

CORRIGÉS D'EXERCICES

CHAPITRE 1

Vrai/Faux

Faux, plus un atome est lourd, moins il est présent dans l'Univers.

Vrai.

Faux, la Terre est principalement composée de fer.

Vrai.

Faux, le temps de demi-vie est caractéristique du noyau radioactif.

2. QCM

1. Réponse b.
2. Réponse b.
3. Réponse b.
4. Réponse c.
5. Réponse c.
6. Réponse c.
7. Réponse a.

CHAPITRE 2

Vrai/Faux

Vrai.

Faux, il existe sept formes de mailles différentes.

Vrai.

Faux, un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures.

Faux, une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux.

2. QCM

1. Réponse b.
2. Réponse c.
3. Réponse c.
4. Réponse b.
5. Réponse a.
6. Réponse d.

CHAPITRE 3

Vrai/Faux

Faux, les cellules animales ont une taille de l'ordre de 10 à 50 μm .

Faux, le microscope optique permet, au mieux, de distinguer deux structures distantes de 200 nm.

Vrai.

Vrai.

2. QCM

1. Réponse c.
2. Réponse d.

3. Réponse a.

4. Réponse c.

5. Réponse c.

CHAPITRE 4

Vrai/Faux

Faux, les réactions de fusion de l'hydrogène dans le Soleil s'accompagnent d'une diminution de sa masse.

Vrai.

Faux, la longueur d'onde du maximum d'émission d'un corps noir est inversement proportionnelle à la température absolue de sa surface.

Faux, l'ensoleillement dépend de l'heure de la journée.

Vrai.

2. QCM

1. Réponse a.
2. Réponse b.
3. Réponse a.
4. Réponse b.
5. Réponse c.
6. Réponse b.
7. Réponse c.

CHAPITRE 5

Vrai/Faux

Vrai.

Faux, une surface claire absorbe moins d'énergie solaire qu'une surface sombre.

Vrai.

Faux, les spectres du rayonnement terrestre sont différents le jour et la nuit.

Faux, dans un régime permanent la température reste constante au cours du temps.

2. Légender un schéma

- 1: Rayonnement solaire, domaine visible.
- 2: Rayonnement solaire réfléchi, domaine visible.
- 3: Rayonnement thermique terrestre, domaine infrarouge.
- 4: Rayonnement thermique atmosphérique, domaine infrarouge.
- 5: Rayonnement thermique atmosphérique, domaine infrarouge.

3. QCM

1. Réponse d.
2. Réponse d.
3. Réponse b.
4. Réponse b.
5. Réponse d.

CHAPITRE 6

1. Vrai/Faux

a. Faux, les écosystèmes marins ayant la plus forte productivité primaire sont notamment situés au niveau des zones d'upwelling (où des eaux profondes chargées en sels minéraux remontent à la surface) et de l'embouchure des fleuves (qui apportent à l'océan les sels minéraux qu'ils ont transporté au long de leur trajet continental).

b. Vrai.

c. Faux, la chlorophylle capte surtout les radiations de la lumière visible situées dans des longueurs d'onde correspondant au bleu et au rouge.

d. Faux, l'origine biologique des combustibles fossiles est aujourd'hui clairement établie.

e. Faux, les organismes unicellulaires du phytoplancton sont responsables de la majeure partie de la production primaire en milieu océanique.

2. Légender un schéma

1 : Énergie dissipée.

2 : Énergie utilisée pour la photosynthèse.

3 : Énergie transmise à travers la feuille.

4 : Énergie réfléchie.

3. QCM

1. Réponse c.

2. Réponse c.

3. Réponse a.

4. Réponse b.

CHAPITRE 7

1. Vrai/faux

a. Vrai.

b. Faux. L'oxydation des lipides produit davantage d'énergie que celle des glucides et des protéines.

c. Faux. Tous les mécanismes d'échange d'énergie thermique entre l'organisme et son milieu peuvent contribuer à un maintien la température de l'organisme à des valeurs compatibles avec la vie.

d. Vrai.

2. Légender un schéma

1 : Rayonnement.

2 : Évaporation.

3 : Convection.

3. QCM

1. Réponse b.

2. Réponse a.

3. Réponse a.

4. Réponse a.

CHAPITRE 8

1. Vrai/Faux

Vrai.

Faux, on peut estimer sa longitude sur Terre à condition de disposer d'un chronomètre.

Faux, il est impossible de démontrer que la Terre est sphérique en restant à sa surface.

Faux, la longueur d'un méridien est d'environ 40 000 km.

Vrai.

2. QCM

1. Réponse c.

2. Réponse b.

3. Réponse c.

4. Réponse c.

5. Réponse b.

CHAPITRE 9

1. Vrai/faux

a. Faux, dans l'Antiquité, Aristote estimait que la Terre avait toujours existé.

b. Faux, elles remontent au XVIII^e siècle.

c. Vrai.

d. Faux, il s'est écoulé une cinquantaine d'années.

2. QCM

1. Réponse b.

2. Réponse c.

3. Réponse a.

4. Réponse d.

5. Réponse a.

6. Réponse b.

CHAPITRE 10

1. Vrai/Faux

Faux, l'observation des astres dans le ciel ne permet pas de prouver que la Terre tourne autour du Soleil.

Vrai.

Vrai.

Faux, le Soleil est en mouvement dans le référentiel terrestre, par exemple.

Faux, la Lune a une face cachée car sa durée de rotation est égale à sa durée de révolution.

2. QCM

1. Réponse c.

2. Réponse b.

3. Réponse b.
4. Réponse c.
5. Réponse d.

CHAPITRE 11

1. Vrai/Faux

Faux, un son pur a une forme sinusoïdale.

Vrai.

Faux, les fréquences harmoniques sont des multiples de la fréquence fondamentale.

Faux, le niveau d'intensité sonore perçu n'est pas proportionnel à la puissance émise par la source.

Vrai.

2. QCM

1. Réponse a.
2. Réponse b.
3. Réponse b.
4. Réponse d.
5. Réponse d.

CHAPITRE 12

1. Vrai/Faux

Faux, pour caractériser un intervalle, il faut calculer le rapport entre les fréquences fondamentales des deux notes.

Vrai.

Faux, une quinte est caractérisée par le rapport $3/2$.

Vrai.

Faux, une gamme tempérée rebouche parfaitement sur l'octave mais ne respecte pas exactement la justesse des intervalles.

2. QCM

1. Réponse b.
2. Réponse b.
3. Réponse d.
4. Réponse c.

5. Réponse d.
6. Réponse d.

CHAPITRE 13

1. Vrai/Faux

Vrai.

Faux, un son sera plus fidèle à l'original s'il est numérisé avec un nombre de bits plus élevé.

Faux, la taille d'un fichier audio dépend de sa durée.

Faux, la compression avec pertes détériore l'information initiale.

Vrai.

3. QCM

1. Réponse a.
2. Réponse c.
3. Réponse b.
4. Réponse b.
5. Réponse c.

CHAPITRE 14

1. Vrai/Faux

Faux, les récepteurs sensoriels sont situés dans l'oreille interne.

Vrai.

Faux, les vibrations du tympan entraînent les mouvements des osselets.

Faux, les cellules ciliées ne sont pas capables de se renouveler.

Vrai.

3. QCM

1. Réponse a.
2. Réponse b.
3. Réponse a.
4. Réponse c.
5. Réponse c.

LEXIQUE

A-B

Aire cérébrale (n.f.) : zone du cerveau définie par la ou les fonctions qu'elle remplit.

Albédo (n.m.) : proportion de lumière renvoyée par un corps qui est éclairé (entre 0 et 100 %). L'albédo moyen de la Terre est de 30 % environ.

Biomasse (n.f.) : matière organique produite par un être vivant.

C

Carbone 14 (n.m.) : isotope radioactif du carbone. Sa demi-vie est de 5 730 ans. Les êtres vivants possèdent un taux de ^{14}C constant. À leur mort, ce ^{14}C n'est plus renouvelé. Il est possible de calculer l'âge d'un échantillon de matière issu d'un être vivant en mesurant son taux de ^{14}C (rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$).

Cellule (n.f.) : unité de base de tous les êtres vivants. Elle est délimitée par une membrane plasmique, contient du matériel génétique et possède un métabolisme. Dans les cellules eucaryotes, le matériel génétique est localisé au sein d'un compartiment appelé noyau.

Cellule ciliée (n.f.) : dans l'oreille humaine, les cellules ciliées sont les récepteurs sensoriels de l'ouïe. Les cils de ces cellules sont mis en mouvement par des vibrations dont la fréquence et l'intensité sont liées à celles de l'onde sonore. Ces mouvements sont convertis en une information nerveuse transmise au cerveau par le nerf auditif.

Combustible fossile (n.m.) : combustible issu de la dégradation et de l'enfouissement de la matière organique d'êtres vivants photosynthétiques. Pétrole, charbon et gaz sont des combustibles fossiles. L'énergie est particulièrement concentrée dans les combustibles fossiles. Elle est issue de l'énergie lumineuse qui a permis la production de biomasse des organismes photosynthétiques.

Compacité (n.f.) : La compacité C mesure l'occupation du volume de la maille par les atomes. C'est un nombre sans dimension compris entre 0 et 1.

Compression avec perte (n.f.) : diminution de la taille et le débit binaire d'un fichier accompagnée d'une perte définitive d'information. Le taux de compression peut être élevé.

Compression sans perte (n.f.) : diminution de la taille et le débit binaire d'un fichier sans perte définitive d'information. On peut revenir au fichier de départ, mais le taux de compression est moins élevé que dans une compression avec perte.

Consonant : un intervalle consonnant « sonne juste » à notre oreille.

Controverse scientifique (n.f.) : Débat au sein de la communauté scientifique qui voit s'affronter plusieurs modèles, théories ou interprétations scientifiques. Exemples de controverse scientifique : controverse entre les tenants du modèle géocentrique et les tenants du modèle héliocentrique du XVI^{e} au XVIII^{e} siècle ; controverse entre Charles Darwin et Lord Kelvin sur l'âge de la Terre dans la seconde moitié du XIX^{e} siècle. Certaines controverses scientifiques ont pu être alimentées par des arguments non scientifiques (de nature religieuse notamment).

Convection (n.f.) : transfert d'énergie thermique accompagné de mouvements de matière. Dans le cadre du bilan thermique du corps humain, échanges thermiques entre la peau et l'air ambiant qui dépendent de la vitesse de déplacement de ce dernier.

Corps noir (n.m.) : objet qui absorbe toute la lumière qu'il reçoit.

Cristal (n.m.) : répétition régulière dans l'espace d'entités chimiques (atomes, ions ou molécules).

Cycle des quintes (n.m.) : enchaînement des quintes dans une gamme naturelle (voir représentation graphique chap. 12, unité 2, doc. 2).

D

Débit binaire (en bits/s) (n.m.) : produit de la fréquence d'échantillonnage (F_e en Hz), du nombre de bits de quantification (q en bits) et du nombre n de canaux (1 en mono ou 2 en stéréo par exemple).

Décibel (n.m.) : unité de mesure du niveau sonore. Cette unité est logarithmique. Si l'intensité est doublée, le niveau sonore est augmenté de 3 dB. Si le niveau augmente de 10 dB, c'est l'intensité sonore qui est multipliée par 10.

Démarche scientifique (n.f.) : Une démarche scientifique implique : (1) un scepticisme initial sur les faits et non pas des convictions déjà forgées ; (2) de s'intéresser à des choses qui existent indépendamment de nous ; la science n'étudie que des objets qui existent matériellement, indépendamment de

notre perception ; (3) un raisonnement logique ; (4) d'utiliser des procédures transparentes, permettant notamment à la communauté scientifique de vérifier la reproductibilité des résultats ; (5) de prendre en compte toutes les données pertinentes disponibles.

Demi-vie $t_{1/2}$ (n.f.) : temps au bout duquel la moitié des noyaux se sont désintégrés pour donner un autre noyau

Désintégration radioactive (n.f.) : Désintégration d'un noyau instable (appartenant à un élément père) en un autre noyau (appartenant à un élément fils), qui peut être stable ou non. Pendant la désintégration, les noyaux instables émettent un rayonnement plus ou moins énergétique (radioactivité).

E

Échantillonnage (n.m.) : découplage temporel du signal qui accompagne sa numérisation. Pour chaque échantillon, l'amplitude du signal est mesurée : c'est la quantification.

Effet de serre (n.m.) : échange continu d'énergie sous forme de rayonnement thermique infrarouge entre le sol terrestre et l'atmosphère.

Éléments fils (n.m.) : voir « désintégration radioactive ».

Élément père (n.m.) : voir « désintégration radioactive ».

Énergie thermique (n.f.) : l'énergie chimique des nutriments issus de l'alimentation est extraite dans les cellules par lors de la respiration et de la fermentation. Lors de ces réactions, une partie importante de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur : c'est l'énergie thermique.

Équilibre dynamique (n.m.) : Un système est en situation d'équilibre lorsque sa température moyenne ne varie pas dans le temps. On parle d'équilibre dynamique si le système échange de l'énergie avec l'extérieur et si l'énergie entrante est égale à l'énergie sortante.

Évaporation (n.f.) : Dans le cadre du bilan thermique du corps humain, échanges thermiques liés à l'évaporation de l'eau à la surface de la peau (transpiration). Cette évaporation, liée à la porosité de la peau, consomme de l'énergie.

F

Fondamentale (n.f.) : le signal périodique associé à un son composé peut se décomposer en somme de fonctions sinusoïdales

dont les fréquences sont des multiples entiers, ou harmoniques, de la fréquence la plus basse appelée fondamentale.

Fréquence d'échantillonnage : nombre de fois par seconde où un signal est échantillonné.

Fusion nucléaire (n.f.) : la fusion nucléaire produit, à partir de plusieurs éléments, un élément plus lourd (de nombre de masse A plus grand).

Fission nucléaire (n.f.) : la fission nucléaire produit, à partir d'un seul élément, plusieurs éléments plus légers.

Gamme naturelle (n.f.) : suite de notes «sautant» de quinte en quinte. Si la nouvelle note n'est plus dans l'octave de la gamme, on la ramène simplement dedans en divisant sa fréquence fondamentale par 2 (saut d'une octave), ou 4 (2^2 , saut de 2 octaves), etc. Une gamme naturelle ne retombant jamais sur l'octave, la dernière fréquence doit donc être identifiée celle de l'octave. Le rapport de fréquence ne vaut donc pas exactement $3/2$ dans la dernière quinte, qui sonne faux : c'est quinte du loup.

G

Gamme tempérée (n.f.) : gamme dans laquelle tous les intervalles entre notes successives sont égaux, mais toutes les quintes sont légèrement fausses. Le rapport de fréquence entre deux notes d'une gamme tempérée est :

$$r = \sqrt[12]{2} = 2^{1/12}.$$

Gaz à effet de serre (n.m.) : gaz ayant la capacité d'absorber le rayonnement thermique infrarouge.

Géocentrique (modèle) (n.m.) : modèle dans lequel le Soleil et les autres astres décrivent une trajectoire circulaire autour de la Terre.

Grand cercle (n.m.) : cercle tracé sur la sphère terrestre ayant le même centre qu'elle (l'équateur est un exemple de grand cercle).

H

Harmonique (n.f.) : le signal périodique associé à un son composé peut se décomposer en somme de fonctions sinusoïdales dont les fréquences sont des multiples entiers, ou harmoniques, de la fréquence la plus basse appelée fondamentale.

Hauteur (n.f.) : caractérise la nature grave ou aiguë d'un son. Plus un son est haut, plus il est aigu, plus un son est bas, plus il est grave.

Héliocentrique (modèle) (n.m.) : modèle dans lequel la Terre et les autres planètes tournent autour du Soleil, les autres étoiles étant fixes.

Hydrophile : se dit d'une molécule ou d'une portion de molécule qui interagit (par des liaisons faibles) avec les molécules d'eau.

Hydrophobe : se dit d'une molécule ou d'une portion de molécule qui n'a pas la capacité d'interagir avec les molécules d'eau.

I

Immunofluorescence (n.f.) : technique qui permet de localiser et de suivre une molécule donnée grâce à un anticorps spécifique de cette molécule couplé à une substance fluorescente.

Intensité sonore (n.f.) : l'intensité sonore I (en $W \cdot m^{-2}$) perçue en un point correspond au rapport de la puissance P sur la surface S (en m^2) sur laquelle le son se répartit

Intervalle (n.m.) : Notre oreille perçoit un écart constant entre deux notes si leur fréquence fondamentale f_0 est dans un rapport constant. On appelle intervalle ce rapport.

L

Latitude (n.f.) : Angle entre l'équateur et un autre parallèle.

Loi de Planck (n.f.) : loi selon laquelle le spectre du rayonnement d'un corps noir dépend uniquement de sa température de surface.

Loi de Wien (n.f.) : loi portant selon laquelle la longueur d'onde du maximum d'émission du rayonnement d'un corps noir est inversement proportionnelle à sa température de surface.

Longitude (n.f.) : Angle entre le méridien de Greenwich et un autre parallèle.

M

Maille (n.f.) : Arrangement dans l'espace d'entités chimique dont la répétition permet d'obtenir la totalité d'un cristal. Un cristal est donc caractérisé par la répétition périodique d'une maille élémentaire. On distingue 7 types de mailles.

Masse volumique : (n.f.) : masse volumique r d'un cristal exprime le rapport entre la masse d'un cristal et son volume, exprimé en ($g \cdot cm^{-3}$).

Membrane plasmique (n.f.) : bicouche de lipides délimitant une cellule. La

membrane plasmique contient aussi des protéines.

Méridien (n.m.) : Demi grand cercle passant par les deux pôles terrestre.

Métabolisme (n.m.) : ensemble des transformations chimiques qui se déroulent dans une cellule.

Météorite (n.f.) : objet d'origine extra-terrestre qui s'est formé en même temps que les planètes dans le système solaire primitif.

Microscope électronique (n.m.) : instrument permettant d'observer un objet en le grossissant. Par rapport au microscope optique, le microscope électronique à transmission (MET) remplace les photons par des électrons, et les lentilles en verre par des lentilles électromagnétiques. Lorsque le rayonnement électronique traverse l'échantillon, il est modifié par des phénomènes physiques : réflexion, diffraction, réfraction. Une partie de ce rayonnement est ensuite dirigé vers un écran pour y former une image. La résolution (plus petite distance devant séparer deux points pour qu'ils soient discernables) d'un MET optique est de 0,1 nm. Dans le microscope électronique à balayage (MEB), un faisceau d'électrons balaye l'échantillon qui a été au préalable recouvert d'une fine couche de métal. Cela permet à l'échantillon de réémettre les électrons qui l'atteignent, qui sont alors captés par un détecteur afin de reconstituer une image 3D de sa surface.

Microscope optique (n.m.) : instrument permettant d'observer un objet en le grossissant. Dans le microscope optique, l'échantillon est soumis à un flux de photons provenant d'une source de lumière. Celui-ci passe ensuite par deux séries de lentilles en verre : un objectif et un oculaire, qui vont permettre de former une image dans l'œil humain. La résolution (plus petite distance devant séparer deux points pour qu'ils soient discernables) d'un microscope optique est de 200 nm.

Minéral (n.m.) : composé sous forme cristallisée dans une roche.

Molécules organiques (n.f.) : molécules riches en carbone, hydrogène, oxygène et azote. Les êtres vivants sont composés essentiellement de matière organique, mais cette dernière se trouve aussi dans des structures non vivantes, sur Terre et ailleurs dans l'Univers.

Mosaïque fluide (n.f.) : modèle qui décrit la mobilité des constituants membranaires (lipides et protéines) dans la membrane plasmique.

Multiplicité (n.f.) : la multiplicité Z d'une maille comme le nombre d'atomes contenus dans une maille élémentaire.

N

Neuromédiateur (n.m.) : molécules produites par un neurone ou un récepteur sensoriel et qui peut générer un signal nerveux de nature électrique dans un neurone.

Niveau sonore (n.m.) : le niveau sonore L caractérise la perception de l'intensité sonore par l'oreille humaine. Il suit une progression logarithmique à partir de l'intensité sonore, qui reproduit notre perception de la « force » du son. $L = 10 \log (I/I_0)$, I_0 étant la plus faible intensité sonore perceptible par l'oreille humaine.

Numériser : transformer un signal analogique (exemple : une vibration périodique correspondant à un son) en une suite de 0 et de 1.

Nutriment (n.m.) : molécule simple issue le plus souvent de la digestion des aliments, utilisable par les cellules pour leur métabolisme.

O

Octave (n.f.) : intervalle consonant entre deux notes dont le rapport des fréquences fondamentales est 2/1.

Oreille externe, moyenne et interne (n.f.) : L'oreille externe est constituée du pavillon et du conduit auditif. Au niveau de l'oreille moyenne, les variations de pression liée à une onde sonore entraînent des vibrations du tympan. Celui-ci est relié à une chaîne d'osselets, qui se met en mouvement lorsque le tympan vibre. Ces mouvements sont convertis en variations de pression du liquide contenu dans la cochlée de l'oreille interne. Ces variations de pression stimulent récepteurs sensoriels de l'ouïe (cellules ciliées) de l'oreille interne.

Oxydation (n.f.) : une oxydation est une transformation chimique dans laquelle le composé oxydé perd un ou des électrons. Dans le cadre du métabolisme, plusieurs oxydations accompagnent la respiration cellulaire et la fermentation.

P

Parallèle (n.m.) : cercle formé par l'intersection de la sphère terrestre avec un plan imaginaire perpendiculaire à l'axe de rotation de la Terre.

Phase lunaire (n.f.) : partie de la Lune éclairée par le Soleil pour des observa-

teurs terrestres. Elle va de 0 % (nouvelle Lune) à 100 % (pleine Lune).

Photosynthèse (n.f.) : ensemble de transformations chimiques qui permettent aux végétaux chlorophylliens de synthétiser de la matière organique (glucides) à partir d'eau, de dioxyde de carbone et d'énergie lumineuse.

Pigment photosynthétique (n.m.) : composé présent dans les cellules chlorophylliennes qui absorbe certaines longueurs d'ondes des radiations lumineuses. Lors de la photosynthèse l'énergie lumineuse de ces radiations permet la synthèse de molécules organiques (conversion de l'énergie lumineuse).

Productivité primaire nette (n.f.) : somme des biomasses, en kg ou en tonnes de carbone, fabriquées par les organismes chlorophylliens en un lieu donné pendant un temps donné.

Puissance (en watts) (n.f.) : quotient de l'énergie délivrée par un phénomène (en joules) par la durée du phénomène (en secondes).

Q-R

Quantification (n.f.) : mesure de l'amplitude du signal lors de l'échantillonnage.

Quinte (n.f.) : intervalle consonant entre deux notes dont le rapport des fréquences fondamentales est 3/2.

Radioactivité (n.f.) : voir « désintégration radioactive ».

Rayonnement (n.m.) : échange de rayonnement thermique infrarouge. Le corps (chaud) émet des IR et il en reçoit d'autres corps chauds.

Rayonnement thermique infrarouge (n.m.) : rayonnement émis dans l'infrarouge par un corps qui reçoit de l'énergie thermique. Le rayonnement thermique infrarouge est fonction de la température du corps.

Récepteur sensoriel de l'ouïe (n.m.) : récepteur situé dans l'oreille interne qui convertit des vibrations provoquées par une onde sonore en une information nerveuse transmise au cerveau par le nerf auditif. Chez l'humain, les récepteurs sensoriels de l'ouïe sont des cellules ciliées.

Référentiel (n.m.) : éléments fixes à partir desquels on décrit une trajectoire.

S

Son composé (n.m.) : son représenté par une fonction périodique qui n'a pas une forme sinusoïdale.

Son pur (n.m.) : son représenté par une fonction sinusoïdale du temps

Spectre (n.m.) : représentation du son en fonction de la fréquence. On y observe une série de pics correspondant à la fréquence fondamentale et aux fréquences harmoniques.

Spectre d'absorption (n.f.) : absorption des radiations lumineuse par un composé (exemple : un pigment photosynthétique) en fonction de la longueur d'onde.

Spectre d'action photosynthétique (n.m.) : intensité de la photosynthèse en fonction de la longueur d'onde du rayonnement lumineux.

Spectre de rayonnement électromagnétique (n.m.) : intensité du rayonnement électromagnétique émis par un corps en fonction de la longueur d'onde.

Spectromètre de masse (n.m.) : instrument permettant de séparer différents isotopes et de mesurer leur abondance.

Supernova (n.f.) : explosion d'une étoile massive en fin de vie lors de laquelle tous les éléments chimiques (y compris plus lourds que le fer) peuvent être synthétisés.

Système cristallin (n.m.) : Le système cristallin est défini par la forme géométrique de la maille. On distingue 7 types de maille.

T-V

Taille (n.f.) : la taille d'un fichier audio (en bits) est le produit du débit binaire (en bits/s) et de la durée du son (en s).

Taux de compression (n.m.) : rapport de taille entre le fichier de départ et le fichier compressé.

Théorie cellulaire (n.f.) : théorie selon laquelle la cellule est l'unité de base du vivant, tous les êtres vivants sont constitués d'une ou plusieurs cellules et les cellules se forment par division de cellules existantes.

Timbre (n.m.) : caractéristique d'un son composé liée au nombre et à l'amplitude de ses fréquences harmoniques.

Triangulation (n.f.) : méthode utilisée au XVIII^e siècle pour calculer la longueur d'un méridien terrestre. Pour cela, on regroupe des points visibles de loin par trois, formant une multitude de triangles contigus. La mesure de la base d'un triangle et de ses angles permet ensuite de calculer la longueur de ses deux autres côtés. La méthode est répétée de triangle en triangle.

Verre (n.m.) : matière solide dans laquelle les entités chimiques ne présentent pas d'arrangement géométrique régulier et répété.

CRÉDITS

Couverture: Illustration adaptée à partir d'un visuel réalisé par le Cnam Pays de Loire/Nathalie Caroff.

Chapitre 1 12-13: Nasa, ESA, Hubble Heritage Team ; **16h:** ESA/Rosetta/MPS for Osiris Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA ; **17h:** G. Chazot, Université Blaise Pascal-CNRS, Clermont-Ferrand ; **17b:** E. Bross, Université Sciences et Technologies, Lille ; **18:** Theodore Gray/Visuals Unlimited/BSIP ; **21:** Imago/Leemage ; **26h:** ESA, Hubble/Nasa ; **26b:** RadioactiveThings.com ; **27g:** Alexandre Lescure/Musée Curie ; **27d:** Amélie Benoist/BSIP ; **Chapitre 2 28:** Carsten Peter/Speleoresearch & Films/Getty ; **28-29:** Steve Gschmeissner/SPL/Cosmos ; **30hg, hd:** Christophe Michel/Paxal Image ; **30md:** E. Trzop ; **30bg:** Dirk Wiersma/SPL/Cosmos ; **30bd:** Ludovic Debono/iStock ; **31h:** Wellcome Collection ; **31b:** NOAA's National Weather Service (NWS) Collection ; **32:** Coll. Archives Belin ; **33hd:** Oak Ridge National Laboratory, Courtesy Emilio Segre Visuals Archive/American Institute of Physics/SPL/Cosmos ; **36hg:** Dorling Kindersley/UiG/SPL/Cosmos ; **36hd:** Sunchan/iStock ; **36mg:** D. C. Bevilacqua/DeAgostini/Getty ; **36md:** Rob Lavinsky, iStock.com, CC by SA 3.0 ; **36bg:** T. Lorien/iStock ; **36bd:** Matteo Galimberti/Shutterstock ; **37hg:** Natural History Museum, London/SPL/Cosmos ; **37mg:** Science Source/BSIP ; **37md:** Hervé Conge/ISM ; **37bg:** OAR/National Undersea Research Program/SPL/Cosmos ; **37bm et bd:** Xie, Wei, Luo, Zhen-Yu, Xu, Yi-Gang, Chen, Yi-Bing, Hong, Lu-Bing, Ma, Liang, Ma, Qiang, Petrogenesis and geochemistry of the Late Carboniferous rear-arc (or back-arc) pillow basaltic lava in the Bogda Mountains, Chinese North Tianshan, LITHOS (2015), doi: [10.1016/j.lithos.2015.11.024](https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.11.024) ; **38hg:** BJ Photographs/iStock ; **38hd:** Eye of Science/Phanie ; **38b:** Christian Gautier/Biosphoto ; **39:** Doostmohammadi, Ali, Monshi, Ahmad, Salehi, Rasoul, Fathi, M.H., Karbasi, Saeed, Piele, Uwe, & Daniels, A.U. (Feb 2012). Preparation, chemistry and physical properties of bone-derived hydroxyapatite particles having a negative zeta potential. Materials Chemistry and Physics, 132(2-3), 446-452. doi:10.1016/j.materchemphys.2011.11.051 ; **43:** Courtesy of www.periodictable.ru ; **44:** Teyssier, J. et al. Photonic crystals cause active colour change in chameleons. Nat. Commun. 6:6368 doi: 10.1038/ncomms7368 (2015) CC by 4.0 ; **Chapitre 3 46hg:** Hitachi High Technologies Europe ; **46hd:** WITec ; **46mg:** Scientia Omicron ; **46md, reprise 48hd:** SSPL/Leemage ; **46bg:** Science Museum, London/Wellcome Collection ; **46 bd:** JEOL ; **46-47:** Dr Torsten Wittmann/SPL/Cosmos ; **48hg:** Peinture de Rita Greer, photo de James Leek ; **48bg:** Wellcome Collection ; **48bd:** APCOR, Associação Portuguesa da Cortiça ; **49h:** Wellcome Collection ; **49mg:** The Royal Society ; **49mm:** Wellcome Collection ; **49md:** Julien Norwood ; **49b:** David M. Phillips/Science Source/BSIP ; **51bd:** Multicellgenome Lab, Barcelone ; **52hg:** Jose Calvo/SPL/Cosmos ; **52hd:** Hervé Conge/ISM ; **52b:** Rieder & Khodjakov/Visuals Unlimited/SPL/Cosmos ; **53h et b:** Christophe Letier ; **54:** Lydie Lecarpentier/Réa ; **55h:** Graça Raposo ; **55bg:** Terry Allen (University of Manchester, Christie Hospital, Grande-Bretagne), Annabelle Alves (Ministère de la recherche/Université Paris-11 et UMR144 Cnrs/Institut Curie) et Valérie Doye ; **55bd:** Don W. Fawcett/Science Source/Phanie ; **56:** Dennis Kunkel Microscopy/SPL/Cosmos ; **57hg:** Lemièrre, Joël. (2014). Cytosquelette d'actine et déformations membranaires: du liposome à la reconstruction cellulaire. 10.13140/RG.2.1.2488.4722 ; **57hd:** M. T. Gulik-Krzywicki, CGM, GIF in "Biochimie et biophysique des membranes", E. Schechter, Dunod 2000 ; **57b:** Alexandre Martinière, Philippe Gayral, Chris Hawes and John Runions; The Plant Journal (2011), 66, 354-365 ; **60:** Byers TJ, Branton D. "Visualization of the protein associations in the erythrocyte membrane skeleton", PNAS 1985 Sep; 82(18):6153-7 ; **61h:** Nutthaphol/iStock ; **61m:** Huang P, Altshuler YM, Hou JC, Pessin JE, Frohman MA. Insulin-stimulated plasma membrane fusion of Glut4 glucose transporter-containing vesicles is regulated by phospholipase D1. Mol Biol Cell. 2005;16(6):2614-2623. doi:10.1091/mbc.e04-12-1124 ; **62:** Jamieson JD, Palade GE. Intracellular transport of secretory proteins in the pancreatic exocrine cell II. J Cell Biol. 1967 Aug;34(2):577-96 ; **63h:** Ye Che, Pfizer ; **63b:** James Cavallini/BSIP ; **Chapitre 4 66-67:** Brooke Whatnall/National Geographic/Getty ; **68hg:** NASA, ESA, M. Robberto (Space Telescope Science Institute/ESA) and the Hubble Space Telescope Orion Treasury Project Team ; **68bg:** Roberto Colombani ; **68d:** Solar Anamnesis ; **69h:** Solar Dynamics Observatory, NASA ; **69b:** Bettmann/Getty ; **70h:** Metamorphosis/iStock ; **70b:** Akg-Images ; **71h:** National Library of Congress/SPL/Cosmos ; **71b:** Suriyakk/iStock ; **72:** Christophe Michel/Paxal Image ; **77:** Mathias Sgandura/CEA 2012 ; **78:** Justin Quinell, www.pinholephotography.org ; **79h:** JSC/NASA ; **79b:** Feit Electric ; **Chapitre 5 80-81:** Curtis Johnson/Aurora/Getty ; **83h:** Samuel Mathieu ; **84h:** Samuel Mathieu ; **84bg:** GSO Images/Image Bank/Getty ; **84bd:** Bernard Van Dierendonck/Look Foto/Getty ; **85hg et hd:** APUR, Les îlots de chaleur urbains à Paris, cahier #1, 2014 ; **85bg et bd:** GSFC Scientific Visualization Studio, NASA ; **87:** JSC/NASA ; **88:** Wellcome Collection ; **89g, reprise 93m:** JPL/NASA ; **89d, reprise 93md:** GSFC/NASA ; **93g:** GSFC/NASA ; **93mg:** JSC/NASA ; **93d:** JPL/NASA ; **94:** Yunus Ugurlu/iStock ; **95h:** Pixinfoo/iStock ; **95b:** Frank Krahmer/Getty ; **Chapitre 6 96:** Photo12/Alamy ; **96-97:** Wim Van Egmond/SPL/Cosmos ; **98b:** Bishop J. K. B. et al (1997), "Surface Solar Irradiance from ISCCP 1983-1991", J. Geophys. Res. (Atmospheres), 102:6883-6910/Seawifs ISCCP ; **99hg:** Fred Tanneau/AFP ; **99hd:** Maurice Loir, www.diatomloir.eu ; **101:** Christophe Michel/Paxal Image ; **102h:** Thierry David/COR/AFP ; **102b:** Christophe Michel/Paxal Image ; **104g:** Anne Woehrlé ; **104d:** Alain Bénétou ; **109:** Musée Pasteur/Institut Pasteur ; **110:** Enrique Castro/Mendivil/Reuters ; **111h:** Pascal Goetgheluck/SPL/Cosmos ; **111b:** Pacific Ring of Fire Expedition 2004, NOAA Office of Ocean Exploration, Dr. Bob Embley, NOAA PMEL Chief Scientist/NOAA Picture Library ; **Chapitre 7 112g:** Prinprince/iStock ; **112m:** Daniela Jovanovska-Hristovska/iStock ; **112d:** Burtonhill/iStock ; **112-113:** Frank Peters/Witters/Presse Sports ; **115:** Agafapapenapunta/iStock ; **117h:** James Gourley/BPI/REX/Shutterstock/Sipa ; **117b:** Ang QY, Goh HJ, Cao Y, et al. A new method of infrared thermography for quantification of brown adipose tissue activation in healthy adults (TACTICAL): a randomized trial. J Physiol Sci. 2016;67(3):395-406. doi:10.1007/s12576-016-0472-1 ; **120:** Dr Arthur Tucker/SPL/Cosmos ; **121:** Beaux-Arts de Paris, Dist. RMN-Grand Palais, image Beaux-Arts de Paris ; **123h:** Santé Publique France, www.santepubliquefrance.fr ; **Chapitre 8 126g:** Qingwa/iStock ; **126m:** Coll. Archives Belin ; **126d:** Bridgeman Images ; **126-127:** Gérard Blot/RMN-Grand Palais ; **128h:** GSFC/NASA ; **128bg:** Richard Fairless/Moment/Getty ; **128bd:** Eyfoto/iStock ; **129hg:** Akg-Images ; **129hd:** B. A. Tafreshi/Novapix/Leemage ; **129b:** Christophe Michel/Paxal Image ; **130h:** Sheila Terry/SPL/Cosmos ; **130b:** Hartmann Linge, Wikimedia Commons, CC by SA 3.0 ; **131h:** A. Dagli-Orti/Da Agostini/Akg-Images ; **132mg:** Costa/Leemage ; **132md:** Akg-Images ; **132b:** Bianchetti/Leemage ; **133hg:** Coll. Archives Belin ; **133hd:** Florilegius/Bridgeman Image ; **134:** National Maritime Museum, Greenwich/Leemage ; **139bg et bd:** Coll. Archives Belin ; **Chapitre 9 142hg:** Wellcome Collection ; **142hd:** Prof Peter Fower/SPL/Cosmos ; **142mg, reprise 147g:** Wellcome Collection ; **142md, reprise 149b:** Caltech Archives ; **142bg, reprise 145d:** Heritage Images/Fine Art Images/Akg-Images ; **142bd:** Paul D. Stewart/SPL/Cosmos ; **142-143:** Art Wolfe Stock/Cultura/AGE ; **144h:** DeAgostini/Leemage ; **144m, reprise p. 156b:** DeAgostini/Leemage ; **145g:** National Maritime Museum, Greenwich/Leemage ; **148g:** Costa/Leemage ; **148d:** Coll. Archives Belin ; **149h:** Emilio Segre Visuals Archive/American Institute of Physics/SPL/Cosmos ; **152:** Natural History Museum, London/SPL/

Cosmos; **153**: Slawek Stoszczuk/AGE; **155**: Alfred Pasieka/SPL/Cosmos; **Chapitre 10 156hg, reprise 161m**: Erich Lessing/Akg-Images; **156hd**: Photo Josse/Leemage; **156mg**: Pictures from History/Akg-Images; **156md**: Nimatallah/Akg-Images; **156-157**: Babak Tafreshi/SPL/Cosmos; **158h**: Danilo Pivato/Photo Star; **158m**: Babak Tafreshi/SPL/Cosmos; **158b**: Sébastien Voltmer/Novapix/Leemage; **159g**: Photo12/Alamy; **159d**: Samuel Rebulard; **160b**: Coll. Archives Belin; **161h**: The British Library Board/Leemage; **161b**: Archives Charmet/Bridgeman Images; **162**: Johann Brandstetter/Akg-Images; **163h**: Bruno Levesque/IP3 Press/MaxPPP; **164h**: Gonzalomedin/iStock; **165mh**: JSC/NASA; **165mb**: GSFC/NASA; **165b**: Goddard/Arizona State University/NASA; **168b**: Gonzalomedin/iStock; **169hg**: Akg-Images; **169hd**: Fototeca Gilardi/Bridgeman Images; **Chapitre 11 174-175**: Mehau Kulyk/SPL/Cosmos; **176h**: Linden Gledhill; **176b**: Christophe Michel/Paxal Image; **177h**: Tommarkov/iStock; **177m**: Christophe Michel/Paxal Image; **177b**: Andrew_Howe/iStock; **178**: Koon Siri Boonnak/iStock; **179h**: ERphotographer/iStock; **179m**: Nerthuz/iStock; **179b**: YuanruLi/iStock; **180g**: @AcousticTrench; **180d**: Antpkr/iStock; **181g**: Jeffoto/iStock; **181mg**: Kaycco/iStock; **181md**: sbf347/iStock; **181d**: Sannie32/iStock; **182**: Farabola/Leemage; **186**: SerrNovik/iStock; **187**: dszc/iStock; **189h**: © Hergé/Moulinart 2019; **189b**: Mats Anda/Moment/Getty; **Chapitre 12 190**: Bianchetti/Leemage; **190-191**: Jean-Marc Zaorski/Gamma Rapho; **193g**: Akg-Images; **193d**: Photo12/Alamy; **194**: G. Dagli-Orti/De Agostini/Akg-Images; **196hg**: Akg-Images; **196hd**: Heritage Images/Fine Art Images/Akg-Images; **196b**: British Library, London/Akg-Images; **203h**: JP Jazz Archive/Redferns/Getty; **203bg**: Photo12/Alamy; **203bd**: Archives du 7ème Art/Arora/Photo12; **Chapitre 13 204hg, reprise 209g**: Plainview/iStock; **204hd**: Pixelfit/iStock; **204bg**: Deepblue4you/iStock; **204bd, reprise 209m**: Liangpv/iStock; **204-205**: GaudiLab/iStock; **206g**: mrtom-UK/iStock; **206d**: Falaj/iStock; **208h**: Estate of Francis Bello/SPL/Cosmos; **208b**: The Advertising Archive/Bridgeman Images; **209d**: La Cigale, CC by SA 3.0; **210h**: Chung Sung-Jun/Getty/AFP; **210b**: Genestro; **211b**: Freder/iStock; **219**: Photo12/Alamy; **Chapitre 14 220g**: Santé Publique France, www.santepubliquefrance.fr; **220d**: Visuel de la campagne HEIN ?! 2018-2021, AGI-SON, www.agi-son.org; **220-221**: Dr David Furness, Keele University/SPL/Cosmos; **222**: Christophe Michel/Paxal Image; **224, reprise 230**: Dr Goran Bredberg/SPL/Cosmos; **225**: Katsuki Niwa, Kunio Mizutani, Toshiyasu Matsui, Takaomi Kurioka, Takeshi Matsunobu, Satoko Kawauchi, Yasushi Satoh, Shunichi Sato, Akihiro Shiotani & Yasushi Kobayashi "Pathophysiology of the inner ear after blast injury caused by laser-induced shock wave", Scientific Reports 2016, doi.org/10.1038/srep31754; **226g et d**: Coll. Archives Belin; **227**: Jean-Baptiste BILLAUD, *Etude comparative des réseaux neuronaux intégratifs mis en œuvres lors de stimulations auditives modales et tonales en IRM fonctionnelle cérébrale de tenseur de diffusion et d'activation*, Extraits du mémoire de Master de physique médicale, Spécialité: Imagerie Médicale, sous la direction du professeur Denis Ducreux Université de Paris-Sud, Faculté de Médecine Paris-Sud, 2015; **231**: © Hergé/Moulinart 2019; **233**: Stig B. Hansen/Aftenposten.NTB Scanpix Mag/AFP; **Thème 5 235h**: EPCOS; **235mh**: Marktech Optoelectronics; **235mb**: Yongse; **235b**: Flubydust/iStock; **236**: Niteenrk/iStock; **244, 245**: Tristan Beau & Julien Borwaes.

Édition: Marie Perez et Stéphane Frey.

Assistante éditoriale: Camille Launay.

Couverture: Studio Humensis (merci à Nathalie Caroff).

Conception de la maquette intérieure: Marie-Astrid Bailly-Maître.

Mise en pages: Fabienne Le Bihan.

Illustrations: Thomas Haessig, Amélie Veaux, Amandine Wanert.

Graphiques: Aurore Mathon, Antoine Pomella, Hervé Prévost.

Cartographie: Marie-Sophie Putfin (Légende cartographie).

Iconographie: Valérie Delchambre.

Photogravure et prépresse: Apex Graphic et Carole Pronnier.

Fabrication: Olivier Lacam.

Malgré tous les efforts de l'éditeur, il nous a été impossible d'identifier certains auteurs. Quelques demandes n'ont pas à ce jour reçu de réponses. Les droits de reproduction sont réservés pour Belin Éducation. Toutes les références à des sites Internet présentées dans cet ouvrage ont été vérifiées attentivement à la date d'impression. Compte tenu de la volatilité des sites et du détournement possible de leur adresse, Belin Éducation ne peut en aucun cas être tenu pour responsable de leur évolution. Nous appelons donc chaque utilisateur à rester vigilant quant à leur utilisation.

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



La pâte à papier utilisée pour la fabrication du papier
de cet ouvrage provient de forêts certifiées et gérées durablement.

Imprimé en Italie - N° d'édition : 03580542-01


Dépôt légal : mai 2019



► **Plus de 70 ressources numériques accessibles directement en flashant la page**

- des documents complémentaires
- des vidéos
- des animations et modélisations 3D
- des exercices interactifs
- etc.

► **Comment accéder aux contenus multimédias indiqués par un picto?**

- | | | |
|---|---|--|
| 1 |  | Téléchargez l'appli gratuite flashbelin sur   |
| 2 |  | Cherchez ce logo sur les pages du manuel.  |
| 3 |  | Prenez une photo de la page avec l'appli. |
| 4 |  | Ça y est ! Votre ressource est là ! |