

Découvrez le nouveau manuel ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE 1^{re}

La mise en œuvre du programme

→ 14 chapitres dans lesquels vous trouverez :

- 52 doubles pages « unités » abordant une problématique du scientifique précise, avec des activités en tâche complexe ou des questionnements guidés
- Des exercices permettant à l'élève de s'évaluer et de s'entraîner au Bac

→ Des outils pour la réalisation du projet expérimental et numérique

La mise en œuvre des trois objectifs généraux de formation

→ Pour comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration :

- Des approches fondées sur l'histoire des sciences **Histoire des sciences**
- Des documents expliquant les règles de la science **Les règles de la science**

→ Pour identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques :

- Des documents scientifiques variés et originaux
- Des interviews de chercheurs
- Des expériences simples à réaliser
- Des outils numériques à utiliser
- Des focus pour utiliser les savoirs et savoir-faire mathématiques

→ Pour comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement :

- Des documents spécifiques **Sciences et Société**
- Des pages « Ça vous concerne », avec des enquêtes à mener

La préparation aux épreuves communes du baccalauréat

→ Des exercices d'auto-évaluation (corrigés en fin d'ouvrage)

→ Des exercices **Objectif BAC** pour travailler les compétences de l'épreuve : exploiter des documents, effectuer des calculs, rédiger une argumentation scientifique

De nombreuses ressources numériques gratuites

Exercices interactifs, vidéos, animations, documents complémentaires, textes accessibles aux élèves dyslexiques, etc.

Remerciements

Les directeurs d'ouvrages, les auteurs et les éditions Belin tiennent à remercier le Lycée international de l'est parisien à Noisy-le-Grand, Patrick Duros son proviseur, et Marie-Thérèse Luccin pour les photographies d'expériences. Ils remercient également pour leurs conseils et leur participation aux interviews : Patricia Bassereau, Rémi Cadet, Vincent Delecroix, Christophe Leterrier, Manuel Théry, Barbara Tillmann et Bertrand Toudic.

SOMMAIRE

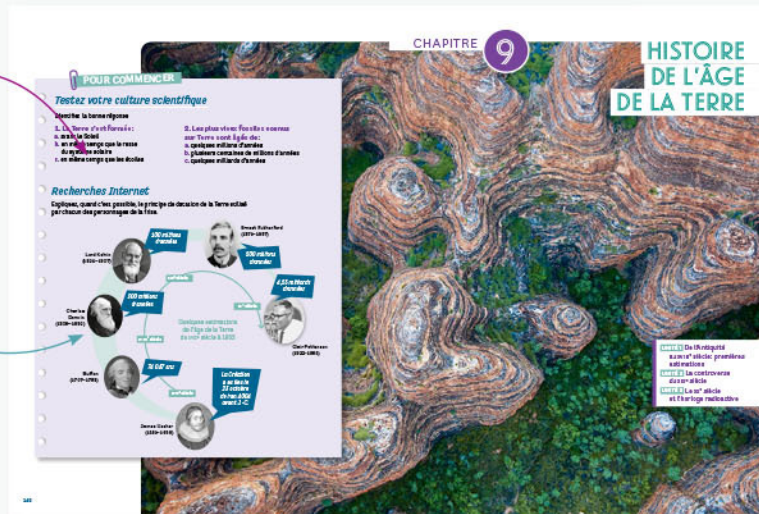
La mise en œuvre du programme dans le manuel.....	6
THÈME 1 UNE LONGUE HISTOIRE DE LA MATIÈRE.....	10
CHAPITRE 1 Un niveau d'organisation : les éléments chimiques.....	12
CHAPITRE 2 Des édifices ordonnés : les cristaux.....	28
CHAPITRE 3 Une structure complexe : la cellule vivante.....	46
THÈME 2 LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE.....	64
CHAPITRE 4 Le rayonnement solaire.....	66
CHAPITRE 5 Le bilan radiatif terrestre.....	80
CHAPITRE 6 La conversion de l'énergie par photosynthèse.....	96
CHAPITRE 7 Bilan thermique du corps humain.....	112
THÈME 3 LA TERRE, UN ASTRE SINGULIER.....	124
CHAPITRE 8 La forme de la Terre.....	126
CHAPITRE 9 L'histoire de l'âge de la Terre.....	142
CHAPITRE 10 La Terre dans l'Univers.....	156
THÈME 4 SON ET MUSIQUE, PORTEURS D'INFORMATION.....	172
CHAPITRE 11 Le son, un phénomène vibratoire.....	174
CHAPITRE 12 La musique ou l'art de faire entendre les nombres.....	190
CHAPITRE 13 Le son, une information à coder.....	204
CHAPITRE 14 Entendre la musique.....	220
THÈME 5 PROJET EXPÉRIMENTAL ET NUMÉRIQUE.....	234
A Les capteurs.....	234
B Étalonnage de la réponse du capteur.....	236
C La carte Arduino et sa programmation.....	238
D Le traitement des données.....	240
E Fabriquer un capteur.....	244
F Pistes de projets.....	246
Corrigés des exercices d'auto-évaluation.....	248
Lexique.....	251

ORGANISATION D'UN CHAPITRE DU MANUEL

LA DOUBLE PAGE D'OUVERTURE... pour bien commencer

Des tests d'évaluation des acquis

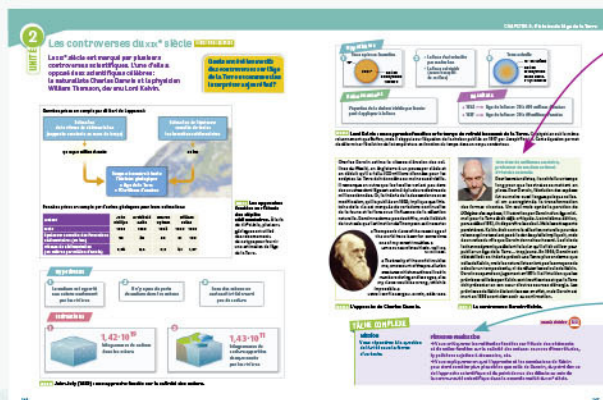
Des pistes de recherches à effectuer



LES UNITÉS... pour comprendre la nature du savoir et des pratiques scientifiques

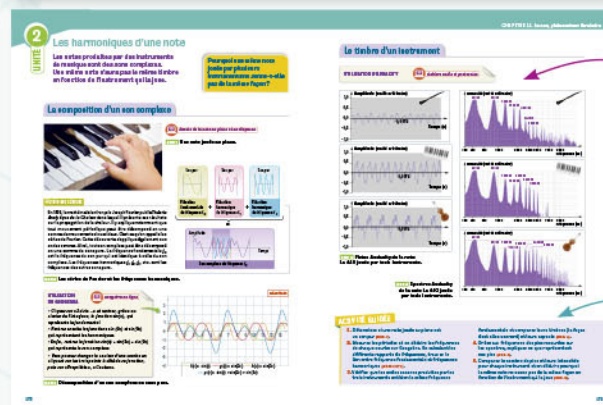
Des scientifiques donnent des repères historiques et expliquent le fonctionnement de la science

Des tâches complexes



Des outils numériques à utiliser, des expériences à réaliser

Des questionnements guidés



LE BILAN DU CHAPITRE... pour retenir les notions essentielles

Un texte
concis
et précis

Les mots clés
du chapitre

CHAPITRE 14 ENTENDRE LA MUSIQUE

1. La transmission des ondes sonores dans l'oreille

- Une onde sonore est une perturbation qui se propage dans un milieu matériel élastique.
- Elle est caractérisée par sa fréquence, son amplitude, sa vitesse de propagation.
- Elle est transmise par les ossements de l'oreille.

2. Les récepteurs des ondes sonores

- Les récepteurs des ondes sonores sont les cellules ciliées.
- Elles sont situées dans la cochlée.
- Elles sont stimulées par les ondes sonores.

3. L'interprétation des sons par le cerveau

- Le cerveau interprète les sons en fonction de leur fréquence, de leur amplitude, de leur durée.
- Il permet de reconnaître les sons et de les associer à une signification.

Les mots clés du chapitre

Alvéoles, cellules ciliées, neurones, oreille interne, oreille externe, audition, audition, audition.

l'essentiel par l'image

LA transmission des ondes sonores vers le cerveau

Le son est une onde mécanique qui se propage dans un milieu matériel élastique. Il est caractérisé par sa fréquence, son amplitude, sa vitesse de propagation.

Le traitement des messages sonores auditifs par le cerveau

Le cerveau interprète les sons en fonction de leur fréquence, de leur amplitude, de leur durée. Il permet de reconnaître les sons et de les associer à une signification.

La perception de l'audition

La perception de l'audition est le processus par lequel le cerveau interprète les sons et les associe à une signification.

Un grand
schéma
pour faciliter
la
mémorisation

LES EXERCICES... pour se préparer au bac

Des exercices
d'autoévaluation

Objectif BAC

1. Analyse de documents

Le document ci-dessous est un extrait d'un manuel de physique. Analysez-le et répondez aux questions.

2. Rédaction

Rédigez un texte de 100 mots environ sur le thème de la physique.

Tester ses savoirs

1. Vrai ou faux

Une onde sonore est une perturbation qui se propage dans un milieu matériel élastique.

2. QCM

Quelle est la fréquence d'une onde sonore qui a une période de 0,5 s ?

3. Question de synthèse

Expliquez comment une onde sonore se propage dans un milieu matériel élastique.

Objectif BAC

1. Calculer

Calculez la fréquence d'une onde sonore qui a une période de 0,5 s.

2. Calculer

Calculez la période d'une onde sonore qui a une fréquence de 2 Hz.

3. Calculer

Calculez la vitesse de propagation d'une onde sonore qui a une fréquence de 2 Hz et une période de 0,5 s.

Des exercices
mobilisant
des capacités
variées :
calcul,
exploitation
de documents,
rédaction

ÇA VOUS CONCERNE !

Énergie

Produire du biocarburant par photosynthèse

Fonds marins

Des écosystèmes indépendants de l'énergie solaire

ÇA VOUS CONCERNE !
pour faire aimer
les sciences
à tous

Des enquêtes
à mener en lien
avec les thèmes
du programme

Le programme 2019 et le nouveau manuel

ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE 1^{re}

THÈME 1 Une longue histoire de la matière	
Savoirs du programme (BO du 22 janvier 2019)	Chapitres du manuel
<p>Un niveau d'organisation : les éléments chimiques</p> <ul style="list-style-type: none"> Les noyaux des atomes de la centaine d'éléments chimiques stables résultent de réactions nucléaires qui se produisent au sein des étoiles à partir de l'hydrogène initial. La matière connue de l'Univers est formée principalement d'hydrogène et d'hélium alors que la Terre est surtout constituée d'oxygène, d'hydrogène, de fer, de silicium, de magnésium et les êtres vivants de carbone, hydrogène, oxygène et azote. Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité). L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire. La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée. Cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif. 	<p>Chapitre 1. Un niveau d'organisation : les éléments chimiques 12</p> <p>Unité 1. La formation des éléments chimiques 14 Unité 2. Composition de l'Univers, de la Terre, des êtres vivants 16 Unité 3. La radioactivité naturelle, le cas du radon 18 Unité 4. La datation au carbone 14 20</p> <p>Bilan 22 Exercices 24 Ça vous concerne 27</p>
<p>Des édifices ordonnés : les cristaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Le chlorure de sodium solide est constitué d'un empilement régulier d'ions : c'est l'état cristallin. <p>Plus généralement, une structure cristalline est définie par une maille élémentaire répétée périodiquement. Un type cristallin est défini par la forme géométrique de la maille, la nature et la position dans cette maille des entités qui le constituent.</p> <ul style="list-style-type: none"> Les cristaux les plus simples peuvent être décrits par une maille cubique que la géométrie du cube permet de caractériser. La position des entités dans cette maille distingue les réseaux cubique simple et cubique à faces centrées. La structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés macroscopiques, dont sa masse volumique. <p>Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ainsi les minéraux se caractérisent par leur composition chimique et leur organisation cristalline. Une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux. Des structures cristallines existent aussi dans les organismes biologiques Dans le cas des solides amorphes, l'empilement d'entités se fait sans ordre géométrique. C'est le cas du verre. Certaines roches volcaniques contiennent du verre, issu de la solidification très rapide d'une lave. 	<p>Chapitre 2. Des édifices ordonnés : les cristaux 28</p> <p>Unité 1. La structure des cristaux 30 Unité 2. La diversité des cristaux 32 Unité 3. Les propriétés des cristaux 34 Unité 4. Les cristaux dans les roches 36 Unité 5. Les cristaux du vivant 38</p> <p>Bilan 40 Exercices 42 Ça vous concerne 45</p>
<p>Une structure complexe : la cellule vivante</p> <ul style="list-style-type: none"> La découverte de l'unité cellulaire est liée à l'invention du microscope. L'observation de structures semblables dans de très nombreux organismes a conduit à énoncer le concept général de cellule et à construire la théorie cellulaire. Plus récemment, l'invention du microscope électronique a permis l'exploration de l'intérieur de la cellule et la compréhension du lien entre échelle moléculaire et cellulaire. La cellule est un espace séparé de l'extérieur par une membrane plasmique. Cette membrane est constituée d'une bicouche lipidique et de protéines. La structure membranaire est stabilisée par le caractère hydrophile ou lipophile de certaines parties des molécules constitutives. 	<p>Chapitre 3. Une structure complexe : la cellule vivante 46</p> <p>Unité 1. Les premières observations de cellules 48 Unité 2. La théorie cellulaire 50 Unité 3. La cellule au microscope optique 52 Unité 4. La cellule au microscope électronique 54 Unité 5. La structure de la membrane plasmique 56</p> <p>Bilan 58 Exercices 60 Ça vous concerne 63</p>

THÈME 2

Le Soleil, notre source d'énergie

Le rayonnement solaire

- L'énergie dégagée par les réactions de fusion de l'hydrogène qui se produisent dans les étoiles les maintient à une température très élevée.
- Du fait de l'équivalence masse-énergie, ces réactions s'accompagnent d'une diminution de la masse solaire au cours du temps.
- Comme tous les corps matériels, les étoiles et le Soleil émettent des ondes électromagnétiques et donc perdent de l'énergie par rayonnement.
- Le spectre du rayonnement émis par la surface (modélisé par un spectre de corps noir) dépend seulement de la température de surface de l'étoile. La longueur d'onde d'émission maximale est inversement proportionnelle à la température absolue de la surface de l'étoile (loi de Wien).
- La puissance radiative reçue du Soleil par une surface plane est proportionnelle à l'aire de la surface et dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil.
- De ce fait, la puissance solaire reçue par unité de surface terrestre dépend de l'heure, du moment de l'année, de la latitude.

Le bilan radiatif terrestre

- La proportion de la puissance totale, émise par le Soleil et atteignant la Terre, est déterminée par son rayon et sa distance au Soleil.
- Une fraction de cette puissance, quantifiée par l'albédo terrestre moyen, est diffusée par la Terre vers l'espace, le reste est absorbé par l'atmosphère, les continents et les océans.
- Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine infrarouge dont la puissance par unité de surface augmente avec la température.
- Une partie de cette puissance est absorbée par l'atmosphère, qui elle-même émet un rayonnement infrarouge vers le sol et vers l'espace (effet de serre).
- La puissance reçue par le sol en un lieu donné est égale à la somme de la puissance reçue du Soleil et de celle reçue de l'atmosphère. Ces deux dernières sont du même ordre de grandeur.
- Un équilibre, qualifié de dynamique, est atteint lorsque le sol reçoit au total une puissance moyenne égale à celle qu'il émet. La température moyenne du sol est alors constante.

Une conversion biologique de l'énergie solaire : la photosynthèse

- Une partie du rayonnement solaire absorbé par les organismes chlorophylliens permet la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone (photosynthèse).
- À l'échelle de la planète, les organismes chlorophylliens utilisent pour la photosynthèse environ 0,1% de la puissance solaire totale disponible. À l'échelle de la feuille, la photosynthèse utilise une très faible fraction de la puissance radiative reçue, le reste est soit diffusé, soit transmis, soit absorbé.
- La photosynthèse permet l'entrée dans la biosphère de matière minérale stockant de l'énergie sous forme chimique.
- Ces molécules peuvent être transformées par respiration ou fermentation pour libérer l'énergie nécessaire au fonctionnement des êtres vivants.
- À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique s'accumule dans les sédiments puis se transforme en donnant des combustibles fossiles : gaz, charbon, pétrole.

Le bilan thermique du corps humain

- La température du corps reste stable parce que l'énergie qu'il libère est compensée par l'énergie dégagée par la respiration cellulaire ou les fermentations.
- Globalement, la puissance thermique libérée par un corps humain dans les conditions de vie courante, au repos, est de l'ordre de 100 W.

Chapitre 4. Le rayonnement solaire 66

Unité 1. Le carburant du Soleil 68

Unité 2. Température et couleur du Soleil 70

Unité 3. L'ensoleillement terrestre 72

Bilan 74

Exercices 76

Ça vous concerne 79

Chapitre 5. Le bilan radiatif terrestre 80

Unité 1. Le rayonnement solaire reçu par la Terre 82

Unité 2. L'albédo terrestre 84

Unité 3. Atmosphère et rayonnement terrestre 86

Unité 4. L'équilibre dynamique de la Terre 88

Bilan 90

Exercices 92

Ça vous concerne 95

Chapitre 6. La conversion de l'énergie par photosynthèse 96

Unité 1. La photosynthèse à l'échelle de la planète 98

Unité 2. Photosynthèse et conversion de l'énergie solaire 100

Unité 3. Des circulations de matière et d'énergie 102

Unité 4. Les combustibles fossiles 104

Bilan 106

Exercices 108

Ça vous concerne 111

Chapitre 7. Bilan thermique du corps humain 112

Unité 1. L'origine de l'énergie thermique d'un organisme 114

Unité 2. Échanges thermiques entre organisme et milieu 116

Bilan 118

Exercices 120

Ça vous concerne 123

THÈME 3

La Terre, un astre singulier

Savoirs du programme (BO du 22 janvier 2019)

La forme de la Terre

- Dès l'Antiquité, des observations de différentes natures ont permis de conclure que la Terre était sphérique, alors même que, localement, elle apparaît plane dans la plupart des expériences quotidiennes.
 - Historiquement, des méthodes géométriques ont permis de calculer la longueur d'un méridien (environ 40 000 km) à partir de mesures d'angles ou de longueurs : méthodes d'Ératosthène et de triangulation plane.
 - On repère un point à la surface de la Terre par deux coordonnées angulaires, sa latitude et sa longitude.
- Le plus court chemin entre deux points à la surface de la Terre est l'arc du grand cercle qui les relie.

L'histoire de l'âge de la Terre

- Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre : temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité.
- L'âge de la Terre aujourd'hui précisément déterminé est de $4,57 \cdot 10^9$ ans.

La Terre dans l'Univers

- Observée dans un référentiel fixe par rapport aux étoiles, la Terre parcourt une trajectoire quasi circulaire autour du Soleil.
- Le passage d'une conception géocentrique à une conception héliocentrique constitue l'une des controverses majeures de l'histoire des sciences.
- Observée dans un référentiel géocentrique, la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi-circulaire. Elle présente un aspect qui varie au cours de cette rotation (phases).
- La Lune tourne également sur elle-même et présente toujours la même face à la Terre.

Chapitres du manuel

Chapitre 8. La forme de la Terre 126

- Unité 1. Observer la rotondité de la Terre 128
- Unité 2. Le premier calcul du rayon de la Terre 130
- Unité 3. Calcul du méridien au XVIII^e siècle 132
- Unité 4. Calcul de distances terrestres 134

Bilan 136
Exercices 138
Ça vous concerne 141

Chapitre 9. Histoire de l'âge de la Terre 142

- Unité 1. De l'Antiquité au XVIII^e siècle : premières estimations 144
- Unité 2. La controverse du XIX^e siècle 146
- Unité 3. Le XX^e siècle et l'horloge radioactive 148

Bilan 150
Exercices 152
Ça vous concerne 155

Chapitre 10. La Terre dans l'Univers 156

- Unité 1. Observer et interpréter les mouvements des astres 158
- Unité 2. La controverse géocentrisme-héliocentrisme 160
- Unité 3. Les arguments du modèle héliocentrique 162
- Unité 4. Les mouvements de la Lune 164

Bilan 166
Exercices 168
Ça vous concerne 171

THÈME 4

Son et musique, porteurs d'information

Le son, phénomène vibratoire

- Un son pur est associé à un signal dépendant du temps de façon sinusoïdale.
- Un signal périodique de fréquence f se décompose en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de f . Le son associé à ce signal est un son composé.
- f est appelée fréquence fondamentale, les autres fréquences sont appelées harmoniques.
- La puissance par unité de surface transportée par une onde sonore est quantifiée par son intensité. Son niveau d'intensité sonore est exprimé en décibels selon une échelle logarithmique.
- Une corde tendue émet en vibrant un son composé dont la fréquence fondamentale ne dépend que de ses caractéristiques (longueur, tension, masse linéique).
- Dans les instruments à vent, un phénomène analogue se produit par vibration de l'air dans un tuyau.

Chapitre 11. Le son, phénomène vibratoire 174

- Unité 1. Voir les sons 176
- Unité 2. Les harmoniques d'une note 178
- Unité 3. Le son des instruments de musique 180
- Unité 4. L'intensité des ondes sonores 182

Bilan 184
Exercices 186
Ça vous concerne 189

La musique ou l'art de faire entendre les nombres

- En musique, un intervalle entre deux sons est défini par le rapport (et non la différence) de leurs fréquences fondamentales.
- Deux sons dont les fréquences sont dans le rapport 2/1 correspondent à une même note, à deux hauteurs différentes. L'intervalle qui les sépare s'appelle une octave.
- Une gamme est une suite finie de notes réparties sur une octave.
- Dans l'Antiquité, la construction des gammes était basée sur des fractions simples, (2/1, 3/2, 4/3, etc.). En effet, des sons dont les fréquences sont dans ces rapports simples étaient alors considérés comme les seuls à être consonants.
- Une quinte est un intervalle entre deux fréquences de rapport 3/2.
- Les gammes dites de Pythagore sont basées sur le cycle des quintes.
- Pour des raisons mathématiques, ce cycle des quintes ne « reboucle » jamais sur la note de départ. Cependant, les cycles de 5, 7 ou 12 quintes « rebouclent » presque. Pour les gammes associées, l'identification de la dernière note avec la première impose que l'une des quintes du cycle ne corresponde pas exactement à la fréquence 3/2.
- Les intervalles entre deux notes consécutives des gammes dites de Pythagore ne sont pas égaux, ce qui entrave la transposition.
- La connaissance des nombres irrationnels a permis, au XVII^e siècle, de construire des gammes à intervalles égaux.

Le son, une information à coder

- Pour numériser un son, on procède à la discrétisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification).
- Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée et la quantification est fine, plus la numérisation est fidèle, mais plus la taille du fichier audio est grande.
- La reproduction fidèle du signal analogique nécessite une fréquence d'échantillonnage au moins double de celle du son.
- La compression consiste à diminuer la taille d'un fichier afin de faciliter son stockage et sa transmission.
- Les techniques de compression spécifiques au son, dites « avec perte d'information », éliminent les informations sonores auxquelles l'oreille est peu sensible.

Entendre la musique

- L'oreille externe canalise les sons du milieu extérieur vers le tympan. Cette membrane vibrante transmet ces vibrations jusqu'à l'oreille interne par l'intermédiaire de l'oreille moyenne.
- L'être humain peut percevoir des sons de niveaux d'intensité approximativement compris entre 0 et 120 dB.
- Les sons audibles par les humains ont des fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz.
- Dans l'oreille interne, des structures cellulaires (cils vibratiles) entrent en résonance avec les vibrations reçues et les traduisent en un message nerveux qui se dirige vers le cerveau.
- Les cils vibratiles sont fragiles et facilement endommagés par des sons trop intenses. Les dégâts sont alors irréversibles et peuvent causer une surdité.

Chapitre 12. La musique ou l'art de faire entendre les nombres 190

Unité 1. De la note à l'intervalle 192

Unité 2. La construction des gammes naturelles 194

Unité 3. La gamme tempérée, un compromis nécessaire 196

Bilan 198

Exercices 200

Ça vous concerne 203

Chapitre 13. Le son, une information à coder 204

Unité 1. Numériser un son 206

Unité 2. Taille et stockage d'un son numérique 208

Unité 3. Réduire la taille d'un fichier son : la compression 210

Unité 4. Les plateformes de musique en streaming 212

Bilan 214

Exercices 216

Ça vous concerne 219

Chapitre 14. Entendre la musique 220

Unité 1. La transmission des ondes sonores dans l'oreille 222

Unité 2. La réception des ondes sonores 224

Unité 3. L'interprétation de sons par le cerveau 226

Bilan 228

Exercices 230

Ça vous concerne 233

1

THÈME UNE LONGUE HISTOIRE DE LA MATIÈRE

1

CHAPITRE UN NIVEAU D'ORGANISATION : LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

UNITÉ 1	La formation des éléments chimiques.....	14
UNITÉ 2	Composition de l'Univers, de la Terre, des êtres vivants	16
UNITÉ 3	La radioactivité naturelle, le cas du radon.....	18
UNITÉ 4	La datation au carbone 14.....	20
BILAN.....		22
EXERCICES		24
ÇA VOUS CONCERNE!		27

2

CHAPITRE DES ÉDIFICES ORDONNÉS : LES CRISTAUX

UNITÉ 1	La structure des cristaux	30
UNITÉ 2	La diversité des cristaux.....	32
UNITÉ 3	Les propriétés des cristaux.....	34
UNITÉ 4	Les cristaux dans les roches.....	36
UNITÉ 5	Les cristaux du vivant.....	38
BILAN.....		40
EXERCICES.....		42
ÇA VOUS CONCERNE!		45

3

CHAPITRE UNE STRUCTURE COMPLEXE : LA CELLULE VIVANTE

UNITÉ 1	Les premières observations de cellules	48
UNITÉ 2	La théorie cellulaire.....	50
UNITÉ 3	La cellule au microscope optique.....	52
UNITÉ 4	La cellule au microscope électronique.....	54
UNITÉ 5	La structure de la membrane plasmique	56
BILAN.....		56
EXERCICES.....		60
ÇA VOUS CONCERNE!		63