonale sur le ... devient de moins en moins importante.

Rédiger

Expliquer en quoi, au cours de l'évolution, l'influence hormonale sur le comportement de reproduction diminue au profit du système de récompense.

MOTS-CLÉS

► Caractères sexuels secondaires

Caractères morphologiques distinctifs entre un mâle et une femelle, comme la poitrine, la pilosité, la musculature.

► Primates hominoïdes

Ensemble d'espèces comprenant entre autres les gibbons, les orangs-outans, les gorilles, les chimpanzés et les humains.

► Puberté

Période caractérisée par un ensemble de transformations anatomiques et physiologiques, durant laquelle un individu devient apte à procréer.

► Système de récompense

Zone du cerveau impliquée dans les mécanismes du plaisir.

L'essentiel

1 La mise en place des appareils sexuels

■ Le déterminisme génétique du sexe à la fécondation

Dès la fécondation, la cellule-œuf à l'origine du nouvel individu **hérite d'un caryotype** constitué des chromosomes provenant des gamètes. Suivant le chromosome sexuel apporté par le spermatozoïde, le nouvel individu sera de sexe féminin ou masculin. Le **chromosome Y** est donc porteur des gènes à l'origine du phénotype mâle.

■ Le déterminisme hormonal du sexe lors du développement embryonnaire

La mise en place des organes génitaux durant le développement embryonnaire est sous le contrôle d'hormones. Celles-ci vont induire la **différenciation de l'appareil génital** vers l'un ou l'autre des sexes.

■ La puberté : l'achèvement du développement des appareils sexuels

À la **puberté**, ce sont les hormones sexuelles qui, débutant leur sécrétion, vont être à l'origine de l'apparition des **caractères sexuels secondaires** et du démarrage de la fonction de reproduction.

2 L'identité sexuelle

■ Une réalité biologique

L'identité sexuelle d'un individu relève donc d'un certain nombre de caractères identifiables à **différentes échelles** : des cellules (caryotype), des organes (gonades et voies génitales), de l'organisme (pilosité, poitrine).

■ Des stéréotypes sociaux

Au-delà de l'aspect biologique, certaines représentations sociales associent l'identité biologique à des rôles ou des situations comme la maternité, la guerre, la force, l'émotivité, dont la relation avec l'identité sexuelle est parfois très éloignée.

3 Vivre sa sexualité

■ Le comportement sexuel humain : une évolution au sein des Mammifères

Le comportement sexuel des Mammifères est contrôlé par les hormones et le **système de récompense** présent dans le cerveau. Chez l'Homme et plus généralement chez les **Primates hominoïdes**, on peut observer que l'évolution a abouti à une diminution du contrôle hormonal au profit du système de récompense qui devient prépondérant.

■ Sexualité et société

Davantage associé aux fonctions cérébrales, le comportement sexuel humain est influencé par des **facteurs affectifs et cognitifs** dépendant aussi du contexte culturel et éducatif.

■ À chacun sa sexualité

Dans l'espèce humaine, la sexualité est associée au plaisir et ne se limite donc pas à la fonction de reproduction. L'orientation sexuelle de chacun relève de l'intimité et de la sphère privée, elle doit être respectée.

Le schéma-bilan

IDENTITÉ SEXUELLE

Trois échelles d'observation

CELLULES



déterminisme
génétique

caryotype



ORGANES GÉNITAUX

déterminisme
hormonal
gonades

sécrétion
d'hormones

appareil génital



ORGANISME

déterminisme
hormonal
à la puberté
sécrétion d'hormones

caractères sexuels
secondaires



MISE EN PLACE

CELLULE-ŒUF

EMBRYON

ENFANT

ADULTE

COMPORTEMENT SEXUEL ET ÉVOLUTION

Hormones

Système
de récompense



CHEZ LES MAMMIFÈRES

Le comportement sexuel
est sous double influence.

CHEZ L'ÊTRE HUMAIN

Au cours de l'évolution :

- Influence des hormones ↘
- Influence du système de récompense ↗
- Influence majeure des facteurs affectifs et cognitifs, du contexte culturel.

Les sciences autrement

SCIENCES & SOCIÉTÉ

Sportif ou sportive ?

■ En 2009, la Sud-Africaine Caster Semenya, spécialiste du 800 mètres, a suscité la polémique aux Championnats du monde d'athlétisme de Berlin. Sa physionomie, une musculature importante, des épaules larges et développées, un visage carré, ainsi que ses performances sportives, avaient laissé des doutes, maintenant levés, sur son identité sexuelle.

■ Le site de l'Institut des sciences Howard Hughes propose une application pour découvrir la réalité des tests génétiques réalisés sur les athlètes féminines.

Image extraite du site de l'Institut des sciences Howard Hughes.

Gender Testing of Female Athletes



Meet the Athlete

You have accepted the responsibility of verifying the sex of female athletes competing in the United Earth Games. Your task is to identify and disqualify male athletes trying to compete as females to gain a competitive advantage.

Here is information for UEG competitor "Jane Doe."

Registration Card for the United Earth Games			
Name: <u>Jane Doe</u>	Age: <u>20</u>	Sex: Male ☐ Female ☒	
Height: <u>5ft 8in</u>	Weight: <u>110</u>	Event: <u>800 m</u>	
Marital Status: Married ☐ Single ☒ <u>But I'm engaged!</u>			
Staff use only. Do not write below this line.			
Medical interviewer's comments: - Never menstruated (common among rigorously training female athletes) - Passed all drug tests - Discussed nervousness over impending marriage—mother's sister never able to get pregnant and wondered if that could run in families.			

← Back

Physical exam →

Introduction Background History The Athlete Physical Karyotype SRY Gene PCR Decision



Sur le web

<http://www.hhmi.org/biointeractive/gendertest/gendertest.html>

SCIENCES & ARTS

Farinelli, un castrat de légende



Farinelli, vu par Gérard Corbiau.

■ Les castrats étaient des chanteurs de sexe masculin dont la tessiture s'apparentait à celle d'un *mezzo-soprano coloratura*. Ces «voix» étaient très recherchées car elles possédaient un timbre incomparable et une plus grande puissance que les voix de femme.

■ Pour obtenir cette voix si particulière, ces hommes subissaient une castration avant leur puberté. En effet, à la puberté, sous l'influence de la sécrétion de testostérone, la voix des garçons devient progressivement plus grave. Chez les castrats, l'absence de sécrétion de testostérone permettait de conserver le registre aigu des voix d'enfant.

■ Le film *Farinelli* (de Gérard Corbiau, 1994) relate la vie d'un célèbre castrat, le chanteur italien Carlo Broschi (1705-1782), dit Farinelli.



Sur le web

<http://www.contre-tenor.net/articles.php?ID=6>
<http://mediatheque.ircam.fr/sites/voix/creer/farinelli.html>

Faire une recherche

Dans les années 80, des scientifiques étudiaient la faune sauvage des lacs de Floride suite à une contamination accidentelle du lac Apopka par un insecticide, le DDT, en 1980.

■ Ils y constatent un effondrement de la population d'alligators alors que dans les autres lacs, la population n'est pas modifiée.

■ La mortalité des œufs d'alligators y est en effet anormalement forte. De plus, les jeunes mâles éclos présentent fréquemment des anomalies sexuelles : micropénis, féminisation des mâles avec baisse du taux de testostérone dans le sang, diminution du nombre des tubes séminifères dans les testicules, présence occasionnelle d'ovocytes dans les testicules...



Faire une recherche pour répondre aux questions suivantes :

- Comment expliquer l'apparition de ces anomalies sexuelles ?
- Dans quelle mesure doit-on s'inquiéter des malformations observées chez cette espèce ?



Éclosion de jeunes alligators.

SCIENCES & PSYCHOLOGIE

L'effet Roméo et Juliette

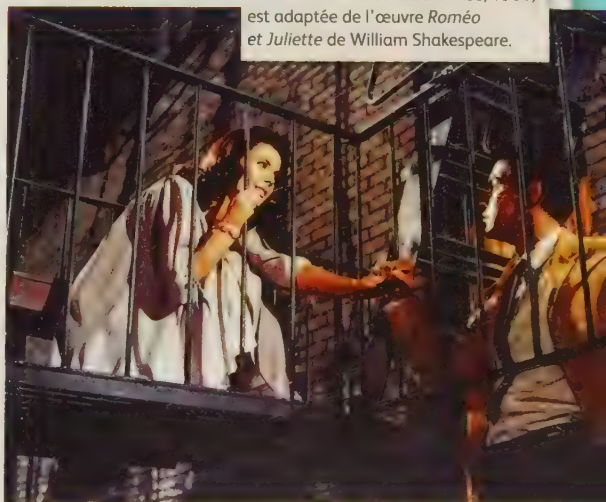
■ Une expérience de psychologie a été menée : une femme séduisante donnait rendez-vous à des hommes sur un pont. Pour un premier groupe d'hommes, le pont était stable et peu élevé, pour le second groupe, il était branlant et situé au-dessus du vide.

■ Les hommes du second groupe ont été plus nombreux à reprendre contact avec la femme et les propos recueillis lors du rendez-vous étaient plus implicites, voire à

connotation sexuelle. Tout ce passe comme si l'excitation liée au contexte de l'entretien avait sublimé l'attrance pour la femme.

■ Lorsque le cerveau reçoit plusieurs stimulations, l'individu peut rencontrer des difficultés à trier les informations et, en conséquence, les circonstances associées à la peur ou à la transgression pourraient renforcer les sentiments amoureux.

L'histoire de *West Side Story* (film de Jérôme Robbins et Robert Wise, 1961) est adaptée de l'œuvre *Roméo et Juliette* de William Shakespeare.



<http://www.alalettre.com/shakespeare-oeuvres-romeo.php>

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Caractériser les individus de sexe féminin aux différentes échelles d'observation.
- 2 Quelles sont les étapes importantes de la différenciation et de la mise en place du sexe ?
- 3 Quels sont les paramètres qui influencent le comportement sexuel des mammifères ?

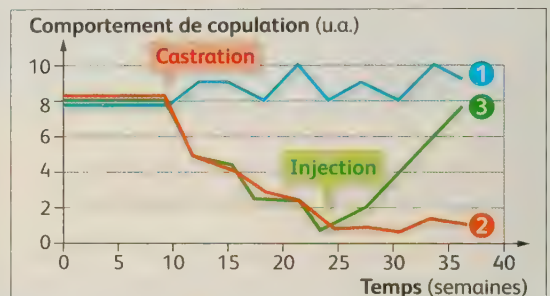
2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

- 1 Les ovocytes possèdent :
 - a. un seul chromosome sexuel
 - b. un chromosome X ou un chromosome Y
 - c. un chromosome X et un chromosome Y
- 2 Les spermatozoïdes possèdent :
 - a. un seul chromosome sexuel
 - b. un chromosome X ou un chromosome Y
 - c. un chromosome X et un chromosome Y
- 3 Les individus de sexe féminin possèdent :
 - a. deux chromosomes sexuels X
 - b. deux chromosomes sexuels X et Y
 - c. deux chromosomes Y
- 4 Durant le développement embryonnaire, la sécrétion de testostérone permet :
 - a. la régression des canaux de Müller
 - b. le développement des canaux de Wolff
 - c. la régression des canaux de Wolff et de Müller
- 5 Durant le développement, la sécrétion d'AMH permet :
 - a. la régression des canaux de Müller
 - b. la régression des canaux de Wolff
 - c. la régression des canaux de Wolff et de Müller
- 6 Chez l'Homme, le comportement sexuel est :
 - a. saisonnier
 - b. cyclique
 - c. indépendant de la reproduction
 - d. sous l'influence du système de récompense
- 7 Au cours de l'évolution, l'influence du système de récompense sur le comportement sexuel :
 - a. devient de moins en moins importante
 - b. de plus en plus importante
 - c. reste sans incidence

3 Analyser un document

On réalise la castration de cochons de guinée, puis on injecte de la testostérone à une partie de ces cochons. On observe leur comportement sexuel.



Évolution du comportement sexuel chez le cochon de guinée.

- 1 Cochon témoin 2 Cochon castré
3 Cochon castré auquel on injecte de la testostérone.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après le document, on peut dire que :

- 1 Après castration, le comportement sexuel du cochon est :
 - a. plus important
 - b. moins important
 - c. identique
- 2 Le comportement sexuel mâle :
 - a. est indépendant de l'action des hormones sexuelles
 - b. est sous l'influence des œstrogènes
 - c. dépend de la présence des testicules
- 3 Chez le cochon castré, on injecte de la testostérone pour vérifier une action :
 - a. hormonale des testicules sur le comportement sexuel
 - b. nerveuse des testicules sur le comportement sexuel
 - c. hormonale des ovaires sur le comportement sexuel
- 4 Après injection de testostérone chez le cochon castré, l'activité sexuelle :
 - a. reste absente
 - b. redevient normale
 - c. augmente un peu

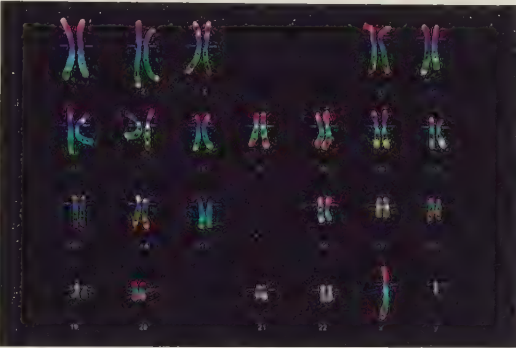
Appliquer ses connaissances

4 Étude d'un cas clinique d'ambiguïté sexuelle

- Une patiente ayant consulté pour des problèmes d'infertilité passe une échographie, au cours de laquelle on observe des ovaires de petite taille.
- Parallèlement, on établit son caryotype (**document 1**) et on réalise une analyse fine des gènes portés par les chromosomes sexuels, en particulier un gène situé sur le chromosome Y : le gène SRY (**document 2**).

DOCUMENT 1.

Caryotype de la patiente



QUESTIONS

- Déterminer le sexe génétique de la patiente, identifiable d'après son caryotype.
- Relever la particularité du gène SRY porté par la patiente.
- D'après ces résultats, expliquer le rôle probable du gène SRY chez l'homme, et la cause du phénotype de cette patiente.

DOCUMENT 2.

Comparaison pour le gène SRY de l'allèle de cette patiente avec celui d'un homme normal.

		190	200	210	220
Traitement					
Identités					
SRY adn					
SRY-Cas7 adn					
Sélection: 0/4 lignes					

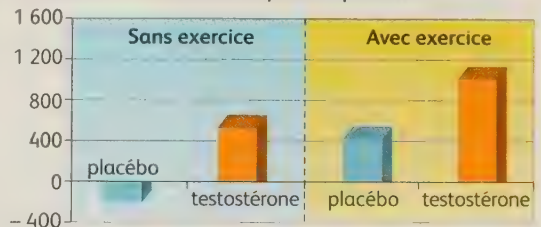
5 Androgènes anabolisants

- Ben Johnson et Marion Jones partagent au moins deux points communs. Ils ont connu la gloire grâce à leurs résultats sportifs mais aussi la déchéance lorsque l'on a compris que leurs performances étaient liées à l'utilisation de produits dopants : des androgènes anabolisants de synthèse.
- Outre leurs effets musculaires analysés dans le document suivant, les androgènes de synthèse, molécules proches de la testostérone, provoquent chez la femme l'augmentation de la pilosité, la modification de la voix qui devient plus grave, une acné juvénile, la diminution du volume des seins, voire dans certains cas, une perturbation des cycles menstruels.

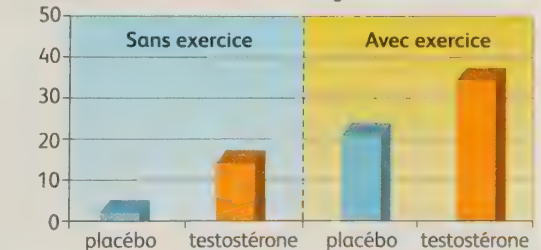
QUESTIONS

- Quels sont les effets de l'exercice et de la testostérone sur la masse musculaire (évaluée ici en variation de la surface de quadriceps) et sur la force musculaire ?
- Conclure sur le but recherché par les sportifs dans l'utilisation des androgènes de synthèse, molécules mimant les effets de la testostérone.
- Quels sont les effets secondaires de leur utilisation ?
- Comment expliquer ces effets secondaires ?

Variation de la surface du quadriceps (mm²)



Variation de la force musculaire (kg)



Effets des androgènes anabolisants sur la masse musculaire et la force musculaire.

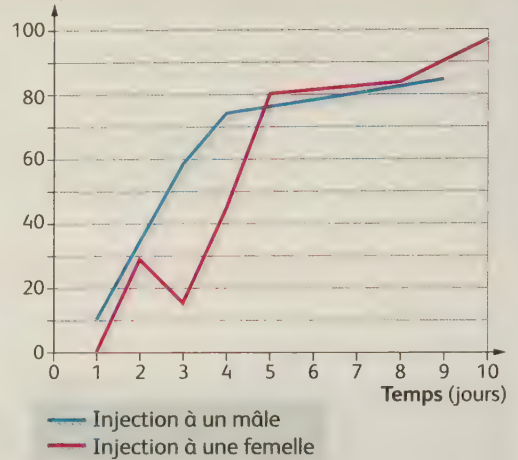
6 Comportement sexuel chez le rat

- On réalise des expériences sur l'influence des œstrogènes sur le comportement sexuel des rats. On injecte ainsi des œstrogènes à des femelles après ablation des ovaires ou à des mâles après castration.
- On place l'animal dans une cage en présence d'un mâle non castré, puis on observe le comportement de lordose chez cet animal.

QUESTIONS

- Expliquer pourquoi ces expériences sont réalisées sur des animaux après ablation soit des testicules chez les mâles, soit des ovaires chez les femelles.
- Décrire l'influence des injections d'œstrogènes chez des rates sans ovaires.
 - Conclure sur la relation entre œstrogènes et comportement sexuel chez les rates.
- Décrire l'influence des injections d'œstrogènes chez des rats sans testicules.
 - Conclure sur la relation entre œstrogènes et comportement sexuel chez les rats.

Comportement de lordose (u.a.)



Évolution du comportement sexuel chez les rats suite à des injections d'œstrogènes.

Histoire des Sciences

7 Système de récompense

- Des expériences de stimulation électrique au niveau du cerveau de rats ont été réalisées dans les années 50.

Expérience 1.

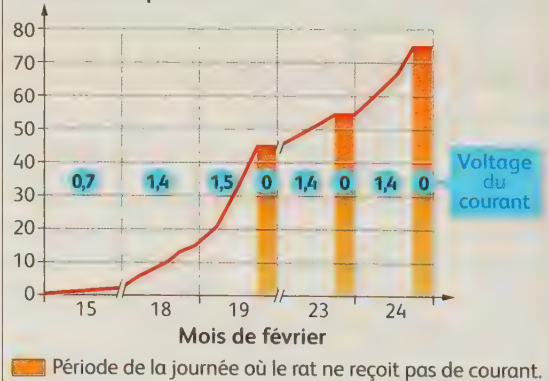
Des électrodes sont implantées dans l'aire tegmentale ventrale (ATV) ; ces électrodes permettent le passage d'un courant électrique vers cette zone.

Le rat est placé dans une cage. Il peut déclencher la stimulation électrique de l'ATV en appuyant sur une pédale. À certains moments de la journée, le courant électrique est coupé.

Expérience 2.

Un animal affamé a le choix entre deux pédales : une pédale fournissant de la nourriture et une pédale déclenchant la stimulation électrique de l'ATV. Dans cette expérience, la pédale d'autostimulation électrique est choisie préférentiellement, jusqu'à, dans certains cas, menacer la survie de l'animal qui se laisse mourir de faim. L'animal ne s'arrête que si l'on débranche le stimulateur. Si l'on bloque le fonctionnement des neurones de l'aire tegmentale ventrale, les rats choisissent préférentiellement la pédale fournissant de la nourriture.

Centaines de pressions



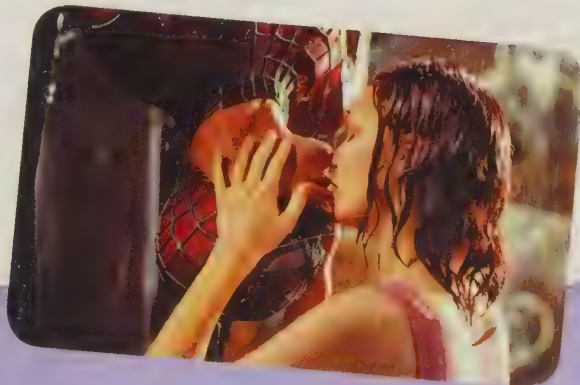
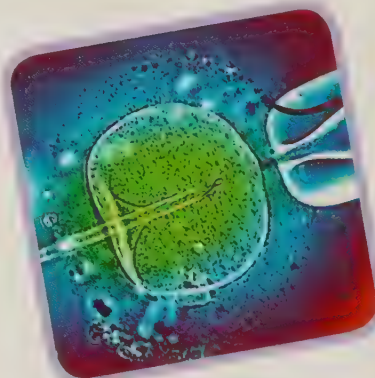
Résultats de l'expérience 1.

QUESTIONS

- Relever les données expérimentales permettant de montrer que les rats acquièrent un comportement de dépendance par rapport à la stimulation de l'ATV.
- Quelle est l'influence de l'arrêt temporaire des émissions de courant lors de l'expérience ?
- En quoi les résultats de la seconde expérience confortent-ils les données de la première expérience ?

Féminin/Masculin

- La compréhension de la fonction de reproduction chez l'Homme a permis la mise au point de méthodes contraceptives utilisant des hormones sexuelles de synthèse. Ces techniques permettent de choisir le moment de la conception d'un enfant, mais aussi de résoudre les problèmes de fertilité de certains couples.
- La prise en charge responsable de sa sexualité passe par l'acquisition de comportements raisonnés vis-à-vis de la procréation, mais aussi à l'égard des infections sexuellement transmissibles. Cela comprend la prévention par la limitation des risques (par exemple, le préservatif contre le VIH ou la vaccination contre l'hépatite), ainsi que la détection et le dépistage.
- L'acquisition du sexe biologique durant la vie embryonnaire repose sur un double déterminisme, génétique et hormonal. Ce n'est qu'à la puberté que la fonction de reproduction devient opérante. Aussi doit-on différencier l'identité sexuelle biologique reposant sur des processus de développement, de l'orientation sexuelle.
- Si la reproduction est une fonction vitale des êtres vivants, elle devient chez les Primates, et en particulier chez l'Homme, une fonction complexe, associée à des composantes psychologiques et sociales. En effet, au-delà des considérations biologiques de la procréation, et de la distinction morphologique entre hommes et femmes, la sexualité est associée au plaisir et aux libertés de choix de chaque individu.



Thème 4



**Ourse polaire
et son petit sur la banquise.**

La production d'énergie pour l'humanité contribue au réchauffement climatique. Le défi du XXI^e siècle est d'optimiser notre consommation et notre production d'énergie pour préserver la planète.



**Maison Haute Qualité
Environnementale
à Arradon (Morbihan).**

Le défi énergétique

Il est important de réaliser que, dans la Physique d'aujourd'hui, nous n'avons aucune idée de ce qu'est l'énergie. L'énergie se conserve, mais on ne sait pas ce qu'elle est.

Richard Feynman (lettre Privée de Physique en 1967)



Panneaux photovoltaïques.

Il existe de nombreuses ressources énergétiques sur Terre. Qu'elles soient **renouvelables** ou **non**, elles doivent être converties pour être exploitées.



Centrale nucléaire à Cruas-Meysse (Ardèche).



La Terre la nuit.

Depuis le début du XIX^e siècle, les activités humaines engendrent une **croissance incessante des besoins en énergie**, que ce soit pour les industries, les transports ou encore pour l'usage domestique.

1

Une énergie ou des énergies ?

P.C

- Le **joule (J)** est l'unité d'énergie du système international.
- Un objet possède une énergie due à son mouvement, appelée **énergie cinétique**.
Un objet au voisinage de la Terre possède une **énergie de position** qui dépend de son altitude.
L'énergie de position se convertit en énergie cinétique au cours de la chute d'un objet.

Au cours de sa chute, l'eau transforme son énergie de position en énergie cinétique.



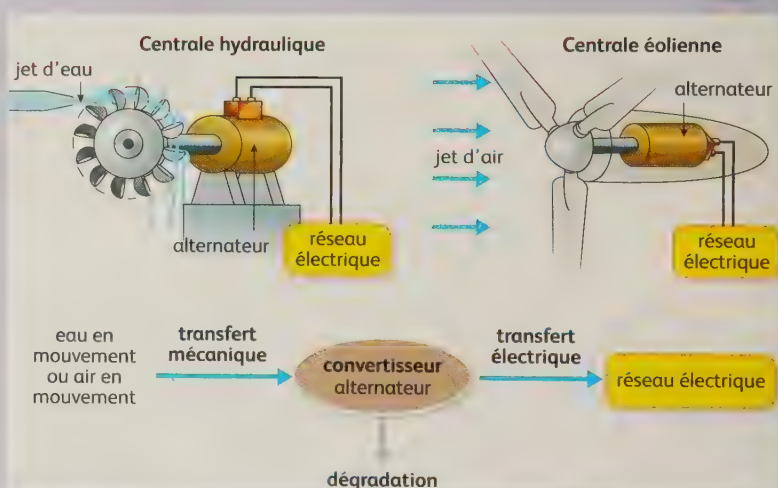
2

Quel est le point commun entre toutes les centrales électriques ?

P.C

- L'**alternateur** est la partie commune à toutes les centrales électriques.
- L'énergie reçue par l'alternateur est **convertie en énergie électrique**.

L'alternateur d'une centrale hydraulique ou d'une centrale éolienne convertit l'énergie qu'il reçoit en énergie électrique.



3

Que signifie la valeur en watt qui est indiquée sur chaque appareil électrique ?

P.C

- Le **watt (W)** est l'unité de puissance du système international.
- Les appareils domestiques ont une puissance nominale de l'ordre du watt (comme pour un téléphone portable) au kilowatt (comme un aspirateur).
- La puissance électrique reçue par un dipôle électrique est :

$$P = UI$$

P en watt (W)
 U en volt (V)
 I en ampère (A)

où U est la tension efficace aux bornes du dipôle et I est l'intensité efficace qui traverse le dipôle.

4

Quelle est la relation entre puissance et énergie ?

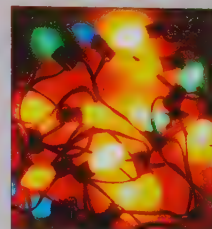
P.C

- L'énergie électrique $\mathcal{E}$ transférée pendant la durée t à un appareil de puissance nominale P est donnée par la relation :

$$\mathcal{E} = P \times t$$

$\mathcal{E}$ en joule (J)
 P en watt (W)
 t en seconde (s)

- L'énergie peut aussi s'exprimer en **kilowattheure (kWh)**.



L'énergie consommée par cette décoration de Noël dépend de sa puissance nominale et de son temps d'éclairage.

Énergie : besoins et ressources



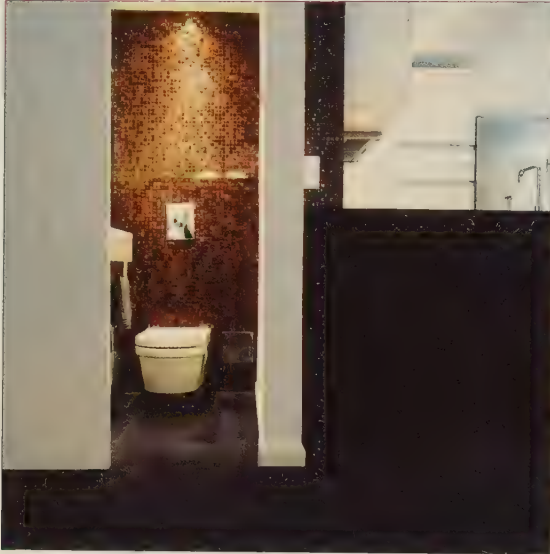
Depuis le début du xx^e siècle, les besoins énergétiques n'ont cessé de croître. Notre mode de vie actuel nous rend très dépendants de l'énergie, en particulier de celle provenant de ressources énergétiques non renouvelables.

Quels sont les besoins en énergie de l'humanité ? Quelles sont les ressources énergétiques disponibles pour satisfaire ces besoins ?

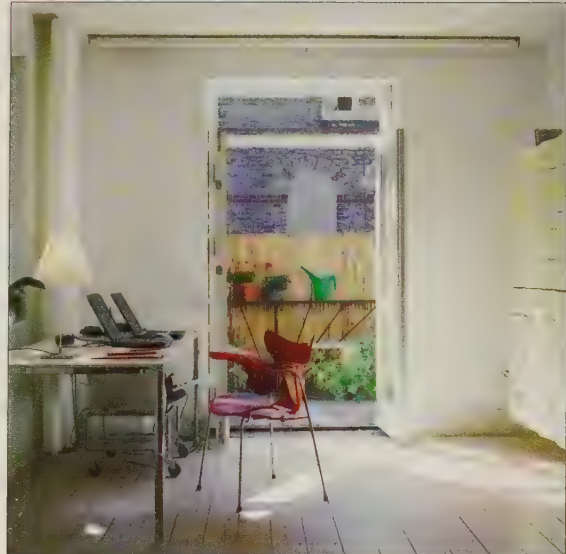
1

Quantifier les besoins : puissance et énergie

Doc. 1 Combattre les idées fausses



a Dans ces toilettes, on utilise une ampoule de 60 W.



b Dans ce bureau, on utilise une ampoule de 40 W.

1. Émettre des hypothèses.

Laquelle de ces deux pièces de la maison consomme le plus d'énergie sur une année ?

EXPÉRIMENTER

Doc. 2 Découvrir le lien entre puissance et énergie

RÉALISER



- Mesurer, à l'éprouvette graduée, un volume de 1,0 L d'eau. Le mettre dans la bouilloire électrique.
- Agiter pour homogénéiser puis mesurer la température de l'eau.
- Allumer la bouilloire pendant une durée $t = 30$ s.
- Agiter pour homogénéiser puis mesurer à nouveau la température de l'eau.
- Rallumer la bouilloire pendant une durée $t = 30$ s et mesurer encore une fois la température.

2. Expliquer. Quel est le principe de fonctionnement d'une bouilloire électrique ? Répondre en utilisant la notion de transfert d'énergie.

3. Interpréter. Comment se manifeste ce transfert d'énergie ?

4. Interpréter. L'énergie $\mathcal{E}$ consommée ou fournie pendant une durée t par un appareil de puissance P est :

$$\mathcal{E} = P \times t$$

$\mathcal{E}$ en joule (J)
P en watt (W)
t en seconde (s)

En quoi cette expérience illustre-t-elle cette relation ?

Doc. 3 Facture d'électricité d'un particulier

	relevé ou estimation en kWh ancien	relevé ou estimation en kWh nouveau	consom. différence (en kWh)	prix kWh en euros	montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
électricité compteur n° 704					(1) 52,82	5,41	9,55	67,78
abonnement								
5,27 €/mois du 16/12/10 au 16/02/11						10,54		
contribution tarifaire d'acheminement (CTA)						1,58		
consommation du 26/10/10 au 21/12/10	52260	52770	510	0,07980	40,70			
(1) pour information le montant de l'acheminement est de 24 € HT.								
			Énergie consommée		montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
autres prestations					2,30		0,45	2,75
contribution au service public d'électricité			510	0,00450	2,30			
					montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
total					55,12	5,41	10,00	70,53
montant à régler								70,53 €

taxes locales (municipale 13,20 %) : elle s'applique sur 80 % des montants HT de l'abonnement et de la consommation électriques.
TVA : payée sur les débits, elle s'applique à l'abonnement (abt.) et la CTA, la consommation (conso.), les prestations et les taxes locales électricité (TLE).
 abt. et CTA 12,12 € à 5,5 % : 0,67 € conso. et prestations 43,00 € à 19,6 % : 8,43 € TVA sur TLE 1,11 € à 5,50 % : 0,06 € 4,30 € à 19,6 % : 0,84 €
CARACTERISTIQUES DE VOTRE TARIF :
 Electricité, tarif réglementé domestique option base, puissance **6 kVA** code 0140, compteur électro-mécanique **Puissance maximale disponible**
 prix de l'énergie identique toute la journée

Facture d'électricité d'un particulier.

5. Raisonner. Quelles sont les unités utilisées pour la puissance et l'énergie ?

Expliquer l'unité VA.

6. Calculer. a. Exprimer en joule l'énergie consommée par ce particulier pendant la période de facturation.

b. Exprimer en seconde la durée de facturation. Puis calculer en watt la puissance moyenne du compteur pendant ces deux mois.

7. Calculer. Quelle énergie électrique maximale cet abonné peut-il consommer en 12 heures ?

MÉTHODE

Conversions

- 1 kVA = 10^3 W
- 1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Choisir la réponse exacte.

- a.** La chambre est éclairée avec une ampoule de 50 W pendant 1 h.
Le salon est éclairé avec une ampoule de 100 W pendant 30 minutes.
- ☐ Le salon a consommé deux fois plus d'énergie que la chambre.
- ☐ Le salon a consommé autant d'énergie que la chambre.
- ☐ Le salon a consommé deux fois moins d'énergie que la chambre.

b. L'unité SI de l'énergie est :

- ☐ W
- ☐ kWh
- ☐ J

c. La puissance nominale d'un appareil électrique :

- ☐ dépend de son temps d'utilisation
- ☐ dépend de sa nature
- ☐ augmente en permanence avec le temps

Rédiger

En vous appuyant sur la relation entre puissance et énergie, rédiger un court texte illustrant la différence entre ces deux notions.

2 Besoins énergétiques engendrés par les activités humaines

Doc. 1 Quels secteurs consomment du pétrole ?

B2i 

En 2009, la consommation française de pétrole a été de 87,5 millions de tonnes.

Branche énergie	Industrie	Transport aérien	Transport routier
15	16	6	41
Transport maritime	Agriculture	Résidence tertiaire	Autres
5	3	9	5

 Pourcentages de la consommation de pétrole des divers secteurs d'activité en France.

RÉALISER

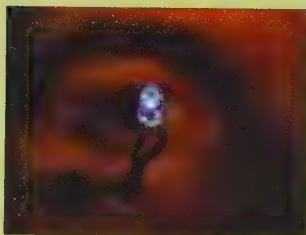
- Dans un tableur, construire une feuille de calculs permettant de calculer la consommation de pétrole pour chaque secteur du tableau.
- Construire un diagramme en camembert représentant la consommation de pétrole des divers secteurs d'activité.

1. **Calculer.** À quel pourcentage de la consommation totale le secteur des transports (route, rail, air) correspond-il ?
2. **Argumenter.** Commenter le diagramme obtenu.

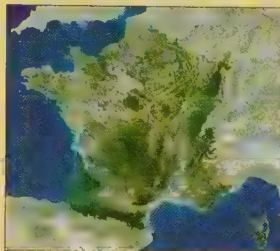
Doc. 2 Ordres de grandeur de puissances

Voici la puissance de quelques « dispositifs ».

• DEL : 50 mW



• Besoins moyens de la France : 60 GW



• Éclairage de la ville de Paris : 17 MW



• Moteur du TGV : 9 000 kW

• Four de cuisinière : 2 kW

• Fer à repasser : 1 kW

• Lampe basse consommation : 18 W

• Tranche de centrale nucléaire : 1 300 MW

3. **Lire.** Classer ces dispositifs par ordre de puissance croissante. Vous pouvez vous aider du tableau des multiples et des sous-multiples sur le rabat de couverture VI.

4. **Calculer.** Calculer en kWh la production d'énergie d'une centrale nucléaire pendant 1 an.

5. **Calculer.** La consommation mondiale annuelle énergétique est :
 $E = 1,3 \times 10^{14}$ kWh.

Estimer le nombre de centrales nucléaires nécessaires pour satisfaire les besoins énergétiques mondiaux.

Doc. 3 La consommation de pétrole dans le monde

Pour quantifier la consommation de pétrole brut, on utilise le baril comme unité de volume. Un baril correspond à 159 litres.

Région	Amérique du Nord	Europe Eurasie	Afrique	Asie
Nombre de barils par jour ($\times 10^6$)	22,83	19,37	3,08	26
% de la consommation mondiale	26,4	23,5	3,7	31,1
Nombre de barils par an et par habitant	18	9,6	1,1	4,4

a Consommation de pétrole dans le monde en 2009.

6. **Observer.** Laquelle de ces régions a consommé le plus de pétrole brut en 2009 ?

7. **Analyser.** Commenter la dernière ligne du tableau.



b Puits de pétrole aux environs de Los Angeles (1935).

Doc. 4 Utiliser une nouvelle unité pour l'énergie : le tep

► L'énergie susceptible d'être libérée par la combustion d'une tonne de charbon n'est pas égale à celle libérée à partir d'une tonne de pétrole. Pour comparer les diverses ressources d'énergie, on utilise donc une unité commune, la tonne équivalent pétrole (tep) :

$$1\,000\text{ kWh} = 0,086\text{ tep.}$$

► Hors crise financière et économique, la consommation mondiale d'énergie croît. Ainsi de 1999 à 2009, elle est passée de 9 031 à 11 164 millions de tep, soit une croissance moyenne de 1,5 % par an, avec de fortes disparités selon les zones géographiques.

8. **Observer.** Quel type d'énergie a vu sa consommation le plus augmenter au cours de la décennie ?

9. **Calculer.** Vérifier que l'augmentation de la consommation d'énergie de l'Asie a été de 68 % sur la décennie.

Estimer alors la consommation d'énergie de l'Asie en 2019, si le pourcentage d'augmentation reste le même.

Région	Monde	Amérique du Nord	Amérique centrale et Amérique du Sud
1999	9 031	2 680	445
2009	11 164	2 664	563

Région	Europe Eurasie	Afrique	Asie	Moyen Orient
1999	2 759	277	2 475	395
2009	2 770	361	4 147	659

a Consommation d'énergie dans le monde en millions de tep.

	1999	2009	% d'augmentation
Pétrole	3 522	3 882	10 %
Gaz	2 096	2 653	27 %
Charbon	2 249	3 278	46 %
Énergie nucléaire	571	610	7 %
Énergie hydraulique	593	740	25 %
Total	9 031	11 163	12 %

b Répartition et évolution de la consommation mondiale d'énergie selon les ressources en tep.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Le secteur des transports est le plus gros consommateur de pétrole.
- L'ordre de grandeur de la puissance d'une centrale est de 1 TW.
- La consommation énergétique mondiale est de 11×10^9 tep.

Rédiger

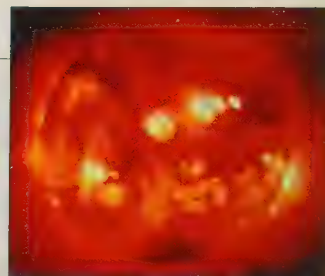
Rédiger un texte illustrant les disparités mondiales de consommation d'énergie et l'évolution de cette consommation au cours de la dernière décennie.

3 Les différentes formes d'énergie

Doc. 1 Les formes d'énergie

1. Interpréter. Attribuer à chaque photographie la forme d'énergie correspondante.

Énergie chimique • Énergie cinétique • Énergie électrique • Énergie nucléaire • Énergie potentielle de pesanteur (ou énergie de position).



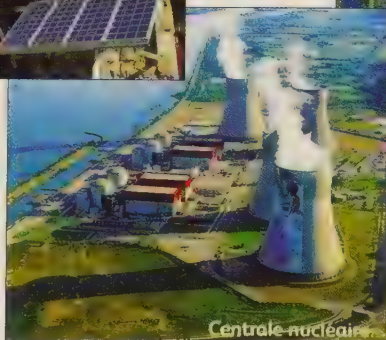
4

Classer les ressources énergétiques

Doc. 1 Renouvelables ou non renouvelables ?



Centrale à charbon.



Centrale nucléaire.



1. Raisonner. Ces dispositifs exploitent tous une ressource énergétique, renouvelable ou non renouvelable. Les classer selon ce critère. Essayer de justifier le classement avec des arguments scientifiques ou des paramètres mesurables.

2. Rechercher.

Citer d'autres dispositifs exploitant une ressource énergétique. Préciser à chaque fois si la ressource exploitée est renouvelable ou non renouvelable.

Doc. 2 Le Soleil, source de rayonnement

► Le Soleil est le siège de transformations nucléaires qui libèrent de l'énergie par rayonnement.

► Ce rayonnement permet de transporter cette énergie jusqu'à la Terre, où elle est transformée en d'autres types d'énergie.

3. Mettre en relation

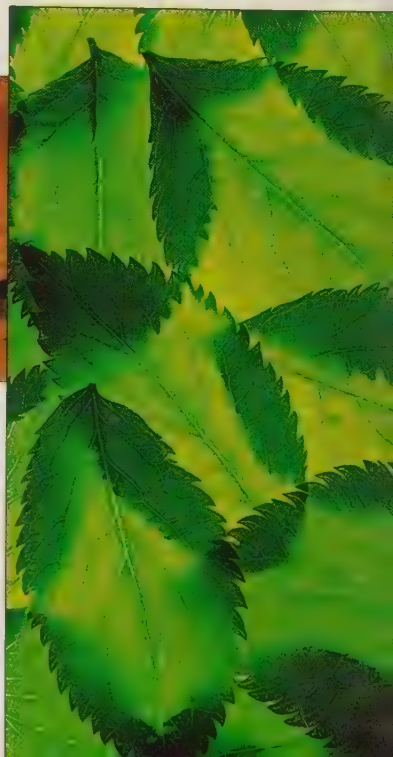
(docs 1 et 2) **B2i**

En vous appuyant sur vos connaissances de SVT et en faisant une recherche sur Internet si nécessaire, relier toutes les ressources énergétiques du **doc. 1** à l'énergie solaire ou à celles issues d'anciennes étoiles.



a Le Soleil libère de l'énergie par rayonnement.

Les végétaux transforment l'énergie solaire en énergie chimique grâce à la photosynthèse. **b**



Doc. 3 Durées caractéristiques du pétrole brut

► En 1956, le géologue américain M. K. Hubert a modélisé la production de pétrole. Les coordonnées du **pic de production** évoluent en fonction des améliorations techniques lors de l'extraction ainsi que des découvertes de nouveaux gisements exploitables.

► Mais elles dépendent aussi de **considérations économiques et géopolitiques** :

– les compagnies exploitantes ne mettent un gisement en production que si le projet est rentable ; or, cette rentabilité dépend du prix de vente ;

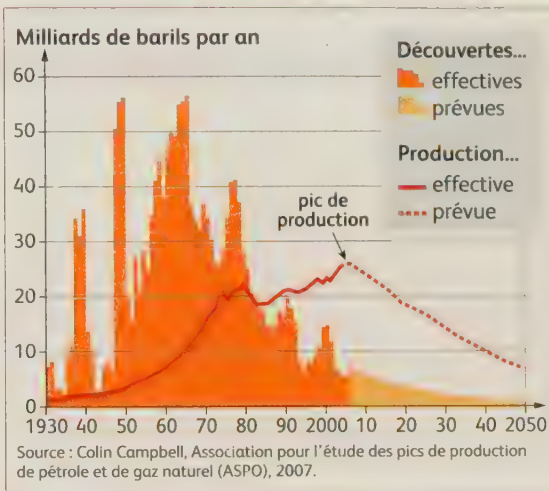
– en publiant son chiffre de réserves, un pays producteur fait passer un message qui exprime son poids dans le monde énergétique.

► Enfin, l'évolution de la consommation mondiale conditionne l'estimation des réserves.

► L'estimation des réserves disponibles est donc très délicate. Cependant, on estime qu'il resterait entre 30 et 70 ans de durée d'exploitation du pétrole.

4. Savoir. En vous appuyant sur vos connaissances de SVT, rappeler la durée de formation du pétrole.

5. Exploiter. D'après le graphique, quelle aura été la durée d'exploitation du pétrole brut par l'humanité ?



► Découverte et production de pétrole dans le monde.

6. Interpréter. En comparant la durée de formation du pétrole brut et la durée estimée d'exploitation des ressources, justifier que le pétrole brut est une ressource d'énergie non renouvelable.

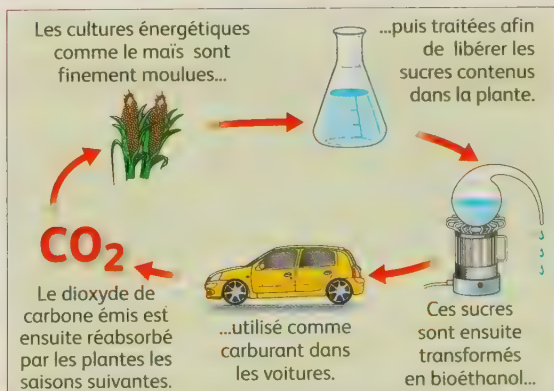
Doc. 4 Durées caractéristiques du bioéthanol

► Le terme **biocarburant** désigne un carburant renouvelable constitué de dérivés industriels obtenus après transformation de produits d'origine végétale ou animale.

► Le cycle du bioéthanol repose sur l'exploitation de ressources comme les céréales.

7. Observer. La durée de formation du bioéthanol est-elle à l'échelle humaine ?

8. Interpréter. La transformation du maïs en éthanol nécessite-t-elle de consommer de l'énergie ?



Cycle du carbone du bioéthanol. ►

Exercice d'auto-évaluation

Pour chacune des ressources énergétiques suivantes, dire si elle est renouvelable ou non renouvelable.

→ Corrigés p. 276

Éolien • Solaire • Pétrole • Géothermie • Nucléaire
• Biocarburant • Charbon • Gaz.

Rédiger

Les durées caractéristiques d'une ressource énergétique sont la durée de formation et la durée d'exploitation estimée des réserves. Utiliser ces notions pour distinguer les ressources énergétiques non renouvelables et les ressources énergétiques renouvelables.

Doc. 1 Exploiter les ressources énergétiques fossiles

- ▶ Les **ressources énergétiques fossiles** sont issues de résidus d'être vivants, accumulés dans le sous-sol au fil des ères géologiques. Les trois principales sont le **charbon**, le **pétrole** et le **gaz naturel**.
- ▶ Pour exploiter l'une des ces ressources, il faut tout d'abord procéder à son extraction. Cette étape nécessite des procédés physico-chimiques lourds à mettre en œuvre.
- ▶ Il faut ensuite les transporter en toute sécurité, par voie terrestre ou par voie maritime. Ce transport est particulièrement complexe dans le cas du gaz naturel.
- ▶ Le pétrole brut nécessite de plus une étape de transformation avant son utilisation.
- ▶ À chaque étape, les **risques liés à l'inflammabilité et à la toxicité** de ces produits doivent être maîtrisés.



■ En avril 2010, l'explosion de la plate-forme pétrolière *Deepwater Horizon* dans le Golfe du Mexique au large de la Louisiane a entraîné le déversement de 780 millions de litres de pétrole sur les côtes américaines.

1. **Lire.** Dégager les trois grandes problématiques liées à l'exploitation des ressources énergétiques fossiles.
2. **Rechercher.**  Quels sont les deux principaux modes de transport du gaz naturel ?
3. **Interpréter.** Quels sont les dangers liés à l'exploitation de ces ressources ?

Doc. 2 Exploiter les ressources énergétiques fissiles

- ▶ L'uranium est l'élément chimique de numéro atomique $Z = 92$. Ses deux principaux isotopes sont l'uranium 235 et l'uranium 238. Seul le noyau d'uranium 235 est **fissile**, c'est-à-dire qu'il peut se scinder dans certaines conditions.
- ▶ Pour être exploitable dans une centrale électrique nucléaire, la proportion d'uranium 235 dans l'uranium doit se situer entre 3 et 5 %. Or, dans l'uranium naturel, cette proportion est seulement de 0,7 %.
- ▶ L'**étape d'enrichissement** consiste à augmenter le pourcentage d'uranium 235 de l'uranium naturel.
- ▶ L'enrichissement est une opération difficile car les isotopes ont quasiment les mêmes propriétés chimiques. Il peut s'appuyer sur une technique de centrifugation.
- ▶ Seuls quelques pays disposent de cette technologie ainsi que de celle permettant de traiter les déchets nucléaires issus de la transformation de l'uranium dans les centrales.
- ▶ À chaque étape, les **risques liés à la contamination et l'irradiation** doivent être maîtrisés.

RAPPELS

Isotope

Deux noyaux sont isotopes s'ils ont le même numéro atomique mais des nombres de nucléons différents.

Notation

$\xrightarrow{\text{Nombre de nucléons}} A$
 $\xrightarrow{\text{Numéro atomique c'est-à-dire nombre de protons}} Z$ X ← Symbole de l'élément

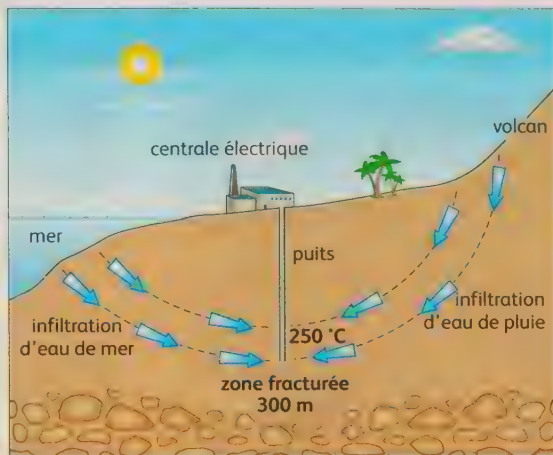
4. **Savoir.** Donner les symboles des noyaux des deux isotopes de l'uranium cités dans le texte.
5. **Savoir.** Quel est le principe de la centrifugation ?
6. **Raisonner.** Quelle différence de propriété physique des deux noyaux d'uranium permet de les séparer par centrifugation ?

Doc. 3 La géothermie

- Dans les zones volcaniques, la température de la croûte terrestre est très élevée.
- Le creusement d'un puits profond dans ces zones permet de récupérer des eaux d'infiltration à des températures et des pressions très importantes.
- La centrale électrique de Bouillante en Guadeloupe, d'une puissance de 4,7 MW, exploite cette ressource énergétique.

7. Raisonner. Des centrales électriques géothermiques peuvent-elles être installées partout dans le monde ?

8. Analyser. Sachant que les besoins énergétiques de la Guadeloupe correspondent à une puissance $P = 235$ MW, combien de centrales de ce type devrait-on construire pour couvrir ces besoins ? Commenter.



■ Principe de la géothermie.

Doc. 4 Les éoliennes

- Les « éoliennes » ou aérogénérateurs sont destinés à transformer l'énergie du vent en énergie électrique via une génératrice. C'est une source d'énergie renouvelable ayant un **faible impact sur l'environnement**.
- Une éolienne permet de créer de l'électricité « propre », sans conséquences, même pour les générations futures.
- Les détracteurs des éoliennes dans les pays industrialisés avancent souvent le fait qu'elles dénaturent le paysage, qu'elles sont bruyantes et que leur production ne suffit pas à couvrir les besoins énergétiques parce que leur utilisation est variable dans le temps.

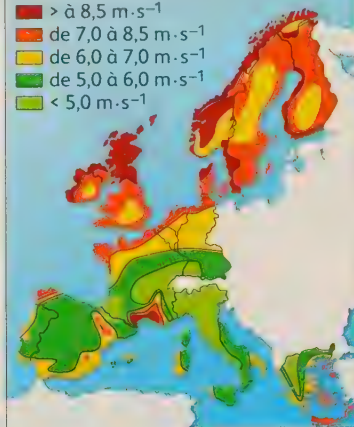
9. Observer. Quelles régions d'Europe sont les plus propices au développement de l'énergie éolienne ?

10. Lire. Quels sont les avantages et inconvénients de l'énergie éolienne ?

11. Rechercher. **B2i** Quels avantages et inconvénients présente l'installation d'éoliennes en mer (*offshore*) plutôt que sur terre ?

Vitesse moyenne du vent en zone dégagée à 50 m au-dessus du sol

- > à $8,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- de $7,0$ à $8,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- de $6,0$ à $7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- de $5,0$ à $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- < $5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



■ Carte de la vitesse des vents continentaux.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter en utilisant les propositions suivantes.

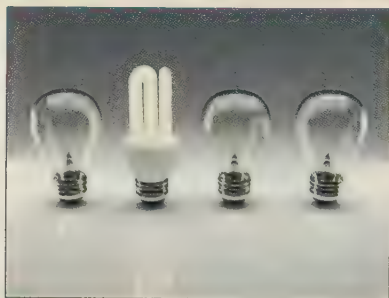
abonde • ressources nucléaires • transport • géothermiques • éoliennes.

Les problématiques engendrées par l'utilisation des ressources dépendent de chacune d'elles. Les ressources fossiles nécessitent un ..., ce qui n'est pas sans danger pour la nature. L'utilisation des ... nécessite le développement d'une technologie avancée, jalousement gardée par chaque nation. Les ressources renouvelables comme celles exploitées par les centrales ... ou les ... ne peuvent être implantées que là où la ressource ...

Rédiger

Choisir l'une des ressources énergétiques présentées et identifier les problématiques liées à son exploitation.

Énergie : besoins et ressources



a Les lampes fluo-compactes sont moins puissantes que les lampes à incandescence : elles consomment moins d'énergie pour une même durée d'éclairage.

Installation	Puissance produite ou consommée
Centrale nucléaire	1 000 MW
TGV roulant à 330 km/h	9 000 kW
Téléviseur	60 W

c Exemples de puissances produites ou consommées.



d Ce lampadaire exploite le vent et le Soleil, deux sources d'énergie renouvelables.

1 Puissance, énergie

1.1 Besoins énergétiques engendrés par les activités humaines

- L'**énergie** est une grandeur physique qui s'exprime en **joule (J)** dans le système international, et en **kilowattheure (kWh)** dans ses usages de la vie quotidienne.
- La consommation mondiale annuelle d'énergie est de l'ordre de **10¹⁴ kWh**, tandis que la consommation journalière d'une famille française est de l'ordre de **0,3 kWh**.
- Le pétrole est une ressource énergétique centrale de notre société. Pour comparer les diverses ressources d'énergie, on utilise une unité commune, la **tonne équivalent pétrole (tep)** : 1 tep correspond à l'énergie libérée par la combustion d'une tonne de pétrole, soit :

$$1\,000\text{ kWh} = 0,086\text{ tep.}$$

Principaux domaines	Industries et agriculture	Transports	Usage domestique et secteur tertiaire
Énergie annuelle consommée en France	70 Mtep	85 Mtep	120 Mtep

b Ordres de grandeur de la consommation d'énergie des principaux domaines d'activité en France.

1.2 Puissance

- La **puissance P** d'un appareil est le rapport de l'énergie $\mathcal{E}$ qu'il consomme à la durée t de son fonctionnement :

$$P = \frac{\mathcal{E}}{t} \text{ donc } \mathcal{E} = P \times t$$

P en watt (W)
 $\mathcal{E}$ en joule (J)
 t en seconde (s)

- Pour un appareil de puissance donnée, plus sa durée de fonctionnement est longue, plus il consomme d'énergie.

2 Ressources énergétiques

2.1 Ressources énergétiques renouvelables ou non, durées caractéristiques

- La distinction entre ressources énergétiques renouvelables ou non renouvelables est liée à la comparaison de deux **durées caractéristiques** :
 - la durée de formation ou de reconstitution de la ressource ;
 - la durée d'exploitation de cette ressource.
- Les **ressources énergétiques renouvelables** ont des durées d'exploitation plus grandes ou au moins égales à leurs durées de reconstitution. Un cas particulier : la durée d'exploitation de l'énergie solaire est quasi illimitée à notre échelle.
- Les **ressources énergétiques non renouvelables** ont des durées d'exploitation plus faibles ou beaucoup plus faibles que leurs durées de reconstitution.

2.2 Ressources énergétiques non renouvelables fossiles

- Les **ressources fossiles** sont issues d'une lente décomposition de la matière vivante, aux échelles de temps géologiques. Ce sont le **charbon**, le **pétrole** et le **gaz naturel**.
- Le pétrole brut, mélange de très nombreuses espèces chimiques, n'est pas utilisable directement. Il doit **préalablement être distillé** afin d'être séparé en différentes coupes, c'est-à-dire en différentes fractions ne contenant que quelques espèces chimiques.
- Au laboratoire, le montage de **distillation fractionnée** (figure e) permet de séparer les deux espèces chimiques d'un mélange liquide homogène.

2.3 Ressources énergétiques non renouvelables fissiles

- La principale **ressource fissile** est l'uranium sous la forme de son **isotope** fissile d'uranium 235 de symbole ${}^{235}_{92}\text{U}$: cet isotope est dit fissile car il peut se scinder en deux lorsqu'il entre en collision avec un neutron.
- Il ne représente que 0,7 % de l'uranium extrait. Son utilisation en tant que ressource énergétique nécessite un **enrichissement isotopique**, technique que seuls quelques pays maîtrisent.

2.4 Ressources énergétiques renouvelables

- Parmi les ressources énergétiques renouvelables, citons le vent, les réserves d'eau des barrages hydroélectriques, la biomasse, l'eau chaude des centrales géothermiques.
- Dans la plupart des cas, ces ressources ne sont exploitables que dans certaines zones géographiques.

2.5 Exploitation des ressources énergétiques

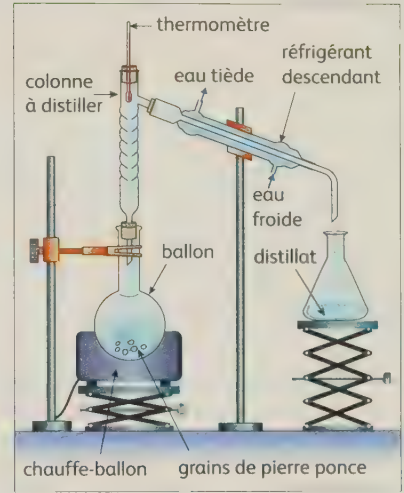
- L'exploitation de toute ressource énergétique pose des problèmes.
- Pour les **ressources fossiles**, citons le coût énergétique élevé du raffinage du pétrole brut ou encore les pollutions dues aux marées noires.
- Pour les **ressources fissiles**, citons la difficulté du traitement et du stockage des déchets radioactifs ainsi que la pollution engendrée par l'exploitation des mines d'uranium.
- Pour les **ressources renouvelables**, citons la dénaturation du paysage due aux éoliennes ou le coût énergétique élevé pour la fabrication et le recyclage des panneaux photovoltaïques par exemple.

3 Le Soleil, source de rayonnement

- Le Soleil est le siège de transformations nucléaires qui libèrent de l'**énergie par rayonnement**.
- Le Soleil est à l'origine de presque toutes les ressources énergétiques exploitées sur Terre (éolienne, solaire, géothermie, fossiles ...).
- Le **rayonnement solaire** :
 - apporte de l'énergie à la Terre par transfert thermique ;
 - apporte de l'énergie à la matière vivante grâce au processus de la photosynthèse qui transforme l'énergie lumineuse en énergie chimique.

MOTS-CLÉS

Distillation fractionnée • Durées caractéristiques • Énergie • Isotope • Puissance • Rayonnement solaire • Ressources énergétiques renouvelables ou non renouvelables • Ressources énergétiques fossiles et fissiles.



e Montage de distillation fractionnée de laboratoire.

RAPPELS

- ${}^A_Z\text{X}$ est le symbole d'un noyau atomique.
- Nombre de nucléons $\rightarrow A$
- Numéro atomique $\rightarrow Z$
- c'est-à-dire le nombre de protons
- X ← Symbole de l'élément
- Les protons et les neutrons sont les deux types de **nucléons**.
- Deux noyaux sont **isotopes** s'ils ont le même numéro atomique mais des nombres de nucléons différents.

Les sciences autrement

SCIENCES & HISTOIRE

Des moulins à vent aux éoliennes

■ Le vent constitue avec l'eau la première source d'énergie mécanique d'origine naturelle et la plus ancienne à avoir été exploitée par l'Homme. On pense que des roues rudimentaires fonctionnant à l'énergie éolienne furent utilisées en Perse dès le VII^e siècle. Le moulin à vent s'est généralisé en Europe vers le XII^e siècle, d'abord sur les côtes maritimes des pays du nord.

■ Le Danemark et les Pays-Bas sont en Europe les seuls pays qui ont véritablement fait survivre la culture de la technologie éolienne. Ils sont aujourd'hui les leaders dans le domaine de l'industrie éolienne.



Enluminure du XIV^e siècle (British Library).



[http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire & definition = 3423](http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=3423)

SCIENCES & SOCIÉTÉ

Le barrage des trois gorges

■ Le barrage des trois gorges en Chine a été progressivement mis en service depuis 2006. Long de 2 335 mètres, il est installé sur le fleuve Chang Jiang, et retient une réserve d'eau de presque 40 km³, soit environ la moitié du lac Léman. Cet ouvrage gigantesque a la puissance électrique d'environ douze réacteurs nucléaires.

■ Pour les populations chinoises, le bénéfice énergétique permettra d'améliorer le niveau de vie, et la régulation des crues du fleuve sera améliorée.

■ Mais il ne faut pas oublier le coût humain de ce « progrès » : environ 1,8 million de personnes ont été déplacées et relogées dans des constructions trop souvent de basse qualité. Des milliers de sites archéologiques et historiques ont été engloutis sous les eaux. Les populations rurales ont été relogées au-dessus du réservoir. Les parcelles cultivables qui leur ont été attribuées sont en pente et sur des sols minces, modifiant ainsi l'agriculture traditionnelle de cette région.



<http://www.linternaute.com/actualite/grand-projet/barrage-trois-gorges-chine/>
<http://www.liberation.fr/monde/0101648576-doutes-sur-la-solidite-du-barrage-des-trois-gorges>
<http://blog.france2.fr/bureau-pekino/2008/11/10/le-barrage-des-trois-gorges-est-termine/>

Une ville nouvelle a été construite en hauteur pour reloger les habitants de cette petite ville, condamnée à être recouverte par le fleuve.

Exercer son esprit critique

Comment ne pas glisser sur les trottoirs gelés en hiver ?

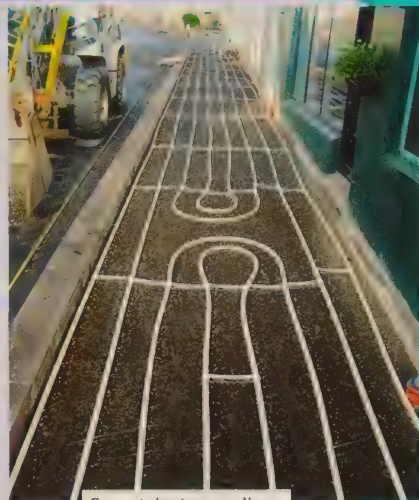
Dans la plupart des pays, il faut de l'huile de coude, c'est-à-dire déneiger à la pelle. Parfois, on utilise du sel pour faire fondre la glace. Mais en Islande, on chauffe les trottoirs !

■ Comment ce pays peut-il se permettre de dépenser autant d'énergie pour alimenter des « radiateurs » dans la rue ?

L'Islande est une île volcanique où l'énergie d'origine géothermique est omniprésente. Cette énergie est principalement utilisée pour le chauffage : 89 % des constructions du pays sont chauffées par ce biais.

■ Les Islandais, bien qu'énergivores, veillent toutefois à ce que la production et la consommation d'énergie soient la plus rationnelle possible.

L'exploitation de la géothermie et de son potentiel hydraulique permet à l'Islande d'être l'un des pays les moins pollués de la planète.



Ce sont des tuyaux d'eau chaude insérés dans le bitume des trottoirs qui permettent de les chauffer.

La géothermie est-elle une ressource totalement renouvelable ?



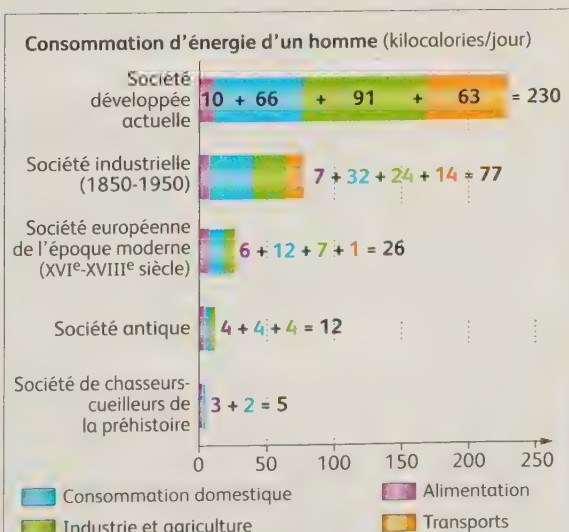
<http://www.senat.fr/ga/ga73/ga737.html>

<http://www.arte.tv/fr/Comprendre-le-monde/energie/1699036,CmC=2302260.html>

SCIENCES & HISTOIRE

Évolution des besoins énergétiques des hommes

La consommation en énergie d'un homme varie en fonction de l'endroit et de l'époque à laquelle il vit.



Consommation d'énergie d'un homme au cours du temps.



Les moissons au XVI^e siècle (détail des *Moissons* de Bruegel l'Ancien) et au XXI^e siècle.

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- Donner la relation entre puissance et énergie ; préciser les unités SI des grandeurs utilisées. Proposer deux autres unités pour l'énergie.
- Expliquer la différence entre une ressource énergétique renouvelable et une ressource énergétique non renouvelable.
- Que représentent A et Z dans la représentation symbolique d'un noyau : A_ZX ?
- Définir noyaux isotopes et noyau fissile.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

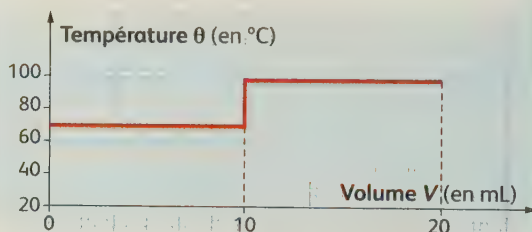
- La puissance d'un four est $P = 2 \text{ kW}$. On y réalise la cuisson d'un gâteau pendant une durée $t = 45 \text{ min}$. L'énergie consommée par le four est égale à :
 a. 5,4 kJ b. 5 400 kJ c. 90 kJ
 d. 90 kWh e. 1,5 kWh
- Sélectionner les énergies ou les ressources énergétiques citées ci-dessous qui sont renouvelables.
 a. Hydroélectricité
 b. Énergie éolienne
 c. Énergie photovoltaïque
 d. Uranium
 e. « Bois »
 f. Géothermie
 g. Biomasse
- Sélectionner les énergies ou les ressources énergétiques citées ci-dessous qui ne sont pas renouvelables.
 a. Charbon b. Gaz naturel c. Pétrole
 d. Énergie nucléaire e. Bois
- La composition du noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$ est :
 a. 92 protons et 235 neutrons
 b. 92 protons et 143 neutrons
 c. 92 neutrons et 235 nucléons
 d. 92 protons et 235 nucléons

5 Les noyaux suivants sont isotopes :

- ${}^1_1\text{H}$ et ${}^2_1\text{H}$
- ${}^{235}_{92}\text{U}$ et ${}^{92}_{235}\text{U}$
- ${}^{14}_6\text{C}$ et ${}^{12}_6\text{C}$
- ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ et ${}^{70}_{35}\text{Br}$

3 Analyser un document

Dans un ballon, on réalise la distillation d'un mélange de 10 mL d'hexane et de 20 mL d'heptane. On recueille les distillats dans des éprouvettes graduées ; on s'arrête après avoir recueilli 20 mL de distillat. Les températures d'ébullition sous pression atmosphérique sont respectivement $\theta_{\text{hexane}} = 69^\circ\text{C}$ et $\theta_{\text{heptane}} = 98^\circ\text{C}$.



Température lue en haut de la colonne à distiller en fonction du volume de distillat obtenu.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

1 Lors de la distillation fractionnée :

- le thermomètre doit être placé en haut de la colonne à distiller pour obtenir la température de changement d'état dans les conditions de l'expérience
- pour arrêter l'expérience, on doit abaisser le support élévateur placé sous le chauffe-ballon
- il est nécessaire d'introduire de la pierre ponce dans le ballon pour homogénéiser le milieu
- le réfrigérant permet de laisser les vapeurs se volatiliser

2 D'après le document, on peut dire que :

- les espèces chimiques recueillies sont d'abord l'hexane puis l'heptane
- on avait bien recueilli la totalité des composés quand l'expérience a été arrêtée
- le liquide introduit dans le ballon était pur
- on a recueilli trois distillats différents

Appliquer ses connaissances

4 Étude de quelques centrales électriques

Le tableau ci-dessous regroupe quelques centrales de production d'électricité.

Le recopier puis répondre aux questions.

QUESTIONS

1 Attribuer, quand cela est possible, la ressource énergétique utilisée dans la centrale (colonne C). Choisir dans la liste ci-dessous.

Liste : air • bois • charbon • uranium • mox • eau • gaz • bagasse • fioul.

2 Pour chaque centrale, indiquer quel type d'énergie est transformé en énergie électrique (colonne E).

Énergies : chimique, potentielle de pesanteur, cinétique, nucléaire, rayonnement, thermique.

3 Préciser chaque fois si la ressource énergétique est renouvelable (R) ou non renouvelable (NR).

Centrale	C	E	R ou NR
Centrale hydraulique de l'Aigle (Cantal)			
Centrale thermique de Porcheville (Yvelines)			
Centrale nucléaire de Flamanville (Manche)			
Parc hydrolien de Paimpol - Bréhat (Côtes d'Armor)			
Éoliennes au Chemin d'Ablis (Beauce)			
Usine marémotrice de La Rance (Ile et Vilaine)			
Centrale du Gol (île de la Réunion)			
Centrale solaire de Narbonne (Aude)			

5 Durée caractéristique

Une petite ville est alimentée en électricité par l'usine hydroélectrique d'un barrage dont la réserve d'eau est de $950 \times 10^6 \text{ m}^3$. Le débit de la rivière qui l'alimente en eau est de $35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Lorsqu'elle fonctionne à pleine puissance, l'usine hydroélectrique consomme 250 m^3 d'eau par seconde.

QUESTIONS

1 En analysant l'unité du débit, calculer la durée nécessaire au remplissage de la réserve d'eau.

2 Pendant combien de temps la centrale hydroélectrique peut-elle fonctionner à pleine puissance en cas d'assèchement de la rivière alimentant la réserve d'eau ?

3 Pourquoi ce barrage constitue-t-il une ressource renouvelable d'énergie ?

6 Production d'énergie en Europe

Utiliser les données de la feuille de calcul fournie sur le site compagnon du manuel pour répondre aux questions.

Tableau 1 Source : Eurostat, 2010

	2 008	2 004	2 000	1 997	Population (en millions)
UE à 27	148 134	115 806	97 953	91 644	455
Allemagne	29 743	15 762	9 628	7 712	83
France	19 825	17 054	16 810	16 896	65
Suède	16 051	13 545	15 040	13 774	9
Italie	13 491	11 875	8 548	8 412	58
Espagne	10 717	8 972	7 016	6 737	40
Pologne	5 457	4 325	3 809	3 873	39
Royaume-Uni	4 733	3 146	2 600	2 075	60
Danemark	3 159	2 835	2 065	1 752	5,4

QUESTIONS B2i

1 a. Comment sont classés les pays européens dans la feuille 1 (énergies renouvelables) ?

b. Utiliser la fonction « trier » pour réaliser le même classement dans la feuille 2 (consommation totale d'énergie).

c. Comparer ces classements afin de conclure sur la part d'énergie renouvelable dans la consommation des pays de l'UE.

2 a. Dans la feuille 1, créer une colonne « pourcentage d'énergie renouvelable en 2008 ». Calculer ce pourcentage pour l'Allemagne puis copier la formule utilisée vers le bas afin d'obtenir le pourcentage pour les autres pays.

b. Utiliser la fonction « trier » pour classer les pays européens par ordre décroissant de pourcentage d'énergie renouvelable.

3 a. Calculer la consommation d'énergie renouvelable par habitant. Quels sont les deux pays où cette consommation est la plus importante ?

b. Faire une recherche pour préciser le type d'énergie renouvelable le plus consommé dans ces deux pays ?

7 La méthanisation

La méthanisation est un processus naturel de dégradation de la matière organique en absence de dioxygène. La matière organique est transformée en biogaz grâce à des bactéries.

Les fermes sont de grosses productrices de déchets organiques ; de nombreuses fermes s'équipent maintenant d'un méthaniseur, qui permet de récupérer le biogaz pour une exploitation ultérieure.

QUESTIONS

1 B2i Faire une recherche afin de déterminer l'espèce chimique principale du biogaz.

2 Expliquer pourquoi le biogaz est classé parmi les ressources énergétiques renouvelables.

Sciences in English

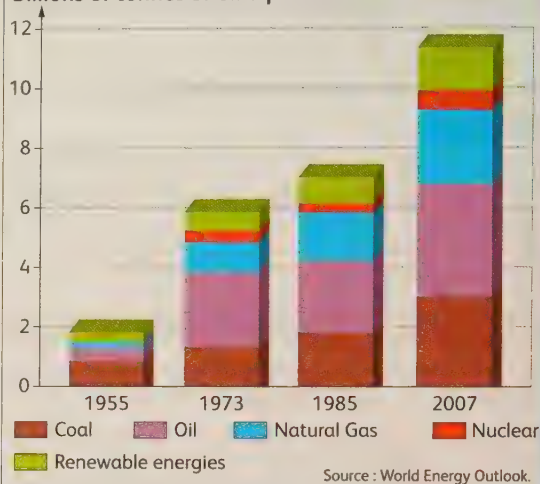
8 Consommation mondiale d'énergie

Due to the combined effects of population growth, of the general rise of standard of living, of the mobility of populations and the economic development of the South, worldwide energy consumption has increased sixfold since 1995. Indeed there is a strong link between access to energy, especially electricity, and the Human Development Index (HDI). Non-renewable energy remains predominant.

QUESTIONS

- 1 Quelles sont les causes de l'augmentation de la consommation d'énergie dans le monde ?
- 2 **B2i** En quoi l'accès à l'électricité peut-il entraîner le développement humain d'un pays ?
- 3 En quoi le graphique ci-contre illustre-t-il la part prépondérante des énergies fossiles dans la consommation totale d'énergie ?

Billions of tonnes of oil equivalent



Evolution of the worldwide energy consumption.

Sciences et Histoire

9 La géothermie, d'hier à aujourd'hui

Le premier réseau de chauffage urbain géothermique est né à Chaudes-Aigues (Cantal – Massif Central) en 1332 : il utilisait la source la plus chaude d'Europe (82 °C au jaillissement).

C'est en Italie, à Larderello, en 1904, que la géothermie produisit de l'électricité pour la première fois au monde. Le prince Ginori Conti alluma symboliquement cinq ampoules, annonçant pour l'année suivante la construction de la première centrale expérimentale de 20 kW.

Aujourd'hui, la région Île-de-France, du fait de l'existence d'une importante ressource d'eau chaude dans son sous-sol, investit dans la géothermie dans le but de produire 23 000 tep par an de cette énergie renouvelable.

L'exploitation de la chaleur de la Terre peut maintenant se faire dans des régions sans sources d'eau chaude mais présentant une forte variation de la température de la

roche avec la profondeur. On fait alors circuler de l'eau dans ces roches fracturées naturellement. Cette technologie a notamment été mise en place à Soultz-sous-Forêt en Alsace.



QUESTIONS

- 1 a. Quelles sont les utilisations de la géothermie citées dans le texte ?
b. L'exploitation de la géothermie nécessite-t-elle toujours la présence de sources d'eau chaude ?
- 2 a. Calculer combien d'ampoules basse consommation de 8 W le Prince Conti aurait pu allumer avec la première centrale électrique géothermique.
b. Convertir en kWh l'énergie renouvelable d'origine géothermique que la région Île-de-France produira en une année.
c. Calculer la puissance de la centrale électrique correspondante.
Donnée : 1 tep = 11 600 kWh.

Énergie : conversion, transport, stockage



Les centrales thermiques, qu'elles brûlent des combustibles fossiles ou qu'elles exploitent les transformations nucléaires, convertissent différentes formes d'énergie. Bien que ne pouvant pas être stockée, l'énergie électrique qu'elles produisent joue un rôle clé dans nos sociétés car son transport dans les lignes à haute tension est aisé et se fait avec peu de dégradation.

Comment convertir et stocker l'énergie ? Quel impact sur nos sociétés l'exploitation des différentes ressources énergétiques a-t-elle ?

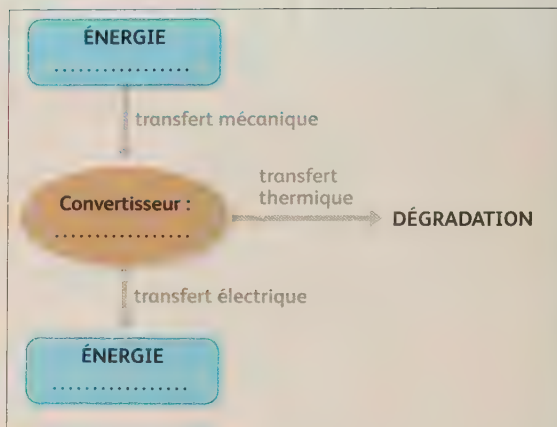
1

Conversion, transport et stockage de l'énergie

Doc. 1 La conversion d'énergie

- ▶ Un alternateur est une **machine électromécanique, tournante**, qui convertit l'énergie cinétique en énergie électrique à courant alternatif.
- ▶ La conversion d'un type d'énergie en un autre n'est **jamais réalisée à 100 %**. En raison d'inévitables frottements, une partie de l'énergie est **dégradée** en un autre type d'énergie non récupérable.

1. Analyser. Recopier et compléter le diagramme de conversion énergétique ci-contre



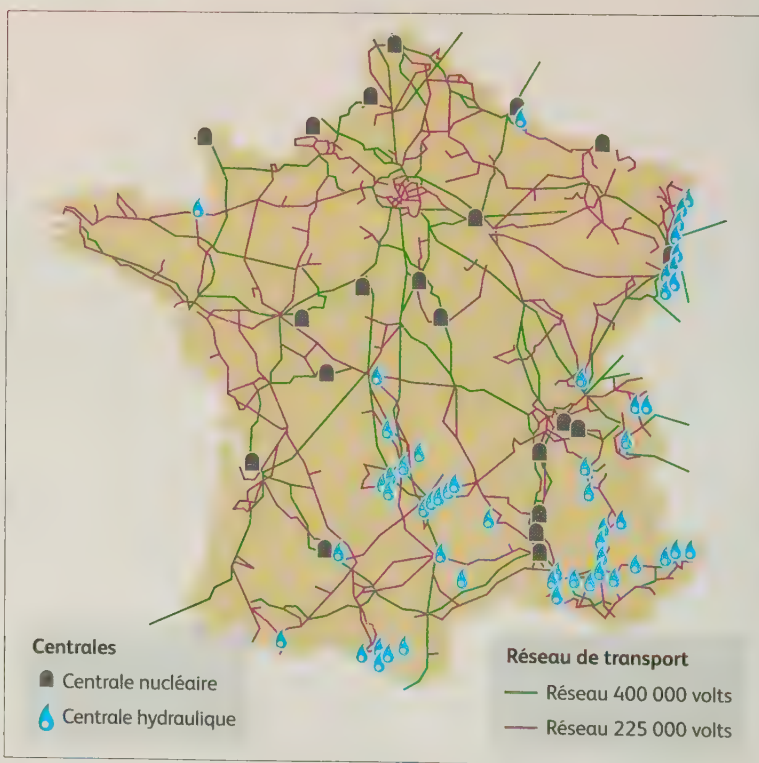
■ Diagramme de conversion énergétique réalisée par l'alternateur.

Doc. 2 Transport de l'électricité

- ▶ En France, 80 % de la production d'électricité sont d'origine nucléaire et 12 % sont d'origine hydraulique.
- ▶ L'électricité se transporte facilement des zones de production vers les zones d'utilisation grâce aux **lignes à haute tension**.
- ▶ Cependant, chaque kilomètre parcouru par le courant électrique dans une ligne à haute tension entraîne une **diminution de puissance** de l'ordre de 0,02 %.

2. Observer.

Où sont localisées les centrales de production d'électricité ? Pourquoi le réseau est-il aussi dense dans certaines régions et peu dense dans d'autres ?

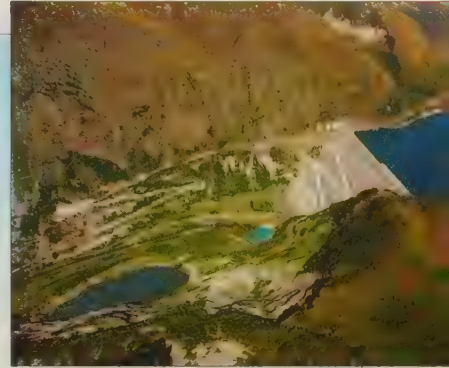
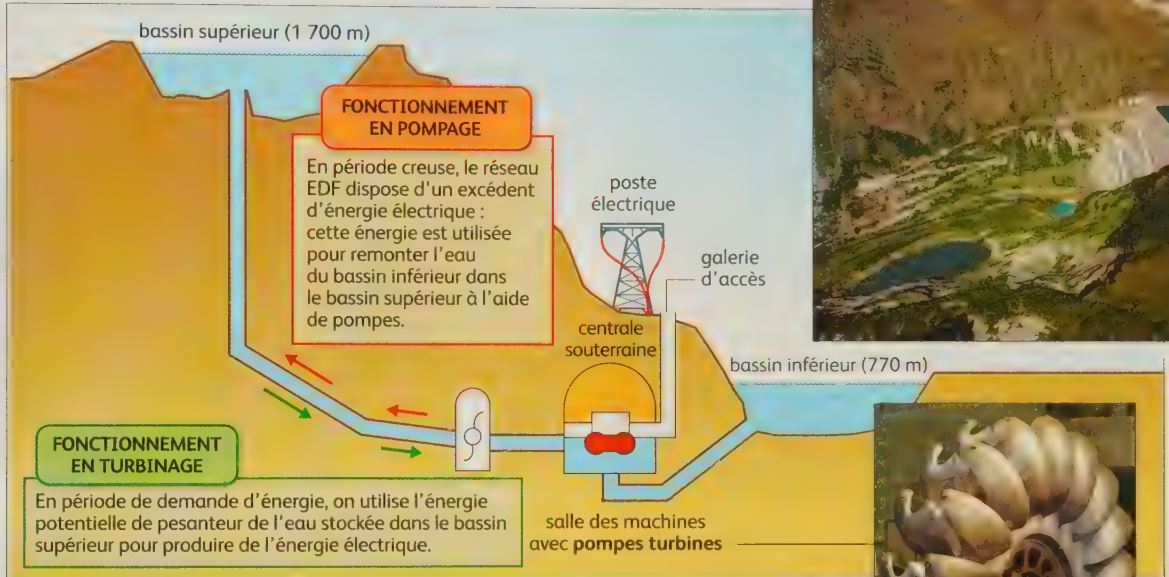


■ Carte de France métropolitaine montrant l'implantation des centrales nucléaires, des centrales hydrauliques et le réseau de transport de l'électricité.

Doc. 3 Les lacs et les barrages : un exemple de stockage d'énergie

► L'électricité se transporte facilement. En revanche, elle ne peut être stockée : il n'existe pas de « bonbonne d'électricité », comme il n'existe pas de bonbonne de vent.

► L'eau est une ressource énergétique si elle est stockée en altitude. C'est ce mode de réserve énergétique que l'on étudie ici.

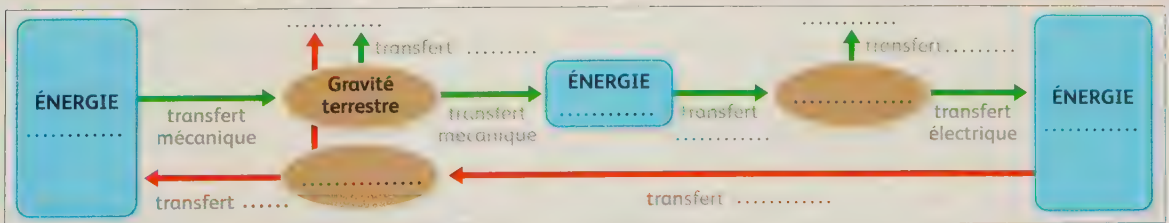


a Fonctionnement du barrage de Grand-Maison.

3. Lire. Dans quel cas y a-t-il production d'énergie électrique par la centrale de Grand-Maison : est-ce lors du pompage ou du turbinage ?

4. Interpréter. Pourquoi est-il nécessaire de stocker de l'énergie ? Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée dans cet exemple ?

5. Analyser. Recopier et compléter le diagramme de conversion énergétique.



b Diagramme de conversion énergétique dans une usine de pompage.

Les flèches vertes correspondent au turbinage, les flèches rouges au pompage.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Un alternateur ne convertit qu'une partie de l'énergie cinétique en énergie électrique.
- On peut stocker l'énergie électrique.
- Les consommateurs d'électricité ne sont pas toujours près des centrales de production, ce qui nécessite de la transporter.
- Le transport de l'énergie électrique se fait sans dégradation.

Rédiger

Expliquer, en termes de transport et de stockage, quels sont les avantages et les inconvénients de l'énergie électrique.

2 Piles et accumulateur

EXPÉRIMENTER

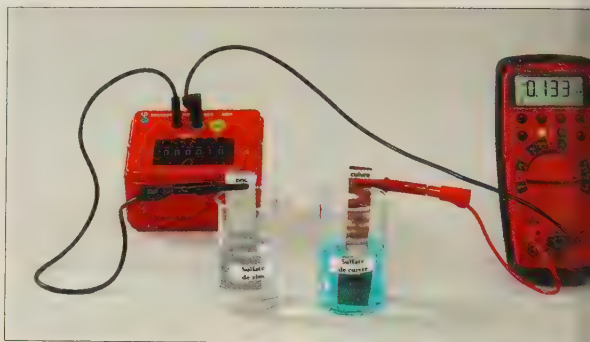
Doc. 1 La pile Daniell

- Réalisons une pile Daniell, dans laquelle se déroule la transformation chimique d'équation :
$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}).$$

RÉALISER



- Introduire une lame de cuivre dans un bécher contenant une solution de sulfate de cuivre.
- Introduire une lame de zinc dans un second bécher contenant une solution de sulfate de zinc.
- Ajouter un pont salin entre les deux béchers.
- Entre les deux plaques métalliques, brancher un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$.
- À l'aide d'un ampèremètre, mesurer l'intensité du courant dans le circuit.



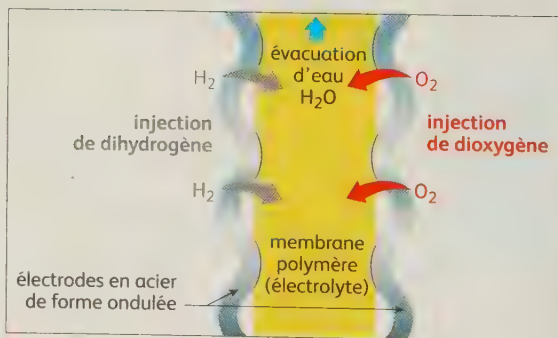
■ Dispositif expérimental.

1. **Schématiser.** Réaliser un schéma légendé de la pile Daniell.
2. **Comprendre.** Quelle particule chargée négativement est transférée de l'atome de zinc Zn à l'ion cuivre Cu^{2+} grâce aux fils électriques ?

3. **Comprendre.** Quel est le rôle du pont salin ?
4. **Interpréter.** Quelle conversion énergétique est réalisée par la pile ? Par quoi est constitué le stock initial d'énergie ?
5. **Analyser.** Quels sont les inconvénients de cette pile ?

Doc. 2 La pile à combustible

- Au sein d'une pile à combustible, une **réaction électrochimique contrôlée** entre du dihydrogène et le dioxygène de l'air produit de l'eau. L'énergie chimique est transformée en énergie électrique et partiellement dégradée par transfert thermique.
- Cette réaction s'opère au sein d'une **cellule élémentaire** composée de deux électrodes, de forme ondulée. Elles sont séparées par un **électrolyte**, milieu permettant le transport des ions.
- La pile est un empilement de 170 cellules élémentaires identiques. Le dihydrogène est stocké sous forme de gaz comprimé à la pression de 700 bar.



a Cellule élémentaire d'une pile à combustible.

b Pile à combustible.

6. **Analyser.** Quel est l'intérêt de la pile à combustible pour l'environnement ?

7. **Rechercher.** **B2i** Pourquoi la pile à combustible doit-elle être recyclée ?

8. **Analyser.** Quel est l'intérêt de comprimer le dihydrogène à 700 bar ?



Doc. 3 Histoire de l'accumulateur

► La première conversion d'énergie chimique en énergie électrique fut réalisée par Alessandro Volta lorsqu'il réalisa une pile en 1800. Les piles fonctionnent grâce à une réaction chimique, et deviennent inutilisables une fois les réactifs consommés : elles sont usées.

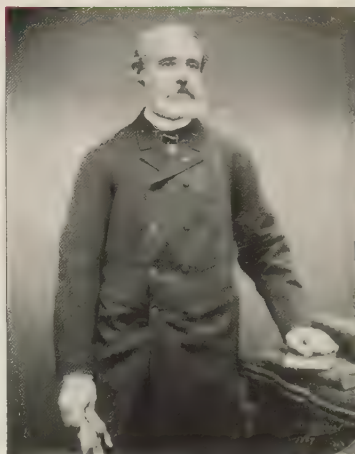
► Les scientifiques cherchent alors un dispositif qui, par un transfert d'énergie électrique en sens contraire, pourrait **reconstituer les réactifs**.

► Inventé en 1859 par le français Gaston Planté, l'**accumulateur au plomb** se compose de deux feuilles de plomb, trempant dans une solution aqueuse d'acide sulfurique. Pendant la charge initiale, les réactifs forment un amas fragile sur les plaques. Peu pratique sous cette forme, l'accumulateur de Planté reste expérimental pendant une vingtaine d'années.

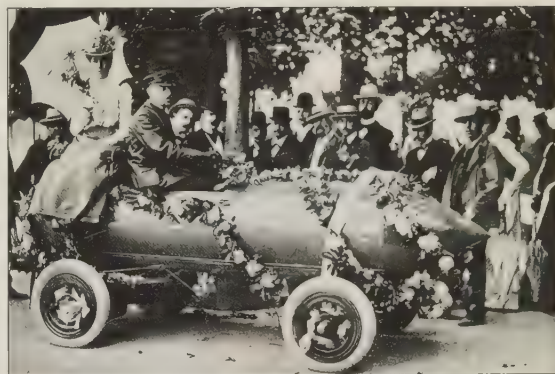
► En 1880, Camille Faure met au point une technique facilitant la formation de l'accumulateur au plomb. En 1881, le Luxembourgeois Henri Owen Tudor reprend le principe et l'industrialise. Beaucoup plus robuste, l'accumulateur tel que nous le connaissons est né.

► À la fin du XIX^e siècle, on fabrique des batteries (assemblage d'accumulateurs) qui peuvent se recharger 2 000 fois et pèsent 100 kg ; elles sont utilisées dans les trains et les voitures. En 1899, elles propulsent la « Jamais Contente », une voiture électrique, à la vitesse de 106 km·h⁻¹.

► Dans les années 1990, le choix d'autres composants pour remplacer le plomb (nickel et lithium notamment), ainsi que la miniaturisation, ont permis la mise au point de batteries qui équipent les téléphones et les ordinateurs portables.



a Gaston Planté (1837-1889), physicien français.



b La « Jamais Contente » et son pilote Camille Jenatzy, le jour de son record de vitesse.

9. Lire. Préciser les principales étapes de la naissance de l'accumulateur actuel.

10. Comprendre. Quel est l'intérêt majeur d'un accumulateur ?

11. Comprendre. Sous quelle forme l'énergie est-elle stockée dans un accumulateur et dans une pile ?

12. Analyser.

Quelle conversion d'énergie se produit lors de la recharge d'un accumulateur ?

13. Rechercher. B2i

Comment faut-il se débarrasser d'un accumulateur ?

Exercice d'auto-évaluation → Corrigés p. 276

Recopier ce texte ; le compléter en utilisant les propositions suivantes.

rechargé • électrique • chimique • thermique • de l'eau.

- Lorsqu'une pile débite un courant électrique, de l'énergie ... est transformée en énergie ... et une partie se dégrade par un transfert ...
- Contrairement à une pile, un accumulateur peut être ...
- Le seul produit rejeté lors du fonctionnement d'une pile à combustible est ...

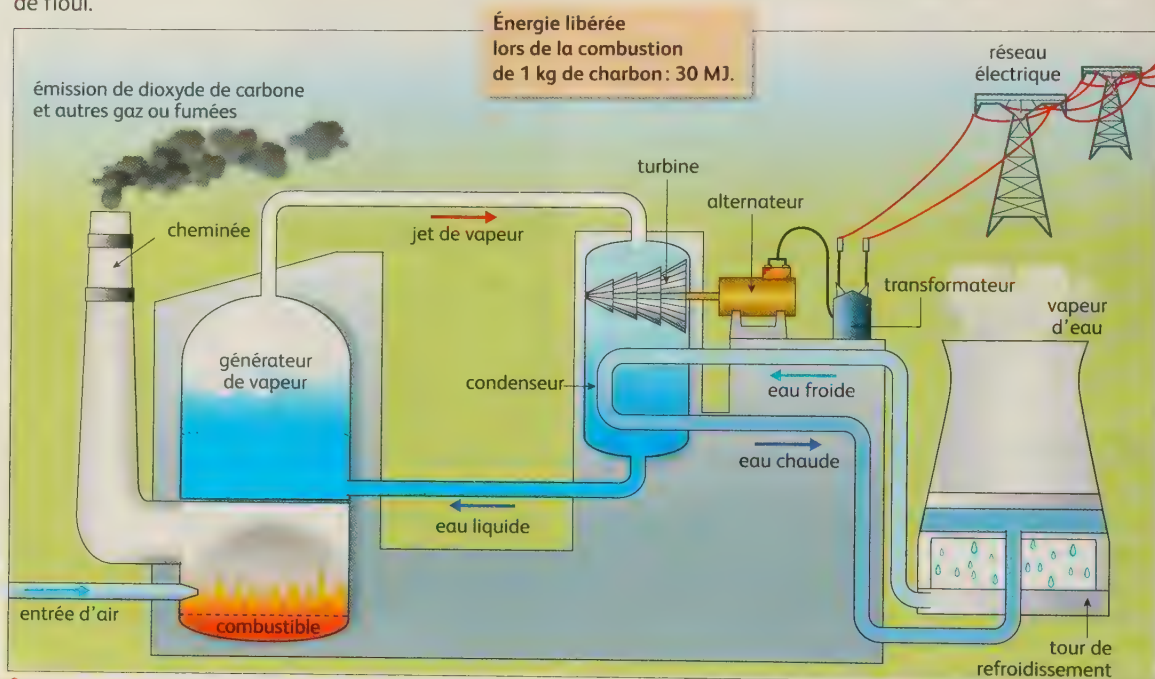
Rédiger

À l'aide de deux chaînes énergétiques, expliquer le mode de fonctionnement d'un accumulateur. Laquelle correspond au fonctionnement d'une pile ?

3 Les centrales thermiques à combustible fossile

Doc. 1 La centrale électrique thermique à flamme

Dans une centrale thermique à flamme, on brûle un combustible fossile, comme du charbon ou du pétrole sous forme de fioul.



a Schéma d'une centrale électrique thermique à flamme.

L'alternateur est constitué d'un électroaimant appelé rotor et d'une bobine (fil métallique enroulé) appelée stator. Il produit de l'énergie électrique lorsque le rotor tourne devant le stator.



1. Savoir. Quel est le rôle principal d'une centrale électrique thermique ?

2. Analyser le schéma

- Quel fluide fait tourner la turbine ?
- Quel est le convertisseur qui transforme l'énergie cinétique en énergie électrique ?
- Quel élément la turbine permet-elle de faire tourner ?
- Schématiser la chaîne énergétique mise en jeu dans cette centrale électrique thermique.
- Quel changement d'état physique de l'eau le condenseur permet-il de réaliser ?
- Quel est le rôle de l'eau froide ?

3. Analyser. Pourquoi les centrales sont-elles construites en bord de mer ou en bord de rivière ?

b Centrale thermique à charbon.
(Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne.)

Doc. 2 Énergie libérée lors d'une combustion

	Énergie libérée pour 1 kg de combustible	Masse de dioxyde de carbone produite
Méthane	55 MJ	2,75 kg
Propane	50 MJ	3,00 kg
Butane	49,5 MJ	3,03 kg
Éthanol	30 MJ	1,90 kg

a Énergie libérée et masse de dioxyde de carbone formé lors de la combustion de 1 kg de quelques combustibles.

4. Analyser. Quel combustible est le plus rentable énergétiquement ? Lequel est le plus « écologique » ? Justifier.



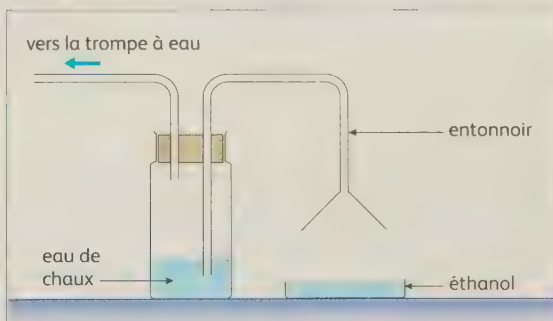
b La combustion du biogaz, obtenu par décomposition de matières organiques, libère de l'énergie chimique qui peut être utilisée pour cuire des aliments.

EXPÉRIMENTER**Doc. 3 Un exemple de combustion**

Une combustion est une transformation chimique entre un combustible et un comburant (généralement le dioxygène de l'air). On réalise la combustion de l'éthanol de formule C_2H_6O .

RÉALISER

- Mettre quelques millilitres d'éthanol dans une coupelle.
- Réaliser le dispositif expérimental ci-contre.
- Mettre en marche doucement la trompe à eau.
- Enflammer l'éthanol à l'aide d'une allumette.
- L'entonnoir recueille les produits de la combustion qui sont aspirés par la trompe à vide et envoyés dans le flacon contenant l'eau de chaux.

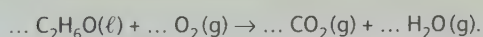


Dispositif expérimental.

5. Observer. Décrire l'aspect de l'eau de chaux avant et après la manipulation.

6. Interpréter. Quelle espèce chimique produite est mise en évidence par le test à l'eau de chaux ?

7. Interpréter. Ajuster l'équation chimique de la combustion de l'éthanol :

**Exercice d'auto-évaluation**

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Dans une combustion, le combustible est souvent le dioxygène.
- Les ressources énergétiques utilisées dans une centrale électrique thermique à flamme sont non renouvelables.
- L'alternateur d'une centrale électrique thermique à flamme transforme directement de l'énergie chimique en énergie électrique.

Rédiger

Écrire un court texte sur les conversions d'énergie dans une centrale électrique thermique à flamme.

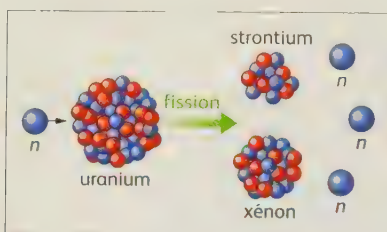
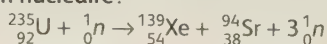
4 Les centrales thermiques à combustible nucléaire

Doc. 1 Qu'est-ce qu'une réaction nucléaire ?

► Contrairement à une réaction chimique, une réaction nucléaire modifie le noyau des atomes. Les réactions de fission et de fusion nucléaires sont les deux grandes catégories de réactions ; elles produisent énormément d'énergie.

► Lors d'une **réaction de fission nucléaire**, un noyau atomique se scinde en plusieurs parties.

► **Exemple.** Sous l'impact d'un neutron ${}_0^1n$, un noyau d'uranium ${}_{92}^{235}\text{U}$ se scinde en un noyau de xénon ${}_{54}^{139}\text{Xe}$ et un noyau de strontium ${}_{38}^{94}\text{Sr}$, et libère trois neutrons. Cette transformation peut être modélisée par l'équation de réaction nucléaire :

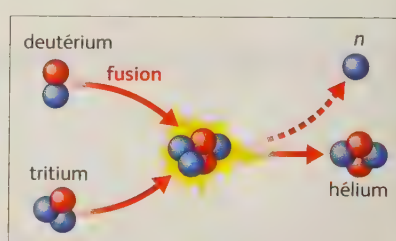
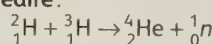


a Réaction de fission nucléaire de l'uranium sous l'impact d'un neutron.

► Lors d'une **réaction de fusion nucléaire**, deux noyaux atomiques fusionnent pour n'en former qu'un.

► **Exemple.** Un noyau de deutérium ${}_1^2\text{H}$ et un noyau de tritium ${}_1^3\text{H}$ fusionnent pour former un noyau d'hélium ${}_2^4\text{He}$ et libérer un neutron ${}_0^1n$.

Cette transformation peut être modélisée par l'équation de réaction nucléaire :



b Réaction de fusion nucléaire du deutérium et du tritium.

Les équations de réactions nucléaires ne respectent pas les lois de conservation des éléments. En revanche, le nombre de nucléons A et la charge électrique sont conservés. Ainsi Z est conservé.

1. Analyser. Justifier que les deux équations nucléaires proposées respectent les lois de conservation énoncées.

2. Rechercher. **B2i** Le projet ITER permettra l'étude de la fusion nucléaire contrôlée. Où va-t-il être construit ? Quels pays financent ce projet ?

Doc. 2 Qu'est-ce qui fait briller le Soleil ?

► Lorsqu'une étoile comme le Soleil brille, de l'énergie nous parvient sous forme de **rayonnement**. Ce rayonnement est une conséquence des réactions de fusion nucléaires qui produisent des noyaux de plus en plus lourds : le noyau d'hélium en premier lieu, jusqu'au noyau de fer. L'étoile explose alors, formant des noyaux encore plus lourds.

► Mais cette mort n'a rien de triste ! C'est grâce à des explosions d'étoiles qui répandent la matière à travers l'univers, que notre planète et nous-mêmes avons été formés : nous sommes des poussières d'étoiles.

Énergie libérée par la fusion de 1 kg de deutérium et de tritium : 8×10^2 TJ.



Le Soleil et ses panaches de feu.

3. Lire. Quelle est l'origine de l'énergie libérée par le Soleil ?

4. Interpréter. Pourquoi dit-on que nous sommes des poussières d'étoiles ?

Doc. 3 La centrale électrique thermique nucléaire

► La plupart des centrales nucléaires françaises fonctionnent avec des **réacteurs à eau pressurisée (REP)** qui utilisent la fission contrôlée de l'uranium 235. La réaction de fission est provoquée par le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron. Divers noyaux plus légers se forment ainsi que plusieurs nouveaux neutrons, ce qui déclenche une **réaction en chaîne**.

► C'est la transformation des noyaux de ces atomes dans le **cœur du réacteur** qui produit l'énergie qui sera récupérée par un transfert thermique et utilisée pour générer de la vapeur, comme dans une centrale thermique à flamme (voir le **doc. 1** page 232).

► Le circuit d'eau permettant de faire fonctionner l'alternateur n'est **jamais en contact** avec le circuit d'eau en contact avec la matière fissile. Cette précaution est nécessaire pour éviter le rejet de matières radioactives produites par la matière fissile au cœur du réacteur.

5. Analyser. Quels sont les points communs et les différences entre une centrale thermique nucléaire et une centrale thermique à flamme ?

6. Analyser. Pourquoi les deux circuits d'eau, primaire et secondaire, doivent-ils être indépendants ?

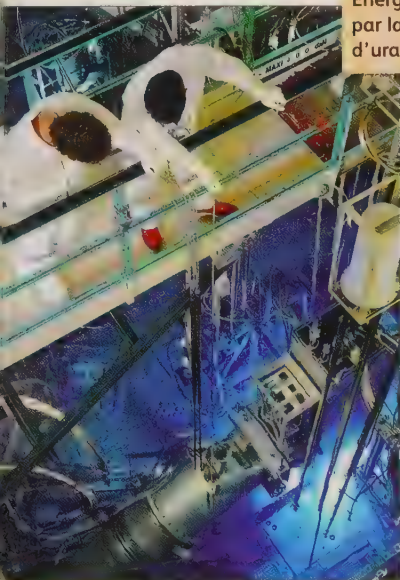
7. Interpréter. De quoi est constitué le « nuage » sortant des tours de refroidissement d'une centrale nucléaire ?

8. Rechercher. Utiliser des informations fournies pages 232 à 235 pour classer les phénomènes suivants par énergie libérée croissante. Indiquer sur l'axe la valeur de l'énergie libérée.

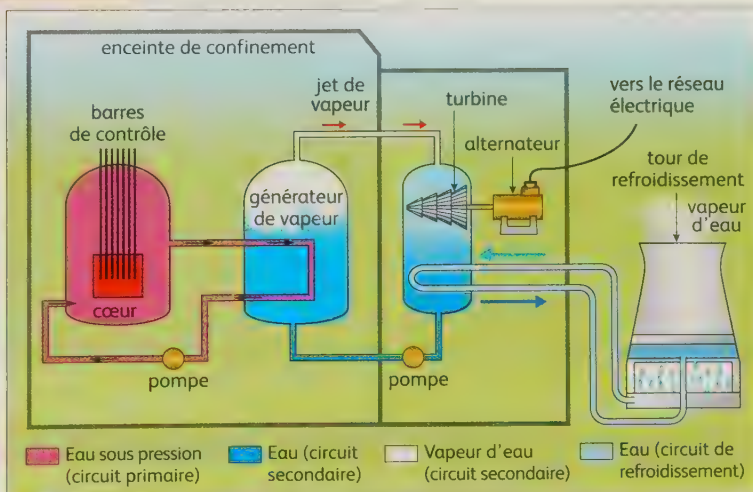
Fission de 1 kg d'uranium 235 • Combustion de 1 kg de charbon • Fusion de 1 kg de deutérium et de tritium.



Énergie libérée
par la fission de 1 kg
d'uranium 235 : 83 TJ.



a Réacteur nucléaire.



b Schéma du réacteur d'une centrale nucléaire.

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Les affirmations sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- Dans une centrale nucléaire, les réactions de fission nucléaires produisent des électrons directement dans les lignes à haute tension.
- Le soleil produit de l'énergie grâce à des réactions de fusion nucléaire.
- Dans l'équation d'une réaction nucléaire, il faut respecter la loi de conservation du nombre de nucléons et de la charge.

Rédiger

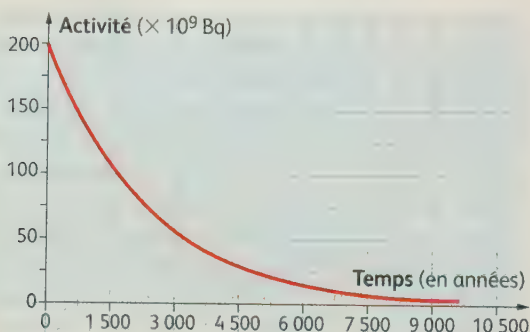
Rédiger un court texte sur les conversions d'énergie dans une centrale électrique thermique nucléaire.

5 Impact de l'exploitation des ressources énergétiques

Doc. 1 La gestion des déchets nucléaires

► Les réacteurs nucléaires transforment l'uranium 235 en plusieurs éléments instables, comme le radium 222, qui subissent à leur tour des **transformations nucléaires spontanées**. Ces nouvelles transformations génèrent l'émission de **particules dangereuses pour la santé** car elles réagissent en particulier avec la molécule d'ADN.

► L'évaluation de la dangerosité d'un échantillon radioactif peut se faire par la mesure de son **activité**, définie comme le nombre de noyaux transformés par seconde. Elle s'exprime en **becquerel**, en hommage à Henri Becquerel qui découvrit la radioactivité en 1896. Cette activité **décroît avec le temps**. La vitesse de cette décroissance est évaluée par la **demi-vie de l'échantillon radioactif**, durée nécessaire pour que son activité soit divisée par deux.



■ Courbe de décroissance radioactive de l'activité d'un échantillon de radium en fonction du temps.

► Cette demi-vie est **très variable** suivant la nature de l'élément radioactif : elle est par exemple de trente ans pour le césium 137 et de huit jours pour l'iode 131.

► La récupération et le stockage des **déchets radioactifs** est une problématique majeure de l'énergie nucléaire. Le plus souvent, les déchets sont stockés dans des fûts, régulièrement contrôlés.

► Mais l'extrême grandeur des durées de vie de certains sous-produits de l'industrie nucléaire pose des **problèmes de stockage à long terme**. Le plutonium 239, par exemple, a une demi-vie de 24 000 ans.

► Une des options est l'enfouissement en couches géologique profondes, projet encore discuté à l'heure actuelle. La loi du 28 juin 2006 prévoit qu'un projet de stockage en couches profondes soit soumis au Parlement en 2015 et, sous réserve de son acceptation, l'ouverture du centre de stockage interviendrait en 2025.

1. Analyser. Quelle est la valeur initiale de l'activité de l'échantillon de radium ?

2. Analyser. Par construction graphique, déterminer la demi-vie de l'élément radium.

3. Rechercher. **B2i** Pourquoi choisir un enfouissement des déchets à longue durée de vie en couches profondes plutôt qu'en couches superficielles ?

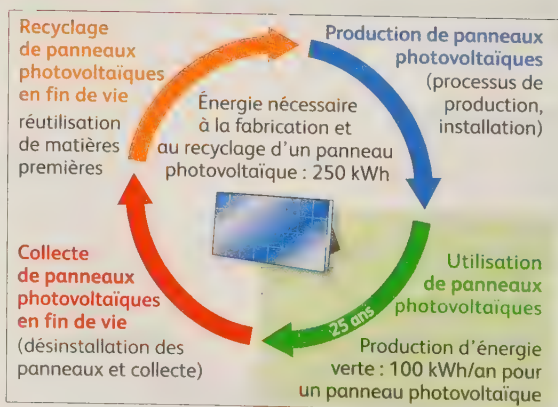
Doc. 2 Exploiter des ressources renouvelables

► La construction des dispositifs exploitant une ressource d'énergie renouvelable, ainsi que leur recyclage lorsqu'ils sont usés, nécessitent de l'énergie.

► Pour chaque ressource énergétique (renouvelable ou non), il est donc nécessaire de faire une **évaluation globale du coût énergétique** de son exploitation.

4. Calculer. Quel est le rapport entre l'énergie $\mathcal{E}_p$ produite par un panneau photovoltaïque au cours de sa durée d'exploitation et l'énergie $\mathcal{E}_f$ nécessaire à sa fabrication et son recyclage ?

5. Rechercher. **B2i** Quel est ce rapport pour le bioéthanol ?



■ Cycle de vie d'un panneau photovoltaïque.

Doc. 3 L'effet de serre

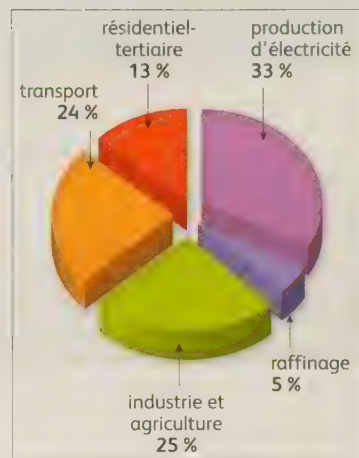
► L'effet de serre est un **processus naturel** qui permet à l'atmosphère terrestre de se maintenir à une température moyenne de 15 °C au sol.

► Le rayonnement thermique ① émis par le Soleil élève la température du sol. À son tour, le sol émet un rayonnement thermique ② qui est en partie absorbé par certains gaz de l'atmosphère comme le dioxyde de carbone, le méthane et la vapeur d'eau, ce qui élève leur température.

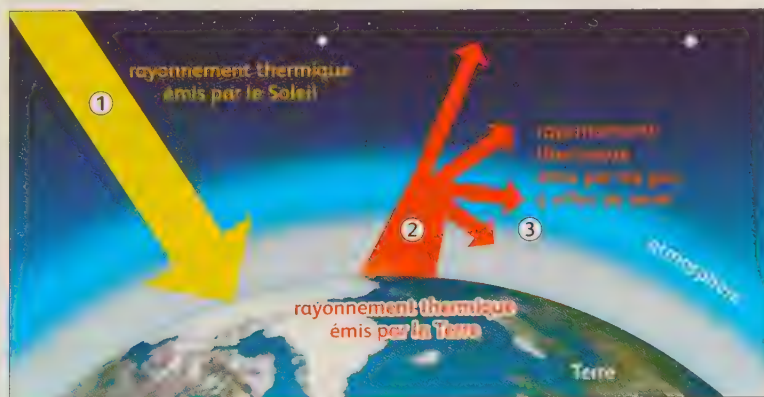
Ces molécules émettent alors à leur tour un rayonnement thermique ③, dans toutes les directions, en particulier vers le sol : une partie du rayonnement thermique émis par la Terre lui est donc restitué.

► Avec les activités humaines, la quantité des gaz à effet de serre (GES) a augmenté ; en particulier, celle de dioxyde de carbone (CO_2) s'est accrue de 30 % au cours des deux derniers siècles. Ceci entraîne une amplification de l'effet de serre naturel. On parle d'**effet de serre « anthropique »**.

► La communauté scientifique, dans une très large majorité, considère aujourd'hui que cet effet de serre « anthropique » a des conséquences directes sur la température et le climat terrestres. C'est pourquoi, au cours du 2^e Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en juin 1992, la communauté internationale a donné le coup d'envoi d'un programme visant à lutter contre le réchauffement climatique.



b Origine anthropique des GES.



a Principe de l'effet de serre terrestre atmosphérique.

6. Lire. Citer trois gaz à effet de serre.

7. Interpréter. Pourquoi la production d'électricité augmente-t-elle la quantité de GES dans l'atmosphère ?

8. Recherche. B2i Quels sommets ont suivi celui de Rio pour donner suite à la lutte contre le réchauffement climatique ?

Bilan

Exercice d'auto-évaluation

→ Corrigés p. 276

Recopier le texte ; le compléter en utilisant les propositions suivantes.

l'activité • « anthropique » • la santé • naturel • la demi-vie • fission spontanée • température.

- Les produits formés par les centrales nucléaires subissent des réactions de ... qui produisent des particules et des rayonnements dangereux pour ... La dangerosité de ces produits est évaluée par ... de l'échantillon, grandeur en décroissance, et qui est divisée par deux au bout d'une durée : ...
- L'effet de serre est un phénomène ... qui permet à l'atmosphère terrestre de se maintenir à une ... propice à la vie. Ce phénomène est amplifié par la production ... de gaz à effet de serre.

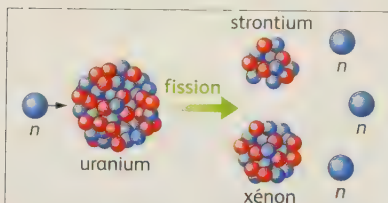
Rédiger

Quels paramètres doit-on prendre en compte pour discuter des avantages et des inconvénients de l'exploitation d'une ressource énergétique, y compris en terme d'empreinte environnementale ?

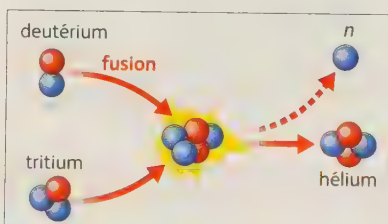
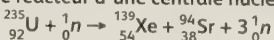
Énergie : conversion, transport, stockage



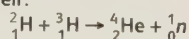
a Le gaz naturel est principalement constitué de méthane. L'équation de sa combustion s'écrit :

$$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$


b Exemple de fission se produisant dans le réacteur d'une centrale nucléaire :



c Exemple de fusion se produisant dans le Soleil :



1 Conversions d'énergie

- ▶ L'énergie ne se crée pas ou ne se perd pas. Elle existe sous de multiples formes et est **convertie d'une forme à une autre**.
- ▶ Les **centrales électriques thermiques** réalisent de multiples **conversion d'énergies**, grâce à des dispositifs tels que les brûleurs, le cœur du réacteur nucléaire, les turbines ou les alternateurs. Ces dispositifs réalisent des **transferts d'énergie**, mais aussi des dégradations par transfert thermique. Ces conversions sont modélisées par une **chaîne énergétique**.

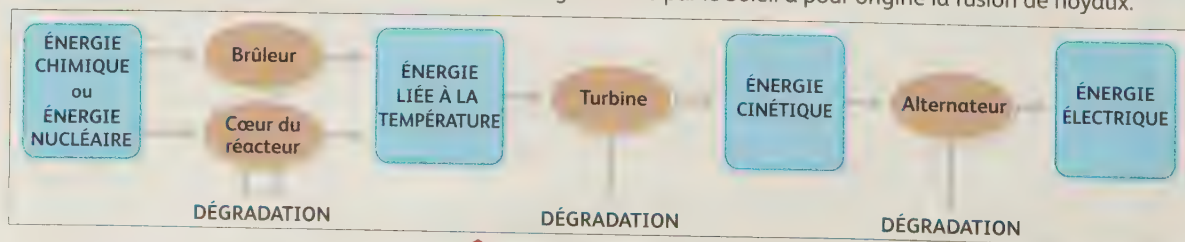
2 Les transformations utilisées dans les centrales électriques thermiques

2.1 La combustion : une transformation chimique

- ▶ Une **combustion** est la transformation chimique entre un **combustible** et un **comburant** (généralement le dioxygène de l'air). Elle est à la base du fonctionnement d'une centrale électrique thermique à flamme.
- ▶ Le combustible peut être du gaz naturel, du fioul ou du charbon. Leur combustion produit du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O .
- ▶ Lorsqu'une combustion n'est pas parfaitement maîtrisée, elle peut aussi libérer des polluants comme le monoxyde de carbone CO , des oxydes de soufre SO_x , des oxydes d'azote NO_x et des fumées.

2.2 La fission et la fusion : des transformations nucléaires

- ▶ La plupart des **réactions nucléaires** sont des réactions au cours desquelles il y a transformation des éléments chimiques. Au cours d'une réaction nucléaire, le **nombre de nucléons A et la charge électrique sont conservés**. Par conséquent, le « nombre de charge » Z est conservé.
- ▶ La **fission** provoquée est une réaction nucléaire au cours de laquelle, sous l'impact d'un neutron, le noyau lourd d'un atome éclate généralement en deux noyaux plus légers (**figure c**). De l'énergie est alors libérée. La **fission** provoquée est aujourd'hui utilisée dans les réacteurs nucléaires des centrales électriques thermiques nucléaires.
- ▶ La **fusion** est une réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux légers fusionnent pour former un noyau plus lourd (**figure d**). Les scientifiques cherchent à maîtriser la fusion pour exploiter l'énergie qu'elle libère (projet ITER).
- ▶ L'énergie libérée par le Soleil a pour origine la fusion de noyaux.



a Schéma de la chaîne énergétique d'une centrale électrique thermique.

3 Transport et stockage de l'énergie

- L'électricité est le moyen le plus facile de **transporter de l'énergie**. Cependant, ce transport ne se fait pas sans dégradation d'énergie par transfert thermique le long des lignes à haute tension.
- Pour **stocker l'énergie**, on peut utiliser différents moyens :
 - les **barrages**, qui stockent l'énergie sous forme d'énergie potentielle de pesanteur,
 - les **piles**, qui stockent de l'énergie chimique, qui une fois consommée ne peut être reconstituée, ou les piles à combustibles, alimentées en continu par les réactifs;
 - les **accumulateurs**, dispositifs permettant de convertir l'énergie chimique en énergie électrique, et vice versa.

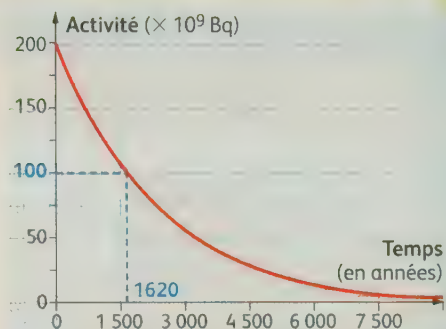
4 Problèmes liés à l'exploitation des ressources

4.1 Décroissance radioactive

- Certains noyaux obtenus lors d'une fission sont **radioactifs**, c'est-à-dire qu'ils émettent des rayonnements par d'autres réactions de fission nucléaires.
- Un échantillon radioactif se caractérise par son **activité**. Cette grandeur désigne le nombre de noyaux par seconde subissant une fission (appelé aussi désintégration), dont l'unité est le **becquerel**, de **symbole Bq**.
- L'**activité décroît avec le temps** : elle est divisée par deux au bout d'une durée appelée **demi-vie**, qui ne dépend que du noyau radioactif.
- Les rayonnements émis par des matières radioactives sont nocifs pour la santé. Il est donc indispensable de stocker les déchets radioactifs de façon à empêcher la propagation de ces rayonnements. La demi-vie des éléments radioactifs stockés est l'un des éléments pris en compte pour décider du système de stockage adéquat.

4.2 L'effet de serre

- La lumière du Soleil est partiellement absorbée par le sol, ce qui le réchauffe. Le sol réémet à son tour un rayonnement thermique, ce qui le refroidit.
- Dans l'atmosphère, certains gaz comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone ou le méthane absorbent le rayonnement thermique, puis le réémettent dans toutes les directions, en particulier vers la Terre.
- Ce phénomène naturel, appelé **effet de serre**, maintient sur Terre une température propice à la vie.
- Les rejets de gaz à effet de serre dus aux activités humaines, et à l'utilisation des ressources énergétiques fossiles intensifient le phénomène et contribuent à une augmentation de la température de la surface terrestre.



e Courbe de décroissance radioactive de l'activité d'un échantillon. Lorsque t est égal à la demi-vie, l'activité a été divisée par 2.

Noyau radioactif A_ZX	Demi-vie
${}^{131}_{53}\text{I}$	8,1 jours
${}^3_1\text{H}$	12 ans
${}^{14}_6\text{C}$	$5,73 \times 10^3$ ans
${}^{235}_{92}\text{U}$	$7,1 \times 10^8$ ans
${}^{238}_{92}\text{U}$	$4,5 \times 10^9$ ans

f Exemples de demi-vies.

Selon les atomes radioactifs concernés, cette durée est très variable.



g Effet de serre.

MOTS-CLÉS

Accumulateur • Conversion d'énergies • Centrale électrique thermique
• Combustion • Décroissance radioactive • Effet de serre • Fission
nucléaire • Fusion nucléaire • Pile • Transfert d'énergie

Les sciences autrement

SCIENCES & TECHNOLOGIE

La maison passive

■ Une maison passive est une habitation qui assure, par le seul biais de ses fenêtres et ses murs, une température ambiante agréable tout au long de l'année, sans utilisation conventionnelle d'un système de chauffage.

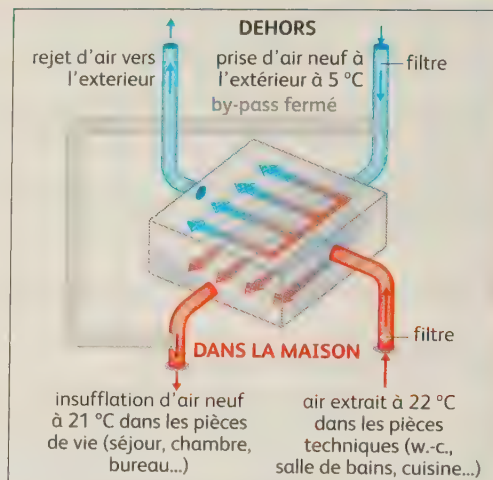
■ Cela passe par une utilisation optimale du chauffage passif fourni par le rayonnement solaire thermique à travers les fenêtres et baies vitrées en triple vitrage, mais aussi par la chaleur intérieure dégagée par l'utilisation d'appareils ménagers et par les habitants eux-mêmes ! En pratique, ces habitations n'utilisent un système de chauffage que quelques jours par an.

■ La ventilation double-flux permet de renouveler l'air dans la maison avec une perte très faible d'énergie : l'air froid entrant dans la maison est réchauffé par l'air chaud qui en sort.

■ Un nombre rapidement croissant de maisons et d'immeubles passifs sont construits chaque année en Europe.



<http://blog.senova-renovation.com/tag/maison-sans-chauffage/>
http://fr.ekopedia.org/Ventilation_double_flux



Principe de fonctionnement
de la circulation d'air d'une maison passive.

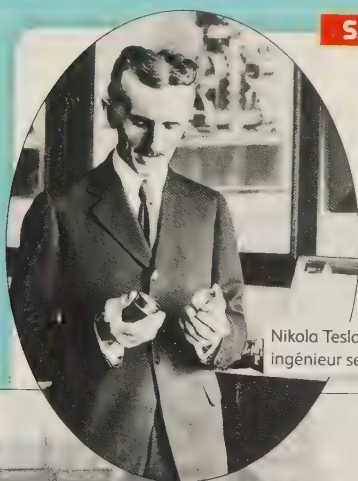
SCIENCES & LITTÉRATURE

Transporter l'électricité

Contrairement à Thomas Edison, qui prônait l'utilisation du courant continu, Nikola Tesla comprit à la fin du XIX^e siècle l'intérêt du courant alternatif haute tension : le transport de l'énergie électrique avec le moins de dégradation possible. L'utilisation des transformateurs permet de le convertir en courant basse tension. Dans son roman *Des éclairs*, Jean Echenoz a romancé les découvertes de cet inventeur génial au travers de la vie de Gregor, son alter ego fictif.

Ça ne marchera jamais, ces tramways, commente le contremaître assis près de Gregor. Ça n'est pas adapté aux rues. Si, dit Gregor, forcément, ils finiront par s'adapter un jour ou l'autre. Tout dépend du système d'énergie, c'est ça qui ne va pas, c'est le courant continu. [...] Et il entreprend d'expliquer, en brèves phrases claires, étonnamment intelligibles, les inconvénients du courant continu, alors qu'un système alternatif permettrait d'utiliser des transformateurs susceptibles d'élever et d'abaisser la tension. Grâce à ces transformateurs, on pourrait envoyer des milliers de volts à ces centaines de kilomètres, tant qu'on voudrait, à l'aide de câbles à haute tension. Faible ampérage, donc faibles pertes, voyez-vous. [...] En bout de parcours, conclut Gregor, d'autres transformateurs installés chez les destinataires réduiraient la tension pour l'utilisateur final. On pourrait ainsi distribuer le courant sur de grandes distances : plus besoin d'habiter près d'une centrale pour avoir de l'électricité. C'est pour ça que ce serait mieux, le courant alternatif. Ça coûterait bien moins cher et ça marcherait bien mieux. Pareil avec les tramways. Mais je vous embête avec ces histoires.

Jean Echenoz, *Des éclairs*, © 2010 Les Éditions de Minuit



Nikola Tesla (1856-1943),
ingénieur serbe.



Le tramway à New York (1890).

Les accidents nucléaires

■ L'échelle internationale des événements nucléaires (INES, de l'anglais *International Nuclear Event Scale*) sert à mesurer la gravité d'un accident nucléaire. Elle est graduée de 0 (un écart) à 7 (accident majeur). C'est un outil de communication destiné à faciliter la perception par les médias et le public de l'importance des accidents nucléaires.

■ Le niveau 1 (anomalie) est atteint plus d'une centaine de fois par an en France. Seul l'accident nucléaire de Tchernobyl en URSS en 1986 a atteint le niveau 7 : une suite malheureuse d'événements a conduit à une explosion d'origine chimique qui a détruit la dalle de béton recouvrant le réacteur. La matière radioactive s'est alors répandue dans l'atmosphère.

■ En mars 2011, un tsunami consécutif à un violent tremblement de Terre au Japon a endommagé le système de refroidissement de la centrale de Fukushima, entraînant un grave accident nucléaire.

ACCIDENT	Accident majeur	7
	Accident grave	6
	Accident	5
	Accident	4
INCIDENT	Incident grave	3
	Incident	2
	Anomalie	1
	Écart	0

L'alerte nucléaire a franchi un nouveau et dramatique palier au Japon, avec l'explosion survenue mardi 15 mars, entre 6 heures et 6 h 15 (heure japonaise), sur le réacteur n° 2 de la centrale de Fukushima-Daiichi, à 240 km au nord de Tokyo. Lundi 14 mars,

l'ASN [autorité de sûreté nucléaire] considérait que la situation à Fukushima représentait un accident nucléaire « de niveau au moins 5 et sans doute 6 », juste en dessous du niveau maximal, de 7, attribué à la catastrophe de Tchernobyl.

Le Monde, 16/03/2011.



 SUR LE WEB

<http://www.irsn.fr/>

Le marché de la voiture électrique



Prototype électrique Renault (mars 2010). Les prototypes des voitures électriques ont souvent un design très innovant.

■ Un des problèmes de la voiture électrique, indépendamment des progrès technologiques encore à réaliser en termes d'autonomie de la batterie, est son prix.

■ Pour aider les consommateurs, les états européens proposent des incitations à l'achat par des primes ou encore des aides fiscales. Ces aides doivent cependant respecter les règles de l'OMC, organisation mondiale du commerce.

■ Ce comportement, en apparence altruiste, ne l'est pas tout à fait : l'augmentation des ventes de véhicules électriques permet aux constructeurs d'abaisser les coûts de production et d'enclencher ainsi une boucle « vertueuse » : véhicules moins chers, donc mieux vendus, jusqu'à atteindre un équilibre. La croissance économique engendrée devrait permettre aux états de rentabiliser leur investissement de départ.

 SUR LE WEB

<http://lecercle.lesechos.fr/entreprises-marches/industrie/221131572/la-voiture-electrique-un-pair-qui-risque-de-couter-cher>

Vérifier ses connaissances

→ Corrigés p. 279

1 Questions de cours

- 1 Qu'est-ce qui distingue une pile et un accumulateur électrochimique ?
- 2 Quelle particularité une pile à combustible a-t-elle par rapport à une pile ?
- 3 Définir les expressions suivantes : Fusion nucléaire • Fission nucléaire • Combustion.

2 QCM

Choisir la ou les réponses exactes.

1 Parmi les équations de réaction nucléaire suivantes, lesquelles sont correctement écrites ?

- a. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{90}^{234}\text{Th}$ b. ${}_2^4\text{He} + {}_{84}^{214}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{210}\text{Pb}$
 c. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{54}^{131}\text{Xe} + {}_{-1}^0\text{e}^-$ d. ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_1^0\text{e}^-$
 e. ${}_{56}^{139}\text{Ba} \rightarrow {}_{55}^{139}\text{Cs} + {}_{-1}^0\text{e}^-$ f. ${}_{81}^{210}\text{Ti} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{83}^{214}\text{Bi}$

2 Parmi les réactions nucléaires suivantes, lesquelles sont des fissions ?

- a. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{139}\text{Xe} + {}_{38}^{95}\text{Sr} + 2{}_0^1\text{n}$
 b. ${}_4^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1\text{n}$
 c. ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{36}^{91}\text{Kr} + {}_{56}^{142}\text{Ba} + 3{}_0^1\text{n}$
 d. $2{}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$

3 La demi-vie du carbone 14 est de 5 700 ans.

Alors, après 5 700 ans :

- a. il ne reste plus de carbone 14 dans un objet sur deux
 b. il ne reste plus 2 800 noyaux de carbone 14 dans un objet antique
 c. il ne reste plus que la moitié des noyaux de carbone 14 initialement présents dans l'échantillon
 d. son activité est divisée par 2

4 Lors d'une réaction de combustion du méthane CH_4 par le dioxygène O_2 dans l'air :

- a. les produits formés sont le dioxyde de carbone CO_2 et l'eau H_2O
 b. les produits formés sont le monoxyde de carbone CO et le dihydrogène H_2
 c. il y a transfert d'énergie thermique dans l'air

5 Dans une centrale électrique thermique à flamme, il y a conversion :

- a. d'énergie chimique en énergie électrique
 b. d'énergie potentielle de pesanteur en énergie électrique
 c. d'énergie cinétique en énergie électrique

3 Analyser un document

Un accumulateur au plomb d'une voiture est constitué d'une électrode de plomb spongieux (Pb) et d'une autre électrode de dioxyde de plomb (PbO_2) plongées dans une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4).

Lorsqu'un récepteur est relié aux électrodes de l'accumulateur, des réactions chimiques provoquent la circulation d'un courant électrique. Pendant cette décharge, le dioxyde de plomb de l'électrode positive se transforme graduellement en sulfate de plomb (PbSO_4) et le plomb spongieux de l'électrode négative se transforme également en sulfate de plomb. Lorsque les électrodes sont identiques, la tension électrique entre elles s'annule et la circulation du courant s'interrompt.

Afin de recharger l'accumulateur, il faut relier les bornes de l'accumulateur à celles d'une source de tension continue. Cela a pour effet de réaliser en sens inverse les réactions chimiques qui ont eu lieu lors de la décharge. Un nouveau cycle de décharge puis de charge peut commencer.

Fonctionnement d'un accumulateur au plomb.

Pour chaque affirmation, choisir, en donnant une justification courte, la ou les propositions exactes.

D'après le document, on peut dire que :

1 Lorsque l'accumulateur au plomb se décharge :

- a. un courant électrique passe dans les fils reliés aux électrodes
 b. le plomb se transforme en sulfate de plomb
 c. le dioxyde de plomb se transforme en plomb

2 Lorsque l'accumulateur au plomb se charge :

- a. un courant électrique passe dans les fils reliés aux électrodes
 b. le sulfate de plomb d'une électrode se transforme en plomb spongieux
 c. le sulfate de plomb de l'autre électrode se transforme en dioxyde de plomb

3 Une fois un cycle de décharge et de charge effectué :

- a. un seul autre cycle est possible
 b. il faut remettre de l'acide sulfurique pour réaliser un autre cycle
 c. il n'est pas nécessaire de changer les électrodes de plomb

Appliquer ses connaissances

4 L'électricité comme mode de transfert d'énergie

La vitesse de l'information propagée par le courant électrique dans un fil de cuivre est d'environ $273\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Ainsi, dans le cas d'une ampoule reliée à un interrupteur par un fil de cuivre de 10 m, l'ampoule s'allume $3,7 \times 10^{-8}$ secondes après la fermeture de l'interrupteur.

QUESTIONS

- 1 Quel avantage le courant électrique a-t-il par rapport à d'autres modes de transfert de l'énergie ?
- 2 Peut-on stocker de « l'énergie électrique » ?

5 La cogénération

Côté technologique, [la cogénération] ne présente que des avantages : elle tire profit de la chaleur produite par les moteurs ou les turbines pour la réutiliser dans un processus industriel ou un réseau de chauffage, au lieu de rejeter ces **calories** dans les fumées. Le rendement énergétique global peut atteindre 65 % à 70 %, voire 80 %.

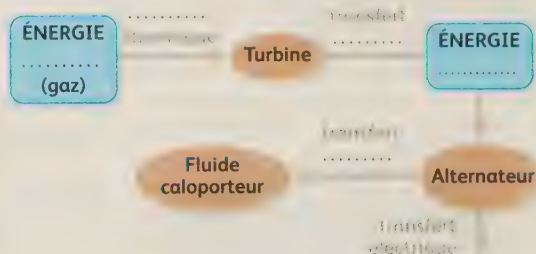
À la clé, des économies de 10 % à 25 % d'énergie primaire, donc de moindres rejets de gaz à effet de serre. Prenons l'exemple des turbines au gaz naturel. Le gaz, injecté dans la chambre de combustion, est mélangé à de l'air comprimé.

Cela entraîne une turbine dont l'énergie mécanique est **transformée en électricité** par un alternateur. La chaleur des gaz d'échappement (environ $500\text{ }^{\circ}\text{C}$) est récupérée dans une chaudière, où elle réchauffe le **fluide caloporteur** d'un échangeur.

Isabelle Bellin, « Pourquoi pas nous »,
LA RECHERCHE, Objectif Terre 2050,
janvier 2008 n° 415.

QUESTIONS

- 1 **B2i** Rechercher la signification du terme calorie. Est-il employé à bon escient dans ce document ?
- 2 Que « transporte » un fluide « caloporteur » ?
- 3 Améliorer l'expression surlignée : « transformée en électricité ».
- 4 Compléter la chaîne énergétique simplifiée ci-dessous, rendant compte de la conversion d'énergie réalisée par l'usine de cogénération décrite dans le texte.



6 Les biocarburants

► Dès la fin du XIX^e siècle, les premiers essais d'introduction d'alcool de betterave dans les moteurs à combustion furent tentés. Le bas coût des dérivés du pétrole fit abandonner cette filière.

► Actuellement, il existe deux types de biocarburants :

– le bioéthanol issu de la fermentation des sucres contenus dans différents végétaux ;

– les biocarburants issus des huiles végétales brutes.

► L'utilisation des biocarburants contribue à diminuer les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de la vie du biocarburant, de sa production à sa consommation. Pour les carburants fossiles, ce cycle commence avec l'extraction du pétrole tandis que pour les carburants d'origine végétale, il débute au moment de la plantation.

► Les biocarburants représentent une alternative écologique séduisante, mais ils ne pourront jamais complètement remplacer les carburants fossiles : le pourcentage de terre nécessaire pour le remplacement total du pétrole par les biocarburants au niveau mondial par rapport aux terres

cultivables est de 370 % pour le colza à 9 500 % pour le blé. De plus, pour produire des cultures alimentaires, de l'eau est nécessaire. Ainsi on peut dire qu'une voiture qui consomme 6 litres de biocarburant à base de maïs pour 100 km, consomme aussi 4 500 litres d'eau pour 100 km.

QUESTIONS

- 1 Quels sont les deux types de biocarburants ?
- 2 Quand, dans le cycle du carbone, les plantes consomment-elles du dioxyde de carbone ?
- 3 Pourquoi, bien qu'ils produisent des gaz à effet de serre, les biocarburants ne contribuent-ils pas à l'effet de serre « anthropique » ?
- 4 Pourquoi les biocarburants ne pourront-ils jamais remplacer totalement les carburants d'origine fossile ?
- 5 Justifier l'affirmation :
« Une voiture qui roule grâce à du biocarburant consomme de l'eau. »

7 Rendement de conversion

Une cellule solaire à large bande

Des physiciens américains ont mis au point un alliage d'arséniure de gallium, dont certains atomes d'arsenic ont été remplacés par l'azote. De cette manière, ils produisent des cellules solaires capables de capter la majeure partie du spectre solaire, des ultraviolets aux infrarouges. Ils espèrent un rendement de conversion de 40 %.

Contrairement à d'autres types de cellules offrant ces performances en laboratoire, celles-ci sont fabriquées avec un procédé très proche de méthodes industrielles, et seraient donc nettement moins onéreuses.

LA RECHERCHE,
mars 2011, n° 450

On appelle rendement de conversion le rapport de l'énergie convertie à l'énergie fournie à l'entrée du convertisseur.

QUESTIONS

1 Quels sont les trois types de radiations dont l'énergie est convertie par ces panneaux solaires ?

2 La puissance solaire reçue sur Terre par temps clair est de l'ordre de 1 kilowatt par mètre carré de surface éclairée. Calculer, en kilowattheure, l'énergie électrique fournie par un panneau solaire de 2 m² décrit dans l'article pendant une période de 3 heures.

3 **B2i** Recherche le rendement de conversion des cellules solaires actuellement commercialisées.

8 Contamination à l'iode radioactif

En cas d'accident nucléaire, il est recommandé aux populations proches de l'accident de prendre des pastilles « d'iode » constituées d'iodure de potassium KI. L'iode de ces pastilles est l'isotope 127.

Au cœur des centrales nucléaires se forme de l'iode 131, noyau radioactif dont la demi-vie est d'environ huit jours. Ainsi, au bout de huit jours, son activité est divisée par deux.

« L'iode » 127 ou 131 ingéré ou inhalé s'accumule dans la thyroïde jusqu'à sa saturation.

QUESTIONS

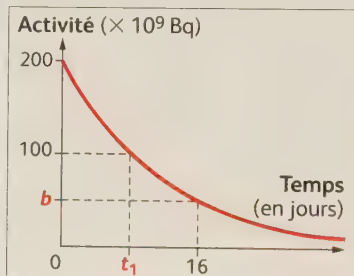
1 Quelle est la valeur de l'activité de l'échantillon à la date $t = 0$ jour ?

2 Quelle est la valeur de la date t_1 ?

3 Quelle est la valeur de l'activité b ?

4 Quel effet l'ingestion d'iode 127 a-t-elle sur l'organisme en cas d'exposition à de l'iode radioactif ?

5 Argumenter sur l'inutilité de prolonger le traitement plusieurs semaines après l'exposition.



Courbe de décroissance radioactive d'un échantillon d'iode 131.

Sciences et avenir

9 L'énergie du xxii^e siècle ?

À chaque particule de matière correspond une particule d'antimatière, dont les caractéristiques sont identiques, mais dont la charge est opposée.

Les physiciens ont capturé des antiatomes.

[...] Tout comme l'hydrogène est le plus simple des atomes de la matière, l'antihydrogène est le plus simple des atomes de l'antimatière, composé d'un antiproton et d'un positon (nom de l'antiélectron). [... Les particules et les antiparticules] s'annihilent dans une débauche d'énergie aussitôt qu'elles se rencontrent.

Pierre Barthélémy, LA RECHERCHE, mars 2011, n° 450

	Énergie libérée
1 g d'antimatière	240 TJ
1 kg de deutérium et de tritium	800 TJ
1 kg d'uranium	83 TJ
1 kg de charbon	30 MJ

Énergies libérées.

QUESTIONS

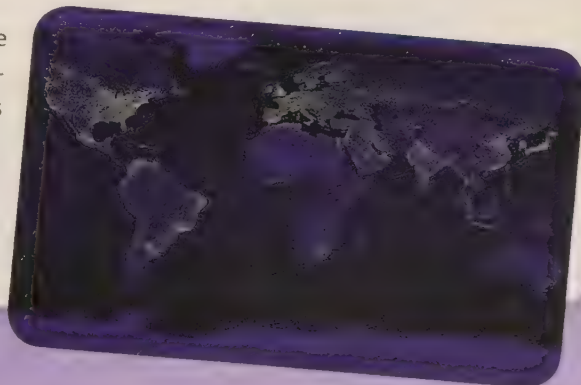
1 Pourquoi est-il difficile de stocker de l'antimatière ?

2 Calculer l'énergie libérée par 1 kg d'antimatière.

3 Calculer les masses m_1 de deutérium et de tritium, m_2 d'uranium et m_3 de charbon qui fournissent la même énergie.

Le défi énergétique

- ▶ L'énergie est une grandeur physique qui s'exprime en joule (J) dans le système international. La puissance d'un appareil est l'énergie qu'il consomme ou produit par unité de temps. Elle s'exprime en watt (W).
- ▶ Les ressources énergétiques sont classées en deux catégories :
 - les ressources renouvelables qui ont des durées d'exploitation plus grandes ou au moins égales à leurs durées de reconstitution ;
 - les ressources non renouvelables qui ont des durées d'exploitation plus faibles ou beaucoup plus faibles que leurs durées de reconstitution.Le Soleil, source de rayonnement, est classé parmi les ressources énergétiques renouvelables car sa durée d'exploitation est quasi illimitée à notre échelle.
- ▶ L'énergie ne se crée pas ou ne se perd pas. Elle existe sous de multiples formes et est convertie d'une forme à une autre. Elle peut être stockée sous forme d'énergie chimique dans les piles et les accumulateurs. L'électricité est le moyen le plus facile de la transporter.
- ▶ Les centrales électriques convertissent en énergie électrique :
 - l'énergie chimique lors des combustions ;
 - l'énergie nucléaire lors des réactions de fission nucléaire.
- ▶ La fission nucléaire est une réaction où un noyau lourd est généralement scindé en deux noyaux plus légers. La fusion nucléaire est une réaction où deux noyaux légers sont réunis pour former un noyau lourd.
- ▶ La consommation mondiale d'énergie ne cesse de s'accroître. L'exploitation des ressources énergétiques a un impact sur nos sociétés comme sur l'environnement, que ce soit par le stockage des produits radioactifs de longue durée de vie ou par la production de dioxyde de carbone qui accroît l'effet de serre naturel.



Exercices Objectif Bac

À la fin de l'année scolaire, vous allez passer l'épreuve anticipée de Sciences du baccalauréat. À partir de la session 2011-2012, une nouvelle épreuve est mise en place, dont voici la description.

L'épreuve comprend **trois parties**. Deux parties ne peuvent pas concerner le même thème.



I. Partie 1 portant sur l'un des deux thèmes communs aux sciences de la vie et de la Terre et aux sciences physiques et chimiques: le thème 1, « Représentation visuelle » ou le thème 2, « Nourrir l'humanité ».

L'évaluation porte sur les acquis de ces deux disciplines. Cette partie est notée sur **8 points**.

Vous devrez produire un commentaire rédigé en vous appuyant sur l'analyse des documents de l'exercice.



II. Partie 2 portant sur l'un des thèmes des sciences physiques et chimiques (le thème 1, le thème 2 ou le thème 4). Le thème de cette partie est forcément différent du thème sur lequel porte la partie 1 de l'épreuve.

L'évaluation porte sur les acquis de sciences physiques et chimiques. Cette partie est notée sur **6 points**.

L'exercice peut s'appuyer sur des documents ou non. Le questionnement peut être ouvert et demander une réponse rédigée ou prendre la forme d'un QCM.



III. Partie 3 portant sur l'un des thèmes des sciences de la vie et de la Terre (le thème 1, le thème 2 ou le thème 3). Le thème de cette partie est forcément différent du thème sur lequel porte la partie 1 de l'épreuve.

L'évaluation porte sur les acquis des sciences de la vie et de la Terre. Cette partie est notée sur **6 points**.

L'exercice peut s'appuyer sur des documents ou non. Le questionnement peut être ouvert et demander une réponse rédigée ou prendre la forme d'un QCM.

Voici quelques exemples d'organisation d'un sujet. Il en existe beaucoup d'autres.

Organisation 1

Partie 1 **P-C** et **SVT** : thème 2

Partie 2 **P-C** : thème 1

Partie 3 **SVT** : thème 3

Organisation 2

Partie 1 **P-C** et **SVT** : thème 2

Partie 2 **P-C** : thème 4

Partie 3 **SVT** : thème 3

Organisation 3

Partie 1 **P-C** et **SVT** : thème 1

Partie 2 **P-C** : thème 2

Partie 3 **SVT** : thème 3

Organisation 4

Partie 1 **P-C** et **SVT** : thème 1

Partie 2 **P-C** : thème 4

Partie 3 **SVT** : thème 3

Dans les pages qui suivent, nous vous proposons des exercices pour chacune des trois parties de l'épreuve.

Vous pouvez reconstituer des sujets complets en associant un exercice pris dans chacune des trois parties, en veillant bien à choisir trois thèmes différents.



Partie 1. Exercices portant sur les deux thèmes communs aux SVT et à la Physique-chimie

THÈME 1. Représentation visuelle

1 Bac Les troubles de la DMLA et de la cataracte (8 points)

Cristallin
Rétine
Défauts de vision
Correction

DOCUMENT 1. La cataracte

La cataracte est l'opacification de tout ou partie du cristallin; c'est une pathologie très fréquente (150 000 à 200 000 interventions chirurgicales de cataracte sont pratiquées chaque année en France) et en augmentation constante dans les pays industrialisés du fait de l'allongement de l'espérance de vie.

C'est une des plus grandes réussites de la chirurgie oculaire pouvant restituer une fonction visuelle quasi normale.

Données extraites du site www.univ-rouen.fr, le 20/11/2006

DOCUMENT 2. Cataracte et DMLA

La dégénérescence maculaire liée à l'âge (ou DMLA) est due à la dégénérescence d'une petite partie de la rétine appelée macula (ou fovéa ou tâche jaune) et qui est située sur l'axe principal de l'œil. Elle entraîne la perte progressive de la vision des couleurs et des détails jusqu'à ne plus pouvoir lire ou regarder la télévision. Dans la vision normale (figures **a** et **b**), le centre du champ visuel est parfaitement net (vision centrale), la vision périphérique étant floue mais cela suffit à assurer une vision globale nette. La figure **c** représente la vision d'un individu atteint de DMLA, la figure **d** celle d'un individu ayant une cataracte.

a LA DÉGÉNÉRESCENCE
MACULAIRE LIÉE À L'ÂGE
EST UNE ANOMALIE
DE LA VISION QUI INTERDIT
TOUTE VISION NETTE
AU CENTRE DU CHAMP VISUEL.

b LA CATARACTE EST
UNE ANOMALIE
DE LA VISION LIÉE À L'ÂGE
QUI INTERDIT
TOUTE VISION NETTE

c LA DÉGÉNÉRESCENCE
MACULAIRE LIÉE À L'ÂGE
EST UNE ANOMALIE
DE LA VISION QUI INTERDIT
TOUTE VISION NETTE
AU CENTRE DU CHAMP VISUEL.

d LA CATARACTE EST
UNE ANOMALIE
DE LA VISION LIÉE À L'ÂGE
QUI INTERDIT
TOUTE VISION NETTE

D'après POUR LA SCIENCE, février 2002

DOCUMENT 3. Implant d'un cristallin artificiel

Un cristallin défailant peut être remplacé par un implant. Après diagnostic, un examen de l'œil permet de calculer avec précision la vergence de la lentille remplaçant le cristallin. Il existe deux types d'implants : monofocaux (réglés sur la vision de loin, demandant éventuellement des lunettes pour la vision de près) et multifocaux (double réglage permettant de voir de loin et de près sans lunettes). Ces derniers ne représentent cependant que 5 % des opérations.

D'après <http://www.institutdelamyopie.com/cataracte.htm>

QUESTION

Extraire et analyser
des informations

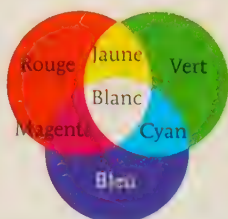
Présenter sous la forme d'un tableau les troubles de la vision ainsi que la partie de l'œil affectée pour chacune des deux pathologies présentées. Discuter l'intérêt et les limites des cristallins artificiels en les comparant au cristallin d'un œil emmétrope. Préciser si ces implants permettent de corriger les deux pathologies.

2 Bac Vision des couleurs (8 points)

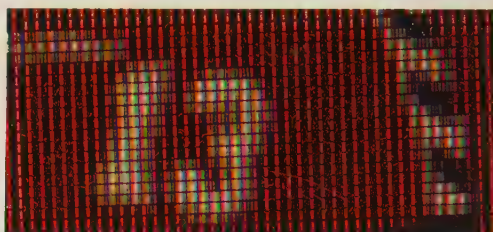
Vision des couleurs
Cônes
Synthèse additive

DOCUMENT 1 Synthèse additive des couleurs

A. Synthèse additive des couleurs primaires

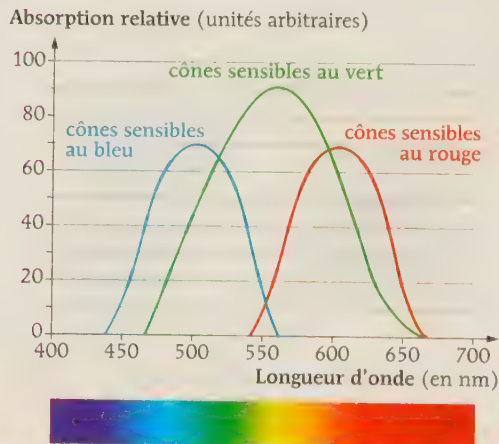


B. Photographie au fort grossissement d'une partie d'un écran d'ordinateur

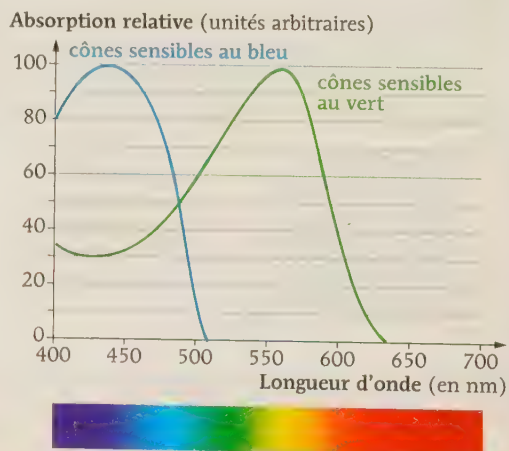


DOCUMENT 2 Absorption des radiations lumineuses par les cônes de la rétine de deux espèces

A. Spectres d'absorption des trois types de cônes chez l'Homme



B. Spectre d'absorption des deux types de cônes chez un mammifère non primate



QUESTIONS

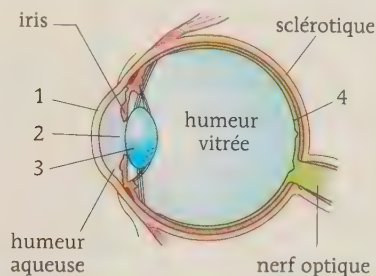
Extraire et analyser des informations

- À l'aide du **document 1**, préciser les luminophores allumés sur un écran que l'Homme voit bleu. Indiquer, dans ce cas, les cônes stimulés chez les deux espèces présentées **document 2**. Répondre aux mêmes questions lorsque l'écran apparaît jaune à l'Homme.
- Expliquer en quoi la structure de la rétine de ces espèces leur donne une vision des couleurs qui peut être différente (**document 2**).

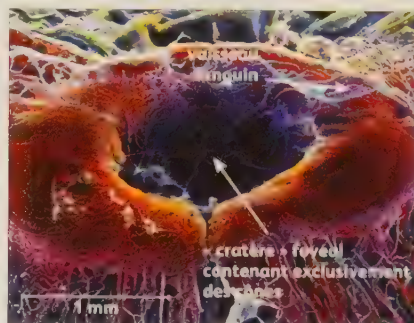
3 Bac Mécanismes physiques et biologiques de la vision (8 points)

Œil réduit
Cônes
Bâtonnets
Fovéa

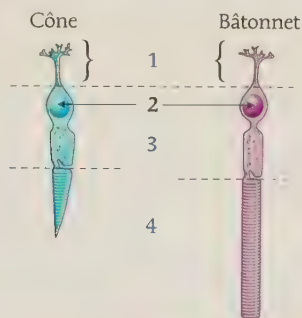
DOCUMENT 1. L'œil humain



DOCUMENT 2. La fovéa



DOCUMENT 3. Cône et bâtonnet



QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

Après avoir complété les légendes des éléments numérotés des documents 1 et 3, expliquer comment l'image d'un objet placé à très grande distance de l'œil se forme, puis comment le signal lumineux est converti en signal nerveux interprété par le cerveau. On illustrera le commentaire par des schémas de modélisation optique et on précisera le rôle particulier de la fovéa.

THÈME 2. Nourrir l'humanité

4 Bac Intrants et agrosystèmes (8 points)

Produits phytosanitaires
Engrais
Pollution
Intrants

DOCUMENT 1. Conséquences de l'utilisation d'un produit phytosanitaire : le DDT

Les oiseaux, au sommet de nombreuses chaînes alimentaires, contenaient en 1974 des concentrations de DDT allant de 7 à près de 1 000 ppm (parties par million) suivant les espèces. Or pour 25 ppm de DDT, le nombre d'œufs pondus par les Faisans chute et la diminution de l'épaisseur de la coquille entraîne une augmentation des œufs endommagés avant éclosion.

Le DDT eût d'autres effets : l'essor des Cochenilles⁽¹⁾ des agrumes en Californie. Cet insecticide ayant provoqué l'élimination quasi-totale des insectes prédateurs de la Cochenille, cette espèce se mit à se développer. L'arrêt de l'usage du DDT s'accompagna d'une diminution considérable de ce ravageur.

D'après F. Ramade, Écotoxicologie, 1992

(1) : insecte ravageur des cultures

DOCUMENT 2. Les engrais azotés

[...] Quelle est l'importance réelle des engrais azotés pour l'agriculture mondiale? Cette question géopolitique importante est difficile, car on connaît mal les entrées et les sorties d'azote dans les champs. [...] On estime qu'un tiers des protéines consommées par la population mondiale dépend des engrais azotés⁽¹⁾.

Toutefois un tel calcul n'indique pas que tous les engrais azotés utilisés soient indispensables. Si l'on utilise tant d'engrais en Europe et aux États-Unis, c'est surtout parce que l'on veut produire des aliments pour le bétail, dont on consomme la viande. Et même si l'on réduisait de moitié la quantité de protéines animales consommées par les Européens et par les Américains en les persuadant de manger moins de viande, ces populations bénéficieraient encore d'une alimentation adéquate.

Inversement, on sous-estime l'importance des engrais azotés en observant simplement que la quantité de protéines consommées par la population mondiale dépend pour un tiers des engrais : c'est l'existence même d'un certain nombre de pays à territoire limité et à population importante qui dépend de ces molécules. Avec la raréfaction des nouvelles terres, les agriculteurs de ces pays [...] doivent employer des quantités massives d'engrais azotés, pour produire suffisamment.

(1) : l'azote est un élément chimique qui entre dans la composition des protéines.

DOCUMENT 3. Production alimentaire et environnement

Nutriments des plantes, les nitrates sont aussi consommés par les bactéries ou les champignons, et contribuent, via ces organismes, à la synthèse de matières organiques du sol. [...]

L'agriculture est en grande partie responsable de l'accroissement des concentrations de nitrate dans les nappes phréatiques. Toutefois, aujourd'hui, les agriculteurs savent épandre les engrais afin d'assurer des quantités d'azote adaptées à la culture. Les matières organiques du sol en apportent une partie par minéralisation⁽¹⁾, et le reste provient des engrais azotés, principalement sous forme d'ions nitrate et d'ions ammonium.

Même lorsque la fertilisation azotée est bien gérée [...] des pertes se produisent : les eaux d'infiltration emportent des ions nitrate. Bien que ces pertes ne dépassent généralement pas 11,5% de la quantité totale d'engrais mise en jeu pour la culture, elles sont à l'origine d'une concentration en moyenne de 53 milligrammes d'ions nitrate par litre, déjà supérieure à la norme de potabilité. [...]

En effet, chaque apport annuel est responsable d'une petite perte annuelle, mais ces pertes s'additionnent, expliquant les grandes quantités d'ions nitrate perdues après une quarantaine d'années de fertilisation régulière.

D'après A. Mariotti, POUR LA SCIENCE, juillet 1998

(1) minéralisation : transformation de l'azote organique en azote minéral (ion nitrate, ion ammonium)

QUESTION

**Mobiliser ses connaissances
et faire preuve d'esprit critique**

À partir de l'analyse des documents, discutez
de l'utilisation d'intrants dans les agrosystèmes.

5 Bac Techniques de conservation (8 points)

Chaîne du froid
Transformation physique
Transformation chimique
Processus biologiques

DOCUMENT. Bien ranger pour bien conserver

Des fraises mal lavées, des rillettes restées au soleil sur la table du jardin ou une mousse au chocolat conservée dans le mauvais compartiment du réfrigérateur peuvent se révéler problématiques. Entre 50 000 à 8 0000 cas d'infections intestinales sont dues, chaque année, à des bactéries qui ont proliféré dans des aliments mal préparés et mal stockés à la maison. Pour améliorer l'hygiène alimentaire, certaines habitudes méritent d'être changées.

Chaque Français consomme en moyenne 320 kg d'aliments réfrigérés et 30 kg de produits congelés par an. Une large majorité d'aliments périssables, donc. Or, « les gens connaissent encore mal les gestes qui permettent de respecter la chaîne du froid », explique-t-on au ministère de l'agriculture. Consciente de la nécessité de mieux informer le public, la direction générale de l'alimentation (DGAL) a réalisé une campagne, en partenariat avec l'Institut national de la consommation (INC), récompensée le 15 mars par Meglena Kuneva, la commissaire européenne chargée de la protection des consommateurs.

L'idée ? Rappeler les bons gestes au moment de remplir son chariot dans le supermarché. Par exemple, les surgelés et produits frais qui doivent être achetés en dernier et placés dans un sac isotherme, mais aussi, une fois arrivé à la maison, lorsqu'il faut ranger et organiser la conservation des aliments les plus sensibles.

Le froid ralentit le développement des microorganismes (salmonelles) présents dans les aliments frais, à condition qu'à aucun moment la chaîne ne soit rompue. Méthode et organisation doivent devenir le leitmotiv des consommateurs soucieux de la santé des jeunes enfants et des personnes

âgées (les plus fragiles). Pas évident ! La viande et les charcuteries demandent une vigilance particulière. Par exemple, à 20 °C, la quantité de microbes présents dans la viande hachée double toutes les vingt minutes.

C'est donc dans la partie la plus froide (entre 0 et 4 °C) que seront placés les viandes, les poissons frais, les charcuteries, emballés séparément. Cette zone est obligatoirement signalée lisiblement par le fabricant d'électroménager depuis 2002. Ces aliments sont à consommer dans les trois à quatre jours suivant leur achat. Les lardons, les produits en gelée, le tarama non pasteurisé, les fromages à pâte molle au lait cru sont à surveiller particulièrement.

« La listeria se développe à 4 °C par contamination croisée », explique Alexandre Leclercq, qui dirige à l'Institut Pasteur le centre de référence sur la listeria, qui a causé 56 décès en 2006.

Les préparations maison à base d'œufs crus (mayonnaise, mousse, etc.), responsables de 25 % des infections alimentaires selon l'Institut de veille sanitaire, tout comme les viandes cuites, ne peuvent pas être conservées plus de vingt-quatre heures. Quant aux plats et préparations entamés, tous doivent être recouverts d'un film alimentaire ou disposés dans une boîte hermétique et consommés dans les deux jours.

Enfin, ne pas oublier que le bac à glaçons ne doit pas recevoir les surgelés, censés être stockés à -18 °C. Quant aux dates limites de consommation (mention DLC indiquée sur le paquet), elles ne valent que si l'aliment a été, à tout moment, correctement stocké.

Florence Amalou pour LE MONDE, 21/03/2008

QUESTION

Extraire des informations.

Mobiliser et organiser ses connaissances.

À partir de ce document, rédiger un texte expliquant les différents modes de conservation des aliments. Ce texte devra illustrer plus particulièrement les mots et expressions surlignés. Il mettra en évidence les transformations physiques et chimiques mises en œuvre ainsi que les processus biologiques qui se déroulent.

Partie 2. Exercices portant sur l'un des thèmes des sciences physiques et chimiques

THÈME 1. Représentation visuelle

6 Bac Lentilles minces (6 points)

Lentilles minces convergentes
Distance focale
Vergence
Image

QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

Choisir la (ou les) réponse(s) exacte(s).

1. Une lentille convergente se reconnaît au toucher :

- ☐ a. elle est bombée et ses bords sont minces
- ☐ b. ses deux faces sont planes
- ☐ c. elle est creuse en son centre et ses bords sont épais

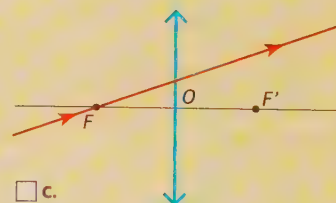
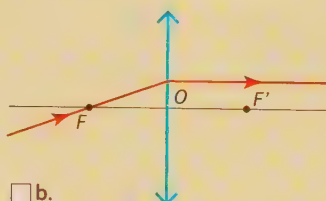
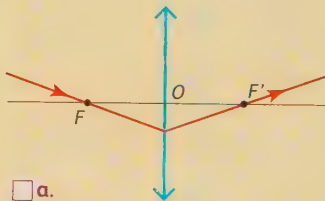
2. Une lentille mince porte l'indication +5 δ. Elle est :

- ☐ a. convergente
- ☐ b. divergente

3. Une lentille mince porte l'indication +2 δ. Sa distance focale vaut :

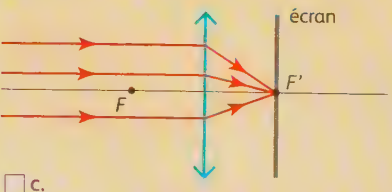
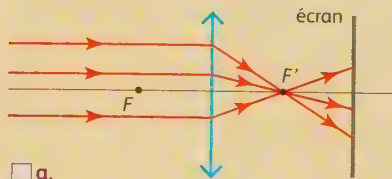
- ☐ a. +2 m
- ☐ b. +0,5 m
- ☐ c. +0,5 cm
- ☐ d. +50 cm

4. Tracé du rayon de lumière passant par F :

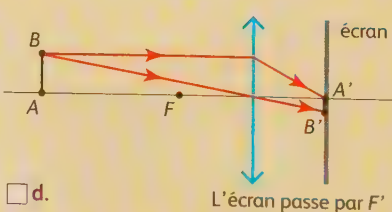
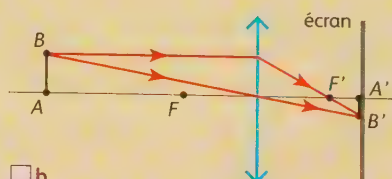


5. Dans quel cas l'image de l'objet lumineux se forme-t-elle sur l'écran ?

L'objet est très éloigné de la lentille.

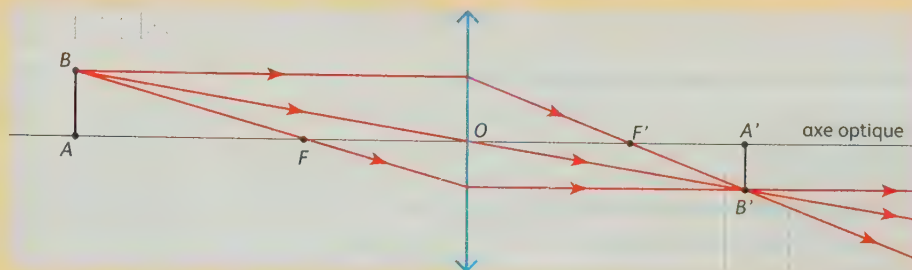


L'objet est proche de la lentille.



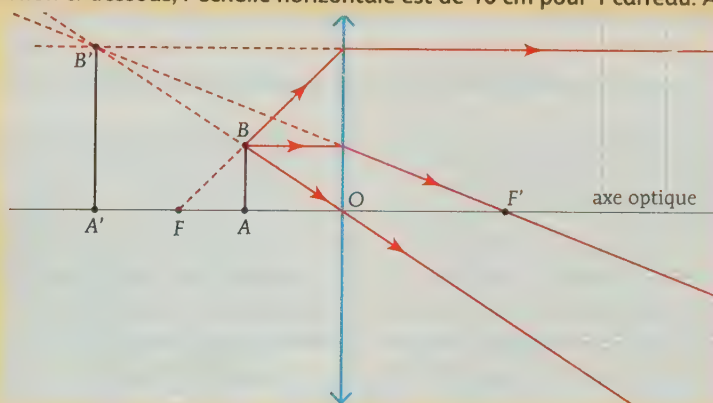
SUITE

6. Dans la construction ci-dessous, l'échelle horizontale est de 10 cm pour 1 carreau. Alors :



- ☐ a. la distance focale de la lentille est de $f' = +25$ cm
- ☐ b. l'image $A'B'$ est droite par rapport à l'objet
- ☐ c. l'image $A'B'$ peut être vue nette sur un écran placé à 43 cm de la lentille

7. Dans la construction ci-dessous, l'échelle horizontale est de 10 cm pour 1 carreau. Alors :



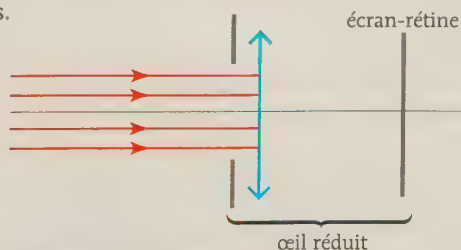
- ☐ a. l'image $A'B'$ est droite par rapport à l'objet
- ☐ b. l'image est plus grande que l'objet
- ☐ c. l'image $A'B'$ peut être vue nette sur un écran placé à 38 cm de la lentille
- ☐ d. l'image $A'B'$ peut être vue, à travers la lentille, par un œil placé après la lentille

7 Bac L'œil hypermétrope (6 points)

Œil emmétrope
Œil hypermétrope
Œil réduit

DOCUMENT. L'œil hypermétrope

Un œil hypermétrope accommode pour voir nettement des objets très lointains.



Le modèle de l'œil réduit.

QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

En s'appuyant sur le schéma faisant intervenir le modèle de l'œil réduit ci-contre, comparer la vision d'objets lointains d'un œil emmétrope et d'un œil hypermétrope au repos. Retrouver la propriété de l'œil hypermétrope énoncée ci-contre.

8 Bac Corriger la myopie (6 points)

Œil emmétrope
Œil myope
Œil réduit
Corrections

DOCUMENT 1. Chirurgie réfractive par laser

Pour que le patient ait une vision nette, il faut que les rayons lumineux qui entrent dans l'œil soient focalisés sur la rétine par la cornée et le cristallin. S'il est myope, la vision de loin est floue car les rayons lumineux sont focalisés devant la rétine. Historiquement, les verres de lunettes et plus récemment les verres de contact étaient les seuls moyens pour corriger les défauts de l'œil humain tels que la myopie et l'hypermétropie. Les lunettes

ou lentilles de contact compensent les défauts par l'ajout d'une correction optique.

Actuellement, différentes procédures de chirurgie réfractive offrent de nouvelles perspectives. Ainsi la technique « LASIK » (LASer in Situ Keratomileusis) utilise un laser qui, en modifiant la courbure de la cornée avec une précision micrométrique, permet de corriger myopie, hypermétropie et astigmatisme.

D'après <http://www.myopie-chirurgie-lasik.fr/chirurgie-refractive.html>

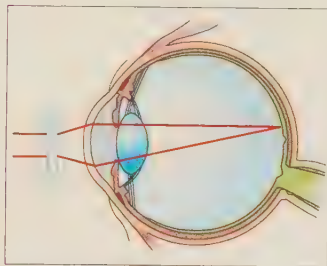
DOCUMENT 2. Chirurgie réfractive par addition d'un implant intra-oculaire

Un implant intra-oculaire est une lentille destinée à être fixée à l'intérieur de l'œil (en avant ou en arrière de l'iris) évitant ainsi le port de lunettes. Les implants sont conçus pour la vie et ne nécessitent aucun soin. L'intervention est réversible, si nécessaire.

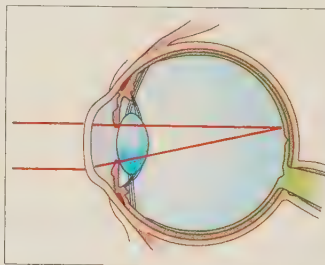
Toutes les vergences d'implants existent pour corriger toutes les myopies ou hypermétropies des patients. L'implant adapté à chaque œil est

commandé après mesure informatique de la courbure exacte de la cornée et de la longueur de l'œil. Ce type d'opération consiste à introduire dans l'œil, par une petite ouverture de quelques millimètres, un implant de vergence adaptée destiné à modifier le trajet des rayons lumineux. Elle est réservée à la correction des fortes myopies et des fortes hypermétropies.

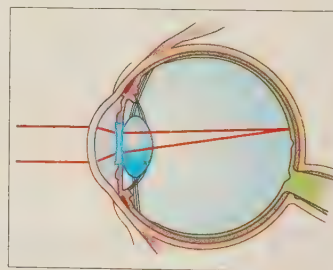
D'après <http://www.institutdelamyopie.com/implants.htm>



A. Verre de lunette



B. Cornée après LASIK



C. Implant myopique

QUESTION

Interpréter en construisant des schémas

En s'appuyant sur les modèles réduits de l'œil emmétrope et myope pour la vision d'un objet très lointain, expliquer en quoi consiste le défaut de myopie.

Comparer ensuite, pour les trois types de corrections présentées, la nature de la lentille ou de l'intervention sur la cornée ainsi que les avantages et inconvénients de la chirurgie réfractive par rapport à l'utilisation de lentilles de contact ou de verres de lunettes correcteurs.

9 Bac Les écrans plats couleurs (6 points)

Couleurs primaires
Synthèse additive

DOCUMENT 1. Principe de fonctionnement des écrans plats

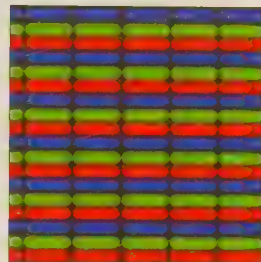
Ordinateurs, mobiles, consoles de jeux, télévisions... possèdent des écrans plats en couleur.

Si la technologie varie d'un écran à l'autre (LCD, plasma...), le principe utilisé est toujours le même : chaque point de l'image ou pixel est formé des trois luminophores qui diffusent des lumières verte, rouge et bleue (couleurs primaires de la vision).

Ces luminophores sont trop proches pour être distingués par l'œil. Le cerveau fait donc, pour chaque point de l'image la synthèse additive des lumières rouge, verte et bleue diffusées par les luminophores et reçues par l'œil.

DOCUMENT 2.

Les trois luminophores



DOCUMENT 3. Image vue sur l'écran



QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

En s'appuyant sur les documents, rédiger un texte rappelant la notion de synthèse additive. Expliquer quelles sont les couleurs des luminophores qui diffusent de la lumière lorsqu'on observe sur l'écran :

- a. une zone verte de l'arbre ;
- b. une zone cyan du ciel ;
- c. une zone blanche du nuage ;
- d. une zone magenta de la fleur ;
- e. une zone jaune du soleil.

THÈME 2. Nourrir l'humanité

10 Bac Potabilisation de l'eau (6 points)

Eau potable
Étapes de potabilisation d'une eau

DOCUMENT. La production d'eau potable

Pour être potable, une eau ne doit pas contenir de matières organiques ni de substances minérales qui dépassent les seuils tolérés. Les eaux de surface, généralement polluées, des rivières ou des lacs sont traitées dans des usines, pour les rendre potables. On obtient ainsi l'eau du robinet.

Dans une usine de production d'eau potable, les méthodes de purification utilisent :

– des procédés physiques qui sont dans l'ordre : le **dégrillage** et le **tamissage**, qui éliminent les déchets grossiers ; la **coagulation** et la **floculation** par

addition de sulfate d'aluminium qui précipite les particules solides en suspension ; la **décantation** et l'**élimination** des boues ; la **filtration** sur sable et l'**élimination** des dernières particules en suspension ;

– des procédés chimiques : la **filtration** sur charbon actif qui enlève les «mauvais» goûts et odeurs et élimine des ions nitrate et des polluants organiques comme les pesticides, les hydrocarbures, les détergents ; la **désinfection** par l'ozone et le dichlore qui détruisent les virus et bactéries indésirables.

QUESTIONS

Mobiliser ses connaissances et faire preuve d'esprit critique

1. Construire un organigramme qui explique les étapes de potabilisation d'une eau de surface.
2. La filtration sur charbon actif permet d'éliminer les « mauvais » goûts et odeurs de l'eau. Cependant, certaines personnes trouvent que l'eau du robinet a une odeur « d'eau de javel » et la considèrent alors « non potable ». Rédiger un commentaire qui permet d'expliquer que ces deux affirmations ne sont pas contradictoires.

11 Bac Comparaison de plusieurs eaux de consommation (6 points)

Composition chimique
Tests caractéristiques
Dosage par comparaison
Oxydation

DOCUMENT 1. Composition de diverses eaux minérales

Les eaux minérales ont une composition constante. Suivant leur composition, elles possèdent des indications médicales bien définies mais aussi parfois des contre-indications. On peut les classer en eaux légères (minéralisation totale inférieure à 1,5 g par litre), en eaux semi-lourdes (minéralisation totale de 1,5 à 2 g par litre), en eaux lourdes (minéralisation totale supérieure à 2 g par litre).

Ions (en mg/L)	Eau minérale plate A	Eau minérale plate B	Eau minérale gazeuse C
Calcium	9,9	486	90
Magnésium	6,1	84	11
Potassium	5,7	3,2	132
Sodium	9,4	9,1	1 708
Sulfate	6,9	1 187	174
Chlorure	8,4	8,6	322
Nitrate	6,3	2,7	-
Hydrogénocarbonate	65,3	403	4 368
pH	7	7,3	6,6

DOCUMENT 2. Dosage des ions chlorure

On souhaite doser par comparaison les ions chlorure dissous dans une eau du robinet. On sait que les ions argent (Ag^+) forment avec les ions chlorure (Cl^-) un précipité blanc et qu'ils forment avec les ions chromate un précipité rouge.

On dose $V = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure de potassium de concentration massique $c_1 = 150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ contenant quelques gouttes de

chromate de potassium. Un précipité rouge apparaît lorsque $V' = 10,0 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent a été ajouté.

On dose ensuite $V = 10,0 \text{ mL}$ d'eau du robinet contenant quelques gouttes de chromate de potassium.

Un précipité rouge apparaît lorsque $V'' = 5,0 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent a été ajouté.

QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

Choisir la (ou les) réponse(s) correcte(s).

1. L'eau B est :

- ☐ a. neutre ☐ b. légèrement acide ☐ c. légèrement basique

2. En général, pour les biberons des bébés, les pédiatres recommandent d'utiliser une eau minérale plate légère. D'après les valeurs du tableau ci-dessus, l'eau minérale conseillée pour préparer un biberon pour bébé est :

- ☐ a. l'eau A ☐ b. l'eau B ☐ c. l'eau C

3. Les normes de potabilité pour les ions sodium et chlorure sont respectivement égales à 200 mg · L⁻¹ et 150 mg · L⁻¹. L'eau gazeuse C :

- ☐ a. respecte ces critères de potabilité ☐ b. ne respecte pas ces critères de potabilité
☐ c. est tout de même commercialisée ☐ d. ne peut pas être vendue

4. Le test caractéristique des ions chlorure est effectué avec des ions :

- ☐ a. argent ☐ b. chromate ☐ c. chlorure

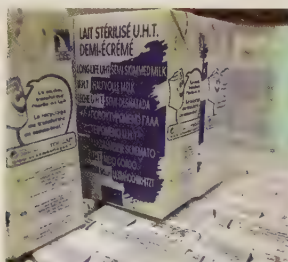
5. Dans cet exemple de dosage, le volume de solution de nitrate d'argent versé est proportionnel à la concentration en ions chlorure. La concentration en ions chlorure de l'eau du robinet est égale à :

- ☐ a. 75 mg · L⁻¹ ☐ b. 150 mg · L⁻¹ ☐ c. 300 mg · L⁻¹

12 Bac Emballages et conservation (6 points)

Conservation
Oxydation

DOCUMENT. Différents modes de conservation



Lait stérilisé U.H.T. demi-écrémé.
À consommer de préférence avant le :
08/07/2011
Après ouverture, à conserver au froid
et à consommer rapidement.

Lait UHT (stérilisé
à Ultra Haute
Température) acheté
le 5 avril 2011.



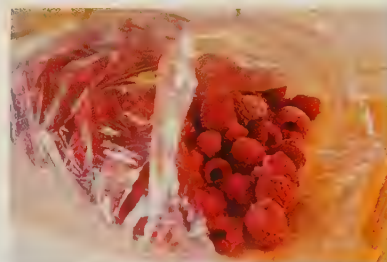
À consommer jusqu'au :
12 avril 2011
Vous pouvez consommer votre lait frais
sans le faire bouillir.
À conserver au froid à +6 °C maxi
et à consommer de préférence dans
les 2 jours après ouverture.

Lait frais
acheté
le 5 avril
2011.



Fabrication
de pulpe
de tomate
déshydratée.

Boîte
de sardines
en conserve.



Framboises surgelées.

QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

À partir des documents ci-dessus, expliquer les méthodes de conservation employées pour ces aliments. L'argumentation développera aussi l'évolution des techniques de conservation à travers l'Histoire.

THÈME 4. Le défi énergétique

13 Bac Ressources énergétiques : leurs avantages et inconvénients (6 points)

Ressources énergétiques
Durées caractéristiques
Gestion des déchets
Impact environnemental

QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

Présenter les avantages et les inconvénients en termes de durée de vie des réserves, facilité d'exploitation, gestion des déchets, impact environnemental des sources d'énergie suivantes : le pétrole, le nucléaire, l'éolien.

14 Bac L'énergie nucléaire (6 points)

Centrales électriques thermiques
Formes d'énergie
Décroissance radioactive

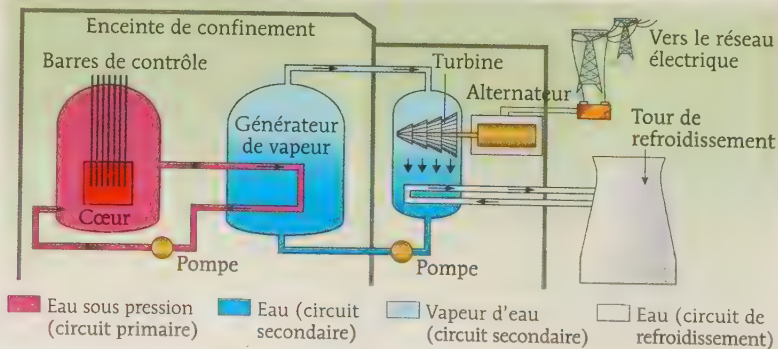
DOCUMENT 1. Fonctionnement d'une centrale nucléaire

Une centrale électrique est une usine qui produit de l'électricité. Il existe des centrales thermiques, des centrales hydrauliques, des centrales nucléaires... Toutes sont basées sur le même principe : faire tourner une turbine couplée à un alternateur qui fabrique de l'électricité. La différence de fonctionnement se situe au niveau de l'entraînement de la turbine. [...] Dans les centrales thermiques classiques, un combustible fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole) est brûlé pour transformer de l'eau en vapeur capable d'entraîner la turbine. Dans les centrales nucléaires, les noyaux d'uranium remplacent le combustible fossile. En se cassant, ces gros

noyaux libèrent de l'énergie nucléaire, qui sera utilisée pour produire de la vapeur d'eau, laquelle, de la même manière que dans les centrales thermiques, peut activer la turbine. [...] La chaudière nucléaire présente dans les réacteurs constitue la partie de la centrale fournissant la chaleur nécessaire à la production de vapeur d'eau. Les autres éléments (turbine, alternateur, etc.) sont communs à toutes les centrales.

D'après le livret pédagogique « Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire », reproduit sur le site du CEA, http://www.cea.fr/jeunes/themes/l_energie_nucleaire/le_fonctionnement_d_un_reacteur_nucleaire

DOCUMENT 2. Schéma de principe d'une centrale nucléaire



QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

Choisir la (ou les) réponse(s) correcte(s).

1. Dans une centrale nucléaire, la réaction qui se produit dans le cœur du réacteur est :

- ☐ a. une réaction de combustion
- ☐ b. une réaction de fusion nucléaire
- ☐ c. une réaction de fission nucléaire

2. Une équation de réaction possible dans le cœur d'une centrale nucléaire est :

- ☐ a. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ☐ b. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{139}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 3{}_0^1\text{n}$
- ☐ c. ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$

3. Dans une centrale nucléaire, le mouvement des turbines est entraîné par la vapeur d'eau :

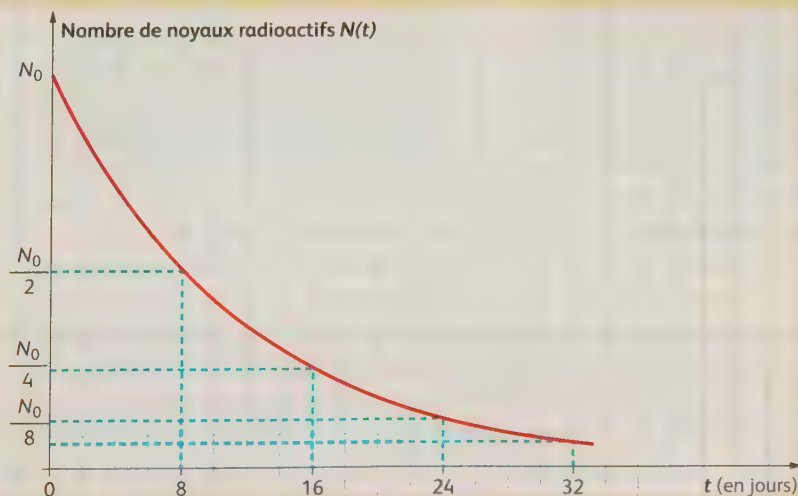
- ☐ a. directement produite par la réaction dans le cœur du réacteur
- ☐ b. générée dans le circuit de refroidissement du cœur du réacteur
- ☐ c. générée dans un circuit secondaire sans relation directe avec le cœur du réacteur

4. L'alternateur convertit de l'énergie :

- ☐ a. nucléaire en énergie mécanique
- ☐ b. mécanique en énergie électrique
- ☐ c. nucléaire en énergie électrique

5. Les centrales nucléaires produisent des déchets radioactifs qui se désintègrent au cours du temps. La courbe ci-dessous montre comment varie le nombre de noyaux radioactifs présents dans un échantillon au cours du temps. Pour l'iode 131, il faut attendre environ une semaine pour que la moitié des noyaux présents au départ ait disparu alors que pour le césium 137, il faut attendre 30 ans.

- ☐ a. Au bout d'un mois, l'échantillon ne contient pratiquement plus de l'iode 131 présent au départ
- ☐ b. Au bout d'un mois, l'organisme ne contient pratiquement plus du césium 137 présent au départ
- ☐ c. Il faudrait attendre plus d'un siècle pour que l'organisme ne contienne pratiquement plus du césium 137 présent au départ



Évolution du nombre de noyaux radioactifs d'iode 131 au cours du temps.

15 Bac Deux modèles de développement énergétique (6 points)

Besoins énergétiques
Ressources renouvelables
et non renouvelables

DOCUMENT 1. Les deux scénarios

Un collège d'experts et de praticiens de l'énergie de l'association *négaWatt* a réalisé une étude prospective pour la période 2000-2050 sur la consommation énergétique en France et la part prise des différentes sources d'énergie.

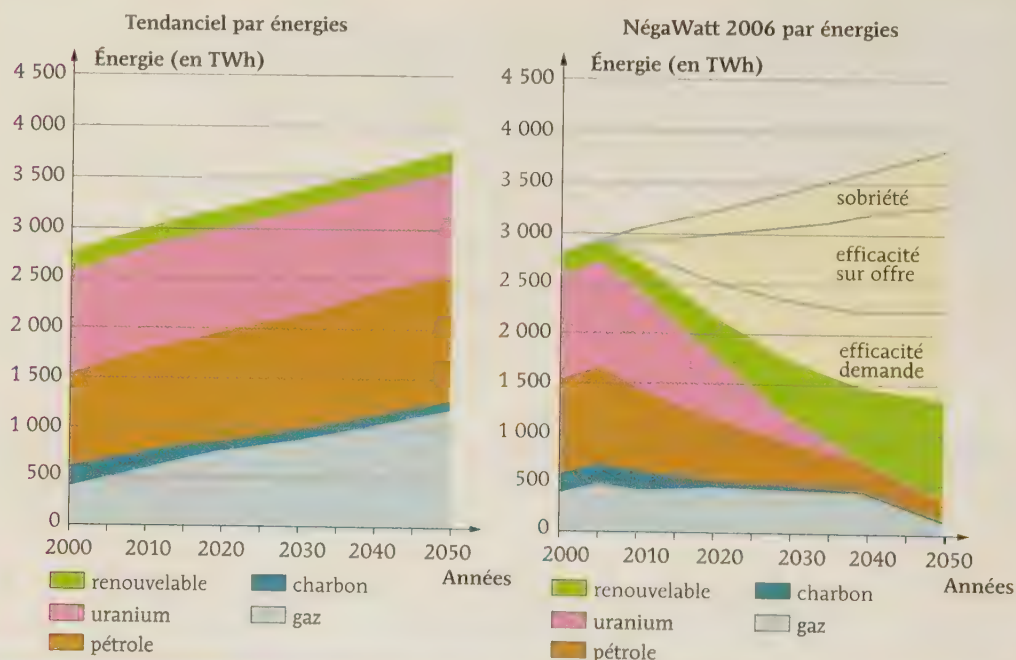
Deux scénarios, un « tendanciel » et un « négawatt », ont été élaborés pour les trois grands usages de l'énergie que sont les besoins en chaleur, en mobilité et en électricité. Le scénario tendanciel poursuit les orientations de ces trente dernières années.

Le scénario *négaWatt* se fonde sur les trois points forts de la démarche *négaWatt* : sobriété, efficacité, énergies renouvelables.

Les deux graphiques présentés document 2 donnent l'évolution des ressources utilisées en énergies primaires pour le scénario tendanciel et le scénario *négaWatt* (en TWh).

D'après L'Atlas environnement, Hors-série LE MONDE DIPLOMATIQUE

DOCUMENT 2. Évolution des consommations en énergie selon le scénario tendanciel et le scénario *négaWatt*



QUESTION

Rechercher, organiser et communiquer des informations

En s'appuyant sur les données (texte et graphiques), étudier comment évolue, entre 2000 et 2050, selon les deux scénarios, la part (en pourcentage) des énergies renouvelables et non renouvelables dans

la consommation prévue pour couvrir les besoins en mobilité, chaleur et électricité. Proposer des exemples de ce qui pourrait être réalisé dans notre société pour répondre aux « trois points forts » : sobriété, efficacité et énergies renouvelables, du scénario *négaWatt* pour couvrir les trois besoins cités



Partie 3. Exercices portant sur l'un des thèmes des sciences de la vie et de la Terre

THÈME 1. Représentation visuelle

16 Bac Étude de champs visuels (6 points)

Voies visuelles
Rétine
Aires visuelles

DOCUMENT. Le champ visuel

Le champ visuel est l'ensemble des points visibles par un observateur. Deux patients A et B présentent des anomalies du champ visuel différentes dont on cherche à comprendre l'origine.



Champ visuel normal.



Patient A : champ visuel modifié
« en canon de fusil ».



Patient B : perte du champ visuel
gauche.

QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

Choisir la (ou les) réponse(s) correcte(s).

1. La rétine :

- ☐ a. comporte deux catégories de cellules photoréceptrices : les cônes et les bâtonnets
- ☐ b. est identique en tout point
- ☐ c. permet la conversion du stimulus lumineux en message nerveux
- ☐ d. possède une fovéa riche en cônes

2. Le message nerveux issu :

- ☐ a. de l'œil droit est entièrement conduit dans l'hémisphère droit
- ☐ b. de l'œil gauche est entièrement conduit dans l'hémisphère droit
- ☐ c. des parties droites des champs visuels des yeux droit et gauche est conduit dans l'hémisphère gauche

Choisir parmi les explications suivantes celles qui sont en accord avec le champ visuel observé

3. Pour le patient A :

- ☐ a. la fovéa est déficiente
- ☐ b. les cellules photoréceptrices périphériques sont touchées
- ☐ c. les bâtonnets ne transforment plus le stimulus lumineux en message nerveux
- ☐ d. les nerfs optiques ne conduisent aucun message nerveux

4. Pour le patient B :

- ☐ a. la rétine des yeux droit et gauche est intacte
- ☐ b. les aires visuelles des hémisphères droit et gauche sont touchées
- ☐ c. les voies visuelles, qui conduisent le message de la partie droite de la rétine des deux yeux présentent des lésions et ne conduisent plus le message
- ☐ d. les aires visuelles de l'hémisphère droit sont touchées

17 Bac La perception visuelle des chats (Juin 2005 ; 6 points)

DOCUMENT 1. La vision des chats

La perception visuelle humaine est caractérisée par la vision des couleurs ainsi que par une acuité visuelle importante en lumière du jour. C'est pourquoi la perception visuelle du chat domestique nous intrigue car ce dernier est avant tout un animal adapté à la vie nocturne.

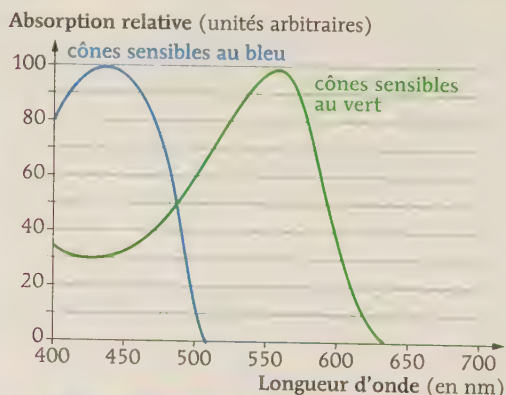
Les chats ne voient pas dans le noir mais ils sont plus sensibles à la lumière que nous ne le sommes. Leur rétine est dotée de nombreux bâtonnets et possède, de plus, une membrane réflectrice située derrière la rétine qui renvoie sur cette dernière la lumière reçue. Ainsi, leurs yeux peuvent capter la moindre « parcelle » de lumière, d'où leur vision nocturne particulière.

On a cru pendant longtemps que les chats ne voyaient pas les couleurs. Il n'en est rien même si leur vision diffère de la nôtre : le chat ne possède pas le troisième type de cônes, présent chez l'Homme, le cône L, contenant un pigment sensible aux grandes longueurs d'onde et dont le maximum de sensibilité se situe aux alentours de 600 nm. À l'heure actuelle, le chat est considéré comme un dichromate protanope.

Ainsi cet animal adapté à la vie nocturne possède malgré tout dans sa rétine au moins une partie des structures nécessaires à la vision colorée. Il est capable d'avoir une acuité visuelle plus que satisfaisante le jour d'autant qu'il possède la faculté de réduire sa pupille en une fente verticale très réduite face à une source lumineuse intense.

D'après Claire Guyot, La perception visuelle du chat

DOCUMENT 2. Courbes d'absorption des radiations lumineuses par les photorécepteurs



DOCUMENT 3. Une même image vue par un homme et par un chat

A. Vue humaine



B. Vue féline



QUESTIONS

Mettre en relation des documents et mobiliser ses connaissances

1. Rappeler le rôle des deux catégories de cellules photoréceptrices de la rétine.
2. À l'aide du document 1 et de vos connaissances, expliquer en quoi la structure de la rétine du chat permet de comprendre que sa vision nocturne est différente de la nôtre.
3. À l'aide du document 2 et de vos connaissances, expliquez pourquoi les propriétés de la rétine de l'Homme et du chat permettent de rendre compte de la perception des couleurs présentée dans le document 3.

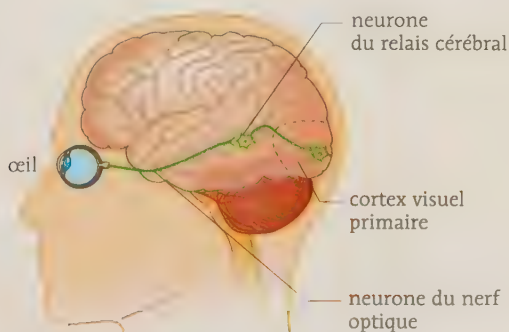
18 Bac Une transmission perturbée

(d'après le sujet de la Réunion, juin 2009 ; 6 points)

Neurone
Substance hallucinogène
Neurotransmetteur
LSD
Sérotonine

DOCUMENT 1. Schéma simplifié des voies et des centres visuels

Le message nerveux, né de la stimulation des cellules photoréceptrices par la lumière, est transmis de neurones en neurones jusqu'au cerveau. Des substances hallucinogènes peuvent modifier la transmission du message.



De la rétine au cortex visuel

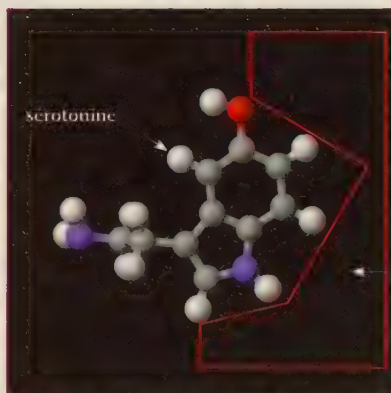
DOCUMENT 2. Les effets d'une substance hallucinogène : la scolapamine

La **jusquiame** (*Hyoscyamus niger*) est une plante herbacée de la famille des solanacées. Elle est utilisée depuis l'Antiquité comme un poison violent. À très faible dose, elle a des effets hallucinogènes : les hallucinations provoquées mettent en scène des personnages familiers ou encore des environnements souvent terrifiants. Le consommateur de jusquiame est incapable de distinguer ces « visions » de la réalité. Des séquelles psychiatriques peuvent apparaître pour des doses plus élevées.

Une des molécules actives dans la jusquiame est la scolapamine. Cette molécule a une structure lui permettant de se fixer sur les récepteurs d'un neurotransmetteur des neurones du système nerveux central. Elle bloque alors l'action de ce médiateur chimique.

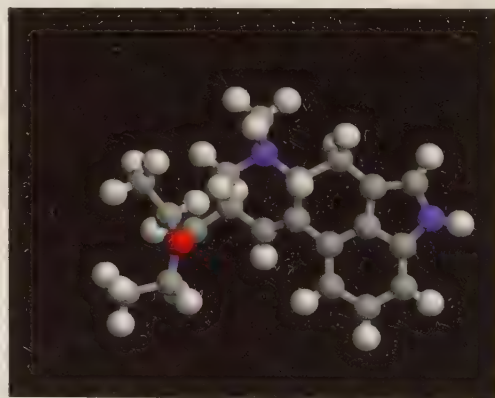
DOCUMENT 3. Structures moléculaires de la sérotonine et du LSD

Le LSD provoque également de puissantes hallucinations. On a identifié le neurotransmetteur naturel impliqué dans la communication entre les neurones au niveau du relais cérébral. Il s'agit d'une molécule nommée **sérotonine** dont on peut comparer la structure avec celle du LSD.



Molécule de sérotonine fixée à son récepteur spécifique.

récepteur de la sérotonine



Molécule de LSD.

QUESTIONS

Mettre en relation des documents et mobiliser ses connaissances

1. À l'aide de vos connaissances, nommez la zone de contact entre deux neurones représentés dans le document 1, et réalisez un schéma fonctionnel de cette zone de contact.
2. Comparez le mode d'action des deux substances hallucinogènes présentées : la scolapamine et le LSD.

THÈME 2. Nourrir l'humanité

19 Bac Alimentation humaine et environnement (6 points)

Pratiques alimentaires collectives
Coût énergétique
Comparaison d'agrosystèmes

DOCUMENT 1. Comparaison des consommations énergétiques pour deux agrosystèmes

Un agrosystème est un écosystème construit ou modifié par l'homme pour l'exploitation agricole d'espèces animales et végétales à des fins alimentaires (champs céréaliers, élevages bovins, ovins...), industrielles (production de sucre à partir de la betterave) ou énergétiques (production de bio-carburant).

- Un agrosystème de plein champ destiné à produire du maïs valorisable en alimentation humaine ;

- Un agrosystème d'élevage ovin (mouton) destiné uniquement à la production de viande.

Les valeurs moyennes (en mégajoules) sont obtenues pour un ensemble de fermes référentes.

Le tableau ci-contre représente la consommation énergétique de cultures de maïs et d'élevage d'ovin.

	Grandes cultures (maïs)	Production de viande de mouton
Fioul consommé	99	44
Autres produits pétroliers	10	13
Électricité	29	12
Énergie pour apport en eau	44	1
Achats aliments	0	86
Engrais	216	30
Phytoprotecteurs	19	0
Semences	11	1
Jeunes animaux	0	5
Matériels	45	21
Bâtiments	4	14
Autres achats (médicaments...)	0	11
Entrées	475	238
Lait	0	0
Viande	0	98
Végétaux	2 255	0
Sorties	2 255	98

DOCUMENT 2.

Bilan comparé des sorties de matière : cas de trois gaz émis par le fonctionnement des deux agrosystèmes

Les unités sont en équivalents Tonnes de CO₂ par hectare pendant une année.

Les trois gaz étudiés ont des propriétés de gaz à effet de serre.

	Grandes cultures (maïs)	Production de viande de mouton
Dioxyde de carbone	0,94	0,48
Méthane	0,0	2,15
Oxydes d'azote	1,23	1,5

DOCUMENT 3. Bilan comparé des entrées de matière pour différents types d'élevage

Type de production	Masse (en kg) de céréales (maïs) nécessaire pour produire 1 kg de viande	Volume d'eau (en L) nécessaire pour produire 1 kg de biomasse végétale ou animale
Céréales	-	1 300
Viande de bœuf	8	13 500
Viande de mouton	6	10 000
Viande de porc	6	4 800
Viande de volaille	2	3 900

QUESTION

Mettre en relation des documents et mobiliser ses connaissances

À l'aide des documents, et de vos connaissances, montrez que la consommation alimentaire de l'humanité peut avoir des conséquences variables sur l'environnement.

DOCUMENT. L'appertisation

Nicolas Appert (1749-1841) : cela ne dit sans doute rien à personne. Sauf, peut-être, à Châlons-en-Champagne, sa ville de naissance, où une salle du musée lui est consacrée. Et, qui sait, aux habitants des quelque soixante rues en France qui portent son nom. Pourtant, on doit à Nicolas Appert rien de moins que l'invention de la boîte de conserve, il y a deux cents ans.

En 1795, il découvre que seule une intense chaleur permet de conserver les aliments. Pour matériau, il choisit le verre et se sert de bouteilles de champagne – on n'est pas fils d'aubergiste champenois pour rien – avec un goulot plus large, qu'il ferme avec un bouchon de liège maintenu par un croissillon en fil de fer, le tout enveloppé dans un sac de toile, direction le bain-marie. La boîte de conserve est née. Cette découverte majeure, appelée **appertisation**, crée soixante ans avant les recherches de Pasteur, permet de conserver intactes les qualités naturelles des légumes et des fruits. Mieux, c'est une révolution dans les modes de consommation qui offre, excusez du peu, une longévité à toute épreuve. Malgré la position dominante des surgelés (plus de 7 milliards de chiffres d'affaires par an), la conserve continue d'occuper une grande place dans les supermarchés et 99,7 % des foyers en consomment.

Avec la crise, en 2009, la production progresse : 3 milliards de boîtes en métal, pour un chiffre

d'affaire de 4,4 milliards d'euros. Pour Laurence Silbert, déléguée générale de l'Union interprofessionnelle pour la promotion des industries de la conserve appertisée (Uppia), « les comportements des Français ont changé. Ils mélangent les genres et font une cuisine d'assemblage avec du frais, de la conserve et du surgelé. De plus, le déficit d'image de la boîte en fer-blanc est aujourd'hui en partie gommé par le renouveau des conserves en bocaux de verre ». Surfant sur la vague du naturel, de la transparence, du frais et du beau, quelques géants de la conserve en métal se sont mis au verre. Le fameux bocal *Le Parfait* de nos grands-mères ne propose pas seulement des recettes de conserves à faire soi-même, mais une large gamme de produits : légumes au naturel, sauces ou plats préparés tels que les endives au jambon ou la ratatouille. [...] Mais l'histoire est ingrate car elle retiendra le nom d'un certain Peter Durand, dépositaire du brevet en 1810, alors qu'Appert avait déjà obtenu un prix, mais sous réserve d'offrir sa découverte à tous. [...]

Cela n'a pas empêché le génial Nicolas Appert de mourir, dit-on, sans le sou, et probablement, ajoute-t-on, d'être jeté dans la fosse commune à Massy (Essonne) [...]. Non sans avoir mis au point le lait concentré. En boîte, bien sûr.

Mélina Gazsi pour LE MONDE, 18/09/2010

QUESTIONS

Saisir des informations

1. Sur quel principe scientifique ce mode de conservation est-il basé ?
2. Relevez les avantages de ce mode de conservation des aliments.
3. Quel est l'autre mode de conservation mentionné dans ce texte ?

Utiliser ses connaissances

4. Comparez sous forme de tableau ces deux modes de conservation.

21 Bac Agriculture présente, agriculture future

Agrosystème
Productivité agricole
Choix des pratiques culturales

QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

La croissance démographique mondiale semble nécessiter une amélioration de la productivité (ou rendements) en agriculture dans le cadre d'un développement durable. À l'aide des connaissances, montrer que l'amélioration de la productivité agricole s'appuie à la fois sur des progrès des connaissances scientifiques (applications en génétique en particulier) et sur la mise en œuvre de pratiques culturales durables.

Discuter alors des limites de l'extension du modèle alimentaire des pays occidentaux à l'ensemble de l'humanité.

THÈME 3: Féminin/Masculin

22 Bac La testostérone (6 points)

Testostérone
Hormones naturelles
Système de régulation

QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

Chez l'homme, la testostérone est produite de manière continue à partir de la puberté.

Présentez les mécanismes hormonaux qui permettent le maintien de la concentration de testostérone autour d'une valeur constante chez l'homme adulte.

Votre réponse devra présenter un schéma fonctionnel du système de régulation de la sécrétion de testostérone.

23 Bac Procréation et contraception (Juin 2010 ; 6 points)

Maîtrise de la procréation
Hormones naturelles et de synthèse
Contraception

DOCUMENT. Une « pilule » sous la peau

Le premier implant contraceptif sous-cutané diffusant un progestatif disponible en France est l'implanon®. Cet implant se présente sous forme d'un bâtonnet cylindrique, flexible, non biodégradable, de 4 cm de long et de 2 mm de diamètre. L'implant contient 68 mg d'étonogestrel, proche du désogestrel, progestatif déjà utilisé en contraception orale depuis de nombreuses années. L'effet contraceptif de cet implant repose principalement sur l'inhibition de l'ovulation en agissant au niveau de l'hypophyse. Son efficacité est renforcée par des modifications du mucus cervical s'opposant au passage des spermatozoïdes. La durée d'utilisation de ce contraceptif a été évaluée à 3 ans. Il est cependant recommandé de remplacer l'implant plus tôt. D'après quatre études réalisées chez 62 femmes, aucune ovulation n'a été détectée au cours des 2 premières années d'utilisation de l'implant. Au cours de la troisième année, de rares ovulations ont été notées au-delà de 30 mois chez deux patientes.

D'après « Contraception » de D.Serfaty, Collection Abrégés, Éditions Masson

QUESTION

Saisir des informations et utiliser ses connaissances

À l'aide des informations contenues dans le texte et de vos connaissances, expliquez les actions contraceptives de l'implanon. Vous montrerez l'avantage de son utilisation par rapport à la contraception orale sous forme de pilule.

24 Bac Contrôle et rétrocontrôle

(D'après le sujet d'Afrique, 2006 ; 6 points)

Maîtrise de la procréation
Hormones naturelles
Organes reproducteurs

DOCUMENT. Expériences sur l'hypophyse

On cherche à préciser les modalités de la régulation des hormones sexuelles chez la rate dont la durée du cycle ovarien est de cinq jours. Pour cela, on réalise les expériences consignées ci-dessous.

Expérience n° 1

Chez les femelles castrées, l'hypophyse augmente de volume et, dans le sang, on peut doser une quantité anormalement élevée de FSH et LH (hormones hypophysaires). Si on injecte alors des quantités bien dosées d'œstrogènes, les sécrétions de FSH et LH se stabilisent autour des taux normaux.

Expérience n° 2

L'ablation de l'hypophyse pratiquée le 3^e jour du cycle provoque l'atrophie des ovaires. Le taux d'œstrogènes dans le sang est alors inférieur à la normale et on ne décèle jamais de progestérone.

Expérience n° 3

La greffe (rétablissement de la communication sanguine) d'hypophyse corrige les effets de l'ablation.

QUESTION

Interpréter des expériences pour restituer ses connaissances de manière organisée

Après une analyse précise des expériences, précisez la nature des relations existant entre l'hypophyse et ovaires.

26 Bac Mise en place des organes génitaux

(Nouméa, 2008 ; 6 points)

Mise en place des appareils sexuels
Différenciation de l'appareil génital

DOCUMENT. Mise en place des organes génitaux

Lors de leur développement embryonnaire, les Mammifères présentent un stade sexuellement indifférencié, caractérisé par la présence d'un double système d'ébauches de voies génitales: les canaux de Wolff et les canaux de Müller.

Expérience	Évolution des canaux de Wolff	Évolution des canaux de Müller
Témoin: aucune intervention	Différenciation en voies génitales mâles	Régression
Castration	Régression	Différenciation en voies génitales femelles
Castration et injections régulières d'extraits testiculaires	Différenciation en voies génitales mâles	Régression
Castration et implantation d'un cristal de testostérone (hormone testiculaire) libérant constamment de petites quantités de cette hormone	Différenciation en voies génitales mâles	Maintien et différenciation en voies génitales femelles

Résultat d'expériences réalisées sur des embryons génétiquement mâles, mais encore au stade où les ébauches sont indifférenciées (d'après Jost).

QUESTION

Saisir des informations et mobiliser ses connaissances

À partir des informations extraites du document, montrez ce qui détermine la différenciation de ces ébauches.

26 Bac La procréation médicalement assistée (6 points)

Procréation médicalement assistée
Hormones naturelles
Hormones de synthèse

QUESTION

Mobiliser ses connaissances et les restituer

Les techniques de procréation médicalement assistée permettent d'aider les couples infertiles dans leur désir d'enfant.

Présentez les différentes étapes de la fécondation in vitro avec transfert d'embryon (FIVETE) et expliquez le rôle des hormones de synthèse utilisées.

27 Bac Stimulation ovarienne et infertilité (2005; Nouméa ; 6 points)

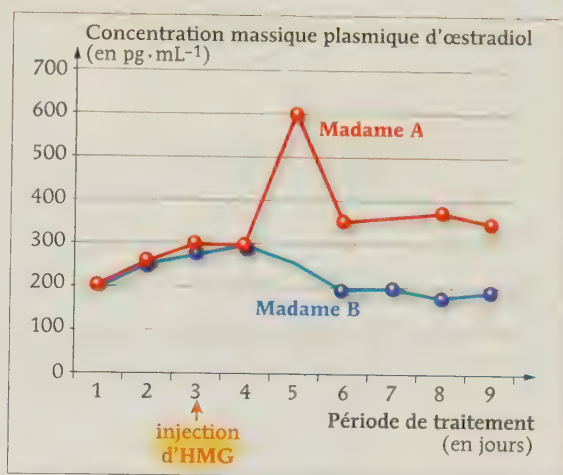
Hormones naturelles
Procréation médicalement assistée
Stérilité

DOCUMENT.

Protocole de stimulation ovarienne

Deux patientes stériles ont été traitées par injection d'HMG (hormones naturelles purifiées à partir d'urine de femmes ménopausées), une hormone dont certains effets sont proches de ceux de la FSH. Le traitement a été efficace pour Madame A. Chez une femme stérile, la concentration massique plasmatique maximale d'œstradiol est en moyenne de $500 \text{ pg} \cdot \text{mL}^{-1}$, au douzième jour d'un cycle de 28 jours. Chez les femmes stériles suivies, cette valeur ne dépasse jamais sans traitement $200 \text{ pg} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Réponse de deux patientes stériles traitées par l'HMG.



QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

Choisir la (ou les) réponse(s) correcte(s). Pour les propositions inexactes, corrigez-les en expliquant votre choix.

1. Madame B n'est pas fertile car la production des œstrogènes est :

- ☐ a. inférieure à $500 \text{ pg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ☐ b. égale à $500 \text{ pg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ☐ c. supérieure à $500 \text{ pg} \cdot \text{mL}^{-1}$

2. HMG est une hormone purifiée assez proche de la molécule FSH qui est produite par :

- ☐ a. les ovaires ☐ b. l'hypophyse ☐ c. les testicules

3. Suite à l'injection de HMG, la libération d'œstrogènes est :

- ☐ a. inchangée ☐ b. augmentée ☐ c. diminuée

4. Les œstrogènes sont des hormones libérées par :

- ☐ a. l'hypophyse ☐ b. les ovaires ☐ c. les testicules

5. Une forte concentration sanguine en œstrogènes peut déclencher une ovulation en :

- ☐ a. provoquant une augmentation de la libération de LH
☐ b. provoquant une diminution de la libération de LH ☐ c. stimulant le fonctionnement de l'hypophyse

6. Les œstrogènes agissent ainsi par :

- ☐ a. rétrocontrôle positif sur les ovaires ☐ b. rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse
☐ c. rétrocontrôle positif sur l'hypophyse

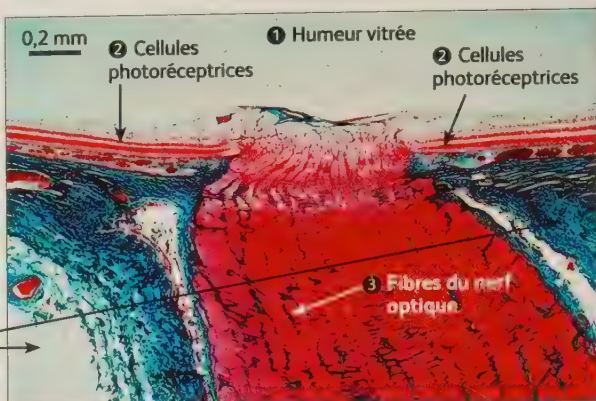
Réaliser un schéma d'interprétation en SVT

Un **schéma d'interprétation** permet de positionner ou de mettre en évidence une structure particulière. Cette structure doit être mise en relation avec les éléments qui l'entourent, sans pour autant détailler ceux-ci.

1 Analyser le document

On souhaite réaliser le schéma d'interprétation de la photographie ci-contre, représentant le **départ du nerf optique**, prise au microscope optique.

Ces zones n'ont pas besoin d'être détaillées.



Point méthode

Analyser la photographie

- 1 Il faut tout d'abord identifier la **structure étudiée** : ici, la rétine, et plus précisément le départ du nerf optique.
- 2 Puis, on repère la limite **humeur vitrée / enveloppe de l'œil**.
- 3 On repère ensuite, dans la rétine, les différentes couches de cellules, dont la couche de **cellules photoréceptrices**.
- 4 Enfin, on identifie les **fibres du nerf optique**.

Point méthode

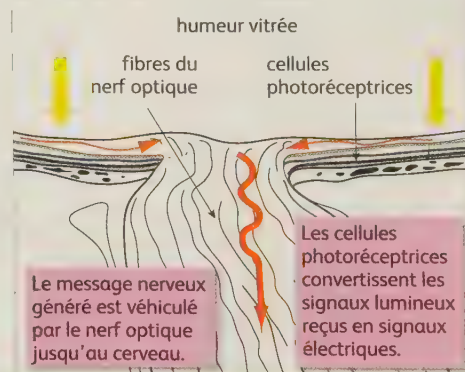
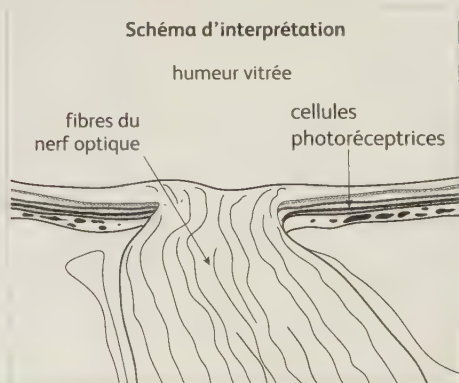
Réaliser le schéma d'interprétation

- Certaines zones n'ont **pas besoin d'être détaillées** car elles ne constituent pas l'objectif du schéma.
- En revanche, on peut indiquer quelques éléments **permettant de se repérer** plus facilement dans le schéma.
- Le schéma **doit être légendé** en indiquant les structures mises en évidence.

2 Réaliser et utiliser un schéma d'interprétation

Un schéma d'interprétation est donc le résultat d'une analyse puisqu'on accorde à certains éléments une place particulière, soit parce qu'ils sont détaillés, soit parce qu'ils sont légendés.

Le schéma d'interprétation peut être utilisé pour montrer, par exemple, le trajet du message nerveux.



Les lois scientifiques utilisent des formules mathématiques sous forme d'expressions littérales. Une fois celles-ci établies, il faut réaliser le **calcul numérique**.

1 Calculer une vergence

Le cristallin est assimilé à une lentille de distance focale :

$$f' = 1,7 \times 10^{-2} \text{ m.}$$

Calculer sa vergence.

Point méthode

Utiliser la calculatrice

- 1 Avant toute application d'une formule, il faut vérifier que les données sont « dans la bonne unité ». Ici, f' doit être en mètre.
- 2 Posez le calcul numérique par écrit avant de le saisir à la calculatrice : $C = \frac{1}{1,7 \times 10^{-2}}$.
- 3 Saisissez $\boxed{1} \div \boxed{1} \boxed{,} \boxed{7} \boxed{2\text{nde}} \boxed{10^x} \boxed{(-)} \boxed{2} \boxed{\rightarrow} \boxed{\text{EXE}}$.

La touche $\boxed{(-)}$ du nombre négatif ne doit pas être confondue avec la touche $\boxed{-}$ de l'opération mathématique « différence ».

- 4 La calculatrice affiche : $5,882352941\text{E}+1$.
On écrit donc : $C = 5,9 \times 10^1 \delta$.

EXEMPLE DE RÉPONSE

Si f' est exprimée en mètre, la vergence est donnée par la relation suivante :

$$C = \frac{1}{f'}$$

On a donc :

$$C = \frac{1}{1,7 \times 10^{-2}} = 5,9 \times 10^1 \delta.$$

Point méthode

Lire le résultat donné par une calculatrice

La calculatrice affiche : $5,882352941\text{E}+1$.

→ Le nombre avant la lettre « E » ne doit pas être donné avec trop de chiffres. La plupart du temps, un seul chiffre après la virgule est suffisant, en utilisant les règles usuelles d'arrondis.

→ Le nombre après la lettre « E » correspond à la puissance de 10. Il faut le reporter par écrit en utilisant la notation scientifique des nombres.

2 Calculer une énergie électrique

Une centrale thermique nucléaire produit une énergie électrique dont la puissance est :

$$P = 12 \text{ MW.}$$

Calculer l'énergie électrique $\mathcal{E}$ qu'elle produit pendant une durée $t = 2$ heures, en l'exprimant en MWh, puis en joule.

Donnée : $1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ J}$.

Point méthode

Faire attention aux unités

• Dans la formule $\mathcal{E} = P \times t$, les unités SI sont le joule (J) pour $\mathcal{E}$, le watt (W) pour P , la seconde (s) pour t . Mais ici, on vous demande de calculer $\mathcal{E}$ en MWh.

P est en MW (mégawatts) et t est en heures, il suffit alors d'écrire :

$$\mathcal{E} = P \times t = 12 \times 2 = 24 \text{ MWh.}$$

EXEMPLE DE RÉPONSE

- L'énergie produite pendant une durée t est :
 $\mathcal{E} = P \times t$.

On a donc $\mathcal{E} = 12 \times 2 = 24 \text{ MWh}$.

$$\begin{aligned} \bullet \mathcal{E} &= 24 \text{ MWh} = 24 \times 10^6 \text{ Wh} \\ &= 24 \times 10^6 \times 3\,600 \text{ J.} \end{aligned}$$

On a donc :

$$\mathcal{E} = 8,6 \times 10^{10} \text{ J.}$$

• Vous devez ensuite exprimer $\mathcal{E}$ en joule. On vous donne la correspondance :
 $1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ J}$.
Or $\mathcal{E} = 24 \text{ MWh}$ et le symbole M signifie « méga » et correspond à une multiplication par 10^6 .
Donc $\mathcal{E} = 24 \text{ MWh} = 24 \times 10^6 \text{ Wh}$
 $= 24 \times 10^6 \times 3\,600 \text{ J}$.
Il faut ensuite utiliser la calculatrice.

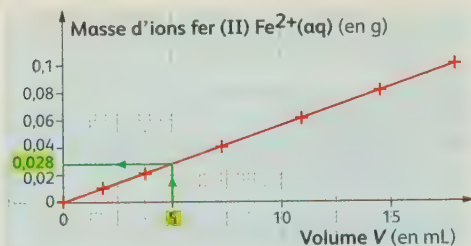
Analyser un graphique ou un tableau

1 Analyser un graphique

Un **graphique** représente des données chiffrées d'une grandeur en fonction d'une autre grandeur. Deux représentations principales sont utilisées : la **courbe d'évolution** et l'**histogramme**.

DOCUMENT A

Courbe d'étalonnage du dosage par comparaison des ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$



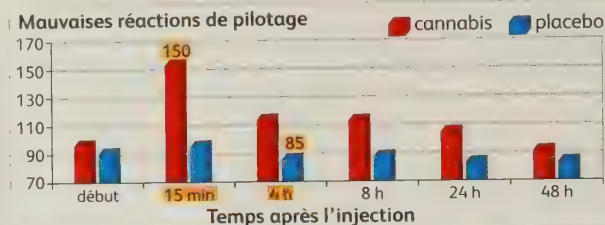
Point méthode

Analyser une courbe d'évolution

- Repérez les grandeurs portées en abscisse et en ordonnée, ainsi que leur éventuelle unité.
- Les croix représentent des points qui correspondent à des grandeurs mesurées expérimentalement.
- Lorsque les points sont presque alignés, la courbe d'évolution est la droite passant au plus près de l'ensemble des points. Il y a alors une relation entre l'abscisse et l'ordonnée d'un point de la droite. Ici, on lit que **si le volume V est de 5 mL, alors la masse d'ions fer (II) est de 0,028 g.**

DOCUMENT B

Dégradation des performances de pilotage de voiture après une injection



Point méthode

Analyser un histogramme

- Repérez les grandeurs portées en abscisse et en ordonnée, ainsi que leur éventuelle unité.
- Plusieurs histogrammes peuvent être représentés sur un même graphique.
- Ici, on lit qu'il y a eu environ **155 mauvaises réactions de pilotage 15 minutes après une injection de cannabis**, et environ **85 mauvaises réactions de pilotage 4 heures après une injection de placebo.**

2 Analyser un tableau

- Un tableau peut donner des grandeurs numériques pour une situation dépendant de deux paramètres, précisés en haut de la colonne et à gauche de la ligne.
- Ainsi, les nombres ne représentent pas tous la même grandeur, et peuvent avoir des unités différentes.

DOCUMENT Consommation de pétrole dans le monde en 2009

Région	Amérique du Nord	Europe Eurasie	Afrique	Asie
Nombre de barils par jour ($\times 10^6$)	22,83	19,37	3,08	26
% de la consommation mondiale	26,4	23,5	3,7	31,1
Nombre de barils par an et par habitant	18	9,6	1,1	4,4

Point méthode

Analyser un tableau

- Repérez les significations de la colonne et de la ligne de la case étudiée.
- Ici, le **volume de pétrole consommé par jour en Amérique du Nord est de $22,83 \times 10^6$ barils.**
- L'Afrique représente **3,7 % de la consommation mondiale de pétrole.**

On souhaite comprendre l'utilité d'un engrais et connaître les principaux éléments chimiques qu'il contient.

Le **titre** apporte des informations sur la nature du texte. Ici, il résume les principaux points abordés par le texte.

Chaque **paragraphe** apporte une information principale. Ici, le premier paragraphe donne la définition d'un engrais et précise la manière de l'apporter à la plante. Le deuxième paragraphe présente la composition d'un engrais, et le troisième explique, pour conclure, pourquoi différents engrais existent.

DOCUMENT Définition et diversité des engrais

Les engrais sont des espèces chimiques qui apportent aux plantes des compléments d'éléments nutritifs **de façon** à améliorer leur croissance et à augmenter le rendement et la qualité des cultures.

Généralement, les engrais sont incorporés dans le sol, **mais** ils peuvent aussi être apportés par l'eau d'irrigation ou par pulvérisation en solution liquide; dans ce dernier cas, on parle de fertilisation **foliaire**.

Un engrais contient trois principaux éléments: l'azote (de symbole chimique N), le phosphore (P) et le potassium (K). Il **peut aussi** contenir des **oligo-éléments** tels que le fer (Fe), le bore (B) ou le cuivre (Cu), contenus en quantité bien plus faible, **mais** qui jouent néanmoins un rôle essentiel.

La quantité de chacun de ses éléments dans un engrais détermine ses propriétés et son adéquation avec les besoins de la plante à laquelle il est destiné.

Les **mots de liaison** sont à analyser avec soin.

Ainsi, « **de façon** » est utilisé pour introduire l'objectif de l'utilisation d'un engrais. « **Généralement** » indique qu'il existe une méthode principale, mais que d'autres méthodes peuvent être utilisées. « **Il peut aussi** » précise que les oligo-éléments ne sont pas toujours présents dans un engrais.

Point méthode

Comprendre le vocabulaire scientifique

- Il faut parfois rechercher la définition des mots appartenant au vocabulaire scientifique.
- Chercher une racine commune est une aide précieuse. Voici quelques exemples.
 - **Foliaire**: ce terme apparaît ici en temps qu'adjectif. Il a une racine commune avec le mot « feuille ». Ce mot signifie en effet « **relatif aux feuilles** ».
 - **Oligo-éléments**: le terme « élément » désigne l'élément chimique, ensemble des atomes ou ions possédant le même numéro atomique. « Oligo » vient d'un terme grec désignant une faible quantité (penser par exemple à l'oligarchie, la gouvernance par un petit nombre d'individus). Les oligo-éléments sont donc **des éléments nécessaires présents en faible quantité**.

Point méthode

Analyser un texte

- Les réponses aux questions doivent s'appuyer sur le texte, sauf mention contraire (par exemple, « à partir de vos connaissances, expliquer ... »).
- Même si vos connaissances paraissent suffisantes pour répondre aux questions, il faut généralement citer le texte (en utilisant des guillemets), puis reformuler la proposition quand la phrase est complexe.

EXEMPLE DE RÉPONSE

D'après le texte, les engrais « apportent aux plantes des compléments d'éléments nutritifs de façon à améliorer leur croissance et à augmenter le rendement et la qualité des cultures ».

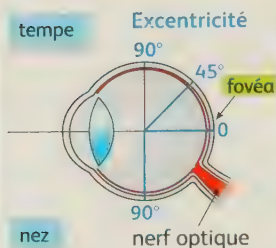
Le texte montre qu'il y a deux catégories d'éléments chimiques dans un engrais :

- les « trois principaux éléments » (azote, phosphore, potassium) ;
- les « oligo-éléments » tels que le fer, le bore et le cuivre.

On souhaite mettre les trois documents suivants en relation pour expliquer les caractéristiques visuelles de la fovéa.

DOCUMENTS Caractéristiques visuelles de la fovéa

A. La fovéa



B. Les cellules photoréceptrices de l'œil

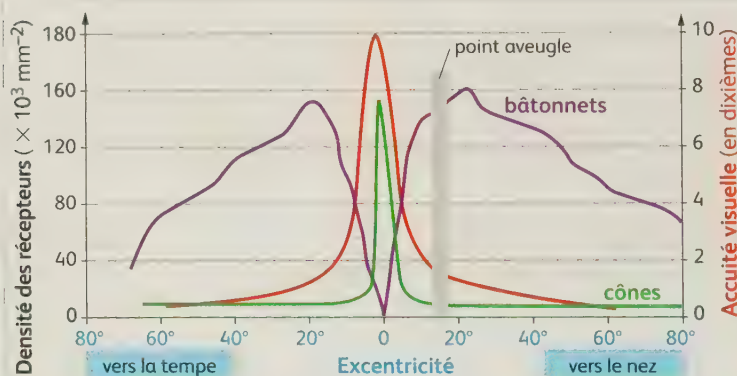
Nous possédons deux types de cellules photoréceptrices : les cônes et les bâtonnets.

► Les **cônes** sont les récepteurs de la vision diurne, ils ont besoin d'une forte luminosité pour fonctionner, et permettent une perception fine des détails spatiaux et temporels, ainsi que la détection des couleurs.

► Les **bâtonnets** sont les récepteurs de la vision aux faibles luminosités. Ils sont si sensibles qu'exposés à la lumière du jour, ils sont saturés.

D'après POUR LA SCIENCE, juin 1987.

C. Acuité visuelle en fonction de l'excentricité



Point méthode

Comprendre le lien entre les documents

- 1 Définissez la **fovéa**.
- 2 Relevez dans chaque document les données relatives à la fovéa.
- 3 Faites le lien entre ces données.

EXEMPLE DE RÉPONSE

D'après le document A, la fovéa correspond à la zone de la rétine dans l'axe optique, soit à la position 0°. Le document B indique que les cônes sont les photorécepteurs intervenant dans la vision colorée. Enfin, d'après le document C, la position 0° sur la rétine correspond au maximum d'acuité visuelle et comprend un maximum de cônes.

La fovéa est donc la zone de la rétine spécialisée dans la vision des couleurs avec le maximum d'acuité visuelle.

À l'aide du document ci-dessous et des connaissances acquises sur la régulation de l'activité testiculaire, on souhaite réaliser un schéma de synthèse expliquant la régulation de l'activité testiculaire, en situant le niveau d'action du contraceptif.

1 Identifier les données nécessaires à la construction d'un schéma de synthèse

DOCUMENT Un contraceptif masculin

Des scientifiques australiens ont annoncé avoir mis au point un contraceptif masculin efficace. Depuis des années, la mise au point d'une pilule pour homme se heurte à la dualité du système reproducteur masculin : **dans les testicules se forment les spermatozoïdes et se déroule la synthèse de la testostérone, responsable des caractères sexuels secondaires.**

Pour stopper la formation des spermatozoïdes sans pour autant diminuer la virilité des patients, les chercheurs australiens ont mis au point une ingénieuse combinaison : un implant qui doit être changé tous les 4 mois, **contenant la testostérone et une injection trimestrielle de progestérone**, une des hormones utilisées dans la pilule pour femme. Le traitement empêche la production de spermatozoïdes.

D'après <http://www.doctissimo.fr> - Sujet bac ES, Amérique du Nord, juin 2008.

Point méthode

Mobiliser ses connaissances

Identifier les connaissances utiles pour réaliser le schéma de synthèse :

- le complexe hypothalamus/hypophyse libère LH et FSH ;
- les testicules libèrent la testostérone ;
- FSH stimule la spermatogenèse ;
- la testostérone intervient dans la mise en place et le maintien des caractères sexuels secondaires ;
- LH stimule la sécrétion de testostérone ;
- chez la femme, la progestérone inhibe la sécrétion de FSH.

Point méthode

Réaliser un schéma de synthèse

→ Le schéma doit expliquer la régulation de l'activité testiculaire, et être construit à partir de vos connaissances.

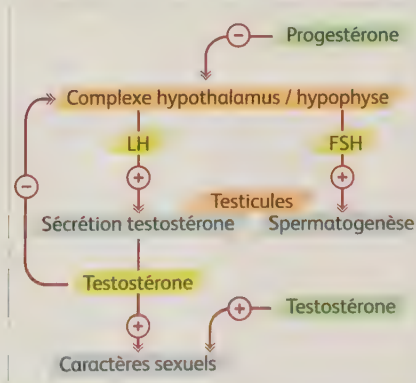
→ Le texte est une source d'informations complémentaires à utiliser pour compléter le schéma.

2 Construire le schéma de synthèse

1 Classer les éléments et leur attribuer une signalétique.

Organes	Complexe hypothalamus / hypophyse	
	Testicules	
Effets	Caractères sexuels	
	Spermatogenèse	Sécrétion
Substances	LH	FSH
	Testostérone	Progestérone
Effet	Active $\rightarrow +$ Inhibe $\rightarrow -$	

2 Organiser les éléments.



Chapitre 1

1. Page 12

- a. **Faux.** Une source de lumière n'a pas besoin d'être éclairée pour être vue.
- b. **Faux.** Un objet qui diffuse de la lumière peut être vu s'il est éclairé.
- c. **Vrai.** La rétine est reliée au système nerveux.
- d. **Faux.** La rétine est l'organe de l'œil sensible à la lumière.

2. Page 14

- a. **Faux.** L'iris est modélisé par un diaphragme.
- b. **Faux.** L'œil contient de l'humeur aqueuse.
- c. **Vrai.** Ce sont la sclérotique, la choroïde et la rétine.
- d. **Faux.**

3. Page 16

- a. **Faux.** L'iris et le cristallin peuvent se modifier. L'iris se modifie en fonction de la quantité de lumière pénétrant dans l'œil, le cristallin se modifie pour permettre l'accommodation.
- b. **Faux.** La lumière traverse le cristallin.
- c. **Vrai.** Comme une lentille, le cristallin dévie la lumière qui le traverse.
- d. **Faux.**

Chapitre 2

1. Page 20

Voir tableau en bas de page.

2. Page 22

- 1. **Faux.** Comme dans le cas de l'observation à travers une loupe, l'image peut être avant la lentille (image dite virtuelle) et donc non visible sur un écran.
- 2. **Vrai.**
- 3. **Faux.** Au moins deux rayons particuliers sont à tracer pour déterminer la position de B'.
- 4. **Vrai.** On inclut le cas d'une image virtuelle où le rayon, issu de B, émerge de la lentille dans le prolongement de B'.
- 5. **Vrai.**
- 6. **Faux.** Comme dans le cas de l'observation à travers une loupe, l'image peut être orientée dans le même sens que l'objet donc droite par rapport à l'objet.

3. Page 24

- a. Un œil emmétrope « au repos » a une vision nette d'un objet **très éloigné**. L'image se forme sur **la rétine**. Lorsque l'œil accommode, le **cristallin** se déforme et devient **plus bombé**. La vergence de l'œil **augmente**.

- b. Le *punctum proximum* d'un œil qui devient presbyte **recule**.

4. Page 26

- a. Pour corriger un œil myope, il faut lui associer une lentille **divergente** ou intervenir chirurgicalement pour **réduire** sa vergence.
- b. Pour corriger un œil hypermétrope, il faut lui associer une lentille **convergente** ou intervenir chirurgicalement pour **augmenter** sa vergence.

Chapitre 3

1. Page 36

- a. **Faux.** La rétine comporte plusieurs couches de cellules mais une seule couche de cellules photoréceptrices qui se trouve en périphérie.
- b. **Faux.** La lumière ne peut pas arriver directement sur ces cellules puisque les cônes et les bâtonnets constituent la couche la plus périphérique. La lumière traverse donc les autres couches cellulaires avant de les atteindre.
- c. **Vrai.**
- d. **Faux.** Les bâtonnets contiennent de la rhodopsine et les cônes, de l'opsine.

2. Page 38

- a. **Faux.** On distingue au moins deux zones différentes de la rétine : la fovéa, dans l'axe optique, qui ne comporte que des cellules photoréceptrices (cônes), et le point aveugle, dépourvu de cellules photoréceptrices. La rétine n'est pas homogène.
- b. **Faux.** La fovéa se distingue par l'absence de cellules bipolaires et de cellules ganglionnaires : la lumière arrive directement sur les cellules photoréceptrices.
- c. **Faux.** C'est le point aveugle qui correspond au départ du nerf optique.
- d. **Vrai.**

3. Page 40

- a. **Faux.** Les bâtonnets sont aussi des cellules photoréceptrices.
- b. **Faux.** L'acuité visuelle est maximale pour la vision centrale (excentricité nulle) ; voir le doc. 2.
- c. **Faux.** Il existe trois types de cônes sensibles à différentes longueurs d'onde.
- d. **Faux.** Les cônes sont sensibles aux couleurs dans une forte luminosité. Les bâtonnets, sensibles aux faibles luminosités, ne sont pas sensibles aux couleurs.

4. Page 42

- a. **Faux.** Chaque type de cône contient une opsine spécifique.
- b. **Faux.** Les cônes des cellules photoréceptrices des daltoniens possèdent des pigments mais ceux-ci ne sont pas fonctionnels.
- c. **Vrai.** Si la fovéa est touchée, la vision axiale est modifiée. Si les bâtonnets sont touchés, c'est la vision périphérique qui est modifiée.
- d. **Faux.** Les cellules photoréceptrices peuvent mourir suite à des maladies.

5. Page 44

- a. et d. **Vrai.** La comparaison des gènes et de leurs séquences permet de déterminer quelles espèces possèdent un ancêtre commun qu'elles ne partagent pas avec les autres espèces.
- b. **Faux.** Certains Primates sont trichromates (singes de l'Ancien Monde).
- c. **Vrai.** Les Primates qui possèdent les trois gènes sont trichromates alors que ceux qui possèdent deux gènes sont dichromates.

6. Page 46

- a. **Faux.** Les aires visuelles droite et gauche reçoivent des messages issus des deux yeux. Les informations issues des deux champs visuels droits sont acheminées dans l'hémisphère gauche et celles issues des deux champs visuels gauches, dans l'hémisphère droit.
- b. **Faux.** La couleur est traitée dans l'aire visuelle V_4 tandis que le mouvement est traité dans l'aire visuelle V_5 .
- c. **Faux.** Il existe différentes aires visuelles spécialisées.
- 7. Page 48
- a. **Faux.** La lecture est un mécanisme complexe qui fait intervenir les aires visuelles mais également d'autres aires responsables de la reconnaissance des mots.
- b. **Vrai.**
- c. **Vrai.**

Chapitre 4

1. Page 58

- a. Une solution est un liquide **homogène**, dont on distingue la substance majoritaire, appelée **solvant**, et les substances minoritaires, appelées **solutés**.
- b. Les pigments sont **dispersés** dans le milieu qu'ils colorent alors que les colorants sont **dissous** dans un solvant.
- c. Une teinture est un cas particulier de **colorant**.

Revoir les définitions données dans le doc. 1. Lors d'une teinture on considère que l'espèce colorée est quasiment dissoute dans la fibre : cela répond à la définition d'un colorant (et non d'un pigment non dissous).

2. Page 60

- a. **Vrai.** La technique du mordantage modifie la couleur d'une teinture : voir doc. 1.
- b. **Faux.** Un même colorant donne des nuances différentes sur coton, laine et nylon (voir doc. 2).

Nom	Lentille convergente	Lentille divergente
Symbole		
Les distinguer au toucher.	Lentilles à bords minces et « bombée » au centre	Lentilles à bords épais et « creuse » au centre
Observation de l'image d'un objet proche de la lentille.	Images plus grosses que l'objet	Images moins grosses que l'objet

c. Vrai. Voir doc. 3. Étymologie : thermo /pour température/ - chrome/pour couleur.

3. Page 62

a. Réponse exacte : magenta. En effet, la feuille blanche réfléchit toutes les lumières qu'elle reçoit ; la superposition de rouge et de bleu donne le magenta (voir doc. 1).

b. Réponse exacte : synthèse additive.

On parle de synthèse additive lorsqu'il y a superposition de lumières et activation simultanée des différents récepteurs rétiniens.

c. Réponse exacte : jaune. En effet, la superposition de rouge et de vert donne le jaune (voir doc. 1).

4. Page 64

a. Vrai. La lumière absorbée est la complémentaire du bleu ; on identifie sur le cercle chromatique (p. 64) la couleur diamétralement opposée au bleu : c'est le jaune.

b. Faux. La couleur de l'ombre est complémentaire de la couleur de la lumière incidente et ne dépend pas de la couleur de l'objet.

c. Faux. Le jaune soustrait le rouge et le vert ; le magenta soustrait le vert ; il doit rester du bleu.

d. Vrai. Il s'agit de couleurs soustraites d'où synthèse soustractive.

5. Page 66

La couleur est un élément fondamental des Arts. Le nombre de **substances colorées** est **insuffisant** pour réaliser l'ensemble des couleurs nécessaire à la démarche de l'artiste. Pour y remédier, il utilise des **mélanges** de matières colorées, ce qui permet de réaliser la **synthèse soustractive** des couleurs.

En effet, un mélange soustrait à la lumière blanche les couleurs complémentaires de chacun de ses constituants : on peut réaliser toutes les nuances désirées en modifiant la composition du mélange.

Chapitre 5

1. Page 76

a. Vrai.

b. Faux. Les vésicules se trouvent uniquement du côté du neurone présynaptique.

c. Vrai.

d. Faux. Les neurotransmetteurs sont libérés uniquement par le neurone présynaptique.

2. Page 78

a. Faux.

b. Faux.

c. Vrai.

Une partie de la molécule de LSD est similaire à la sérotonine. Il peut donc se fixer sur les récepteurs de la membrane postsynaptique et mimer les effets de la sérotonine, c'est-à-dire la transmission de messages nerveux issus de la rétine sans que celle-ci ait été stimulée.

d. Faux. Les drogues ont en commun de modifier la transmission du message nerveux au niveau d'une synapse mais elles n'agissent pas toutes de la même façon.

3. Page 80

a. Faux.

b. Faux.

Le fonctionnement cérébral est modifié par

la prise de drogues mais également d'autres organes. Certaines modifications (nombre de récepteurs par exemple) subsistent même lorsque le sujet cesse de prendre des drogues.

c. Vrai.

Chapitre 6

1. Page 94

a. Faux. Voir définition écosystème.

b. Faux. Les interventions agissent aussi sur les êtres vivants associés à la culture.

c. Vrai. C'est la définition de l'agrosystème.

2. Page 96

a. Faux. La fertilisation permet d'éviter l'épuisement des sols en éléments minéraux.

b. Vrai. L'énergie solaire est une énergie renouvelable.

c. Vrai. Car ils nécessitent d'autres formes d'énergie que le soleil.

3. Page 98

a. Faux. Dans un système d'élevage, le rendement énergétique diminue à cause de la nécessité de fournir de la nourriture d'origine végétale aux animaux.

b. Faux. Les pertes énergétiques et la consommation d'eau pour élever un animal sont coûteuses sur le plan environnemental.

c. Faux. Ils sont asiatiques.

d. Vrai.

4. Page 100

a. Vrai. C'est la vigueur hybride.

b. Faux. Les qualités nutritionnelles peuvent être améliorées.

c. Faux. Le transfert de gènes permet d'apporter de nouveaux caractères aux animaux transformés.

5. Page 102

a. Vrai. C'est l'excès d'azote non utilisé par la plante cultivée qui en fait un polluant.

b. Vrai. Les substances chimiques s'accumulent dans les tissus des êtres vivants susceptibles de servir de nourriture à l'Homme.

c. Faux. Car la qualité du lait pourra être altérée par la concentration de l'herbicide chez le bovin.

6. Page 104

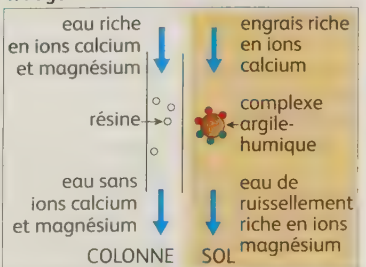
a. Faux. Le but : diminuer l'impact énergétique.

b. Vrai. En réduisant l'utilisation d'intrants.

c. Faux. Diminuer les impacts des ravageurs augmente la productivité.

Chapitre 7

1. Page 114



2. Page 116

a. Vrai. Un engrais contient au moins un des trois éléments azote, potassium et phosphore qui permettent d'améliorer la croissance des plantes. Un produit phytosanitaire contient d'autres éléments comme par exemple du cuivre (bouillie bordelaise) ou des molécules organiques.

b. Faux. Un engrais NPK est constitué des éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K).

c. Vrai. Du fait de leurs compositions chimiques différentes, un engrais et un produit phytosanitaire n'ont pas les mêmes rôles : un engrais sert à améliorer la croissance des plantes alors qu'un produit phytosanitaire sert à soigner les plantes.

d. Vrai. Comme son nom l'indique, un dosage par comparaison nécessite des dosages préliminaires grâce auxquels on trace une courbe d'étalonnage.

e. Faux. Il faut toujours tenir compte des imprécisions expérimentales liées majoritairement à l'imprécision du matériel utilisé.

3. Page 118

Une eau contient des **ions**, particules chargées positivement ou négativement. Il est possible de les identifier grâce à des **tests** caractéristiques : les ions **chlorure** (Cl^-) forment avec les ions argent un **précipité** blanc qui noircit à la lumière.

Suivant sa **composition chimique**, une eau a certaines propriétés. Par exemple, une eau est d'autant plus dure qu'elle contient des ions **calcium** (Ca^{2+}) et **magnésium** (Mg^{2+}).

4. Page 120

1. Faux. L'eau du robinet provient des eaux de surface ou des nappes phréatiques.

2. Faux. L'eau d'une source, *a priori*, n'est pas potable. Ne pas confondre avec l'appellation officielle « eau de source ».

3. Faux. Une eau est certifiée potable si elle satisfait à une cinquantaine de critères. Les deux critères liés à la couleur et à l'odeur dépendent de la perception de chacun. Ces critères ne sont pas suffisants pour déterminer si une eau est potable ou non.

4. Faux. Les critères de potabilité sont établis par la législation européenne.

5. Vrai.

6. Faux. Les eaux de surface sont rendues potables dans une station de potabilisation. Une station d'épuration permet de nettoyer (d'épurer) les eaux usées avant des déverser ces eaux propres (mais non potables) dans les cours d'eau.

Chapitre 8

1. Page 130

a. Faux. Certains microorganismes sont inoffensifs et utilisés en agroalimentaire. Pour la fabrication des yaourts par exemple.

b. Faux. Les microorganismes ont besoin d'éléments nutritifs qu'ils peuvent trouver dans les aliments.

c. Vrai. Ce sont des unicellulaires ne possédant pas de noyau.

d. Faux. Les toxines sont pathogènes pour l'Homme.

2. Page 132

a. Vrai. C'est la définition de ces techniques.

b. Faux. Certaines espèces résistent à de très basses températures. De plus, le froid limite leur prolifération, il ne les tue pas forcément.

c. Vrai.

d. Faux. Les microorganismes sont présents mais le froid bloque leur prolifération.

3. Page 134

a. Faux. Certaines tuent les microorganismes.

b. Faux. Les bactéries acidophiles résistent à des pH très faibles.

c. Vrai. C'est un autre mode plus ancien de conservation des aliments.

d. Faux. Elle bloque le métabolisme des microorganismes.

4. Page 136

a. Vrai. Par exemple, la salaison augmente artificiellement la teneur en sels des aliments.

b. Vrai. Un excès de sel est mauvais pour la santé.

c. Vrai. Il provoque la formation de plaques d'athérome.

d. Faux. Car de très nombreux aliments de base (le pain par exemple) contiennent du sel.

Chapitre 9

1. Page 146

a. Vrai. Les aliments acides et les aliments secs s'oxydent moins rapidement.

b. Vrai.

c. Faux. La lumière est un facteur qui accélère l'oxydation des aliments.

d. Vrai.

2. Page 148

Procédés physiques	Procédés chimiques
Conserves, poisson surgelé, soupe en sachet, champignons séchés, lait U.H.T.	Marrons glacés, saumon fumé, céréales pour petit-déjeuner.

3. Page 150

On appelle **émulsion** un mélange **hétérogène** de deux liquides ou d'un liquide et d'un solide. Le lait et le beurre en sont des exemples. Ils sont tous les deux constitués d'eau et de matières grasses. Alors que le lait est majoritairement constitué d'eau et est donc une émulsion de **matières grasses** dans l'eau, le beurre est majoritairement constitué de **matières grasses** et est donc une émulsion d'eau dans des matières grasses.

Pour bien réussir une émulsion et la **conserver** le plus **longtemps** possible, il est nécessaire d'y ajouter des espèces **tensioactives**.

4. Page 152

1. a. Faux. C'est une molécule hydrophile qui « aime » l'eau.

b. Faux. C'est une espèce amphiphile qui « aime » à la fois l'huile et l'eau.

c. Vrai. Étymologiquement, lipo vient du grec *lipos*, graisse et *phile* de *philos*, aimer.

2. a. Vrai. La structure d'un lipide est la suivante : une longue chaîne hydrocarbonée (constituée d'atomes de carbone liés à des atomes d'hydrogène) et un groupe caractéristique.

b. Faux. La chaîne hydrocarbonée d'un lipide est longue.

c. Faux. Car le groupe caractéristique n'est pas lipophile.

3. a. Faux. L'espèce tensioactive est constituée d'une tête **hydrophile** et d'une chaîne **hydrophobe**.

b. Faux. Une espèce tensioactive aime à la fois l'eau (hydrophile) et l'huile (lipophile).

c. Vrai. Une espèce tensioactive est amphiphile, c'est-à-dire à la fois hydrophile et lipophile.

Chapitre 10

1. Page 166

a. Vrai.

b. Faux. Contrairement aux ovaires, les testicules ont un fonctionnement continu dans le temps.

c. Faux. L'épaisseur de la muqueuse utérine varie au cours des cycles sexuels.

d. Faux. En fin de cycle, les ovaires libèrent très peu d'hormones sexuelles entraînant le début des menstruations.

2. Page 168

a. Vrai.

b. Vrai.

c. Faux. Juste avant l'ovulation, les ovaires exercent un **rétrocontrôle positif** sur le cerveau à l'origine du pic de LH.

3. Page 170

a. Faux. L'utilisation de la pilule permet d'empêcher l'ovulation chez la femme.

b. Faux. La glaire cervicale, chez une femme qui prend la pilule, est imperméable au passage des spermatozoïdes en direction de la cavité utérine.

c. Vrai.

d. Faux. L'utilisation de RU486 provoque l'apparition des menstruations d'une femme qui a commencé une grossesse.

4. Page 172

a. Vrai.

b. Faux. Les méthodes contraceptives sont de plus en plus efficaces.

c. Vrai. Le patch, l'implant ou l'anneau vaginal sont des nouvelles méthodes contraceptives hormonales qui ne nécessitent pas une prise quotidienne source d'oubli chez les femmes.

5. Page 174

a. Faux. Les stérilités peuvent concerner la femme ou l'homme ou encore les deux membres du couple.

b. Vrai. Pour stimuler le fonctionnement des ovaires, on utilise en procréation médicalement assistée des hormones FSH de synthèse.

c. Vrai.

6. Page 176

a. Vrai.

b. Faux. Le dépistage permet d'en savoir plus sur sa situation personnelle et d'éviter de contaminer quelqu'un sans le savoir.

c. Faux. Pour la majorité des IST, on ne dispose pas de vaccin.

Chapitre 11

1. Page 186

a. Faux. La présence d'un chromosome Y détermine le sexe génétique d'un individu. Les individus sans Y sont femelles, les individus avec Y sont mâles.

b. Vrai.

c. Faux. Ce sont certains gènes qui sont présents sur le chromosome Y qui sont indispensables à la formation des testicules et à leur fonctionnement.

2. Page 188

a. Faux. Durant les premières semaines de la grossesse, les fœtus mâles et femelles ne peuvent être différenciés. Ils présentent des organes génitaux externes indifférenciés.

b. Faux. Les canaux de Wolff se développent chez les fœtus mâles pour former épididyme et canal déférent.

c. Vrai.

3. Page 190

a. Faux. Elles sont indépendantes.

b. Faux. La biologie détermine pour partie seulement l'identité sexuelle.

c. Faux. L'orientation sociale relève de la sphère personnelle et privée.

4. Page 192

Chez les Mammifères à l'exception des Primates, l'activité sexuelle et la **reproduction** sont indissociées. L'activité sexuelle apparaît suite à la libération de **testostérone** chez le mâle et de **progestérone** et d'**œstrogènes** chez la femelle. L'**hypothalamus** est le centre nerveux responsable du comportement sexuel. Les hormones sexuelles libérées par les gonades agissent sur les **neurones** de l'hypothalamus pour initier l'activité sexuelle.

5. Page 194

Lors d'un accouplement, différentes régions du **cerveau**, dont l'aire tegmentale ventrale, sont activées provoquant la sensation de **plaisir**. L'ensemble de ces aires cérébrales constituent le **système de récompense**. Il fournit la motivation nécessaire à la réalisation de certains comportements comme les **activités sexuelles**. L'animal modifie son **comportement** dans l'espérance d'une récompense supposée.

6. Page 196

Les hormones sexuelles exercent une action sur différentes régions du cerveau : l'**hypothalamus** et différentes aires du système de récompense. L'influence des **œstrogènes** est beaucoup moins importante sur le cortex sur lequel ces hormones se fixent peu. Or, au cours

de l'évolution, le **cortex** est la région du cerveau qui a le plus tendance à se développer. En conséquence, chez l'Homme et les Primates, par rapport aux autres Mammifères, l'influence hormonale sur le **comportement sexuel** devient de moins en moins importante.

Chapitre 12

1. Page 210

a. La chambre est éclairée avec une ampoule de 50 W pendant 1 h. Le salon est éclairé avec une ampoule de 100 W pendant 30 minutes : le salon a consommé la même énergie que la chambre ($\mathcal{E} = P \times t = 180\,000 \text{ J}$).

b. L'unité SI de l'énergie est le joule (symbole J).

c. La puissance d'un appareil électrique dépend de sa nature.

2. Page 212

a. Vrai.

b. Faux. L'ordre de grandeur de la puissance d'une centrale est plutôt de 1 GW.

c. Vrai.

3. Page 214

Le pétrole est une ressource énergétique où l'énergie est stockée sous forme **d'énergie chimique**, tandis que l'eau d'un barrage est une ressource où l'énergie est stockée sous forme **d'énergie potentielle de pesanteur**. Les éoliennes exploitent l'énergie **cinétique** de l'air.

4. Page 216

Les ressources énergétiques suivantes sont renouvelables : éolien – solaire – géothermie – biocarburant.

Les ressources énergétiques suivantes sont non renouvelables : pétrole – nucléaire – charbon – gaz.

5. Page 218

Les problématiques engendrées par l'utilisation des ressources dépendent de chacune d'elles. Les ressources fossiles nécessitent un **transport**, ce qui n'est pas sans danger pour la nature. L'utilisation des **ressources nucléaires** nécessite le développement d'une technologie avancée, jalousement gardée par chaque nation. Les ressources renouvelables comme celles exploitées par les centrales **géothermiques** ou les **éoliennes** ne peuvent être implantées que là où la ressource **abonde**.

Chapitre 13

1. Page 228

a. Vrai. En raison d'inévitables frottements, une partie de l'énergie est dégradée en un autre type d'énergie non récupérable.

b. Faux. Il n'existe pas de « bonne d'électricité » comme il n'existe pas de bonnes de vent.

c. Vrai.

d. Faux. Chaque kilomètre parcouru par le courant électrique dans une ligne à haute tension entraîne une diminution de puissance de l'ordre de 0,02 %.

2. Page 230

a. Lorsqu'une pile débite un courant électrique, de l'énergie **chimique** est transformée en énergie **électrique** et une partie se dégrade par un transfert **thermique**.

b. Contrairement à une pile, un accumulateur peut être **rechargé**.

c. Le seul produit rejeté lors du fonctionnement d'une pile à combustible est l'**eau**.

3. Page 232

a. Faux. Le dioxygène est souvent le comburant d'une combustion.

b. Vrai. Il s'agit du charbon, du gaz naturel ou du pétrole sous forme de fioul.

c. Faux. L'alternateur transforme de l'énergie cinétique en énergie électrique.

4. Page 234

a. Faux. Les réactions de fission libèrent de l'énergie pour chauffer l'eau sous pression du circuit primaire. C'est l'alternateur qui est à l'origine du courant électrique dans les lignes à haute tension.

b. Vrai. Dans le Soleil, il y a une réaction de fusion nucléaire entre le deutérium et le tritium.

c. Vrai. A et Z sont conservés.

5. Page 236

a. Les produits formés par les centrales nucléaires subissent des réactions de **fission spontanées** qui produisent des particules et des rayonnements dangereux pour la **santé**. La dangerosité de ces produits est évaluée par l'**activité** de l'échantillon, grandeur en décroissance, qui est divisée par deux au bout d'une durée appelée **demi-vie**.

b. L'effet de serre est un phénomène **naturel** qui permet à l'atmosphère terrestre de se maintenir à une **température** propice à la vie. Ce phénomène est amplifié par la production « **anthropique** » de gaz à effet de serre.

Exercices « Vérifier ses connaissances »

Chapitre 1

1 Questions de cours

L'œil ne voit un objet que :

– si l'objet émet de la lumière en la produisant ou en la diffusant ;

– si la lumière issue de l'objet pénètre en ligne droite directement dans l'œil.

Chapitre 2

1 Questions de cours

1. Il est possible de reconnaître facilement une lentille convergente :

– en la touchant. Une lentille convergente est une lentille à bords minces et « bombée » au centre contrairement à une lentille divergente (à bords épais et « creuse » au centre) ;

– en la plaçant près d'un objet (un texte par exemple) et en regardant l'image de l'objet

à travers la lentille. Si l'image est plus grosse que l'objet, la lentille est convergente.

2. • La **distance focale d'une lentille mince convergente** correspond à la distance entre le centre optique O de la lentille et son foyer image F' . C'est la même distance qui sépare le foyer objet F de la lentille et O .

• La **vergence**, notée C , d'une lentille est l'inverse de la distance focale.

$$C = \frac{1}{f'} \quad \text{ou} \quad f' = \frac{1}{C}$$

C s'exprime en dioptrie (δ) si f' est en mètre (m).

• **Accommodation** : mise au point faite par l'œil pour voir net des objets. Lorsqu'un objet se rapproche de l'œil, le cristallin se déforme pour que l'image se forme sur la rétine. Il se bombe devenant ainsi plus convergent.

• **Œil myope** : œil dont l'ensemble des milieux transparents (cornée, cristallin, humeurs aqueuse et vitrée) constitue un système optique trop convergent pour la vision

nette d'objets éloignés. L'image d'un objet éloigné donnée par un œil myope au repos se forme devant la rétine au lieu d'être sur la rétine.

2 QCM

1. **Réponses exactes : a et c.**

a. Affirmation vraie. Ceci est une propriété des lentilles.

b. Affirmation fausse. Il ne faut pas confondre avec une autre propriété des lentilles : quand le rayon incident passe par le foyer objet F , il émerge de la lentille parallèle à l'axe optique.

c. Affirmation vraie. En effet, tout rayon passant le centre optique de la lentille n'est pas dévié, alors que tous les autres sont déviés.

2. **Réponse exacte : e.**

En effet, la relation entre f' et C est la suivante : $C = \frac{1}{f'}$ en exprimant f' en m et C en δ .

Avec : $f' = +2 \text{ cm} = +2 \times 10^{-2} \text{ m}$,
 $C = +50 \delta$.

3. Réponse exacte : c.

a. Représentation incorrecte. Le rayon incident issu de B et parallèle à l'axe optique devrait émerger de la lentille en passant par le foyer image F' .

b. Représentation incorrecte. En effet, la représentation de la lentille est celle d'une lentille divergente et non celle d'une lentille convergente comme le stipule l'énoncé.

c. Représentation correcte. La représentation de la lentille est bien celle d'une lentille convergente. Le rayon issu de B passant par O n'est pas dévié, le rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' et l'image B' du point B est bien à l'intersection des deux rayons.

4. Réponse exacte : a.

En effet, la lentille qui modélise les milieux transparents forme l'image de l'objet observé sur l'écran qui représente la rétine. Une lentille divergente ne permettrait pas d'obtenir l'image d'un objet sur l'écran-rétine.

5. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie. Lorsque l'œil emmétrope est au repos, il voit net des objets lointains. Mais pour voir des objets proches, son cristallin se déforme en devenant plus bombé pour que l'image de l'objet proche se forme sur la rétine : l'œil accommode.

b. Affirmation vraie. L'œil devient plus convergent. Le cristallin se déforme alors en devenant plus bombé : il devient plus convergent et sa vergence augmente donc.

6. Réponses exactes : b et c.

b. Affirmation vraie. Un œil hypermétrope n'est pas assez convergent pour la vision lointaine. Ce défaut peut donc être corrigé avec une lentille convergente.

c. Affirmation vraie. L'image d'un objet lointain se forme derrière la rétine de l'œil hypermétrope au repos. Celui-ci n'est pas assez convergent. Pour voir nettement l'objet lointain, l'œil hypermétrope accommode.

7. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. Lorsque l'œil emmétrope devient presbyte, son cristallin ne peut plus suffisamment se déformer pour voir nettement des objets proches. Le *punctum proximum* s'éloigne lorsque l'œil devient presbyte.

c. Affirmation vraie. L'œil est devenu presbyte, mais sa vision d'objets lointains n'est pas altérée. L'œil étant emmétrope, au repos, la vision des objets lointains reste nette.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : a.

a. Affirmation vraie. La lentille est convergente car elle permet d'obtenir une image grossie du texte (effet de loupe) et sa représentation sur la construction est celle d'une lentille convergente.

b. Affirmation fausse. Le centre d'une lentille convergente est plus épais que ses bords.

c. Affirmation fausse. Un œil myope est trop convergent : sa vision est corrigée par ajout d'une lentille divergente.

2. Réponse exacte : a.

a. Affirmation vraie. Le point B et son image B' sont tous les deux situés du même côté de l'axe optique de la lentille.

b. Affirmation fausse. L'image n'est pas visible sur un écran car elle se forme avant la lentille. C'est l'œil qui, en regardant à travers la lentille, reconstitue l'image $A'B'$.

c. Affirmation fausse. En effet, la construction indique que l'objet AB a une longueur correspondant à un carreau alors que son image $A'B'$ a une longueur correspondant à 3 carreaux.

D'autre part, la photo montre clairement une image à travers la lentille plus grosse et droite par rapport au texte qui sert d'objet. La lentille joue le rôle de loupe.

3. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. L'œil observe l'image $A'B'$. Or, celle-ci n'est pas très éloignée de l'œil (elle est à 26 cm de l'œil en tenant compte de l'échelle de la construction) : l'œil doit donc accommoder pour la voir nette.

b. Affirmation fausse. L'œil ne peut voir en effet directement l'objet puisque les rayons lumineux provenant de l'objet traversent la lentille avant de pénétrer dans l'œil. Pour l'observateur, tout se passe comme si les rayons provenaient en ligne droite de B' . L'œil voit l'image $A'B'$ de l'objet AB .

c. Affirmation vraie. Un rayon issu du point B de l'objet et parallèle à l'axe optique, passe par le foyer image F' de la lentille situé sur l'axe optique (propriété des lentilles minces). Sur le schéma, l'œil est bien placé en ce point.

4. Réponse exacte : c.

En effet, la distance focale f' correspond à 5 carreaux sur le schéma. Le texte indique une échelle de 2 cm pour un carreau. On obtient donc bien $f' = 5 \times 2 = 10$ cm.

5. Réponse exacte : c.

En effet, la vergence C se calcule par $C = \frac{1}{f'}$ en exprimant f' en mètre.

$$f' = +10 \text{ cm} = +0,10 \text{ m.}$$

$$\text{On obtient alors } C = \frac{1}{+0,10} = +10 \text{ δ.}$$

Chapitre 3

1 Questions de cours

1. Les cellules photoréceptrices sont les cônes et les bâtonnets, sensibles respectivement aux couleurs et aux faibles luminosités.

2. La densité des cônes est très importante au niveau de la fovéa, localisée dans l'axe optique, et diminue rapidement de part et d'autre. Les bâtonnets sont absents de la fovéa et leur densité est importante dans la rétine périphérique. La vision centrale est colorée et se fait par forte luminosité alors

que la vision périphérique se fait aux faibles densités et en nuance de gris.

3. Cortex : couche superficielle du cerveau. Plasticité : capacité que possède le cerveau à réorganiser certaines connexions et cellules ; Aire visuelle : partie du cortex qui reçoit des informations de nature visuelle.

2 QCM

1. Réponses exactes : b.

a. Affirmation fausse. Les cellules photoréceptrices sont reliées aux autres cellules de la rétine et non directement au nerf optique.

b. Affirmation vraie. Les cellules photoréceptrices contiennent des pigments capables d'absorber la lumière et de permettre sa conversion en un message nerveux.

c. Affirmation fausse.

Chaque type de cellule photoréceptrice ne contient qu'une seule catégorie de pigment.

2. Réponse exacte : b.

En effet, un gène commun à deux espèces, par exemple le gène codant l'opsine bleue, est hérité d'un ancêtre commun. On suppose que plus les différences entre les deux gènes sont faibles, plus les deux espèces possèdent un ancêtre commun récent.

3. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. Le daltonisme est un problème de vision des couleurs ; les bâtonnets sont responsables de la vision crépusculaire.

b. Affirmation vraie. Les opsines S, M et L (pigments rétinien des bâtonnets) absorbent des radiations de différentes longueurs d'onde et permettent la conversion du stimulus lumineux en message nerveux. Lorsque ces pigments sont modifiés, la perception des couleurs peut être modifiée.

c. Affirmation fausse. On distingue différents types de daltonisme en fonction du pigment non fonctionnel.

d. Affirmation fausse. Le daltonisme est une anomalie génétique qui n'apparaît pas au cours de la vie. Dès la naissance, les pigments sont fonctionnels ou non.

4. Réponse exacte : c.

a. Affirmation fausse. Il existe trois types de cônes que l'on distingue en fonction des pigments qu'ils contiennent (cf. question 2).

b. Affirmation fausse. Les cônes sont sensibles aux couleurs, sous forte intensité lumineuse.

c. Affirmation vraie. La fovéa est une région remarquable de la rétine qui contient pratiquement exclusivement des cônes et aucun bâtonnet.

d. Affirmation fausse. Il existe trois types de cônes que l'on distingue en fonction des pigments qu'ils contiennent (cf. question 2).

5. Réponse exacte : c.

a. Affirmation fausse. La rétine est constituée de cellules photoréceptrices mais également de cellules bipolaires et de cellules ganglionnaires.

b. Affirmation fausse. Il n'y a qu'une seule couche de cellules photoréceptrices.

c. Affirmation vraie. Le point aveugle correspond au départ du nerf optique. Cette région particulière de la rétine ne comporte que des fibres nerveuses et est dépourvue de cellules photoréceptrices.

6. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie. La vision centrale fait intervenir les cellules photoréceptrices situées dans la fovéa de la rétine. Dans cette zone, les cellules photoréceptrices ont une densité très élevée et reçoivent directement la lumière qui ne traverse pas les cellules bipolaires et les cellules ganglionnaires : la vision y est très précise contrairement à la zone périphérique.

b. Affirmation vraie. Les seules cellules photoréceptrices localisées dans la fovéa, responsable de la vision centrale, sont les cônes qui permettent la vision des couleurs. La vision centrale permet donc de distinguer les couleurs.

7. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. Ce sont les pigments contenus dans les cônes

c. Affirmation vraie. Ce sont bien des molécules et non des cellules.

3 Analyser un document

1. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. Le patient est capable de recopier des dessins. On peut donc en déduire que la rétine, qui convertit le stimulus lumineux en message nerveux, et les voies visuelles, qui transportent ce message, sont fonctionnelles.

b. Affirmation fausse. Un message est bien envoyé au cerveau puisque le patient peut recopier les objets.

c. Affirmation vraie. Le patient n'est pas capable d'identifier ce qu'il dessine mais voit le dessin, la zone endommagée est donc la zone de reconnaissance des objets et non le cortex visuel.

d. Affirmation fausse. Cf. réponse a.

2. Réponse exacte : d.

a. Affirmation fausse. La zone endommagée est localisée dans un seul des deux hémisphères (tache blanche à l'hémisphère droit).

b. Affirmation fausse. La zone endommagée n'empêche pas la réception de message nerveux puisque le patient peut recopier un dessin.

c. Affirmation fausse. Le document ne permet pas de savoir si cette zone est endommagée ou non.

d. Affirmation vraie. Le patient n'identifie pas ce qu'il dessine, c'est donc la zone de reconnaissance des formes qui est endommagée.

3. Réponse exacte : a.

a. Affirmation vraie. Les zones lésées apparaissent en blanc.

b. Affirmation fausse. Le message nerveux n'est pas enregistré par IRM.

c. et d. Affirmations fausses. Une IRM permet seulement de détecter des zones actives du cerveau.

Chapitre 4

1 Questions de cours

1. Un colorant est soluble (dissous) dans le milieu qu'il colore, un pigment est insoluble (dispersé) dans le milieu qu'il colore.

2. Deux couleurs sont complémentaires si leur synthèse additive donne une lumière blanche.

3. Les couleurs primaires de la vision sont le rouge, le vert, le bleu.

4. Les couleurs primaires de la peinture sont le cyan, le magenta, le jaune.

2 QCM

1. Réponses exactes b, c et d.

2. Réponse exacte : c.

En effet, les trois couleurs Rouge, Vert et Bleu sont les couleurs primaires de la vision car elles correspondent aux trois types de cônes (photorécepteurs) de la rétine (page 68).

3. Réponses exactes : c et d.

Voir p. 68 : la lumière diffusée par un objet (voir figure e p. 69) est ce qui reste de la lumière qui l'éclaire après soustraction par l'objet.

4. Réponses exactes : b et c.

Voir le cours paragraphe 1.1 (p. 68).

5. Réponses exactes : a, c et d.

Des couleurs complémentaires sont diamétralement opposées sur le cercle chromatique. D'où les réponses.

6. Réponse exacte : b.

Ce sont les couleurs complémentaires du Rouge, du Vert et du Bleu.

7. Réponses exactes : a, c, f et h.

3 Analyser un document

1. Réponses exactes : a.

Les cellules de la rétine réceptrices du rouge et du vert sont activées : la superposition donne le jaune.

2. Réponse exacte : c.

Sur le cercle chromatique, on voit que le cyan est diamétralement opposé au rouge.

3. Réponse exacte : a.

Les messages nerveux des différents récepteurs se superposent : c'est une synthèse additive.

4. Réponse exacte : a.

Voir le document 3 p. 63 : les lumières des différents photophores de l'écran se superposent.

Chapitre 5

1 Questions de cours

1. Lorsque le message nerveux de nature électrique qui parcourt la fibre arrive au niveau du bouton synaptique, des vésicules fusionnent avec la membrane présyn-

aptique et libèrent dans la fente synaptique les molécules de neurotransmetteur qu'elles contiennent. Celles-ci se fixent sur les récepteurs localisés sur la membrane postsynaptique et permettent la création d'un nouveau message nerveux.

2. Le LSD possède une structure spatiale en partie similaire à celle d'un neurotransmetteur, la sérotonine. Il peut donc se fixer à la place du neurotransmetteur sur les récepteurs des membranes postsynaptiques même en l'absence de message nerveux issu de la cellule présynaptique. Cette fixation crée des messages qui peuvent engendrer des hallucinations visuelles.

3. Neurotransmetteur : molécule libérée par la synapse à l'arrivée d'un message nerveux de nature électrique.

Molécule hallucinogène : molécule capable de provoquer des perceptions visuelles même en l'absence d'objet à percevoir.

Accoutumance : état pour lequel un organisme réagit de moins en moins à une stimulation, nécessitant une augmentation des doses pour un effet similaire.

Synapse : zone de contact entre deux neurones où la transmission du message nerveux est chimique.

2 QCM

1. Réponses exactes : a, c, et d.

a. Affirmation vraie. Ce message peut-être enregistré par des électrodes, il est donc bien de nature électrique.

b. Affirmation fausse. Entre deux cellules, le message nerveux est de nature chimique (transmission par les neurotransmetteurs).

c. Affirmation vraie. Le message est de nature électrique le long des fibres mais de nature chimique entre deux cellules.

d. Affirmation vraie. Le LSD, en se fixant sur les récepteurs d'un neurotransmetteur, la sérotonine perturbe la transmission des messages nerveux.

2. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. Les deux cellules nerveuses sont en contact mais restent séparées par la fente synaptique.

b. Affirmation fausse. Les vésicules se trouvent uniquement du côté du neurone présynaptique.

c. Affirmation vraie. Le message nerveux est de nature chimique dans la synapse. Cela permet son passage d'une cellule à une autre. Les vésicules de neurotransmetteurs ne sont localisées que dans le compartiment présynaptique.

3. Réponses exactes : aucune.

a. Affirmation fausse. Les molécules de neurotransmetteurs sont libérées par éclatement de vésicules à la surface de la membrane présynaptique (et non postsynaptique).

b. Affirmation fausse. Les vésicules qui les contiennent sont situées dans le bouton synaptique (compartiment présynaptique).

c. Affirmation fausse. Les molécules de neurotransmetteurs peuvent se fixer sur des récepteurs de la membrane postsynaptique (et non présynaptique).

d. Affirmation fausse. Les molécules de neurotransmetteurs peuvent être détruites mais également être récupérées par le compartiment présynaptique.

4. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie. Sa structure est en partie similaire à celle d'un neurotransmetteur : la sérotonine.

b. Affirmation vraie. Les hallucinations sont dues à des modifications de la transmission du message nerveux entre l'œil et le cerveau.

c. Affirmation fausse. Le LSD ne se fixe pas sur la rétine.

d. Affirmation fausse.

5. Réponses exactes : c.

a. Affirmation fausse. Les drogues agissent au niveau des synapses mais de différentes façons : fixation sur les récepteurs de la membrane post-synaptique, blocage de la recapture

b. Affirmation fausse. Les drogues modifient également le fonctionnement d'autres organes que le cerveau.

c. Affirmation vraie. La modification des caractéristiques moléculaires des synapses (diminution du nombre de récepteurs par exemple) peut nécessiter la prise de doses croissantes pour un même effet et donc une accoutumance.

d. Affirmation fausse. Un consommateur de drogue peut avoir des réflexes diminués. Il peut donc mettre la vie d'autrui en danger lorsqu'il conduit, par exemple.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : a.

a. Affirmation vraie. La présence de sérotonine est révélée dans les trois coupes, même si les intensités sont différentes.

b. Affirmation fausse. Le groupe témoin est celui qui présente le plus de sérotonine.

c. Affirmation fausse. Sept ans après la prise, la sérotonine reste plus faible que dans le cortex témoin.

2. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. Dans les deux coupes des singes ayant reçu de l'ecstasy, on observe une diminution de la quantité de sérotonine.

b. Affirmation vraie. La quantité de sérotonine est encore plus faible que dans le cortex témoin 7 ans après la prise de deux doses journalières pendant 4 jours.

c. Affirmation fausse. Le document ne met en évidence que les conséquences de la prise d'ecstasy et celle-ci n'est pas visible ici.

3. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie.

b. Affirmation vraie. Les neurones sont sensibles à l'ecstasy puisque deux semaines après la prise de la drogue, le neurotransmet-

teur qu'ils contiennent, la sérotonine, est nettement moins abondant.

c. Affirmation fausse. La régénération n'est pas rapide puisque sept ans après, les quantités de sérotonine présente n'ont pas retrouvé un niveau identique au témoin.

Chapitre 6

1 Questions de cours

1. Agrosystème : écosystème mis en place et contrôlé par l'Homme destiné à produire des aliments ou des matières premières.

2. Intérêts hybrides F1 : les hybrides permettent de rassembler dans un même individu les caractères agronomiques remarquables de différentes lignées (rendement élevé, résistance à des maladies).

3. Écosystème : ensemble d'êtres vivants en interaction entre eux et avec le milieu physicochimique environnant.

Intrants : ensemble des produits apportés au sol et à la culture ayant pour objectif de favoriser et d'améliorer la productivité de la plante cultivée.

Rendement énergétique : rapport énergie produite/énergie investie dans le fonctionnement de l'agrosystème.

Pratiques culturales : ensemble de techniques participant à l'élaboration de la productivité de la plante cultivée.

2 QCM

1. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. Les plantes sont alimentées par de l'énergie solaire.

b. Affirmation vraie. Les plantes sont capables de produire leur matière organique propre à partir de lumière, d'eau et de minéraux.

c. Affirmation fausse. La production nette correspond à la production brute diminuée des pertes respiratoires.

d. Affirmation fausse. Cette quantité dépend des précipitations et des facteurs du sol (porosité, rétention).

2. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. Un agrosystème nécessite de l'énergie solaire.

b. Affirmation vraie.

c. Affirmation fausse. Un agrosystème a besoin de sources d'énergie comme les combustibles fossiles (fuel).

3. Réponses exactes : a, c et d.

a. Affirmation vraie. Car l'emploi d'engrais et de produits phytosanitaires augmente les rendements quantitatifs et qualitatifs.

b. Affirmation fausse. La fabrication et le transport des intrants nécessitent de l'énergie.

c. Affirmation vraie. La pollution des rivières, des eaux marines par exemple.

d. Affirmation vraie. Les réductions d'emploi d'intrants sont par exemple une modification possible des pratiques culturales.

4. Réponse exacte : a.

a. Affirmation vraie. L'introduction d'un maillon en plus dans la chaîne alimentaire entraîne des pertes énergétiques supplémentaires. Exemple : la nourriture des bovins.

b. Affirmation fausse. La nourriture des animaux est fournie à partir de matières pouvant être importées. C'est l'exemple du soja.

c. Affirmation fausse. Par exemple : l'énergie pour produire la nourriture des animaux.

d. Affirmation fausse. Il y a aussi le gaz à effet de serre, la pollution des milieux océaniques...

5. Réponses exactes : a et d.

a. Affirmation vraie. En fonction des différences géographiques, historiques, culturelles.

b. Affirmation fausse. Le coût énergétique de la ration européenne est trop élevé.

c. Affirmation fausse. Les aliments ne sont pas tous consommés sur le lieu de production.

d. Affirmation vraie. Les enjeux énergétiques et environnementaux vont contraindre cette évolution.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. En effet, il s'agit d'un agrosystème hypercontrôlé.

b. Affirmation vraie. Il utilise le principe de l'effet de serre.

c. Affirmation fausse. En effet, il faut apporter tous les éléments nutritifs par une solution hydrominérale.

d. Affirmation fausse. Car il nécessite un apport en engrais et en produits phytosanitaires (antifongiques par exemple).

2. Réponse exacte : c.

a. Affirmation fausse. Il nécessite du fuel ou de gaz pour le chauffage.

b. Affirmation fausse. Le système est basé sur une solution nutritive contenant les éléments minéraux.

c. Affirmation vraie. Les attaques des parasites sont limitées.

d. Affirmation vraie. Il y a contrôle de l'eau rejetée à l'égout.

Chapitre 7

1 Questions de cours

1. Composition chimique

La nature et la quantité des constituants d'une eau forment la composition chimique de cette eau. La nature des ions dissous dans une eau peut être connue à l'aide de tests caractéristiques réalisés lors d'une analyse qualitative

Dosage par comparaison

Un dosage par comparaison permet de déterminer la quantité de matière ou la masse d'une espèce chimique dissoute. Le résultat du dosage réalisé sur l'échantillon étudié est comparé à d'autres résultats préalablement établis sur des solutions qui contiennent la

même espèce chimique et dont on connaît la quantité de matière ou la masse dissoute. Ce dosage nécessite de tracer une courbe d'étalonnage.

Eau potable

Une eau est potable si elle n'est pas nocive à la santé. Elle doit satisfaire à une cinquantaine de critères de potabilité établis par des experts. Les critères de santé publique sont soumis à des normes (concentrations maximales) et prévalent sur les critères relatifs au bien-être du consommateur.

2 QCM

1. Réponse exacte : d.

Les ions sont échangés à la surface des complexes argilo-humiques.

2. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. Un engrais sert à apporter à la plante les nutriments qui améliorent sa croissance.

b. Affirmation fausse. Ce sont les produits phytosanitaires – et non les engrais – qui soignent les plantes.

c. Affirmation vraie. P est le symbole de l'élément phosphore et K le symbole de l'élément potassium. Un engrais PK contient donc du phosphore et du potassium.

d. Affirmation fausse. Le rôle d'un engrais et d'un produit phytosanitaire est fonction de leur composition chimique. Un engrais et un produit phytosanitaire n'ont pas le même rôle car ils n'ont pas la même composition chimique et *vice versa*.

3. Réponses exactes : a, b et d.

a. Affirmation vraie. Lors d'un dosage par comparaison, il faut comparer le résultat du dosage effectué avec un résultat préalablement établi.

b. Affirmation vraie. Le but d'un dosage est de déterminer la quantité de matière ou la masse d'une espèce chimique dissoute.

c. Affirmation fausse. Lors d'un dosage par comparaison, on compare les quantités de matière ou les masses d'une même espèce chimique dissoute dans différents volumes d'eau. Ce dosage ne peut en aucun cas comparer des espèces chimiques de nature différente.

d. Affirmation vraie. Lors d'un dosage par comparaison, il est nécessaire d'exploiter un graphique appelé courbe d'étalonnage.

4. Réponses exactes : b et c.

a. Affirmation fausse. L'eau de la nappe est pompée puis subit des traitements physico-chimiques dans une station de potabilisation.

b. Affirmation vraie. L'eau du robinet provient d'eaux brutes (eaux de surface ou eaux souterraines) qui ne sont pas potables et qui ont donc dû être traitées.

c. Affirmation vraie. L'eau du robinet n'est délivrée que si elle est certifiée potable. De nombreuses analyses sont réalisées très régulièrement au cours de la potabilisation et à la sortie de la station de potabilisation.

d. Affirmation fausse. Si l'eau du robinet est distribuée c'est parce qu'elle est potable.

5. Réponse exacte : a.

En effet, par définition, les eaux de source et les eaux minérales sont d'origine souterraine. Remarque. Les propositions c. et d. ne sont vraies que pour les eaux minérales. L'affirmation b est fausse. Seule l'eau du robinet est délivrée par le service des eaux.

6. Réponses exactes : b, c et d.

a. Affirmation fausse. L'eau n'est jamais pure puisqu'elle contient des ions.

b. Affirmation vraie. Une eau potable n'a pas de couleur. Ce critère de potabilité reste à l'appréciation du consommateur.

c. Affirmation vraie. Une eau potable ne contient ni germe ni microbe. Cependant ces deux critères de potabilité ne sont pas suffisants pour qu'une eau soit certifiée potable.

d. Affirmation vraie. Par définition, une eau est potable si on peut la boire sans danger pour sa santé.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : a.

a. Affirmation vraie. Les tests caractéristiques des ions chlorure et des ions calcium sont positifs ; cette eau contient bien ces ions.

b. Affirmation fausse. Les ions argent et oxalate sont ajoutés à l'échantillon afin d'effectuer les tests caractéristiques. Ils ne sont pas présents dans l'échantillon étudié.

c. Affirmation fausse. Comme le test des ions calcium est positif, l'échantillon contient des ions calcium également.

Remarque. Une solution n'est pas chargée. Or, les ions chlorure sont des anions et sont donc chargés négativement. Cet échantillon contient donc forcément des cations. Il ne contient donc pas seulement des ions chlorure.

d. Affirmation fausse. Les tests caractéristiques des ions chlorure et calcium sont positifs.

2. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. Si les solutions étaient restées incolores, le test aurait été négatif.

b. Affirmation vraie. Les ions chlorure et les ions argent réagissent pour donner un précipité blanc qui noircit à la lumière.

c. Affirmation fausse. Ce sont les ions cuivre $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ et hydroxyde $\text{HO}^{-}(\text{aq})$ qui forment un précipité bleu.

3. Réponse exacte : c.

a. Affirmation fausse. Le test n'est positif que si la concentration en ions sulfate est supérieure à $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Si cette concentration est égale à $10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, il y a bien des ions sulfate dans l'échantillon mais le test est pourtant négatif.

b. Affirmation fausse. Si l'échantillon contenait beaucoup d'ions sulfate, le test aurait été positif.

c. Affirmation vraie. Si la concentration en ions sulfate est inférieure à $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

le test est négatif. Pour autant, l'eau peut contenir des ions sulfate.

d. Affirmation fausse. Ce n'est pas parce qu'un échantillon ne contient pas d'ions sulfate qu'il est potable. Il y a plus d'une cinquantaine de critères de potabilité que doit respecter un échantillon d'eau pour être certifié potable.

4. Réponse exacte : c.

a. Affirmation fausse. Pour être certifiée potable, une eau doit être conforme à une cinquantaine de critères de potabilité. Or, ici, aucun critère n'a été vérifié.

b. Affirmation fausse. Aucune information sur le prélèvement n'a été donnée dans l'énoncé de cet exercice.

c. Affirmation vraie. Une analyse qualitative ne peut que déterminer la présence de certains ions dissous.

d. Affirmation fausse. Seuls des tests caractéristiques qualitatifs ont été réalisés sur cet échantillon. Pour déterminer la concentration des ions, il faut effectuer des dosages.

Chapitre 8

1 Questions de cours

1. La température, la teneur en eau, la composition en éléments nutritifs, la teneur en dioxygène.

2. Ces techniques visent à augmenter la durée de conservation des aliments en empêchant ou en limitant la prolifération des microorganismes susceptibles de modifier les qualités nutritionnelles et le goût de ces aliments.

3. Techniques de conservation : ensemble de procédés techniques basés sur la connaissance de la biologie des microorganismes et visant à limiter leur prolifération au sein des aliments.

Additif alimentaire : substance ajoutée dans les aliments en particulier pour limiter la prolifération des microorganismes.

Qualités nutritionnelles : ensemble des propriétés chimiques.

2 QCM

1. Réponses exactes : a.

a. Affirmation vraie. Chaque espèce montre une fourchette de température précise dans laquelle sa prolifération est possible.

b. Affirmation fausse. Chaque espèce nécessite une teneur précise en dioxygène dans le milieu, pour laquelle sa prolifération est possible.

c. Affirmation fausse. L'eau est indispensable à la réalisation de leur métabolisme.

d. Affirmation fausse. Certaines bactéries sont inoffensives et utilisées en agroalimentaire. Les yaourts par exemple.

2. Réponse exacte : b.

a. Affirmation fausse. Car celle-ci favoriserait la multiplication.

b. Affirmation vraie. Effet de blocage de la prolifération.

c. Affirmation fausse. L'eau favorise la multiplication des microorganismes.

d. Affirmation vraie. Sans O₂, les microorganismes ne prolifèrent pas pour la plupart.

3. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie.

b. Affirmation vraie. Connaître leurs besoins permet de limiter leur prolifération.

c. Affirmation fausse. Elles permettent aussi de tuer les microorganismes.

4. Réponses exactes : a et d.

a. Affirmation vraie. Le sel par exemple.

b. Affirmation fausse. Le sel par exemple.

c. Affirmation fausse. Les additifs peuvent avoir des conséquences importantes en santé publique comme les maladies cardio-vasculaires.

d. Affirmation vraie. Car certains additifs alimentaires peuvent poser des problèmes de santé publique.

3 Analyser un document

Voir tableau ci-dessous.

Chapitre 2

1 Questions de cours

1. Un aliment s'oxyde en présence de dioxygène. Son oxydation est d'autant plus rapide si cet aliment n'est ni acide ni sec et s'il est laissé à la lumière. La température joue également un certain rôle : plus elle est élevée et plus cet aliment sera rapidement oxydé.

2. Les méthodes de conservation sont à choisir parmi celles exposées pages 148 et 149 et dans le cours. On peut citer la congélation, la surgélation, la lyophilisation, les emballages (procédé physique) et aussi la stérilisation, l'ajout de conservateurs ou d'anti-oxygènes, l'ajout de sucre ou de sel (procédé chimique).

3. **Oxydation** : réaction chimique entre certaines molécules et le dioxygène.

Conservation : procédé permettant de maintenir intacts des aliments.

Formulation : ensemble des ingrédients (ingrédients de base et additifs) d'un produit alimentaire.

Émulsion : ensemble hétérogène constitué de gouttelettes de deux liquides non miscibles ou bien de gouttelettes d'un liquide dispersé dans un solide.

Esèce tensioactive : espèce chimique qui favorise la formation d'une émulsion et la rend plus stable.

Micelle : sphère dont la surface est constituée d'espèces tensioactives.

2 QCM

1. **Réponses exactes : a, c et d.**

a. Affirmation vraie. Par définition, l'oxydation d'un aliment est une réaction chimique entre certaines molécules de cet aliment et le dioxygène.

b. Affirmation fausse. Plus la température augmente, plus l'oxydation est rapide.

c. Affirmation vraie. Un aliment éclairé s'oxyde plus rapidement.

d. Affirmation vraie. Tout aliment s'oxyde plus ou moins rapidement selon s'il est acide ou non, sec ou contenant de l'eau.

2. **Réponse exacte : a.**

a. Affirmation vraie. Ce changement d'état est la solidification, plus précisément celle de l'eau.

b. Affirmation fausse. La congélation est un procédé physique de conservation.

c. Affirmation fausse. Lors de la congélation, l'eau se solidifie. C'est lors de la décongélation qu'il y a fusion de l'eau.

d. Affirmation fausse. Lors d'une vaporisation, il y a passage de l'état liquide à l'état vapeur. Or, lors de la congélation, l'eau liquide devient eau solide (glace).

3. **Réponses exactes : b et d.**

a. Affirmation fausse. Une émulsion est un ensemble hétérogène qui n'est pas stable. Après décantation, les deux liquides qui la constituaient se séparent et l'émulsion est détruite.

b. Affirmation vraie. Afin de rendre une émulsion culinaire plus stable et la conser-

ver plus longtemps, il est nécessaire de lui ajouter des espèces qui soient à la fois lipophile et hydrophile. Ce sont les espèces tensioactives.

c. Affirmation fausse.

d. Affirmation vraie. C'est la définition d'une émulsion.

4. **Réponse exacte : c.**

a. Affirmation fausse. Une espèce tensioactive est en partie hydrophile.

b. Affirmation fausse. Une espèce tensioactive est en partie hydrophobe (c'est-à-dire lipophile).

c. Affirmation vraie. La longue chaîne hydrocarbonée est lipophile et la tête est hydrophile.

d. Affirmation fausse. « Amphiphobe » ne veut rien dire.

5. **Réponse exacte : b.**

a, c et d sont de faux schémas car une micelle est une sphère délimitée par des espèces tensioactives.

3 Analyser un document

1. **Réponse exacte : c.**

a et b. Affirmation fausse. Le produit est conditionné sous « atmosphère protectrice », c'est-à-dire sans dioxygène qui serait sinon responsable de sa dégradation. Or, l'air est constitué de près de 20 % de dioxygène. Cette atmosphère n'est donc ni de l'air ni du dioxygène.

c. Affirmation vraie. Le diazote est un gaz inerte vis-à-vis des molécules contenues dans les aliments.

2. **Réponses exactes : a, b et d.**

a. Affirmation vraie. Par définition, un conservateur alimentaire s'oppose aux altérations d'origines chimiques comme l'oxydation par le dioxygène de certaines molécules contenues dans l'aliment.

b. Affirmation vraie. L'ajout de conservateurs alimentaires permet donc de conserver le produit alimentaire plus longtemps.

c. Affirmation fausse. Le rôle d'un conservateur est d'augmenter la durée de conservation d'un produit alimentaire. Ce sont les exhausteurs de goût qui permettent d'augmenter les propriétés gustatives d'un produit alimentaire.

d. Affirmation vraie.

3. **Réponses exactes : a et c.**

Voir ci-dessus.

4. **Réponses exactes : c.**

a. Affirmation fausse. Le sel (ou chlorure de sodium) n'est pas utilisé en tant que conservateur alimentaire dans cet aliment.

b. Affirmation fausse. Ce produit alimentaire n'est pas conservé par salaison.

c. Affirmation vraie. Le sel permet de rendre meilleur ce produit alimentaire.

5. **Réponses exactes : b.**

a. Affirmation fausse. Dans un congélateur, la température est inférieure à -12 °C et ce produit alimentaire doit être conservé entre 0 et 2 °C.

Technique de conservation	Objectifs visés		
	Destruction des microorganismes	Diminution de la teneur en eau	Suppression du dioxygène O ₂
Stérilisation	X		
Salaison		X	
Ionisation	X		
Fermentation (exemple : choucroute)	X		
Surgélation		X	
Atmosphère conditionnée			X
Déshydratation		X	
Pasteurisation	X		

- b. Affirmation vraie.** Dans un congélateur, la température est comprise entre 0 et 4 °C.
- c. Affirmation fausse.** Ce produit alimentaire est dégradé au contact de l'air.

Chapitre 10

1 Questions de cours

1. Le cerveau contrôle le fonctionnement des testicules de l'homme et des ovaires de la femme grâce à des hormones LH et FSH qui sont libérées dans la circulation sanguine.
2. La pilule empêche l'ovulation et modifie la glaire cervicale afin de la rendre imperméable au passage des spermatozoïdes.
3. Le préservatif empêche le passage des spermatozoïdes en direction de l'utérus lors d'un rapport sexuel. Il constitue aussi une bonne protection contre les IST.

2 QCM

1. Réponses exactes : **a et c.**
a. Affirmation vraie. Chaque mois, les ovaires libèrent un ovocyte.
c. Affirmation vraie. Les ovaires libèrent de la progestérone et des œstrogènes dans la circulation sanguine.
2. Réponses exactes : **a et b.**
a. Affirmation vraie. Les ovaires contrôlent le cycle de l'utérus.
b. Affirmation vraie. Les ovaires par une rétroaction agissent aussi sur le fonctionnement du cerveau.
3. Réponse exacte : **b.**
 En effet, les ovaires agissent sur le cerveau par l'intermédiaire des œstrogènes et de la progestérone qu'ils libèrent dans la circulation sanguine.
4. Réponse exacte : **c.**
 En effet, le cerveau libère les hormones LH et FSH dans le sang qui agissent sur le fonctionnement des ovaires.
 Les affirmations a et b sont fausses car elles font référence à des hormones sexuelles libérées soit par les ovaires soit par les testicules.

5. Réponses exactes : a, b et d.

- a. Affirmation vraie.** Les hormones de synthèse contenues dans la pilule empêchent le déclenchement de l'ovulation.
 - b. Affirmation vraie.** Les hormones sexuelles de synthèse de la pilule agissent en rétrocontrôle négatif sur le fonctionnement du cerveau et en particulier de l'hypophyse. En conséquence, l'hypophyse ne libère plus de LH et de FSH.
 - d. Affirmation vraie.** En présence d'hormones sexuelles de synthèse, les ovaires ne sont plus stimulés par le cerveau. En conséquence, les ovaires ne produisent plus d'hormones sexuelles naturelles.
- 6. Réponses exactes : b et c.**
b. Affirmation vraie. Les progrès réalisés dans la mise au point des hormones de syn-

thèse permettent de limiter les effets secondaires de la contraception d'urgence.

c. Affirmation vraie. La contraception d'urgence devient de plus en plus efficace. Aujourd'hui, un seul comprimé contenant moins d'hormones de synthèse suffit à empêcher une grossesse en urgence.

7. Réponse exacte : a.

En effet, certaines techniques de procréation médicalement assistée permettent de stimuler la production des ovocytes par les ovaires en utilisant des hormones de synthèse.

8. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie. Certaines IST sont source de stérilité lorsque les bactéries responsables se développent dans les trompes utérines.

b. Affirmation vraie. Les IST se transmettent facilement lors des rapports sexuels.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : a.

En effet, après ablation des ovaires, la concentration de LH passe de 2 à 16 ng/mL.

2. Réponse exacte : a.

En effet, après ablation des ovaires, la concentration de FSH passe de 150 à 1 300 ng/mL.

3. Réponse exacte : c.

En effet, en présence des ovaires, les sécrétions de LH et de FSH devraient être moins importantes car les ovaires exercent un rétrocontrôle négatif sur le cerveau limitant ainsi la production des hormones hypophysaires.

4. Réponses exactes : a et c.

a. Affirmation vraie. Les ovaires libèrent des œstrogènes et de la progestérone, qui sont des hormones qui peuvent exercer un rétrocontrôle négatif sur le fonctionnement du cerveau.

c. Affirmation vraie. Les ovaires libèrent des hormones sexuelles qui sont responsables des variations cycliques de l'utérus.

Chapitre 11

1 Questions de cours

1. Les individus de sexe féminin possèdent un caryotype avec deux chromosomes X. Ils présentent des ovaires et un appareil génital avec utérus et vagin.
2. Lors de la fécondation, la rencontre des gamètes détermine le sexe des individus. L'appareil génital différencié se mettra en place ensuite sous l'influence des hormones sexuelles au cours du développement fœtal. À la puberté, les caractères sexuels secondaires apparaissent et accentuent l'opposition entre le sexe féminin et le sexe masculin.
3. Le comportement sexuel des mammifères est sous l'influence des hormones et du système de récompense du cerveau.

2 QCM

1. Réponse exacte : a.

En effet, les ovocytes possèdent un seul chromosome sexuel, le chromosome X.

2. Réponses exactes : a et b.

a. Affirmation vraie. Les spermatozoïdes contiennent un seul chromosome sexuel.

b. Affirmation vraie. Dans les spermatozoïdes, on retrouve soit un chromosome X, soit un chromosome Y.

3. Réponse exacte : a.

En effet, dans le caryotype des individus de sexe féminin, on retrouve deux chromosomes X contrairement aux individus de sexe masculin qui possède un chromosome X et un chromosome Y.

4. Réponse exacte : a.

En effet, la testostérone permet le développement des canaux de Wolff.

5. Réponse exacte : a.

L'AMH permet la régression des canaux de Müller.

6. Réponses exactes : c et d.

c. Affirmation vraie. Chez l'Homme, le comportement sexuel est indépendant de la reproduction.

d. Affirmation vraie. Le comportement sexuel de l'Homme, comme celui des Mammifères, est sous l'influence du système de récompense.

7. Réponse exacte : b.

En effet, au cours de l'évolution, l'influence du système de récompense sur le comportement sexuel devient de plus en plus importante au détriment de l'influence hormonale.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : b.

Après castration, le comportement sexuel du cochon est moins important car le nombre de copulations observées diminue.

2. Réponse exacte : c.

a. Affirmation fausse. Le comportement sexuel augmente après injection de testostérone.

b. Affirmation fausse. Le comportement sexuel mâle dépend de la présence des testicules car en leur absence, le nombre de copulation observé chez les mâles diminue.

3. Réponse exacte : a.

Chez le cochon castré, on injecte de la testostérone pour vérifier une action hormonale des testicules sur le comportement sexuel. En effet, dans l'expérience, on a injecté l'hormone sexuelle mâle, la testostérone, à des cochons castrés.

4. Réponse exacte : b.

Après injection de testostérone chez le cochon castré, l'activité sexuelle redevient normale. Le comportement de copulation des cochons castrés revient au niveau qui était le sien avant la castration.

Chapitre 12

1 Questions de cours

1. La relation entre puissance P et énergie $\mathcal{E}$ est $\mathcal{E}(J) = P(W) \times t(s)$; les unités SI sont précisées entre parenthèses : joule (J), watt (W) et seconde (s). Deux autres unités pour l'énergie sont le kWh (kilowattheure) et la tep (tonne équivalent pétrole).

2. • Les ressources énergétiques renouvelables ont des durées d'exploitation plus grandes ou au moins égales à leurs durées de reconstitution. Un cas particulier : la durée d'exploitation de l'énergie solaire est quasi illimitée à notre échelle.

• Les ressources énergétiques non renouvelables ont des durées d'exploitation plus faibles ou beaucoup plus faibles que leurs durées de reconstitution.

3. Dans la représentation symbolique d'un noyau : A_ZX ; A représente le nombre de masse ou nombre de nucléons et Z le nombre de charge ou nombre de protons.

4. Des noyaux isotopes ont le même numéro atomique Z mais pas le même nombre de nucléons A .

Un noyau fissile est susceptible de se scinder (se couper) sous l'impact d'une particule telle qu'un neutron.

2 QCM

1. Réponses exactes : **b et e**.

b. Affirmation vraie. L'énergie en joules est : $\mathcal{E} = P \times t$.

$\mathcal{E} = 2 \times 10^3 (W) \times 45 \times 60 (s) = 5,4 \times 10^6 J$.

e. Affirmation vraie. L'énergie en kWh est : $\mathcal{E} = 2 (kW) \times 0,75 (h) = 1,5 kWh$.

2. Réponses exactes : **a, c, d, f et g**.

3. Réponses exactes : **a, b, c et d**.

4. Réponses exactes : **b et d**.

b. Affirmation vraie. La composition du noyau ${}^{235}_{92}U$ est 92 protons et 143 neutrons ($235 - 92 = 143$).

d. Affirmation vraie. La composition du noyau ${}^{235}_{92}U$ est 92 protons et 235 nucléons.

5. Réponses exactes : **a et c**.

a. Affirmation vraie. 1_1H et 2_1H , ils ont le même Z et appartiennent au même élément.

b. Affirmation fausse. ${}^{92}_{235}U$ n'existe pas, il faut que $A \geq Z$.

c. Affirmation vraie. ${}^{12}_6C$ et ${}^{12}_5B$.

d. Affirmation fausse. Le chlore et le brome sont des éléments différents.

3 Analyser un document

1. Réponses exactes : **a, b et c**.

a. Affirmation vraie.

b. Affirmation vraie. Il faut aussi couper l'alimentation électrique du chauffe-ballon.

c. Affirmation vraie.

d. Affirmation fausse. Le rôle du réfrigérant est de liquéfier les vapeurs de l'espèce chimique qui est en train de se vaporiser afin de les recueillir sous forme de distillat liquide.

2. Réponse exacte : **a**.

a. Affirmation vraie. Le document permet de constater que l'on ne recueille que 10 mL du premier composé, or 20 mL introduit d'heptane a été introduit et le premier palier correspond à la température d'ébullition de l'hexane.

b. Affirmation fausse. Il restait encore 10 mL d'heptane dans le ballon.

c. Affirmation fausse. Deux paliers ont été obtenus : il y avait au moins deux espèces chimiques.

d. Affirmation fausse. Deux distillats ont été recueillis puisqu'il n'y a que deux paliers.

Chapitre 13

1 Questions de cours

1. Contrairement à un accumulateur, une pile ne peut pas être rechargée.

2. La pile à combustible est alimentée en continu en réactifs.

3. Fusion nucléaire : réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux légers fusionnent pour former un noyau plus lourd.

Fission nucléaire : la fission provoquée est une réaction nucléaire au cours de laquelle, sous l'impact d'un neutron, le noyau lourd d'un atome éclate généralement en deux noyaux plus légers.

Combustion : transformation chimique entre un combustible et un comburant (généralement le dioxygène de l'air).

2 QCM

1. Réponses exactes : **a, c et d**.

Au cours d'une réaction nucléaire, le nombre de nucléons A et la charge électrique sont conservés. Par conséquent, le « nombre de charge » Z est conservé.

a. Vrai. Pour A : $238 = 234 + 4$ et pour Z : $92 = 90 + 2$.

b. Faux. Pour A : $4 + 214 \neq 210$ et pour Z : $2 + 84 \neq 82$.

c. Vrai. Pour A : $131 = 131 + 0$ et pour Z : $53 = 54 - 1$.

d. Vrai. Pour A : $30 = 30 + 0$ et pour Z : $15 = 14 + 1$.

e. Faux. Pour A : $139 = 139 + 0$ mais pour Z : $56 \neq 55 - 1$.

f. Faux. Pour A : $210 \neq 214 + 4$ et pour Z : $81 \neq 2 + 83$.

2. Réponses exactes : **a et c**.

La fission provoquée est une réaction nucléaire au cours de laquelle, sous l'impact d'un neutron, le noyau lourd d'un atome éclate généralement en deux noyaux plus légers.

a. Affirmation vraie.

b. Affirmation fausse. Ici, deux noyaux fusionnent pour en former un plus lourd : c'est une fusion nucléaire.

c. Affirmation vraie.

d. Affirmation fausse. Ici, deux noyaux fusionnent pour en former un plus lourd : c'est une fusion nucléaire.

3. Réponses exactes : **c et d**.

a. Affirmation fausse. Au bout de 5 700 ans (demi-vie du carbone 14), le nombre de noyaux de carbone 14 d'un échantillon est divisé par 2.

b. Affirmation fausse. Il n'y avait pas forcément 5 600 noyaux de carbone 14 dans l'objet antique 5 700 ans plus tôt.

c. Affirmation vraie.

d. Affirmation vraie. En effet, la demi-vie d'un échantillon est la durée nécessaire pour que son activité soit divisée par 2.

4. Réponses exactes : **a et c**.

a. Affirmation vraie. En effet, la combustion du méthane produit principalement du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O .

b. Affirmation fausse. Si la combustion n'est pas bien maîtrisée, elle peut aussi libérer du monoxyde de carbone CO (mais pas de dihydrogène H_2).

c. Affirmation vraie. Une combustion est une transformation chimique qui libère de l'énergie.

5. Réponses exactes : **a et c**.

a. Affirmation vraie. Le combustible fournit de l'énergie chimique. L'alternateur fournit de l'énergie électrique.

b. Affirmation fausse. Le barrage convertit l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau en énergie électrique.

c. Affirmation vraie. L'énergie cinétique est convertie en énergie électrique grâce à l'alternateur de la centrale électrique.

3 Analyser un document

1. Réponse exacte : **a**.

a. Affirmation vraie. Lorsqu'un récepteur est relié aux électrodes de l'accumulateur, des réactions chimiques provoquent la circulation d'un courant électrique.

b. Affirmation vraie. Le plomb Pb de l'électrode négative se transforme en sulfate de plomb $PbSO_4$.

c. Affirmation fausse. Le dioxyde de plomb PbO_2 de l'électrode positive est transformé en sulfate de plomb $PbSO_4$.

2. Réponses exactes : **a, b et c**.

a. Affirmation vraie. Les bornes de l'accumulateur sont reliées par des fils à celles d'une source de tension.

b et c. Affirmations vraies. Lors de la charge, on réalise en sens inverse les réactions qui ont lieu lors de la décharge. Ainsi, à l'une des électrodes, le sulfate de plomb $PbSO_4$ se transforme en plomb Pb et à l'autre, le sulfate de plomb $PbSO_4$ est transformé en dioxyde de plomb PbO_2 .

3. Réponse exacte : **d**.

Après la recharge, un nouveau cycle de décharge puis de charge peut commencer.

a. Affirmation fausse. En général, on peut faire plus de 2 000 cycles.

b. Affirmation fausse. L'acide sulfurique n'est globalement pas consommé.

c. Affirmation vraie. Le plomb n'est pas globalement consommé.

Les pages indiquées **en gras** renvoient à la définition.

A-B

Accommodation 16, 17, 24
 Accoutumance **80, 82**
 Accumulateur 231, **239**
 Activité 236, **239**
 Acuité visuelle **42**
 Additifs alimentaires 137
 Advective **103**
 Agrégat **114**
 Agrosystème 95, **106**
 Aires visuelles cérébrales

48, 49
 AMH 189
 Antioxydant 154
 Atmosphère modifiée 135
 Axe optique 21
 Bactérie **138**
 Barrage 229
 Bâtonnet 39, **52**
 Biocénose 94, **106**
 Biotope 94, **106**

C-D

Canal de Müller 188
 Canal de Wolff 188
 Caractères sexuels secondaires **198**
 Carence **138**
 Cellule photoréceptrice 38, 42, **52**
 Centrale électrique 232, 235, **238**

Centre optique 21
 Cercle chromatique 62, **69**
 Chaîne du froid 133, **138**
 Chaîne énergétique **238**
 Champ visuel **42, 48**
 Choroïde 14
 Chromatographie 67
 Colorant **58, 68**
 Combustion 233, **238**
 Complexe argilo-humique 114
 Comportement sexuel **192**
 Composition chimique 122
 Cône 39, **52**
 Congélation 148
 Congélation 133
 Conservateur 154
 Contraception **178**
 Contraception d'urgence 171
 Conversion d'énergie 228, **238**
 Cornée 14
 Cortex préfrontal 197
 Cortex visuel 48, **52**
 Couleurs complémentaires

62, **69**
 Couleurs primaires 68, 69
 Cristallin 14, 16, 17
 Daltonisme 44
 Dégénération d'énergie 228
 Demi-vie 236, **239**

Déshydratation 134
 Diffusion **13, 17**
 Distance focale **21, 28**
 Distance minimale de vision distincte **25**
 Distillation fractionnée 215, **221**
 DMLA 45
 Dosage par comparaison 116, **122**
 Durée caractéristique **220**
 Dureté d'une eau 119

E

Eau de source **123**
 Eau minérale **123**
 Échange ionique 122
 Écosystème 94, **106**
 Écran-rétine **15, 17**
 Ecstasy 79
 Effet de serre 237, **239**
 Efficacité énergétique **106**
 Emmétrope **16, 24**
 Émulsion **150, 155**
 Énergie **220**
 chimique 214
 cinétique 214
 électrique 214
 non renouvelable 216, **220**
 nucléaire 214
 potentielle de pesanteur 214
 renouvelable 216, **220**
 Engrais **122**
 Éolienne 219
 Espèce tensioactive **151, 155**
 Extraction 67

F-G-H

Fécondation in vitro 175
 Fermentation 134
 Fission nucléaire 234, **238**
 Formulation des aliments 149, **154**
 Fovéa 14, 40, **52**
 Foyer image 21
 Foyer objet 21
 FSH 168
 Fusion nucléaire 234, **238**
 Gamète **138**
 Géothermie 219, 223
 Glaïres cervicales 170
 Gonade **138**
 Hallucination **78**
 Histoire de la vision 12, 13
 Hormone **138**
 Hormones de synthèse 170
 Humeur aqueuse 14
 Humus **114**
 Hybrides 100
 Hydrophile **152, 155**
 Hydrophobe 152

Hypermétropie 28
 Hypophyse 168
 Hypothalamus 169

I-K

Identité sexuelle 190
 Illusion visuelle **78**
 Industrie agroalimentaire **138**
 Infertilité 174
 Intrans 97, **106**
 Iris 14, **15**
 Irradiation 134
 Isotope 218, **221**
 IST 176
 IVG médicamenteuse 171
 Kilowattheure 210, **220**

L-M-N

Lecture 50
 Lentille convergente 20, **28**
 Lentille divergente 20
 LH 168
 Lipide 152, **155**
 Lipophile 152
 Lipophobe 152, **155**
 LSD 78
 Micelle 153, **155**
 Microorganisme **138**
 Moisissure **138**
 Muscles ciliaires 14
 Myopie 25
 Nerf optique 14, 40
 Neurone 76
 Neurotransmetteur 77, **82**
 Nucléon 218, **221**
 Numéro atomique 218, **221**

O-P-Q

Œil réduit **15, 17**
 Œstrogène 167
 Opsines 44, **52**
 Orientation sexuelle 191
 Ovaire 166
 Ovulation 171
 Oxydation **146, 154**
 Pasteurisation 132
 Pathogène 130, **138**
 Perception visuelle 49
 Persistance rétinienne 63
 pH 68, 114
 Phénotype **186**
 Photophore 63
 Pigment **58, 68**
 Pigments rétinien 44, 46, **52**
 Pile 230, **239**
 Pile à combustible 230, **239**
 Pilule contraceptive 170
 Pilule du lendemain 173
 Plasticité **51**
 Point aveugle 40, 41
 Polychromatique 68
 Postsynaptique 77

Potabilité 123
 Pratique culturelle **106**
 Presbytie 25
 Préservatif 177
 Présynaptique 77
 Primates hominoïdes **198**
 Produit phytosanitaire **122**
 Progestérone 167
 Puberté 189, **198**
 Puissance 210, 212, **220**
Punctum proximum 25, **29**
Punctum remotum 25, **29**
 Pupille 14, **15**
 Quadrichromie 64

R-S

Rayon émergent 20
 Rayon incident 20, **28**
 Rayonnement 216, **221**
 Réaction nucléaire 234
 Réfrigération 148
 Ressource fissile 218
 Ressource fossile 218
 Rétine 13, 14, **15, 17, 38, 52**
 Rétinite pigmentaire 45
 Rétrocontrôle 169, **138**
 Rhodopsine 44
 RU 486 171
 Salaison 134
 Sclérotique 14
 Seuil de sensibilité 43
 Solution **58**
 Spectre 64
 Stérilité **174**
 Stimulation ovarienne 174
 Synapse 76, 77, **82**
 Stockage de l'énergie **239**
 Surgélation 148
 Suspension **58**
 Synthèse additive **62, 68**
 Synthèse soustractive **64, 69**
 Système de récompense 194, 195, **198**

T-V

Techniques de conservation **138**
 Teinture **58, 68**
 Téosinte 100
 Tests caractéristiques 123
 Testicule 166
 Testostérone 167, 189
 Tonne d'équivalent pétrole (TEP) **213, 220**
 Traitement des eaux 123
 Transfert d'énergie **238**
 Vergence 21, **28**
 Vigueur hybride 100
 Visibilité 13
 Vision trichromatique **43, 47, 52**

Crédits photographiques

Couverture : ht Getty Images/France/Jonatan Fernstrom ; bd BSIP Arco/K. Wernicke ; bg BSIP/James Cavallini. Carte et graphiques des rabats IV-V : Atlas du 21^e siècle © Nathan.

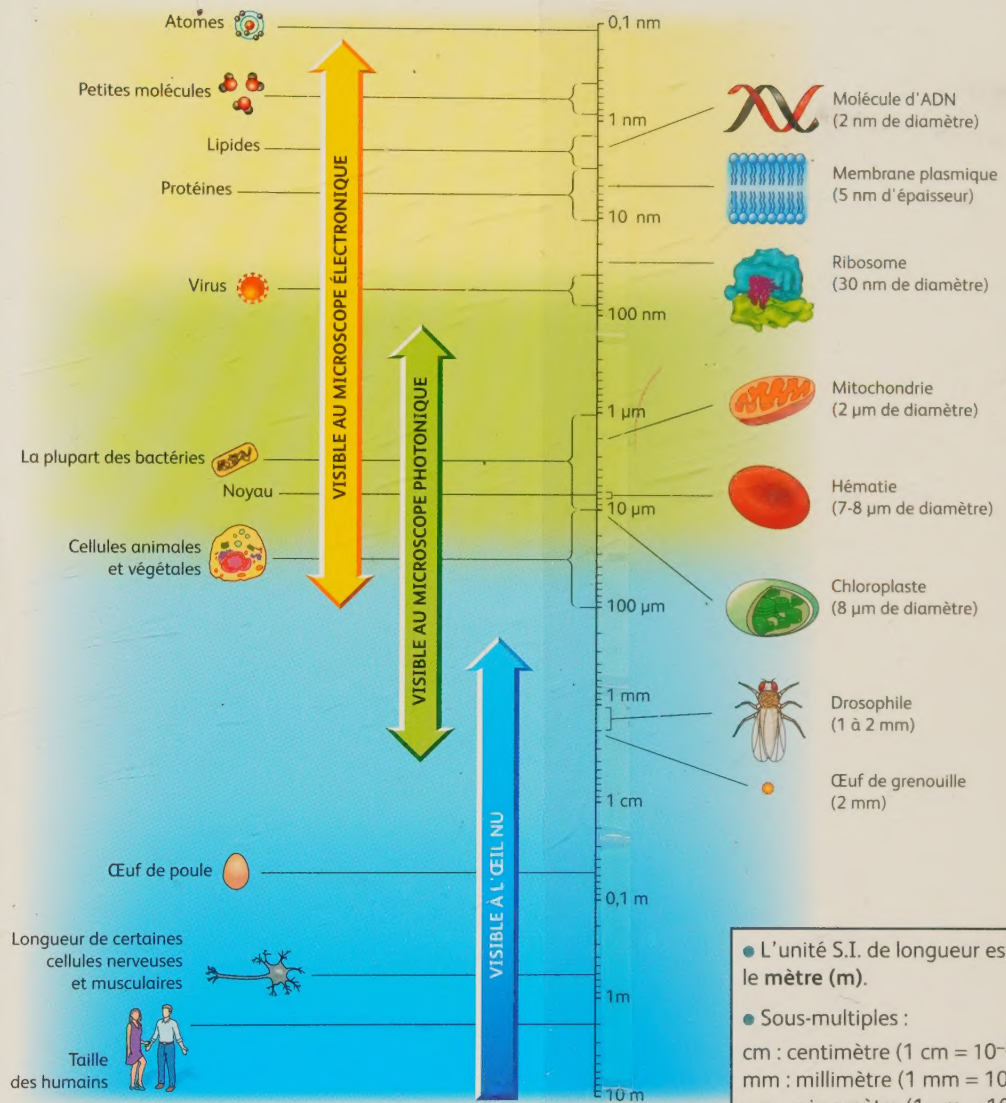
8 bas Cosmos/SPL/Pr. Motta ; 8 ht Corbis/Oliver Rossi ; 9 bas ENGUERAND/BERNARD (CDDs) ; 9 ht casy. over-blog. com ; 11 The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 12 bas Cosmos/SPL/Jeremy Burgess ; 12 ht Leemage/Heritage Images ; 13 bas MAXPPP/Patrick Clemente ; 13 ht Bridgeman-Giraudon ; 14 bas g BSIP ; 14 ht g BSIP/Photo Researchers/Video Surgery ; 18 Corbis/Martin Harvey ; 19 Getty Images France/Keystone/Hulton Archive ; 26 bas Look at Sciences ; 30 bas BSIP/Levy ; 30 ht Getty Images France/Siri Stafford ; 31 bas d AGK Images ; 31 bas g Bridgeman-Giraudon ; 31 bas m Bridgeman-Giraudon ; 31 ht Option-Photo/Del Vega ; 33 ht Schneider Optics ; 34 d BSIP/La Louvière/Astier ; 34 g Schneider Optics ; 35 Photo-Montage by Lucy Reading-Ikanda for SCIENTIFIC AMERICAN MAGAZINE, tableau (Corbis), singes (Bob Elsdale) ; 36 g BSIP/Dostock/Kage ; 37 g ISM/Manfred P. Kage ; 38 Cosmos/SPL/Paul Parker ; 39 bas Cosmos/SPL/Gene Cox ; 39 ht Cosmos/SPL/Manfred Kage ; 42 bas Getty Images France/Dimitri Vervitsiotis ; 43 d BSIP ; 43 g National Eye Institute, National Institute of Health ; 44 bas Andia Press/Wildlife ; 44 ht Bios Photo/Cyrl Russo ; 44m d NHPA/Joel McDonald ; 44m g Andia Press/Wildlife ; 45 Getty Images France/Gall Shumway ; 46 bas d BSIP/James Cavallini ; 46 bas g SagaPhoto. com/Forget ; 46 ht Cosmos/SPL/Wellcome D.C.N. ; 47 David Heeger ; 48 bas S. Dehaene, CEA 12BM Neuropin, INSERM, Collège de France ; 48 ht Marc Raichle ; 49 bas Extrait de « Les neurones de la lecture », Stanislas Dehaene, Odile Jacob ; 49 ht Anne Van Der Stegen/Fedephot ; 52 bas g Corbis/Frank Krahmer ; 52 ht RMN/Gerard Lob ; 53 bas m AGK Images ; 53 bas g The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 53 bas m AGK Images ; 54 JOURNAL OF THE NEUROLOGICAL SCIENCES, vol. 221, 15 juin 2004, T. Yamasaki ; 55 Hemis/Philippe Body ; 56 The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 57 REA/Gruppe28/Walter Schmitz ; 58 bas AGK Images ; 59 d AGK Images ; 59 g RMN/René-Gabriel Ojeda ; 65 ht AGK Images/Laurent Lecat ; 65 m BIS/Ph. Coll. Archives Labor ; 68 ht Getty Images France/De Agostini Picture Library ; 68 m Cosmos/SPL/Science Museum/SPL ; 70 REUTERS/Stringer Shanghai ; 71 BIS/Ph. Coll. Archives Nathan ; 74 bas Bios Photo/GAP/Leigh Clapp ; 74 ht AGK Images/North Wind Picture Archives ; 75 PictureTank/Photodebut/Ben Roberts ; 76 bas d Corbis/Visuals Unlimited/Science VU/Lewis-Everhart-Zeevi ; 76 bas g BSIP/Kunkel ; 76 ht Institut Pasteur ; 77 Heuser D. R. ; 78 bas SIPA Press/Rex features ; 78 ht Getty Images France/David Hogsholt ; 80 bas U. Scheffell, G. A. Ricaurte, 1998 ; 80 ht BSIP/Phototake/Werner ; 81 bas INPES ; 81 ht REA-Reporters/Jan van de Vel ; 83 bas d ISM ; 84 bas d Look at Sciences/Beth Wald ; 84 ht d Bios Photo/Frederic Didillon ; 84 ht g Droits Réservés ; 84 m hd The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 84 m hg AGK Images ; 85 bas Jean Livet, INSERM ; 85 ht CHRISTOPHE L Collection ; 86 G. Hatzidimitriou, U. D. McCann, G. A. Ricaurte ; 88 MATEFI, 1955 ; 90 bas Gamma Rapho/I. S./J. Lawrence ; 90 ht Gamma Rapho/Michael Yamashita ; 91 bas BSIP ; 91 ht Bios Photo/André Maslennikov ; 91 m Roger-Viollet ; 93 Corbis/Dave Reede ; 94 bas d Bios Photo/Photoshot/Image Quest 3-D ; 94 bas g Naturimages/Gregory Smellinckx ; 94 bas m Bios Photo/J.-M. Labat & Y. Lanceau ; 94 ht d Corbis/Nigel Cattlin ; 94 ht g EBPhoto/NPL/Stephen Dalton ; 94 ht m EBPhoto/NPL/William Osborn ; 95 bas d Bios Photo/Christophe Courtea ; 95 bas g Bios Photo/Claudius Thieriet ; 95 ht d INRA ; 95 ht g Bios Photo/Denis Bringard ; 95 m REA/Pierre Bessard ; 96 REA/Patrick Allard ; 98 Bios Photo ; 99 ht Cosmos/Peter Menzel ; 100 INRA/J. Philouze ; 101 bas Bios Photo/US De/Peggy Greb ; 101 ht MAXPPP/Landov ; 101 m REA-Panos/Chris Stowers ; 102 bas Bios Photo/JL & F. Ziegler ; 102 ht REA/Patrick Allard ; 103 bas Bios Photo/Pascal Pittorino ; 103 ht Cosmos/SPL/Martin Bond ; 104 bas Bios Photo/Claudius Thieriet ; 104m Gamma Rapho/Michel Renaudeau ; 105 d EBPhoto/NPL/Arco/Meul ; 105 g Steve Deming ; 107 d Look at Sciences/Rosline Institute ; 107 g Cosmos/SPL/Georges Steinmetz ; 107 m INRA ; 108 bas The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 108 ht Cosmos/SPL/Peter Menzel ; 108 m AGE Photostock/Rafael ; 108 m bas BSIP/Chassenet ; 108 ht COLORISE ; 109 bas Cosmos/SPL/Agstockusa/Larry Fleming ; 109 ht The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 110 bas INRA ; 110 ht AGE Photostock/Jeff Carroll ; 111 bas BSIP ; 111 ht Gamma Rapho/Guy Thouvenin ; 112 bas AGK Images ; 112 ht AGK Images ; 112m AGK Images ; 113 ALTITUDE/Yann Arthus-Bertrand ; 117 ht Getty Images France/Nigel Cattlin ; 120 d Fotolia/F. Lebon ; 120 g Fotolia/F. Prochasson ; 120 ht Fotolia ; 121 REA/Ian

Hanning ; 124 bas Kharbine-Tapabor ; 124 ht Bios Photo/Claude Thouvenin ; 125 bas AGE Photostock/Ton ; 125 ht AGK Images ; 128 Père Igor ; 129 bas BSIP/Scimat ; 129 ht HEMIS/Jean-Daniel Sudres ; 130 bas Cosmos/SPL/A.B. Dowsett ; 130 ht ISM/Jean-Claude Révy ; 131 Cosmos/SPL/Visuals Unlimited/Dr Terry Beveridge ; 132 REA/Jean-Claude Moschetti ; 133 BSIP/Gaugler ; 134 bas Cosmos/SPL/Cordelia Molloy ; 134 ht The Picture Desk/Collection Dagli-Orti ; 134m Cosmos/SPL/Maximilian Stock Ltd. ; 135 REA/Fanny Tondre ; 136 bas BSIP/Dr Gladden Willis ; 136 ht BSIP/Phototake/C.B.S. ; 140 bas Getty Images France/National Geographic/Gordon Gahan ; 140 ht Cosmos/SPL/NASA ; 141 bas d Cosmos/SPL/CC Studio ; 141 bas g Cosmos/SPL/Dr. Gary Gaugler ; 141 ht d AGK Images ; 141 ht g AGK Images ; 141 ht AGK Images ; 142 Andia Press/Sequin ; 143 Epicureans/Claude Médale ; 144 bas Bridgeman-Giraudon ; 144 ht d Droits Réservés ; 144 ht g Design ; Seletti, Italy ; 145 REA/Image Source ; 146 bas HEMIS/Bertrand Reger ; 148 d Getty Images France/Gordon Parks ; 148 g Leemage/Selva ; 148m Roger-Viollet/Jacques Boyer ; 150 ht ISM/Jean-Claude Révy ; 152 REUTERS ; 153 REA/Pascal Sittler ; 155 bas Sagascience/François Caillaud ; 157 bas Leemage/SPL ; 157 ht REA/Nicolas Tucet ; 159 BSIP ; 160 d Only France/Czap-SCOPE ; 160 g M. Anton/INRA Nantes ; 162 bas ISM ; 162 ht AGE Photostock/Brian Wire ; 163 bas CHRISTOPHE L Collection ; 163 ht Look at Sciences/Thierry Berrod ; 165 REA-Laif/Joerg Glaescher ; 166 bas Cosmos/SPL/John Burbidge ; 166 ht ISM/Hervé Conge ; 167 BSIP/Biophoto Associates ; 168 ISM/Sovereign ; 170 François Chrétien ; 172 d Gamma Rapho/Keystone-France ; 172 g Corbis/Bettmann ; 173 d BSIP/May ; 173 g Phanie/Garo ; 173 m BSIP/Lemoine ; 174 BSIP/Humberg ; 175 bas d BSIP/Hank ; 175 bas g BSIP/Photo Researchers/Dr. Najeeb Layyous ; 175 ht d BSIP/Laurent Aube ; 175 ht g Corbis/Jacques M. Chenet ; 175 m ISM/Pascal Goetheluck ; 176 bas Mairie de Paris/Aksel Oz & Nina Missir ; 176 ht INPES ; 177 bas AFP ; 177 ht Cosmos/SPL/Tek Image ; 180 bas AFP ; 180 ht BSIP/Laurent ; 181 bas AFP ; 181 ht Leemage/North Wind Pictures ; 183 bas Look at Sciences/Mona Lisa ; 183 ht BSIP ; 183 m ISM/Jean-Claude Révy - Alain Gougeon ; 184 ht BSIP/May ; 185 BSIP ; 186 bas d BSIP/Medicalrf.com ; 186 bas g BSIP/Photo Researchers ; 187 Look at Sciences ; 188 ht Look at Sciences/Thierry Berrod ; 190 bas CHRISTOPHE L Collection ; 190 ht Corbis/Susanne Kronholm ; 191 d CHRISTOPHE L Collection ; 191 g CHRISTOPHE L Collection ; 192 Corbis/Fotofeeling/Westend61 ; 194 ht Gert Holstege ; 199 ht ISM/Sovereign ; 200 bas CHRISTOPHE L Collection ; 201 bas CHRISTOPHE L Collection ; 201 ht National Geographic/Chris Johns ; 206 bas COLORISE Quitemelle ; 206 ht EBPhoto/NPL/Martha Holmes ; 207 bas Ciel & Espace NASA/GSFC/CDMS ; 207 ht Gamma Rapho/Jean-François Hagenmuller ; 207 m Air Images/P. Guignard ; 208 bas Corbis/Randy Faris ; 208 ht AGE Photostock Melba ; 209 Urba Images/Air Images/William Beaucardet ; 210 d House & Pictures/Sofie Helsted ; 210 g Plainpicture ; 212 d Cosmos/SPL/Volker ; 212 ANA/Thierry ; 212 m Gamma Rapho/Planet Observer ; 213 Roger-Viollet ; 214 bas d EDF Médiathèque ; 214 bas g PictureTank/Argos/Laurent Weyl ; 214 ht Ciel & Espace ; 214 ht g HEMIS/Guy ; 214 m Cosmos/SPL/Jim Reeds ; 21 Archives Nathan ; 216 bas d Cosmos/SPL/Gusto ; 216 bas g Bios Photo/Cyrl Russo ; 216 ht d Droits Réservés ; 216 ht g Gamma Rapho/Philippe Royer ; 216 ht Andia Press/Gregory ; 216 m hg Air Images/P. Guignard ; 218 Sipa Press/L Coast Guard ; 220 ht Shutterstock/adistock ; 220 bas Courtesy of <http://www.solaire-lampadaire.com> ; 222 bas AFP/Stephen Shaver ; 222 ht AGK Images ; 223 bas d SagaPhoto. com/Compagne ; 223 bas g AGK Images ; 223 ht Droits Réservés ; 226 bas Gamma Rapho/Denis Bringard ; 226 m Bios Photo/M. Vince & E. Studler ; 227 Getty Images France/Franck Whitney ; 229 ht E Communication/Franck Oddoux ; 229m Frandedias.com/Quyen Ngo Dinh Ph ; 230 bas Look at Sciences/Pasquale Sorrentino ; 231 bas AGK Images ; 231 Roger-Viollet ; 232 AGE Photostock/Martin ; 233 Bios Photo/Majority World ; 234 Drik/Mustafiz Mamun ; 234 Ciel & Espace ; 235 REA/Patrick Allard ; 236 Shutterstock ; 240 bas Corbis/Bettmann ; 240 m Corbis/Bettmann ; 241 b ALPACA/Andia/Sauquet ; 241 ht REUTERS/Ho New ; 249 ISM ; 257 bas d INR ; 257 bas m AGE Photostock/Les Cunliffe ; 257 ht d REA/60M/Marta Nascimento ; 257 ht g REA/Frédéric Maigrot ; 261 Getty Images France/Martin Ruegne ; 263 d Look at Sciences/Massimo Brega ; 263 g Look at Sciences/Massimo Brega

Toutes les photographies non référencées ont été prises par Frédéric Hanoteau.

Conception graphique et couverture : Frédéric Jély
Illustrations : Dorothée Jost
Édition : Alice Fragonard
Iconographie : Juliette Barjon
Schémas : Laurent Blondel, Sandrine Marchand
Composition et mise en page : Soft Office
Photogravure : Colorway

L'observation du vivant



● L'unité S.I. de longueur est le **mètre (m)**.

● Sous-multiples :

- cm : centimètre ($1 \text{ cm} = 10^{-2}$)
- mm : millimètre ($1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$)
- µm : micromètre ($1 \text{ µm} = 10^{-6} \text{ m}$)
- nm : nanomètre ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

Les multiples et les sous-multiples

10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁵
f	p	n	µ	m	c	d	—	da	h	k	M	G	T	P
fento	pico	nano	micro	milli	centi	déci	—	déca	hecto	kilo	méga	giga	téra	péta

Manuel
Numérique
PREMIUM

LE MANUEL NUMÉRIQUE ENRICHI ET INTERACTIF

- L'intégralité du manuel papier en version numérique.
- Des outils pratiques et simples à utiliser : zoom, spot, comparateur de documents...
- + Des ressources multimédias : vidéos d'expériences et documentaires, animations interactives, exercices interactifs, schémas à imprimer, etc.

Démonstrations, détails de l'offre et équipement élèves sur
www.nathan.fr/manuels-numeriques

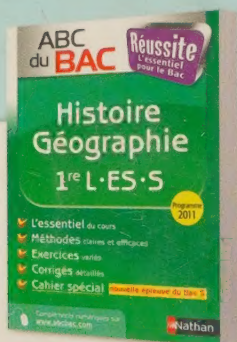
À CHACUN SON ABC du BAC

Conformes
aux nouveaux
programmes

Pour aller
droit au but

Pour aller
plus loin

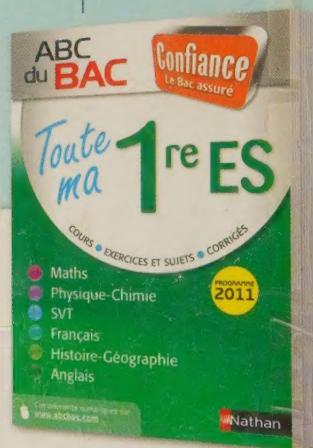
Pour être
accompagné
en toute sérénité



→ **Réussite**
L'essentiel pour le Bac



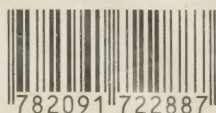
→ **Excellence**
La mention en plus



→ **Confiance**
Le Bac assuré

Retrouve tous les titres sur www.abcbac.com

ISBN : 978-2-09-172288-7



9 782091 722887

Nathan