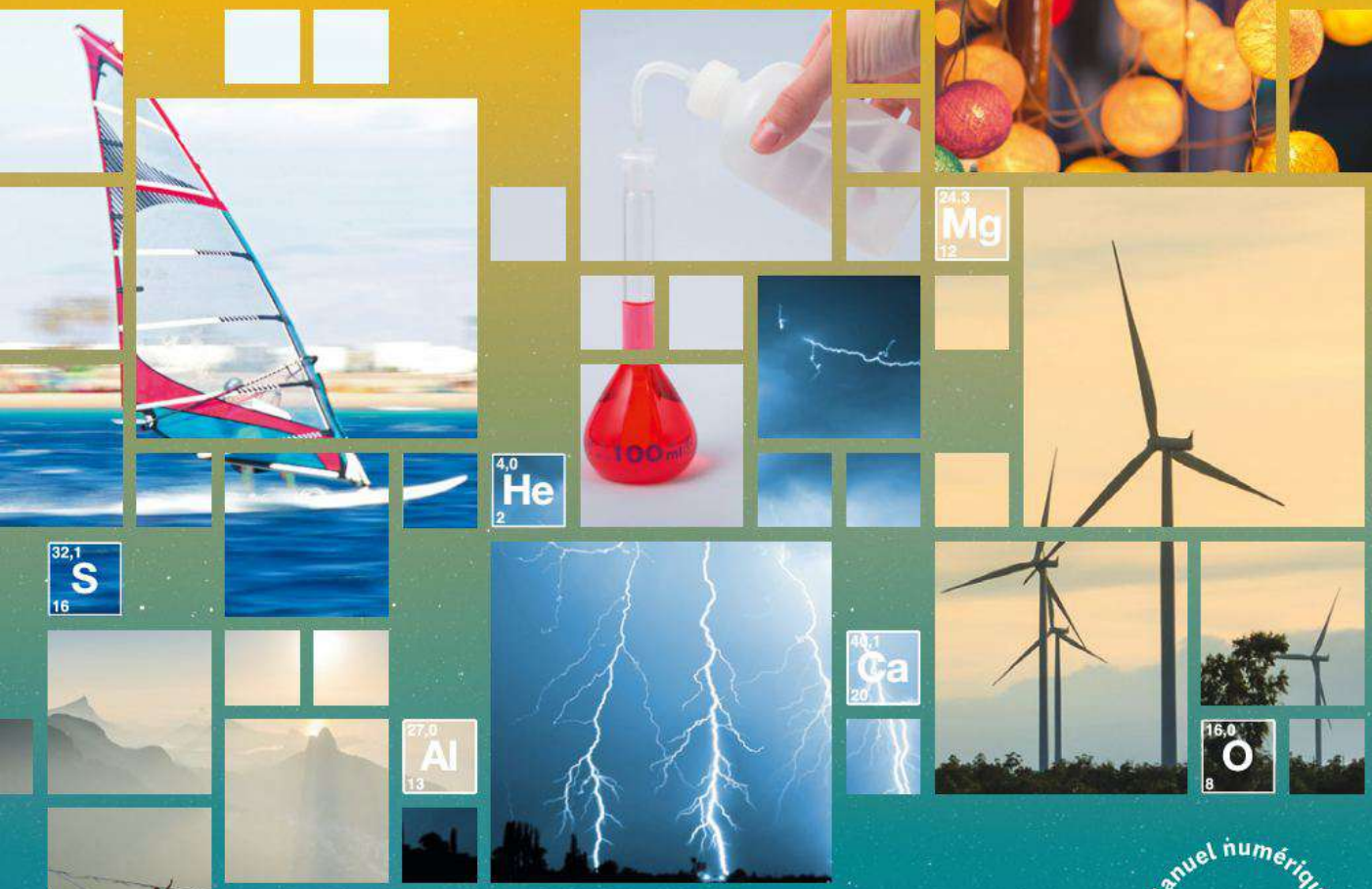
lelivrescolaire.fr
Éditeur de manuels scolaires collaboratifs et innovants



Manuel numérique gratuit sur internet

CYCLE 4

NOUVEAU PROGRAMME

Physique Chimie 4e

Socle commun
› Une progression dans les notions et les compétences construite à l'échelle du cycle.

Tâches complexes
› Des activités pour travailler la démarche d'investigation et la résolution de problèmes.

Différenciation
› Des activités spécifiques sur les notions centrales du cycle pour permettre la différenciation.

Connectez-vous sur www.lelivrescolaire.fr



et accédez librement à votre manuel numérique !

Gratuit et libre d'accès

Votre manuel numérique sur internet

Leçons, exercices, documents, iconographies en haute définition, fichiers audio : naviguez dans vos manuels numériques avec rapidité et simplicité !

Professeurs

Préparez vos cours et vidéoprojetez les documents en classe.

Un mode de lecture spécialement conçu pour vos élèves dyslexiques.

DYS

Élèves

Accédez à vos manuels depuis la maison ou depuis le collège.

Laissez votre manuel dans votre casier ou en classe, et diminuez le poids de votre cartable !



Pour en savoir plus :
www.lelivrescolaire.fr/abonnements
et contact@lelivrescolaire.fr

- Windows XP Vista 7
- Mac OSX 10.6
- Linux Ubuntu 64bit
- Windows tablette 8.1
- IPad
- Android

Sur abonnement

Nos applications pour tablettes et ordinateurs

Découvrez nos applications sur abonnement, spécialement conçues pour exploiter toutes les potentialités du numérique dans votre collège.

Connexion à votre ENT

Pour éviter la multiplication des mots de passe et garantir un niveau de sécurité maximal, connectez les manuels numériques à votre ENT.

Accès sans connexion internet

Affranchissez-vous des contraintes d'accès à internet en utilisant nos applications conçues pour fonctionner sans connexion internet.

Classe numérique

Allez plus loin dans les interactions avec vos élèves. Travaillez l'évaluation, l'accompagnement personnalisé, créez vos propres contenus et partagez-les.

Physique Chimie 4e

lelivrescolaire.fr
Éditeur de manuels scolaires collaboratifs et innovants

14 rue Rhin et Danube
69009 Lyon

LA COMMUNAUTÉ D'AUTEURS Lelivrescolaire.fr

Directeur de collection : Nicolas Franchot, académie de Nantes
Directeur scientifique : Baptiste Fray, académie de Lyon

NOTRE COMITÉ SCIENTIFIQUE :

Antoine Acker, Professeur de Physique-Chimie, Lycée Ampère (69)

Pascal Bellenca-Penel, Docteur en histoire des sciences, chercheur associé (Université Claude Bernard, Lyon 1) et professeur au Lycée Ampère (69)

Évelyne Excoffon, IA-IPR, Académie de Grenoble (38)

Nous remercions Madame Karine Bécu-Robinault, maitre de conférences en Sciences de l'Education et en didactique de la physique à l'École normale supérieure de Lyon, pour les pistes de réflexion apportées à l'occasion du lancement de cette collection.

27 AUTEURS DE CHAPITRE

2 AUTEURS COMPÉTENCES

12 AUTEURS HARMONISATEURS

29 COAUTEURS

1 AUTEUR AP

... ont contribué à cette collection de Physique-Chimie !

Académie d'Aix-Marseille

Stéphanie Blanc, Collège Anne Frank (84)

Sadry Guita, Collège Lakanal (13)

Académie d'Amiens

Frédérique Chesnais, Collège Jacques Monod (60)

Olivier Chesnais, Collège Abel Didelet (60)

Sébastien Ferron, Collège du Servois (60)

Anne Gredy, Collège Ferdinand Bac (60)

Académie de Bordeaux

Pierre Artigue, Collège La Hourquie (64)

Nathalie Lasaga, Collège Jean Cassaigne (40)

Laure Monsignac, Collège et Lycée Gaston Fébus (64)

Isabelle Persillon, Collège Jacques Prévert (40)

Académie de Caen

Régis Baudin, Collège Saint Thomas d'Aquin (61)

Virginie Houllier, Collège Sévigné (61)

Séverin Potier, Lycée et Collège Saint Thomas d'Aquin (61)

Académie de Corse

Stéphanie Le Gleut, Collège Jean Félix Orabona (20)

Académie de Créteil

Bertrand Firpo, Collège Jules Vallès (94)

Lionel Herteaux, Collège Jean Jaurès (93)

Mathilde Hursin, Lycée Gustave Eiffel (93)

Julien Seznec, ENS Cachan (94)

Académie de Dijon

Marie de Seroux, Institution St-Lazare St-Sacrement (71)

Académie de Grenoble

Karine Bureau, Collège Lamartine Crémieu (38)

Pascal Dournon, Collège Stendhal/Lycée Europole (38)

Alex Ettwiller, Collège Saint Joseph (74)

Natacha Mantegazza, Collège Barnave (38)

Raphaël Normand, Lycée Amédée Gordini (74)

Aurélia Schopp, Lycée Elie Cartan (38)

Académie de La Réunion

Emmanuel Rivère, Collège des Deux canons (974)

Rudy Thia Tue King Yn, Collège des Deux canons (974)

Académie de Lille

Frédéric Houssin, Collège Saint Vincent (62)

Sophie Houssin, Collège Saint Joseph (62)

Delphine Letos, Collège Félicien Joly (59)

Académie de Limoges

Boris Duniau, Collège d'Arsonval (19)

Académie de Lyon

Christophe Chambon, Collège Michel Servet (42)

Loic Chignier, Collège Louis Aragon (42)

Marjory Corand, Collège Les Etines (42)

Juliane Berthiau, Collège Henri Longchambon (69)

Julien Blanc, Collège Marie Laurencin (69)

Jean-Baptiste Butet, Lycée Lalande (01)

Nicolas Deveaux, Collège l'Astrée (42)

Jérémy Ferrand, École Normale Supérieure de Lyon (69)

Baptiste Fray, Lycée de Saint-Just (69)

David Gelas, Collège Nicolas Conté (42)

Nathalie Gisbert, Collège Paul d'Aubarède (69)

Nicolas Greneche, Collège Elsa Triolet (69)

Nathalie Jacques, Collège des Montagnes du Matin (42)

Aude Leray, Centre scolaire Aux Lazaristes (69)

Julien Machet, Collège Émile CIZAIN (01)

Paco Maurer, École Normale Supérieure de Lyon (69)

Pedro Queiros da Silva, Collège Hector Berlioz (69)

Laurent Verna, Collège Jean Monnet (69)

Julien Viallatte, Collège Laurent Mourguet (69)

Académie de Montpellier

Thierry Devilliere, (30)

Fahd Marrakchi, Lycée Fernand Léger (34)

Académie de Nantes

Raphaël Mégrier, Collège Grand Air (44)

Académie d'Orléans-Tours

Nadia Bounifi, Collège Michel Chasles (28)

Thierry Duguey, Institution Notre-Dame la Riche Tours (37)

Académie de Paris

Jules Fillette, École Normale Supérieure de Paris (75)

Académie de Reims

Laure Stephan, Lycée Polyvalent de La Fontaine du Vé (51)

Académie de Rennes

Guillaume Forget, Collège Saint Blaise (29)

Académie de Nice

Jean-Paul Melchiore, Lycée Pierre et Marie Curie (06)

Académie de Versailles

Éric André, Université Paris-Sud (91)

Christophe Boizier, Collège La Malmaison (92)

Julien Demigny, Collège - Lycée Notre-Dame Les Oiseaux (78)

Pauline Harrau, Collège Pierre Mendes France (91)

Aurélie Hibert, Collège Sainte Thérèse (78)

Charlène Le Polotec, Lycée Georges Guérin (92)

Sébastien Salce, Collège Jean Jaurès (92)

Sandrine Tripard, Établissement Saint-Martin de France (95)

Nicolas Vendasi, Institut Saint Louis Saint Clément (91)

Étranger

Tadjou Do Régo, CEG « Le Méridien » (Bénin)

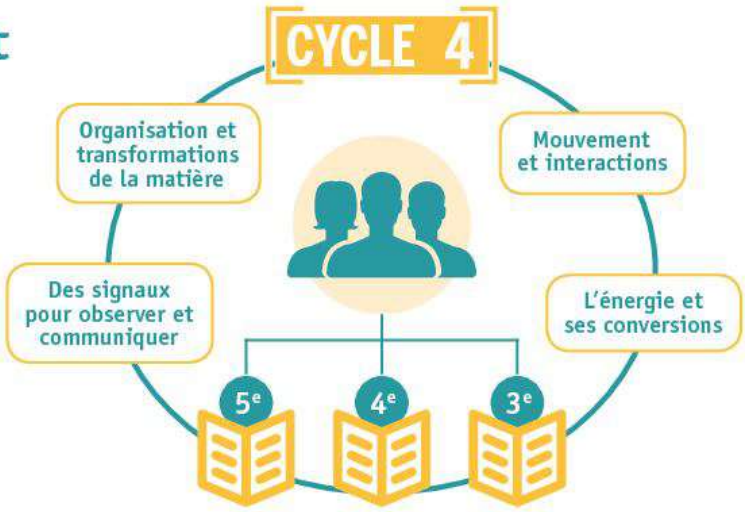
Charles Marcotte, EFE MONTAIGNE (Bénin)

Céline Bregere, Lycée Jean Mermoz (Sénégal)

DÉCOUVREZ VOTRE MANUEL DE PHYSIQUE-CHIMIE

Un manuel construit dans une logique de cycle

› La collection a été construite à l'échelle du cycle autour des quatre thèmes au programme, avec une progressivité dans l'acquisition des notions.



Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture



› Chaque page du manuel est construite autour d'une ou de plusieurs compétences.

› Les compétences sont présentées de façon progressive à travers 4 niveaux de maitrise détaillés (voir la grille de compétences p. 12).

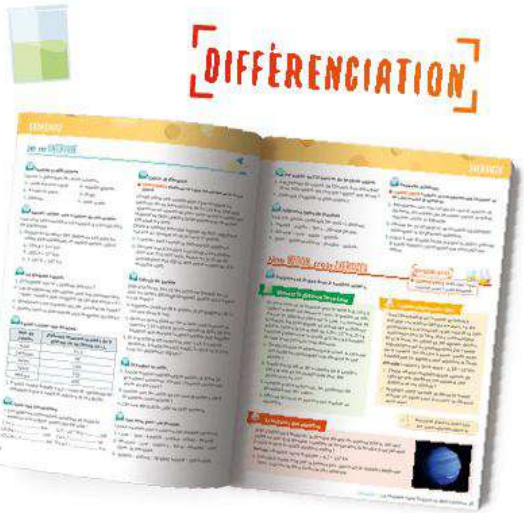
› Les exercices « parcours de compétences » permettent à l'élève de se situer dans sa maitrise des compétences et de progresser tout au long du cycle (ex. : p. 34).

Des exercices pour différencier

› Des dizaines d'exercices pour différencier simplement son enseignement sur les notions centrales au programme.

› Dans chaque chapitre, un exercice « Différenciation » propose 3 niveaux de réalisation autour d'une notion centrale (ex. : p. 31).

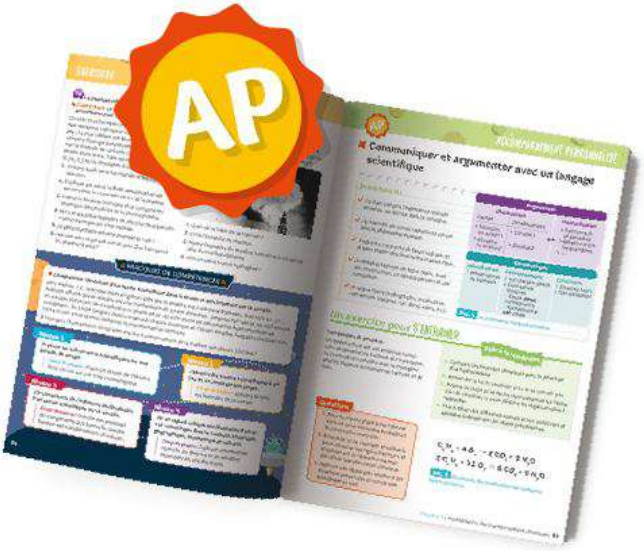
› Pour chaque activité du manuel, des pistes pour différencier à télécharger gratuitement sur www.lelivrescolaire.fr.



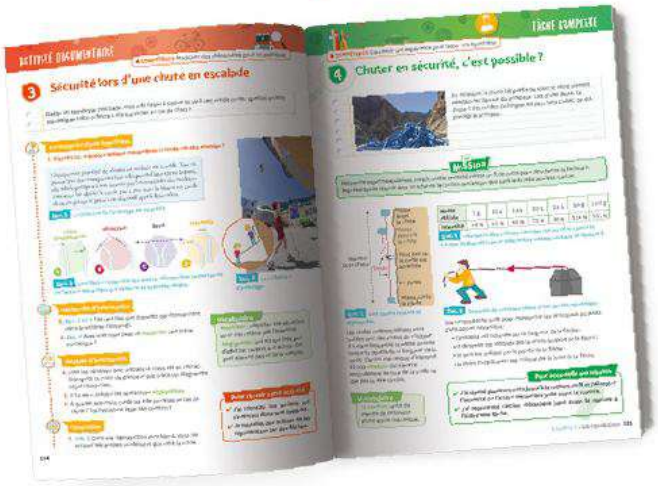
NUMÉRIQUE Coup de pouce

L'accompagnement personnalisé

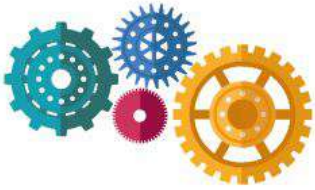
- Dix pages d'accompagnement personnalisé pour aider vos élèves à s'organiser et à progresser dans l'acquisition des compétences du socle (ex. : p. 89).



Tâches complexes et résolution de problèmes



- Une activité par chapitre sous la forme d'une tâche complexe ainsi que des exercices pour travailler la démarche de résolution de problèmes.
- Une nouvelle façon d'aborder le programme qui favorise la démarche d'investigation et la mise en activité des élèves (ex. : p. 135).



Les ressources numériques

Numérique

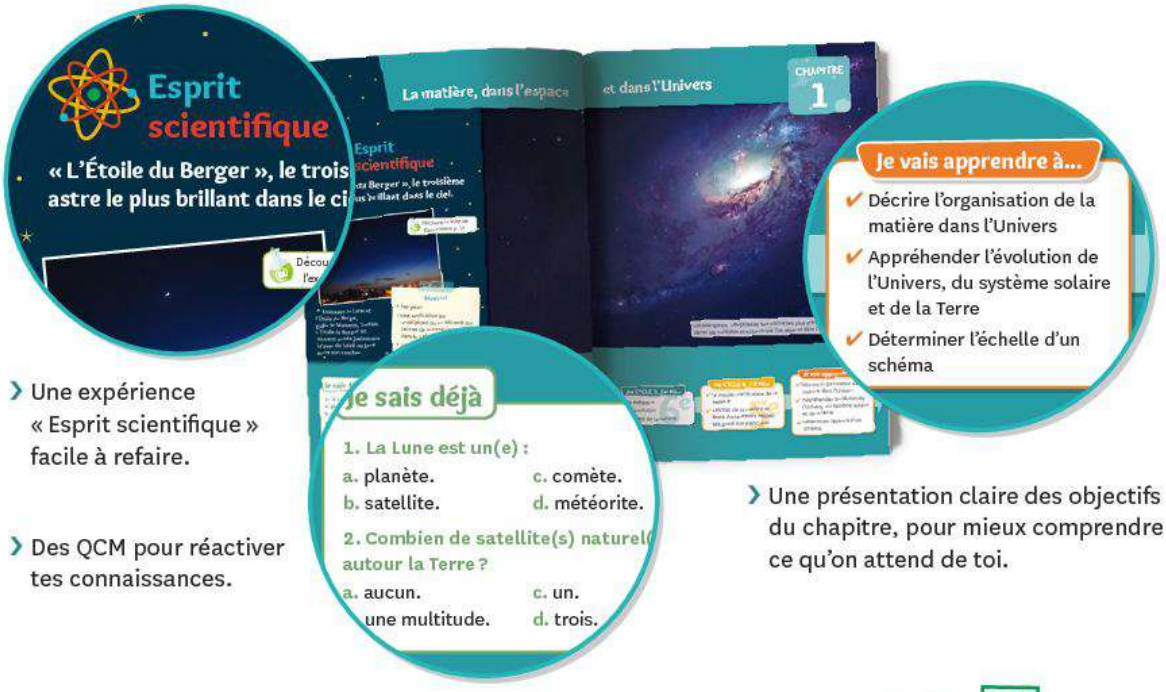
De nombreuses ressources numériques enrichissent le manuel et sont à retrouver gratuitement sur **www.lelivrescolaire.fr**

- Des exercices supplémentaires.
- Des coups de pouce pour vos élèves.
- Des fiches méthode.
- Des expériences détaillées.



COMMENT UTILISER TON MANUEL ?

Des ouvertures pour découvrir le chapitre



› Une expérience « Esprit scientifique » facile à refaire.

› Des QCM pour réactiver tes connaissances.

› Une présentation claire des objectifs du chapitre, pour mieux comprendre ce qu'on attend de toi.

Des activités variées

› Des activités expérimentales ou documentaires à faire en classe.

› Une activité « Résolution de problèmes » avec une mission à accomplir.

› Sur chaque activité, tu peux t'autoévaluer grâce au bloc « Pour réussir ».



Des bilans pour réviser

› Un bilan avec les notions-clés et les savoir-faire essentiels du chapitre.

› Une présentation sous forme de texte et de schéma, pour mieux retenir.

Des centaines d'exercices pour t'entrainer

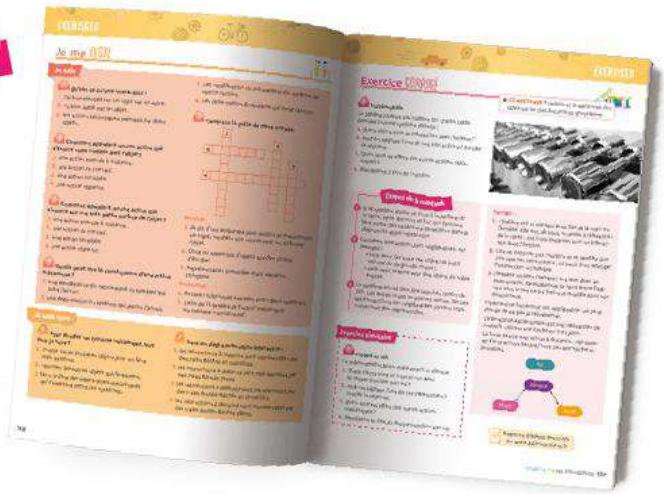
18

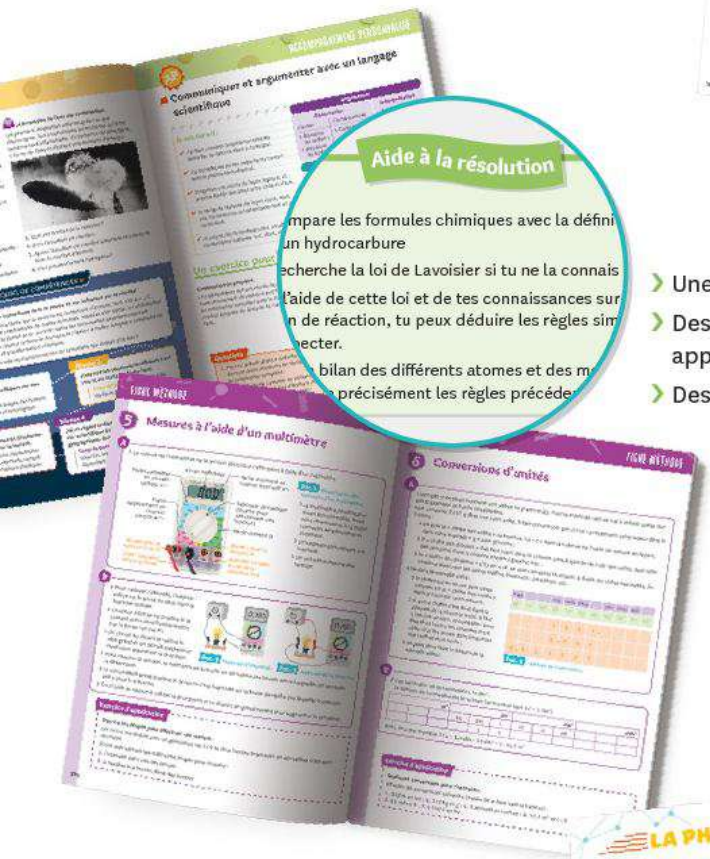
23

› Dans chaque chapitre :

- des dizaines d'exercices de difficulté progressive pour réviser les notions et les savoir-faire importants du chapitre ;
- un exercice corrigé pas à pas pour t'exercer sur une notion centrale du chapitre ;
- un exercice spécifique pour t'entrainer sur une compétence, avec des coups de pouce.

01





L'AP : des méthodes et des outils

› Une fiche AP par chapitre pour travailler la méthode.

› Des conseils méthodologiques et des exercices de mise en application.

› Des fiches méthode à la fin de ton manuel.

Les pages « Physique-Chimie autrement »

› Histoire des sciences, histoire des arts, expériences à réaliser toi-même ou nouveau regard sur des objets de tous les jours : la physique-chimie fait partie de ton quotidien, découvre-la autrement !



Encore plus d'exercices sur le numérique !

› En te connectant sur **www.lelivrescolaire.fr**, tu peux retrouver gratuitement de nombreux contenus supplémentaires : vidéos, exercices et fiches méthode supplémentaires, etc.

THÈME 1 : Organisation et transformations de la matière

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE :

- Décrire la constitution et les états de la matière.
- Décrire et expliquer des transformations chimiques.
- Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers.

Décrire la constitution et les états de la matière	Décrire et expliquer des transformations chimiques
Caractériser les différents états de la matière (solide, liquide et gaz). Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour étudier les propriétés des changements d'état. Caractériser les différents changements d'état d'un corps pur. Interpréter les changements d'état au niveau microscopique. Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer une masse volumique d'un liquide ou d'un solide. Exploiter des mesures de masse volumique pour différencier des espèces chimiques. • Espèce chimique et mélange. • Notion de corps pur. • Changements d'états de la matière. • Conservation de la masse, variation du volume, température de changement d'état. • Masse volumique : Relation $m = \rho . V$	Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie. Identifier expérimentalement une transformation chimique. Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique. Interpréter une transformation chimique comme une redistribution des atomes. Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée. • Notions de molécules, atomes, ions. • Conservation de la masse lors d'une transformation chimique. Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique. Interpréter une formule chimique en termes atomiques. • Dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone.
Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges. Estimer expérimentalement une valeur de solubilité dans l'eau. • Solubilité. • Miscibilité. • Composition de l'air.	Propriétés acidobasiques. Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH. Associer le caractère acide ou basique à la présence d'ions H^+ et OH^-. • Ions H^+ et OH^-. • Mesure du pH. • Réactions entre solutions acides et basiques. • Réactions entre solutions acides et métaux.
Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers	
Décrire la structure de l'Univers et du système solaire. Aborder les différentes unités de distance et savoir les convertir : du kilomètre à l'année-lumière. • Galaxies, évolution de l'Univers, formation du système solaire, âges géologiques. • Ordres de grandeur des distances astronomiques. Connaitre et comprendre l'origine de la matière. Comprendre que la matière observable est partout de même nature et obéit aux mêmes lois. • La matière constituant la Terre et les étoiles. • Les éléments sur Terre et dans l'univers (hydrogène, hélium, éléments lourds : oxygène, carbone, fer, silicium, etc.). • Constituants de l'atome, structure interne d'un noyau atomique (nucléons : protons, neutrons), électrons.	

THÈME 2 : Mouvement et interactions

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE :

- Caractériser un mouvement.
- Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur.

Caractériser un mouvement	Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur
Caractériser le mouvement d'un objet. Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme. • Vitesse : direction, sens et valeur. • Mouvements rectilignes et circulaires. • Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur. • Relativité du mouvement dans des cas simples.	Identifier les interactions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces. Associer la notion d'interaction à la notion de force. Exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie. • Action de contact et action à distance. • Force : point d'application, direction, sens et valeur. • Force de pesanteur et son expression P=mg.

THÈME 3 : L'énergie et ses conversions

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE :

• Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie. • Utiliser la conservation de l'énergie. • Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité.

Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie **Utiliser la conservation de l'énergie**	**Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité**
Identifier les différentes formes d'énergie. • Cinétique (relation Ec = 1/2 mv2), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse. Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie. Établir un bilan énergétique pour un système simple. • Sources. • Transferts. • Conversion d'un type d'énergie en un autre. • Conservation de l'énergie. • Unités d'énergie. Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée. • Notion de puissance	Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental simple visant à réaliser un circuit électrique répondant à un cahier des charges simple ou à vérifier une loi de l'électricité. Exploiter les lois de l'électricité. • Dipôles en série, dipôles en dérivation. • L'intensité du courant électrique est la même en tout point d'un circuit qui ne compte que des dipôles en série. • Loi d'additivité des tensions (circuit à une seule maille). • Loi d'additivité des intensités (circuit à deux mailles). • Relation tension-courant : loi d'Ohm. • Loi d'unicité des tensions. Mettre en relation les lois de l'électricité et les règles de sécurité dans ce domaine. Conduire un calcul de consommation d'énergie électrique relatif à une situation de la vie courante. • Puissance électrique P = U.I. • Relation liant l'énergie, la puissance électrique et la durée.

THÈME 4 : Des signaux pour observer et communiquer

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE :

• Caractériser différents types de signaux (lumineux, sonores, radio, etc.). • Utiliser les propriétés de ces signaux.

Signaux lumineux	**Signaux sonores**
Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant. Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux. Utiliser l'unité « année lumière » comme unité de distance. • Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation, année lumière. • Modèle du rayon lumineux.	Décrire les conditions de propagation d'un son. Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation. • Vitesse de propagation. • Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.
Signal et information	
• Comprendre que l'utilisation du son et de la lumière permet d'émettre, de transporter un signal donc une information.	

SOMMAIRE



THÈME 1
Organisation et transformations de la matière

1 La matière, dans l'espace et dans l'Univers p. 20

Évolution de l'Univers et origines de la Terre ..... p. 22
Géantes gazeuses loin du Soleil... Pourquoi ? ..... p. 23
Dans le cosmos, qui fait quelle taille ? ..... p. 24
Le défi des schémas en astronomie ! ..... p. 25

2 Que trouve-t-on dans l'air ? p. 38

Quelles sont les proportions des deux principaux composants de l'air ? ..... p. 40
Qu'est-ce que l'air liquide ? ..... p. 41
Vider une bouteille d'air comprimé la rend-elle plus légère ? ..... p. 42
De l'eau dans le gaz ! ..... p. 43

3 Les transformations chimiques et la pollution p. 56

Quelle transformation a lieu dans une centrale à charbon ? ..... p. 58
Des combustions qui présentent un risque ..... p. 59
Comment évolue la masse lors d'une transformation chimique ? ..... p. 60
Tous concernés par le dioxyde de carbone ..... p. 61

4 Modélisation des transformations chimiques p. 74

La matière : des représentations en progrès ..... p. 76
Que disent les formules chimiques ? ..... p. 77
Que se passe-t-il lors d'une transformation chimique ? ..... p. 78
Des atomes bien conservés ! ..... p. 79

5 Introduction à la masse volumique p. 92

Comment expliquer que le pétrole flotte sur l'eau de mer ? ..... p. 94
Comment identifier un liquide ? ..... p. 95
Comment vérifier la masse volumique d'un solide ? ..... p. 96
Quelle masse de plastique à la surface des océans ? ..... p. 97



THÈME 2
Mouvement et interactions

6 Repérage de mouvement et mesure de vitesse p. 112

À chaque observateur son mouvement ..... p. 114
255 km/h : un nouveau record du monde ..... p. 115
Comment mesurer des vitesses ? ..... p. 116
Calcul de la Vitesse Maximale Aérobie ..... p. 117

7 Les interactions p. 130

Slackline : un sport d'actions ? ..... p. 132
Quelles vitesses lors d'un saut de base jump ? ..... p. 133
Sécurité lors d'une chute en escalade ..... p. 134
Chuter en sécurité, c'est possible ? ..... p. 135



THÈME 3
L'énergie et ses conversions

8 Conversion et transfert de l'énergie p. 150

Que se passe-t-il quand on se brule ? ..... p. 152
D'ou vient l'énergie électrique ? ..... p. 153
Quelle bouilloire choisir ? ..... p. 154
Quelle autonomie pour la trottinette électrique ? ..... p. 155

9 La tension et l'intensité p. 168

Les informations écrites sur les appareils ..... p. 170
Pile usée, pile neuve : quelles différences ? ..... p. 171
L'intensité dans un circuit électrique ..... p. 172
Mettre un appareil hors tension et hors intensité ..... p. 173

10 Relations entre grandeurs dans les circuits électriques p. 186

Mais que se passe-t-il dans la guirlande de Rachel ? ..... p. 188
Quelle relation entre les tensions dans un circuit en série ? ..... p. 189
Quelle relation mathématique pour l'intensité dans les circuits en dérivation ? ..... p. 190
Abus de multiprise : quel risque ? ..... p. 191

THÈME 4 Des signaux pour observer et communiquer

11 Vitesse de propagation des signaux p. 206

La lumière a-t-elle une vitesse infinie ? ..... p. 208
L'éclair et le tonnerre, à chacun sa vitesse ..... p. 209
Quelle est la taille de la nébuleuse du Crabe ? p. 210
Quel signal pour la voiture autonome ? ..... p. 211



EPI ..... p. 224
Lexique ..... p. 226



Fiches méthode

1. Puissances de 10 et notation scientifique ..... p. 230
2. Déterminer ou utiliser une échelle ..... p. 231
3. Construire un diagramme objet-interaction (DOI) ..... p. 232
4. Écriture des atomes et des molécules ... p. 233
5. Mesures à l'aide d'un multimètre ..... p. 234
6. Conversions d'unités ..... p. 235

Accompagnement personnalisé

1. Représenter graphiquement des notions p. 35
2. Représenter des données sous forme d'un graphique ..... p. 53
3. Apprendre à s'organiser, à réviser et à apprendre ..... p. 71
4. Communiquer et argumenter avec un langage scientifique ..... p. 89
5. Manipuler des outils mathématiques .... p. 107
6. Maitriser les échelles d'espace et de durée ..... p. 127
7. Comprendre et utiliser une modélisation ..... p. 145
8. Distinguer une croyance ou une idée d'un savoir scientifique ..... p. 165
9. Concevoir un protocole expérimental et le mettre en œuvre ..... p. 183
10. Réaliser des mesures, des préparations ou des observations ..... p. 201
11. Interpréter des résultats et en tirer des conclusions ..... p. 221

LES COMPÉTENCES DU SOCLE COMMUN



DOMAINES 1 2 3 4 5 — Les langages pour penser et communiquer

COMPRENDRE, S'EXPRIMER EN UTILISANT LES LANGAGES MATHÉMATIQUES, SCIENTIFIQUES ET INFORMATIQUES

Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Je reconnais la nature des documents et je peux les décrire.	Je comprends les informations scientifiques apportées par les documents.	J'identifie les informations utiles.	J'extrais et organise les informations utiles.

Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté

J'utilise du vocabulaire scientifique dans mes réponses écrites.	J'écris des phrases complètes en utilisant du vocabulaire scientifique.	Je fais des phrases complètes qui respectent les règles simples de grammaire et d'orthographe, en utilisant le vocabulaire scientifique.	Je fais des phrases précises, claires et sans fautes, en utilisant un vocabulaire scientifique adapté.

Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

Je repère les éléments en lien avec le thème étudié dans un tableau, un graphique, un diagramme ou un schéma.	J'extrais une donnée d'un tableau, d'un graphique, d'un diagramme ou d'un schéma.	Je relie entre elles les informations extraites d'un tableau, d'un graphique ou d'un schéma.	J'interprète des tableaux, des graphiques, des diagrammes ou des schémas, en structurant mes arguments.

Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Je complète une représentation qui m'est proposée.	Je respecte les consignes pour produire ou transformer une représentation.	Je réutilise les règles apprises pour produire ou transformer des représentations.	Je produis ou je transforme parfaitement des représentations, en choisissant celles qui seront les plus adaptées.

Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

Je sais ce qu'est une unité de mesure.	J'exprime l'unité de mon résultat avec de l'aide.	J'exprime mon résultat avec une unité.	J'exprime mon résultat dans l'unité la mieux adaptée.

DOMAINES 1 2 3 4 5 — Les langages pour penser et communiquer

S'EXPRIMER À L'ORAL LORS D'UN DÉBAT SCIENTIFIQUE

Communiquer oralement

Je m'exprime à l'oral de façon simple et brève.	Je m'exprime à l'oral et je suis compris des autres.	Je m'exprime à l'oral avec clarté et aisance, en utilisant un vocabulaire adapté.	Je m'exprime avec un vocabulaire riche et varié, en faisant des phrases bien structurées.

DOMAINES 1 2 3 4 5 — Utiliser des outils et mobiliser des méthodes pour apprendre

ORGANISER SON TRAVAIL PERSONNEL

Effectuer des recherches documentaires

Je connais différents outils de recherches.	J'identifie les informations utiles proposées par un document.	Je collecte les informations utiles en vérifiant la fiabilité de mes sources.	Je trie de façon pertinente les informations issues de ma recherche en vérifiant la fiabilité de mes sources.

Organiser mon temps et mon espace de travail lors d'une expérience

J'ai conscience de travailler en temps limité et de devoir tenir mon poste de travail en ordre.	Je respecte les consignes données par l'enseignant sur l'organisation de l'expérience dans l'espace et dans le temps.	J'adapte mon espace de travail étape après étape dans le temps qui m'est imparti.	Je prévois, je planifie l'organisation du poste de travail en fonction du déroulement d'une expérience.

Travailler en groupe

Je communique avec le groupe en suivant l'avancement des travaux	Je réalise une tâche au service du groupe.	Je participe au travail du groupe et je fais des propositions sur l'organisation.	Je participe activement au travail du groupe et je m'implique dans les prises de décisions, en étant à l'écoute des autres.

UTILISER DES OUTILS NUMÉRIQUES

Utiliser l'outil informatique pour acquérir et traiter des données, simuler des phénomènes

Je comprends les fonctionnalités de l'outil numérique qu'on me propose.	J'identifie et je précise à l'aide de l'outil informatique, les variables liées aux phénomènes étudiés.	J'utilise l'outil informatique pour collecter au mieux les données en lien avec les phénomènes.	Je traite les données collectées en exploitant de manière optimale l'outil informatique.

Mobiliser des outils numériques pour échanger et produire du contenu

Je produis un document numérique simple pour rassembler mes données.	Je produis ou j'enrichis un document numérique partagé en intégrant des médias, à l'aide d'instructions précises.	Je produis ou j'enrichis un document numérique partagé en exploitant différentes fonctionnalités de l'outil, en autonomie.	Je produis, ou j'enrichis en collaborant un document numérique partagé en expoitant de manière optimale l'outil informatique.

LES COMPÉTENCES DU SOCLE COMMUN

DOMAINES 1 2 **3** 4 5 — La formation de la personne et du citoyen

ADOPTER UN COMPORTEMENT ÉTHIQUE ET RESPONSABLE

Agir de façon responsable, respecter les règles de sécurité

Je connais les règles de sécurité.	Je comprends les conséquences de mes actes sur la sécurité, la santé et l'environnement.	Je respecte les règles de sécurité seul ou en groupe.	J'explique mon comportement en matière de sécurité, de santé et d'environnement.

PARTICIPER À L'ORGANISATION ET AU DÉROULEMENT DE PROJETS

Mener à bien un projet ayant une dimension citoyenne

Je sais ce qu'est un projet citoyen.	J'identifie un projet citoyen dans lequel je pourrais m'impliquer.	Je m'implique dans un projet citoyen.	Je m'engage activement dans un projet citoyen en justifiant mon choix.

DOMAINES 1 2 3 **4** 5 — Les systèmes naturels et les systèmes techniques

PRATIQUER DES DÉMARCHES SCIENTIFIQUES, CRÉER, RÉALISER

Identifier le problème à résoudre

Je comprends le contexte scientifique de la situation proposée.	Dans la situation proposée, je repère des éléments qui posent problème.	J'identifie et je formule un problème scientifique pertinent.	Je formule clairement le problème que j'ai identifié pour me permettre de le résoudre.

Émettre des hypothèses

Je sais ce qu'est une hypothèse.	Je comprends l'hypothèse qui m'est proposée.	Je propose une hypothèse en lien avec le problème.	Je formule clairement l'hypothèse que j'ai émise pour me permettre de la valider .

Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

J'identifie parmi les protocoles proposés celui qui teste l'hypothèse.	J'identifie le paramètre à mesurer ou à observer pour choisir le protocole.	Avec le matériel à ma disposition, je conçois une partie du protocole.	Je conçois l'intégralité du protocole en pensant aux consignes de sécurité et à ce que je dois observer ou mesurer.

Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

J'ai compris le problème à résoudre.	Je distingue certaines étapes du raisonnement.	J'organise certaines étapes de mon raisonnement de façon pertinente.	J'organise toutes les étapes du raisonnement permettant de résoudre le problème.

Modéliser des phénomènes pour les expliquer

J'identifie le phénomène physique à expliquer.	Je fais le lien entre le phénomène et le modèle qui m'est proposé pour expliquer.	J'utilise le modèle qui m'est proposé pour expliquer le phénomène.	Je propose un modèle permettant d'expliquer le phénomène.

DOMAINES 1 2 3 4 5 Les systèmes naturels et les systèmes techniques

Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

J'utilise correctement le matériel déjà installé.	Avec de l'aide, j'installe et j'utilise correctement le matériel, en suivant les consignes dans le bon ordre.	En autonomie, j'installe une paillasse ordonnée, et j'utilise à chaque étape le matériel prévu par les consignes.	En autonomie, j'organise l'utilisation du matériel puis je réalise des mesures ou des observations précises et méthodiques.

Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

J'effectue une application numérique posée.	J'utilise une formule donnée en remplaçant les variables par leurs valeurs.	Je déplace des variables dans une égalité, en accord avec les règles d'opération.	J'isole correctement une variable dans une égalité pour obtenir son expression en fonction des autres variables.

Interpréter des résultats

J'identifie les résultats obtenus.	Je donne du sens aux résultats.	Je présente les idées qui permettent d'expliquer les résultats.	J'interprète mes résultats en structurant mes arguments.

Conclure, valider ou non l'hypothèse

J'identifie l'hypothèse à évaluer.	Je rappelle les résultats en lien avec l'hypothèse.	Je valide ou non l'hypothèse, après avoir constaté que les résultats sont en accord ou non avec elle.	Je valide ou non l'hypothèse, en précisant comment elle s'accorde ou pas avec les résultats.

DOMAINES 1 2 3 4 5 Les représentations du monde et l'activité humaine

RELIER LES ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES AUX INVENTIONS ET INNOVATIONS QUI MARQUENT DES RUPTURES DANS LES SOLUTIONS TECHNIQUES

Comprendre l'évolution d'un savoir scientifique dans le temps et son influence sur la société

Je place les évènements scientifiques sur une échelle de temps.	J'associe les savoirs scientifiques à un lieu et un contexte historique.	J'ai conscience de l'influence de l'évolution d'un savoir scientifique sur la société.	J'ai un regard critique sur l'évolution d'un savoir scientifique dans le contexte historique, géographique, économique et culturel.

APPRÉHENDER DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES D'UN MÊME PHÉNOMÈNE, D'UNE MÊME FONCTION

Identifier différentes échelles spatiales

Je fais la différence entre le monde de l'infiniment grand, macroscopique et microscopique.	Je connais différentes unités qui me permettent de classer les objets.	Je classe les objets dans l'échelle à laquelle ils appartiennent.	Je maitrise les différentes échelles spatiales.

OBJETS D'ÉTUDE

Réels ou fictifs, les objets d'étude te permettent de comprendre les liens qui existent entre les chapitres. Tu les retrouveras tout au long du manuel.

Objet 1 : Les voiliers

Longtemps, les voiliers furent les constructions humaines les plus complexes technologiquement. Ils étaient la clé de l'exploration et des échanges à l'échelle de la planète. Aujourd'hui, ils restent très présents dans notre culture sportive. Par de nombreux aspects, leur fonctionnement s'appuie sur les principes et les découvertes des sciences physiques… Dans ce manuel, nous retrouverons Conrad Colman, l'un des concurrents de l'édition 2016 de la plus célèbre des courses en haute mer : le Vendée Globe Challenge. Il a choisi de naviguer sur un bateau un peu particulier : le 100 % *Natural Energy*.

Chapitre 5

L'un des bateaux du Vendée Globe Challenge 1992-93 avait une coque en aluminium ! La densité de ce métal étant supérieure à celle de l'eau, comment une coque en aluminium peut-elle flotter ?

Chapitre 6

Titouan Lamazou a été le plus rapide pour atteindre la ligne d'arrivée et gagner le premier Vendée Globe en 1990. Le vainqueur de l'édition 2016 a-t-il fait mieux que son ainé ?

Chapitre 8

L'un des bateaux du Vendée Globe 2016 n'avait pas une goutte de gazole à bord ! Le navigateur Conrad Colman a ainsi prouvé la fiabilité et la performance des équipements installés sur son bateau pour l'approvisionnement en énergie. Quels étaient ces convertisseurs ?

Objet 2 : Les smartphones

En quelques décennies, un objet longtemps perçu comme futuriste est devenu presque omniprésent sur la planète : le téléphone portable. Aujourd'hui d'ailleurs, il est bien plus qu'un téléphone. Les applications, les différents services mobiles et les réseaux sociaux sont les principales raisons de son succès. Ses récepteurs sont capables de rendre de nombreux services aux passionnés de sciences physiques. Enfin, les fabricants de téléphones ont à se pencher sur des questions que les physiciens et les chimistes connaissent bien.

Chapitre 2

Malgré les coques de protection, les smartphones dont l'écran est fissuré sont fort nombreux. Dans l'avenir cependant, ils se feront sans doute plus rares : de nouveaux verres, plus résistants, sont inventés régulièrement. Comment rend-on un verre plus résistant ?

Chapitre 10

De nombreux dipôles équipent les smartphones. Comment les branche-t-on ensemble pour que chacun d'eux puissent fonctionner et remplir son rôle comme prévu ?

Objet 3 : Les feux d'artifice

Pour la plupart d'entre nous, les feux d'artifice sont synonymes de fête et d'émerveillement. Surgissant dans l'obscurité, les gerbes lumineuses emplissent le ciel et surprennent par leurs formes, leurs couleurs, leur succession. Aussi ancien que l'invention de la poudre elle-même, ce type de spectacle a progressé au fil du temps et de la maitrise de nombreux aspects physico-chimiques qui sont en jeu.

Chapitre 4

La découverte de la poudre explosive a profondément changé le destin de l'humanité. Quelle est la nature chimique de cette substance ?

Chapitre 9

La coordination des gerbes d'un feux d'artifice sont une des clés de la réussite du spectacle. Bien coordonner la mise à feux des fusées est donc indispensable. Comment les artificiers font-ils pour allumer leurs fusées facilement et à coup sûr ?

Chapitre 11

Les feux d'artifice sont magiques, mais sont soumis à des contraintes de sécurité. Comment vérifier que l'on se tient à la bonne distance du pas de tir sans rien rater du spectacle ?

Objet 4 : Le vaisseau spatial

À la croisée des contes de fées et de la science-fiction, l'univers de Star Wars a fasciné plusieurs générations d'enfants et d'adultes. Un vaisseau en particulier symbolise le mélange de mystère et de technologie qui caractérise l'ensemble des films : le Faucon Millénium. En accompagnant son capitaine, Han Solo, dans différentes situations, tu découvriras que la vie dans un vaisseau spatial est indissociable de multiples questions propres à la Physique-Chimie.

Chapitre 1

Aux commandes du vaisseau le plus rapide de la Galaxie, Han Solo est capable de rejoindre n'importe quelle destination en quelques heure seulement... Est-ce encore le cas si la destination se trouve dans une autre galaxie ?

Chapitre 3

Et si le système de propulsion du Faucon Millénium tombait définitivement en panne ? Han pourrait-il le remplacer par un moteur comme Vulcain, qui équipe la fusée Ariane 5 ?

Chapitre 7

Comme tous les vaisseaux spatiaux, le Faucon Millénium est soumis à l'interaction gravitationnelle quand il passe à proximité d'une planète ou d'une étoile. Pour un capitaine rusé tel qu'Han Solo, c'est avant tout l'occasion d'économiser les réserves d'énergies.

Thème 01

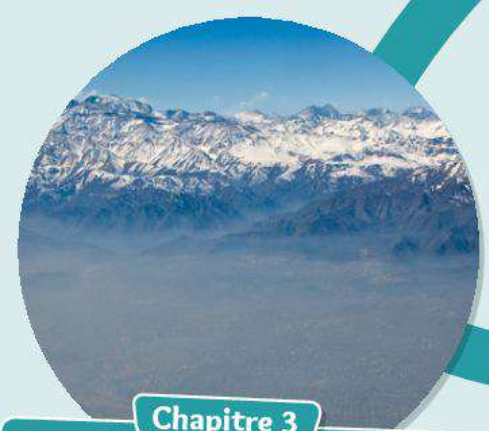
Organisation et transformations de la matière

Comprendre comment la matière est organisée et comment elle se transforme sont des aspirations aussi vieilles que l'humanité. Au cours des trois derniers siècles, notre description de l'infiniment grand et de l'infiniment petit a connu d'immenses progrès. Nous sommes devenus capables de prévoir et d'agir sur la matière comme personne ne l'avait imaginé auparavant, grâce aux notions fondamentales explorées dans ce premier thème.



Chapitre 1

La matière, dans l'espace et dans l'Univers



Chapitre 3

Les transformations chimiques et la pollution

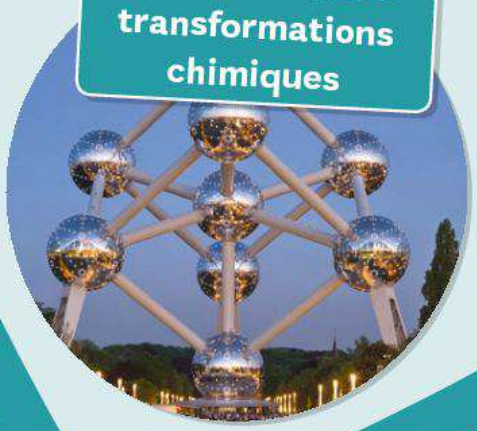


Chapitre 2

Que trouve-t-on dans l'air ?

Chapitre 4

Modélisation des transformations chimiques



Chapitre 5

Introduction à la masse volumique



La matière, dans l'espace

Esprit scientifique

« L'Étoile du Berger », le troisième astre le plus brillant dans le ciel.



▲ Croissant de Lune et l'Étoile du Berger. L'Étoile du Berger est souvent visible juste avant le lever du Soleil ou juste après son coucher.

Découvre la suite de l'expérience p. 37

Matériel

- Tes yeux !
- Une application sur smartphone ou un site web qui permet de nommer les astres dans le ciel.
- Un accès à internet.

Je sais déjà

1. La Lune est un(e) :

a. planète. c. comète.
b. satellite. d. météorite.

2. Combien de satellite(s) naturel(s) tourne(nt) autour la Terre ?

a. aucun. c. un.
b. une multitude. d. trois.

3. L'étoile la plus proche de la Terre est :

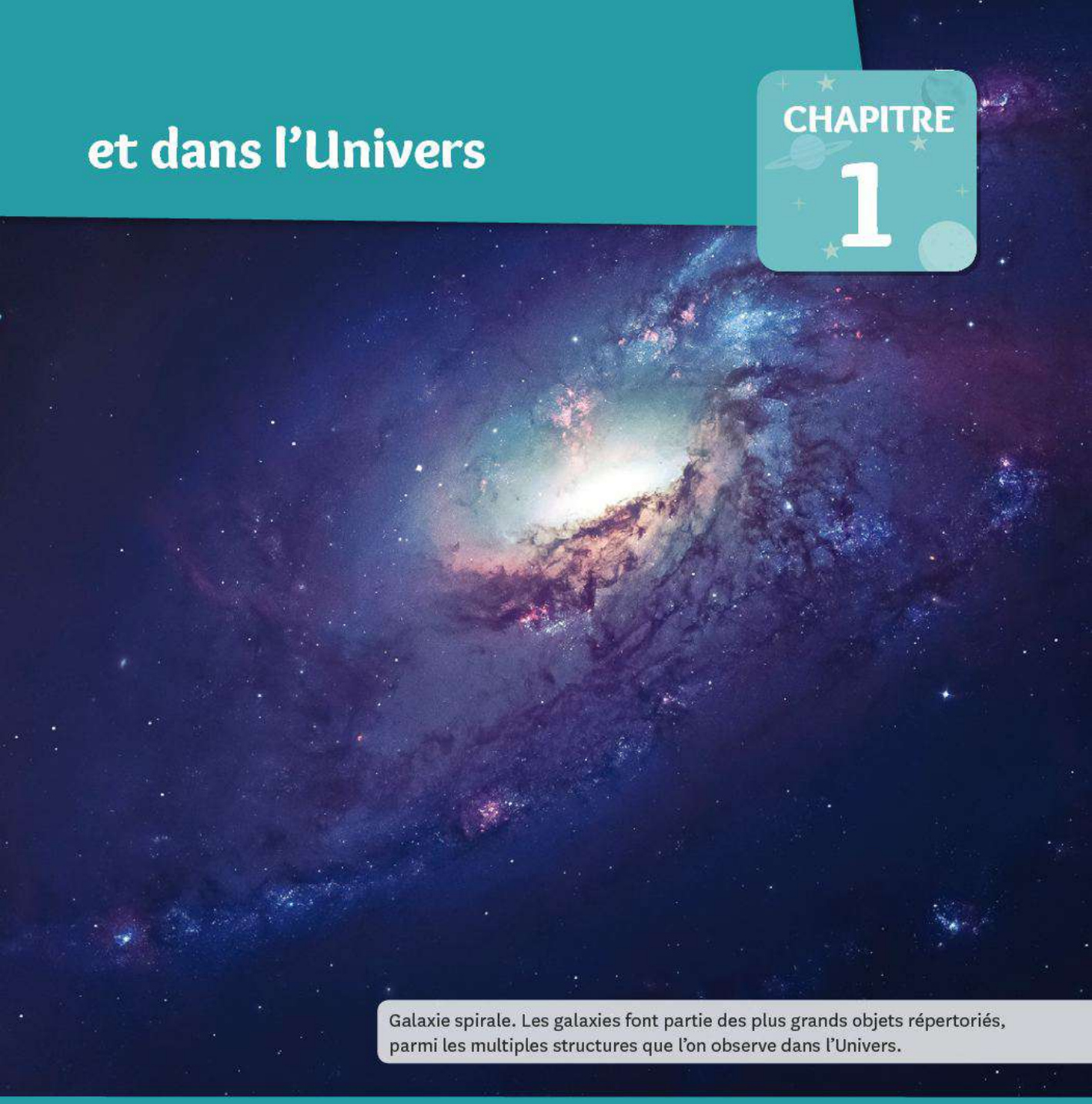
a. l'Étoile du Berger. c. Proxima du Centaure.
b. le Soleil. d. Sirius.

4. En quelle unité sont exprimées la plupart des distances Terre-étoiles ?

a. kilomètre. c. unité astronomique.
b. année-lumière. d. mégamètre.

et dans l'Univers

CHAPITRE 1



Galaxie spirale. Les galaxies font partie des plus grands objets répertoriés, parmi les multiples structures que l'on observe dans l'Univers.

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les mélanges
- ✔ La dissolution
- ✔ Les états de la matière

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Le modèle particulaire de la matière
- ✔ Les états de la matière et leurs changements modélisés grâce aux particules

Je vais apprendre à...

- ✔ Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers
- ✔ Appréhender l'évolution de l'Univers, du système solaire et de la Terre
- ✔ Déterminer l'échelle d'un schéma

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

1 Évolution de l'Univers et origines de la Terre

L'humanité s'intéresse aux mouvements des objets visibles dans le ciel depuis des millénaires mais ne les comprend vraiment que depuis le XVIe siècle. Aujourd'hui, l'astrophysique s'intéresse autant aux plus grands ensembles de matière qu'aux plus petites particules.

Que sait-on de la formation de la Terre et de l'Univers ?

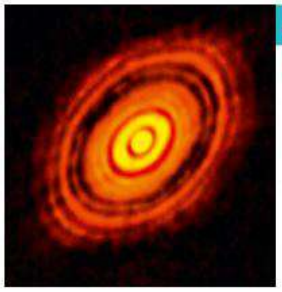
Les grands ensembles de matière du **cosmos** s'éloignent les uns des autres. Cela pose la question des états précédents de l'Univers. L'hypothèse du Big Bang envisage que l'Univers ait été, il y a 13,7 milliards d'années, bien plus dense et plus chaud, mais on ne sait pas encore à quel point. L'astrophysique tente d'expliquer l'origine de la matière par des lois physiques universelles. Les hypothèses sont écartées ou validées petit à petit.

Doc. 1 Le Big Bang, l'hypothèse la plus sérieuse.



Doc. 2 Évolution de l'Univers, du Big Bang à aujourd'hui.

Le fond diffus cosmologique est le nom donné à la première lumière émise par l'Univers telle qu'on l'observe aujourd'hui. Sa découverte en 1964 a rendu crédible l'hypothèse du Big Bang. Sa mesure précise permet d'affiner notre compréhension des étapes de l'expansion de l'Univers.



Doc. 3 Une étoile et ses planètes en cours de formation (radiotélescope ALMA, Chili).

Une nébuleuse est un nuage d'hydrogène mêlé à des débris d'explosion d'étoile. Sous l'effet de la gravitation, l'ensemble se contracte en un disque puis se scinde en une nouvelle **étoile**, au centre, et des **planètes** autour.
Notre système solaire s'est probablement formé de la même manière, il y a 4,6 milliards d'années.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 1 et 3** Quels sont les âges de l'Univers et du système solaire ?
2. Il a fallu 100 millions d'années à la Terre pour se constituer et stabiliser son orbite. Quel pourcentage de l'âge du système solaire cela représente-t-il ?
3. **Doc. 1 et 3** D'où vient la matière qui forme tout ce que nous observons ?

Synthèse

4. En supposant que les lois physiques soient identiques partout dans l'Univers, qu'apprend-on sur notre système solaire en observant les nébuleuses lointaines ?

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Vocabulaire

Le cosmos : synonyme de l'Univers.
Une étoile : astre qui produit de la lumière.
Une planète : astre sphérique assez grand pour avoir nettoyé son orbite autour d'une étoile.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai calculé un pourcentage.**
- ✔ **J'ai extrait et compris des informations sur l'histoire de l'Univers et de la Terre.**

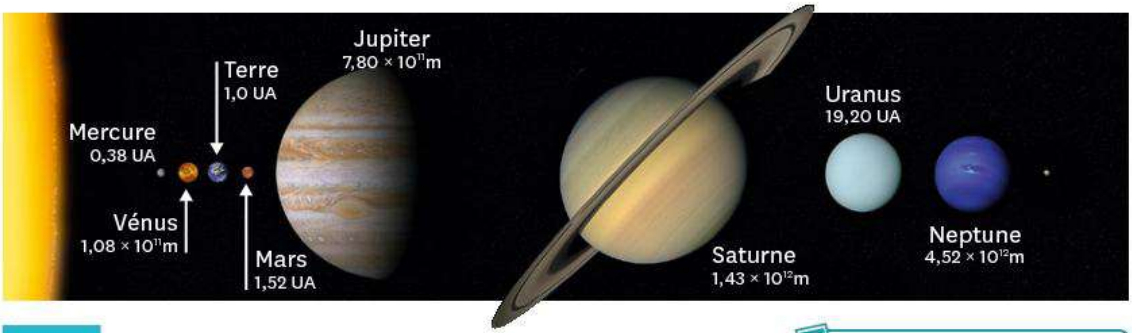
COMPÉTENCE Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

2 Géantes gazeuses loin du Soleil… Pourquoi ?

En observant un poster sur le système solaire, Milo remarque que les 4 **planètes géantes** sont plus éloignées du Soleil que les autres. Son père lui explique que c'est à cause des conditions qui régnaient dans cette région du futur système solaire au moment de sa formation.

Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, quelles sont les conditions particulières dont parle le père de Milo ?



Doc. 1 Les planètes du système solaire et le rayon de leurs orbites.

Fiche méthode n°1 p. 230

En se contractant, une nébuleuse fait apparaitre des différences de température entre son centre qui chauffe et sa périphérie qui reste froide. Parallèlement, les noyaux des futures planètes se forment par accumulation de matière solide.

Doc. 2 Formation des planètes du futur système solaire.

Plus un noyau de planète est massif, plus la portée de son attraction est importante. Il capture alors de plus grandes quantités de matière. La masse du noyau solide de Jupiter vaut par exemple 15 masses terrestres.

Doc. 3 Des noyaux plus ou moins massifs.

Recherche de données

2. Doc. 3. Quelle caractéristique permet à un noyau de planète de capturer de grandes quantités de matière ?

3. Doc. 2. Dans quel état est la matière qui se rassemble pour former le noyau d'une planète ?

Analyse des données

4. Dans quelle zone de la nébuleuse en contraction y avait-il le plus de matière à l'état solide ? Explique ta réponse et indique si ton hypothèse est validée.

Conclusion

5. Pour quelles raisons les planètes géantes sont-elles plus éloignées du soleil ?

6. Schématise le système solaire à l'échelle 1 cm pour 1 **unité astronomique**.

Vocabulaire

Une planète géante gazeuse : planète très massive et volumineuse.

Une unité astronomique : distance moyenne Terre-Soleil.
1 UA ≈ 1,5 × 10⁸ km.

Pour réussir cette activité

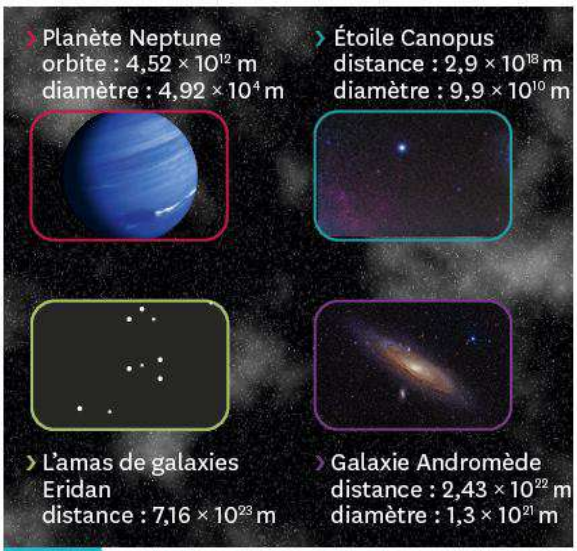
- ✔ **J'ai découvert pour quelles raisons les planètes géantes sont loin du Soleil.**
- ✔ **J'ai fait un schéma respectant une échelle.**

■ **COMPÉTENCE** Identifier différentes échelles spatiales

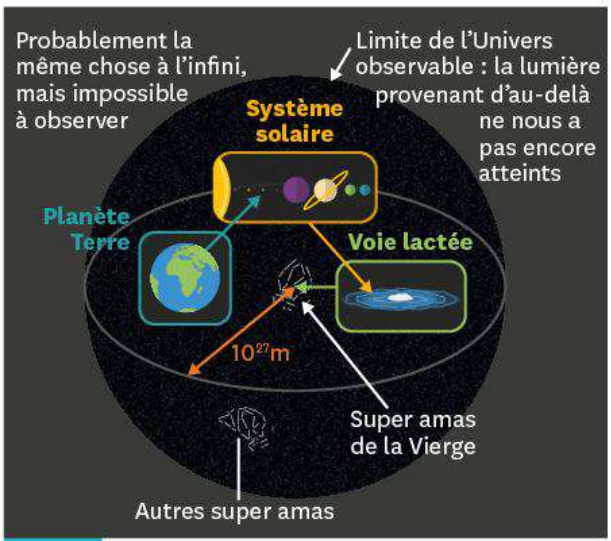
3 Dans le cosmos, qui fait quelle taille ?

Par une belle nuit d'été étoilée, Luc et Léa se demandent comment repérer ce qui est plus ou moins proche d'eux. Cela leur semble impossible sans savoir de quel **corps céleste** il s'agit.

Quelles structures l'Univers contient-il ? Quelles tailles ont-elles ?



Doc. 1 Quelques objets et distances célestes.



Doc. 2 L'Univers observable.

L'**Univers** réel est peut-être infini. Ce que l'on peut observer de lui est contenu dans une sphère centrée sur la Terre. La lumière provenant de ce qui se trouve au-delà n'a pas eu le temps de nous parvenir, en 13,7 milliards d'années.

Fiche méthode n°1 p. 230

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 1** Réécris la distance Terre-Canopus en mètres, sans utiliser les puissances de dix.
2. Explique l'utilité des puissances de dix pour écrire des distances astronomiques.
3. **Doc. 1** Convertis les distances en UA (unité astronomique, cf. activité 2) et en **années-lumière**.
4. Quelle est l'unité la plus adaptée aux distances qui séparent les objets célestes dans le système solaire ? Et dans l'Univers ?

Synthèse

5. Classe les objets suivants du plus petit au plus grand, en précisant comment les uns composent les autres : *Univers - étoile - galaxie - système solaire - planètes.*

Vocabulaire

Une année-lumière : distance que la lumière parcourt en une année. $1\ a.l. = v \times t$ c'est-à-dire $3{,}0 \times 10^8 \times 365{,}25 \times 24 \times 3\,600 = 9{,}5 \times 10^{15}$ m.

Un corps céleste : tout objet se déplaçant dans l'espace.

Une galaxie : regroupement très vaste d'étoiles et de matière interstellaire.

L'Univers : ensemble de tout ce qui existe.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai converti des distances d'astronomie dans des unités adaptées.**
- ✔ **J'ai identifié les différentes échelles de structuration de l'Univers.**

■ **COMPÉTENCE** Travailler en groupe

4 Le défi des schémas en astronomie !

Quand on étudie certains phénomènes astronomiques (éclipses, phases de la Lune, etc.), il est souvent utile de réaliser des schémas pour se représenter les positions des différents astres en présence. Mathis a trouvé un article intéressant qui explique comment on procède pour mesurer la distance Terre-Lune. Il se demande si le schéma qui accompagne l'article est à l'échelle. Il rassemble quelques informations sur la Terre et la Lune.

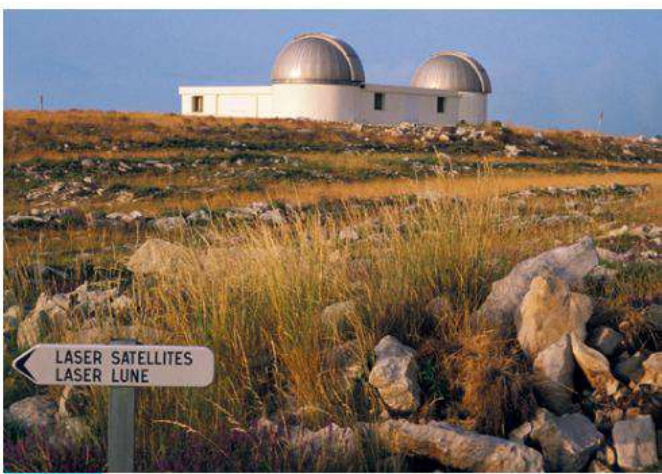


TA MiSSion

Le schéma explicatif est-il à l'échelle ? Ta réponse devra s'appuyer sur des mesures et des calculs.



Doc. 1 Réflecteur déposé sur la Lune lors de la mission Apollo 15 par des astronautes américains.



Doc. 2 Observatoire de la Côte d'Azur (site de Calern) permettant un tir laser vers la Lune.

Un tir de laser est effectué depuis la Terre en direction de la Lune. Les réflecteurs qui s'y trouvent renvoient une partie de la lumière reçue à son point de départ. Des chronométrages très précis donnent en moyenne une durée $t = 2{,}56$ s pour un aller-retour de la lumière dont la vitesse est 300 000 km/s. On calcule alors la distance Terre-Lune grâce la relation : $d = v \times t$.

Doc. 3 Article sur la mesure de la distance Terre-Lune.

Fiche méthode n°2 p. 231

	Terre	Lune
Diamètre (en km)	12 742	3 474

Doc. 4 Les diamètres de la Terre et de la Lune.

Vocabulaire

Un laser : appareil fournissant un rayonnement lumineux produit par amplification de la lumière.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai utilisé les données de l'article pour déterminer la distance Terre-Lune.**
- ✔ **J'ai déterminé l'échelle des éléments du schéma de plusieurs manières (mesures et calculs).**
- ✔ **J'ai vérifié si les résultats sont compatibles entre eux.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 La formation de l'Univers et du système solaire

- Les astrophysiciens ont constaté que les grands objets de l'Univers s'éloignent les uns des autres.
- Une hypothèse sérieuse découle de ce constat : le Big Bang, c'est-à-dire une expansion de la matière et de l'espace à partir d'un état extrêmement dense il y a 13,7 milliards d'années.
- Observer la formation d'étoiles ailleurs dans l'Univers aide à comprendre la formation du système solaire.

2 Le système solaire

- Le système solaire comporte huit planètes et une multitude de corps irréguliers qui tournent autour du Soleil.
- Les quatre planètes les plus éloignées du Soleil sont des **planètes géantes**.
- **L'unité astronomique (UA)** est utilisée pour exprimer les distances dans le système solaire. Proche de la distance Terre-Soleil, sa valeur est d'environ 150 000 000 km.

3 L'échelle spatiale des distances

- Seuls les objets dont la lumière a eu le temps de nous parvenir sont visibles. La zone observable correspondante n'est qu'une très petite partie de l'Univers.
- La galaxie dans laquelle nous nous trouvons se nomme la Voie lactée ; nous l'observons de l'intérieur.
- **L'année-lumière (a.l.)** est l'unité utilisée pour exprimer les distances au-delà du système solaire. C'est la distance que la lumière parcourt dans le vide en une année.

4 La mesure de la distance Terre-Lune

- La lumière se propage dans le vide à environ 300 000 km/s.
- Les réflecteurs placés sur la surface de la Lune permettent de connaitre précisement la distance Terre-Lune en utilisant la relation $d = v \times t$.
- Les schémas d'astronomie ne sont pas à l'échelle : il faudrait d'immenses feuilles de papier pour représenter correctement le diamètre des astres et les distances entre eux.

L'essentiel !

Les **étoiles**, les **planètes** et la matière qui compose les êtres vivants sont les fruits d'un processus d'expansion engagé il y a 13,7 milliards d'années : le Big Bang.

Le système solaire est composé d'une étoile, le Soleil, autour duquel orbitent huit planètes et autres corps.

L'**Univers** contient d'innombrables amas de galaxies. Chacune d'elles regroupe plusieurs centaines de milliards d'étoiles. Des vides immenses séparent les **corps célestes**.

La vitesse de la lumière vaut environ 300 000 km/s.

Mots-clés

Une année-lumière : activité 3.
Un corps céleste : activité 3.
Une étoile : activité 1.
La galaxie : activité 3.
Une planète géante : activité 2.
Une planète : activité 1.
Une unité astronomique : activité 2.
L'Univers : activité 3.

Je modélise

Quelle est la place de la Terre dans l'Univers ?

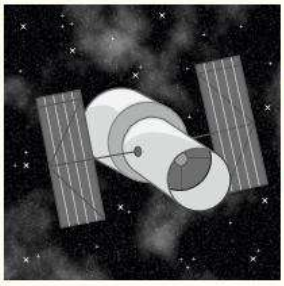


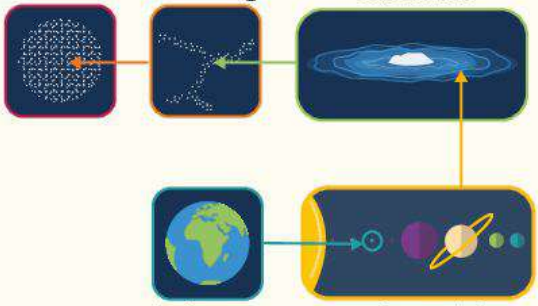
Les astres du ciel se lèvent chaque jour à l'Est et se couchent chaque jour à l'Ouest. Tout ce qui existe tourne autour de la Terre !



Tu es sure ? Regarde ces observations.

Que disent les Scientifiques ?





Les téléscopes spatiaux permettent de voir ce qui nous entoure jusqu'aux limites de l'Univers observable.

Les observations scientifiques nous disent que :

La Terre tourne avec d'autres planètes autour du Soleil. Le Soleil fait partie des milliards d'étoiles qui composent notre galaxie. Il existe des milliards d'autres galaxies qui se dispersent dans l'espace.

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Repérer, organiser et exploiter des informations utiles à partir de différents documents.	1 2 3 4	31
✔ Calculer un pourcentage.	1	27
✔ Convertir des distances d'astronomie dans les unités adaptées.	2 3	11 12 14 33
✔ Identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers.	3	15 29
✔ Savoir utiliser les échelles de schématisation.	4	16
✔ Utiliser la relation $d = v \times t$ pour calculer la valeur d'une distance.	4	18 25 26 35

Je me TESTE

Je sais

1 **Quelle valeur correspond à la distance Terre-Lune ?**

1. environ 384 500 m.
2. environ 384,500 km.
3. environ 384 500 km.
4. environ $1{,}5 \times 10^8$ km.

2 **Choisis le bon classement, du plus grand au plus petit.**

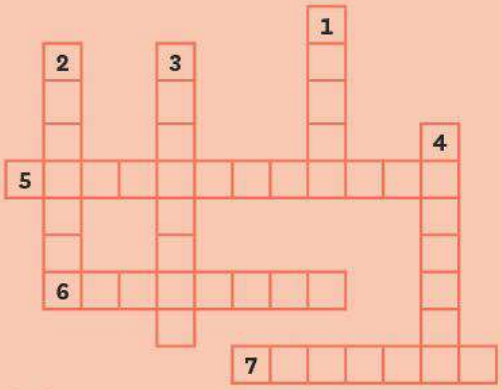
1. Univers > galaxie > système solaire > étoile.
2. Univers > système solaire > galaxie > étoile.
3. galaxie > Univers > système solaire > étoile.

3 **Planète ou étoile ?**

1. Relie ces corps célestes en fonction de leur catégorie : planète ou étoile ?

Soleil	
Jupiter	Planète
Neptune	Planète
Terre	Planète
Sirius	Étoile
Mercure	Planète
Proxima du Centaure	Étoile

4 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Satellite naturel de la Terre.
2. Troisième planète du système solaire.
3. La nôtre s'appelle la Voie lactée.
4. Étoile la plus proche de la Terre.

Horizontal :

5. Ont été déposés sur la Lune lors de missions spatiales.
6. Il n'y a pas plus grand que lui.
7. Le Soleil en est un exemple.

Je sais faire

5 **Pour calculer la distance Terre-Lune, connaissant la valeur de la durée d'un aller-retour effectué par la lumière entre la Terre et la Lune :**

1. il faut utiliser la relation $d = \frac{v \times t}{2}$.
2. il faut utiliser la relation $d = v \times t$.
3. il faut utiliser la relation $v = d \times t$.
4. il faut utiliser la relation $t = v \times d$.

6 **Une histoire de distances.**

1. Parmi ces unités, cherche l'intrus :
année-lumière - kilomètre - unité astronomique - lieue - kilogramme - mille marin.

7 **Quelle est la bonne conversion ?**

1. 1 UA = 384 500 km.
2. 1 UA = 15×10^8 km.
3. 1 UA = $1{,}5 \times 10^8$ km.
4. 1 UA = 1 km.

8 **Parmi ces propositions, quel est l'équivalent de $1{,}5 \times 10^8$ km ?**

1. 150 000 km.
2. 1,5 milliards de km.
3. 150 000 000 000 km.
4. 150 millions de km.

9 **Par seconde, la lumière parcourt :**

1. 300 000 km.
2. 300 000 m.
3. 900 000 m.
4. 900 000 km.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

10 **Distance Soleil-Sirius.**

Parmi toutes les étoiles visibles la nuit depuis la Terre, Sirius se situe à $8{,}2 \times 10^{13}$ km du Soleil.

1. Convertis cette distance en unités astronomiques.

2. Convertis cette distance en années-lumière.

1 UA = $1{,}5 \times 10^{8}$ km et 1 a.l. = $9{,}5 \times 10^{12}$ km



Étapes de la méthode

1. Rappeler la relation de conversion entre les deux unités. Par exemple : 1 unité 1 = a × unité 2.
2. Reformuler éventuellement la relation de conversion pour que l'unité de départ soit égale à un nombre ou un quotient multiplié par l'unité d'arrivée. Par exemple : 1 unité 2 = $\frac{1}{a}$ unité 1.
3. Remplacer le symbole de l'unité de départ par une multiplication avec le deuxième membre de l'égalité précédente.

   Par exemple : 1234 unité 2 = 1234 × $\frac{\text{unité 1}}{a}$ (unité 2 =)

   qui amène : 1234 unité 2 = $\frac{1234}{a}$ × unité 1
4. Effectuer l'opération puis écrire le résultat correspondant.

Corrigé :

1. Je calcule la distance Soleil-étoile d en unités astronomiques.

Sachant que 1 UA = $1{,}5 \times 10^{8}$ km, j'en déduis que 1 km = $\frac{1}{1{,}5 \times 10^{8}}$ UA.

Donc $d = 8{,}2 \times 10^{13}$ km devient $d = 8{,}2 \times 10^{13} \times \frac{1}{1{,}5 \times 10^{8}}$ UA

ce qui donne $d = 5{,}5 \times 10^{5}$ UA.

2. Je calcule la distance Soleil-étoile d en années-lumière.

Puisque 1 a.l. = $9{,}5 \times 10^{12}$ km, j'en déduis que 1 km = $\frac{1}{9{,}5 \times 10^{12}}$ a.l.

Donc $d = 8{,}2 \times 10^{13}$ km devient $d = 8{,}2 \times 10^{13} \times \frac{1}{9{,}5 \times 10^{12}}$ a.l.

ce qui donne $d = 8{,}6$ a.l.

Exercice similaire

11 **Distance Soleil-Canopus.**

Parmi toutes les étoiles visibles depuis la Terre la nuit, Canopus se situe à $1{,}15 \times 10^{16}$ km du Soleil.

1. Convertis cette distance en unités astronomiques.

2. Convertis cette distance en années-lumière.



Je m'ENTRAINE

12 Quelques définitions.

Donne la définition des mots suivants.

1. Unité astronomique.
2. Année-lumière.
3. Galaxie.
4. Planète géante.
5. Soleil.
6. Voie lactée.

13 Savoir utiliser une relation de conversion.

Une unité astronomique correspond à 150 000 000 de kilomètres.

1. Exprime les distances suivantes en unité astronomique (UA) en détaillant ton calcul.
   a. $108{,}2 \times 10^6$ km
   b. $382{,}9 \times 10^6$ km
   c. $1\,427{,}0 \times 10^6$ km

14 Le système solaire.

1. Qu'appelle-t-on le « système solaire » ?
2. Les planètes les plus petites sont des planètes telluriques. Quelle autre catégorie de planètes existe-t-il ?
3. Quelles sont les planètes les plus proches du Soleil ?
4. Quelles sont les planètes les plus éloignées du Soleil ?

15 Savoir utiliser des échelles.

Nom de l'étoile	Distance séparant le Soleil de la planète ou de l'étoile en a.l.
Altaïr	16,5
Canopus	98
Acrux	120
Spica	220
Mimosa	490

1. Prends comme échelle 4 a.l. = 1 mm et représente les distances entre le Soleil et chacune de ces étoiles.

16 Faire des conversions.

1. Complète les conversions suivantes et utilise la notation scientifique quand elle est utile :

1 UA = ... km — $1{,}5 \times 10^{12}$ km = ... UA
10 UA = ... km — 1 a.l. = ... km
47,3 a.l. = ... km — 20 a.l. = ... km

17 Calcul de distance.

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Le GPS utilise une constellation d'une vingtaine de satellites situés à une altitude de 20 184 km. Une telle répartition est essentielle pour qu'au moins six satellites repèrent de façon précise l'emplacement du récepteur GPS situé sur Terre.
Chaque satellite émet des signaux de façon régulière qui sont en quelque sorte sa carte d'identité.

1. Combien vaut environ la distance sol-satellite ?
2. Sachant que la lumière se propage à une vitesse d'environ 300 000 km/s, déduis-en la durée de propagation d'un signal émis entre le satellite et le récepteur GPS.

18 Calculs de durées.

Depuis la Terre, tout ce qui concerne le Soleil est vu avec un certain décalage temporel. Quelle est la valeur de ce retard ?

1. Rappelle la valeur de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.
2. Sachant que la distance Terre-Soleil vaut approximativement 150 millions de km, calcule la durée de propagation puis exprime-la dans l'unité la plus adaptée.
3. Si une éclipse est annoncée pour 11 h 59, heure terrestre, à quelle heure le Soleil, la Terre et la Lune sont-ils réellement alignés ?

19 Grandeur et unité.

1. Quelle relation mathématique existe-t-il entre les grandeurs suivantes : vitesse ; distance parcourue ; durée du parcours ?
2. Quelles sont les unités de ces trois grandeurs dans le système international ?
3. Cite une application utile de cette formule.

20 Des mots pour une phrase.

Utilise ces mots pour construire des phrases correctes.

1. *Lune - Terre - satellite - unique - orbite - naturel.*
2. *Missions - Lune - distance - Terre - mesures - améliorer la précision.*
3. *Galaxie - Univers - système solaire - Voie lactée.*

21 Formation de l'Univers et du système solaire.

1. Les grandes structures de l'Univers sont-elles fixes ou en mouvement les unes par rapport aux autres ?
2. Comment s'appelle ce phénomène ?

22 Différents types de planètes.

Écris une phrase contenant les mots ci-dessous.

1. *Planète - Jupiter - Terre - planète géante.*
2. *Saturne - Terre - petite - grande.*
3. *Soleil - système solaire - planète - galaxie.*

23 Faire des schémas.

■ **COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques**

1. Avec des cercles et sans te soucier de l'échelle, représente les orbites des planètes autour du Soleil. Place les noms en légende.
2. Précise sur ce schéma où se trouvent les planètes telluriques et les géantes gazeuses.
3. Grâce à une double flèche partant du Soleil, précise à quelle distance correspond une unité astronomique.

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

24 Distances et durées dans le système solaire.

Mesurer la distance Terre-Lune

On peut mesurer la distance entre la Terre et la Lune à l'aide d'un laser tiré depuis la Terre : la lumière se réfléchit sur un réflecteur placé sur la Lune. Au moment de la mesure, les scientifiques ont trouvé que la distance entre la Terre et la Lune était de $3{,}90 \times 10^5$ km. On va chercher à déterminer la durée qu'il faut à la lumière du laser pour parcourir cette distance.

1. Quelle relation mathématique permet de calculer une durée en connaissant une distance et une vitesse ?
2. Quelle est la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide en km/s exprimée avec des puissances de 10 ?
3. Remplace dans la formule les symboles des grandeurs par leur valeur.
4. Effectue le calcul et exprime ton résultat en secondes.

Communiquer avec Mars

Dans l'éventualité où l'homme arriverait à installer une station habitée sur Mars, un des problèmes qui se poserait serait celui de la communication avec la Terre. On utiliserait des signaux électromagnétiques qui se propageraient à la vitesse de la lumière. On cherche à savoir quelle durée prendraient ces signaux pour atteindre la Terre.

Donnée : distance Terre-Mars = $2{,}28 \times 10^8$ km.

1. Quelle relation mathématique permet de calculer une durée en connaissant une distance et une vitesse ?
2. Applique cette formule et donne la durée mise par un signal pour parcourir la distance Terre-Mars.

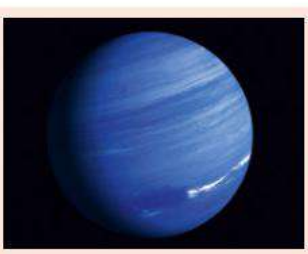
@ Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

La distance des planètes

Jean s'intéresse à Neptune, la dernière planète du système solaire, qui sera visible un soir de la semaine. Combien de temps a mis la lumière pour parvenir jusqu'à la Terre et rendre Neptune visible ?

Donnée : distance Terre-Neptune = $4{,}5 \times 10^9$ km.

1. Calcule la durée mise par la lumière pour parcourir la distance Neptune-Terre. Exprime-la dans l'unité la plus adaptée.



J'APPROFONDIS

25 Comprendre l'utilité de l'unité année-lumière.

Timothée apprend que la lumière reçue cette nuit sur Terre en provenance de l'étoile Deneb a été émise lors du règne du roi des Burgondes nommé Sigismond, fils de Gondebaud.

1. Effectue une recherche afin de connaitre les dates clés du règne de ce personnage.
2. Déduis-en les durées possibles du trajet de la lumière venant de Deneb.

26 Les diamètres des planètes.

1. Le tableau ci-dessous donne le pourcentage des diamètres des planètes du système solaire, comparés au diamètre de la Terre. Recopie-le et complète-le.

Planète	Diamètre	Pourcentage
Terre	13 700 km	100 %
Jupiter	$1{,}4 \times 10^8$ m	
Mercure	4 800 km	
Mars		50 %
Saturne		875 %
Vénus	12 700 000 m	

27 Valeurs approchées.

1. Donne la valeur approchée en km/s de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.
2. Calcule la valeur exacte, puis propose une valeur approchée en secondes de la durée mise par la lumière pour effectuer un aller-retour Terre-Lune.
3. Calcule la valeur exacte, puis propose une valeur approchée en minutes de la durée mise par la lumière émise par le Soleil pour arriver sur la Terre.
4. Propose une valeur approchée en km de la distance Terre-Soleil.

Données :

- distance Terre-Lune : 384 000 km
- distance Terre-Soleil : 149 600 000 km

28 Positions relatives.

1. Où se situe la Terre dans le système solaire ?
2. Où se situe la Lune dans le système solaire ?
3. Où se situe le Soleil dans le système solaire ?
4. Où se situe le système solaire dans la Voie lactée ?

29 Laquelle choisir ?

Anne dit à Jules que s'il pointe son laser dans la bonne direction, une planète recevra la lumière de celui-ci dans 35 minutes. Aide-le à déterminer la bonne planète.

Données :

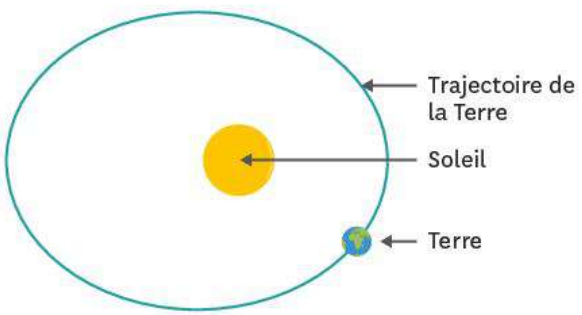
- distance Soleil-Terre = 1 UA
- distance Soleil-Mercure = 0,38 UA
- distance Soleil-Jupiter = 5,20 UA
- distance Soleil-Uranus = 19,20 UA

1. Positionne convenablement le Soleil et les trois planètes citées sur un schéma.
2. Donne la valeur en UA de la distance avec la Terre pour chacune des planètes, dans le cas où elles seraient toutes alignées.
3. En quelle unité faut-il exprimer ces distances pour pouvoir ensuite effectuer des calculs de durée ?
4. Calcule pour chaque planète la durée de propagation de la lumière à partir de la Terre.
5. Quelle est la bonne planète ?

30 Documentaire.

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

Le Soleil ne se situe pas au centre de la trajectoire de la Terre : il est décalé.



Lisa se documente et trouve les données suivantes :

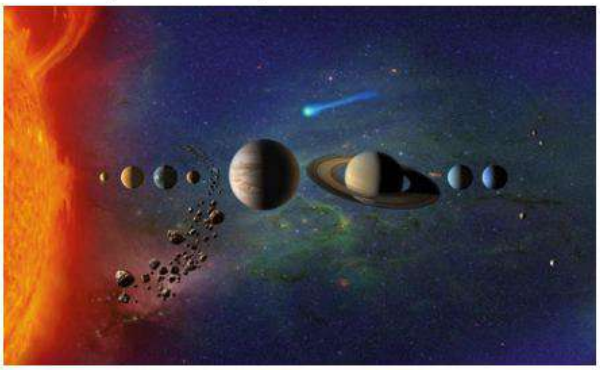
- point le plus proche du Soleil (périhélie) = 147,349 millions de km
- point le plus éloigné du Soleil (aphélie) = 152,446 millions de km

1. Quelle est la conséquence de ce décalage sur la durée de propagation de la lumière du Soleil à la Terre ?

31 Système solaire.

■ **COMPÉTENCE** **Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques**

1. Reproduis cette représentation artistique en la simplifiant et inscris en légende le nom de chacun des corps célestes représentés.



32 Vrai ou faux ?

Lily pense que la lumière diffusée par Neptune met 4 heures et 20 minutes pour arriver sur Terre.

1. A-t-elle raison ?

Données :

- distance Terre-Neptune = 4 545 millions de km
- vitesse de la lumière = 300 000 km/s

33 Faire des conversions.

Vrai ou faux ? Si l'égalité est fausse, corrige-la :

1. 1 km = $1,5 \times 10^{8}$ UA

2. $1,5 \times 10^{10}$ km = 100 UA

3. $4,5 \times 10^{8}$ km = 3 UA

4. 0,1 UA = 15 000 000 km

5. 0,07 UA = $1,05 \times 10^{18}$ km

6. 20 UA = 3 108 km

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

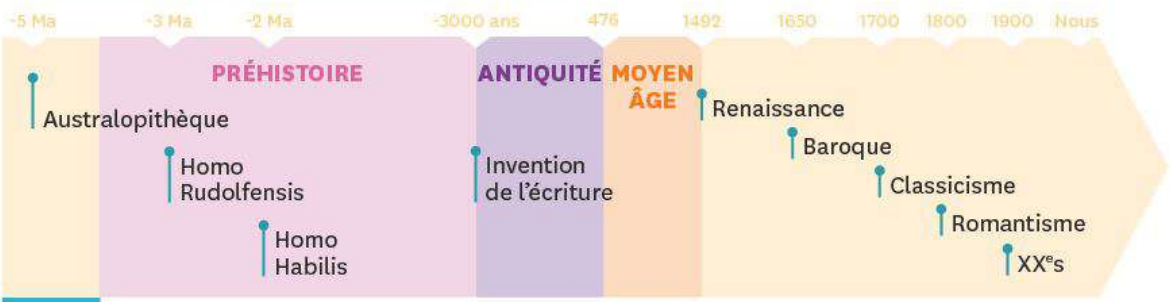
Enzo et Romain veulent faire une frise chronologique originale. Ils vont placer l'année de départ des lumières provenant de différents corps célestes (Doc. 1) et arrivant cette nuit sur Terre sur une frise existante (Doc. 2). Vérifie que chaque corps céleste prévu trouvera bien une place sur la frise.

Comment procéder ? Donne tes réponses.

Nom du corps céleste	Distance en km
Sirius	$8,1 \times 10^{13}$
Canopus	$9,2 \times 10^{14}$
Spica	2×10^{15}
Rigel	$8,5 \times 10^{15}$
Nuage de Magellan	$1,6 \times 10^{18}$
Galaxie d'Andromède	2×10^{22}

Doc. 1 **Tableau indiquant les distances relatives de différents corps célestes-Terre.**

Pour les deux dernières cases du tableau, les distances sont estimées par rapport à la Voie lactée et non par rapport à la Terre. Toutefois, cette différence de point d'origine n'est pas perceptible pour la résolution de l'exercice.



Doc. 2 **Frise historique.**

Les échelles de temps ne sont pas respectées, par souci de clarté de la frise.

34 Distance Terre-Lune.

La lumière va jusqu'à la Lune et revient sur Terre en 2,56 secondes.

1. Sachant que la vitesse de propagation de la lumière vaut approximativement 300 000 km/s, déduis-en la valeur de la distance Terre-Lune.
2. Propose une échelle adaptée permettant de représenter la Terre et la Lune sur une feuille de format A4.
3. Quelles distances, parmi celles qui suivent, pourraient également être représentées à l'échelle que tu as proposée ?

Données :

- hauteur Tour Eiffel : 300 m
- fleuve Mississipi : 3 780 km
- circonférence terrestre : 40 000 km

35 Calculs de pourcentages.

La durée de vie des hommes et des femmes ne cesse de croitre sur Terre. Cette augmentation de la durée de vie est essentiellement due aux avancées scientifiques. Que représentent 100 ans de vie terrestre par rapport aux durées caractérisant les astres ?

1. Recherche sur internet depuis combien de temps environ le gaz dioxygène est apparu sur Terre.
2. Calcule le pourcentage que représentent 100 ans par rapport à cette durée.
3. Recherche quelle est l'espérance de vie à la naissance en France.
4. Calcule le pourcentage que représentent 100 ans par rapport à cette durée.
5. Que peux-tu déduire de tes réponses aux questions 3 et 4 ?

36 Éloignement de la Lune.

La Lune s'éloigne en moyenne de 4 cm par an de la Terre.

1. Calcule l'augmentation de la durée du voyage aller-retour pour la lumière.
2. Cette augmentation est-elle mesurable avec un simple chronomètre de sport ? Explique ta réponse.

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Effectuer des recherches documentaires

› À l'aide des ressources documentaires dont tu disposes, effectue des recherches sur le thème des éclipses solaires, afin de présenter un exposé de quelques minutes sur le sujet.

Niveau 1

Je connais différents outils de recherches.

Coup de pouce : En dehors des sites internet, quels documents peuvent te permettre de faire des recherches sur les éclipses ? Dans ton établissement, où peux-tu trouver ces documents ?

Niveau 2

J'identifie les informations utiles proposées par un document.

Coup de pouce : Sur une feuille, note les informations trouvées qui te semblent importantes ainsi que leur source. Les informations importantes sont celles mises en valeur (en gras, italique, etc.).

Niveau 3

Je collecte les informations utiles en vérifiant la fiabilité de mes sources.

Coup de pouce : As-tu trouvé des informations similaires dans des documents différents ?

Niveau 4

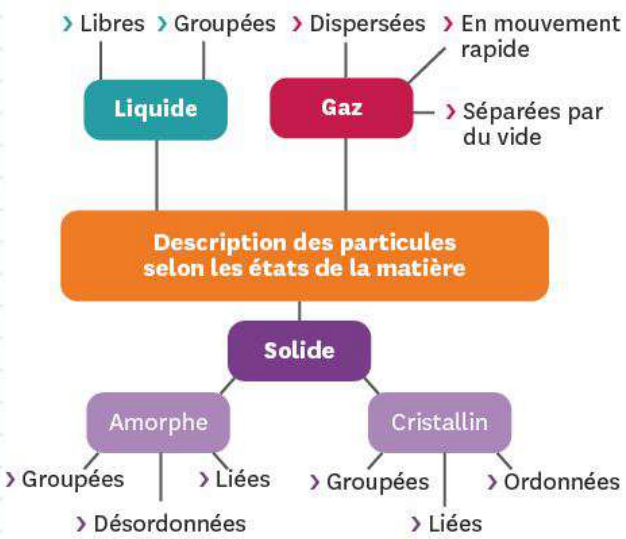
Je trie de façon pertinente les informations issues de ma recherche en vérifiant la fiabilité de mes sources.

Coup de pouce : Un site institutionnel est plus fiable qu'un site personnel. Si ton information vient d'un journal ou d'un livre, s'agit-il d'un ouvrage de vulgarisation scientifique connu pour son sérieux ?

Représenter graphiquement des notions

Je sais faire si :

- ✔ J'identifie correctement le sujet ou l'idée principale.
- ✔ Je peux faire la liste des notions logiquement associées à l'idée principale.
- ✔ Pour chaque notion, je peux identifier toutes les sous-notions associées et ainsi de suite.
- ✔ Je choisis un mode de représentation adapté (ici, la carte mentale).
- ✔ Je place l'idée principale au centre.
- ✔ Je trace un trait entre l'idée principale et chaque notion (création d'une branche).
- ✔ Je trace un trait entre chaque notion et chaque sous-notion associée.



Doc. 1 Exemple de carte mentale résumant l'organisation des particules dans les différents états de la matière.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Questions

Structure de l'Univers.

À l'aide de tes connaissances et, si nécessaire, de recherches complémentaires, présente les imbrications des grandes structures dont nous faisons partie.

Aide à la résolution

1. Fais l'inventaire de ces structures. Voici, dans le désordre, les mots qui composent les noms de chacune d'elles au cas où tu ne t'en souviendrais pas.
   - Solaire
   - Amas
   - Lactée
   - Univers
   - Terre
   - Galactique
   - Univers
   - Observable
   - Système
   - Voie
2. Classe-les par ordre d'imbrication. Rappelle-toi pour cela de la définition de ces structures en t'aidant de leurs noms.
3. Choisis un mode de représentation : ici, plutôt qu'une arborescence, le modèle des poupées russes convient bien. Choisis une manière de l'adapter qui soit simple.

Numérique

Des fiches AP supplémentaires et des exercices d'entrainement sur www.lelivrescolaire.fr

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

Les représentations de l'Univers

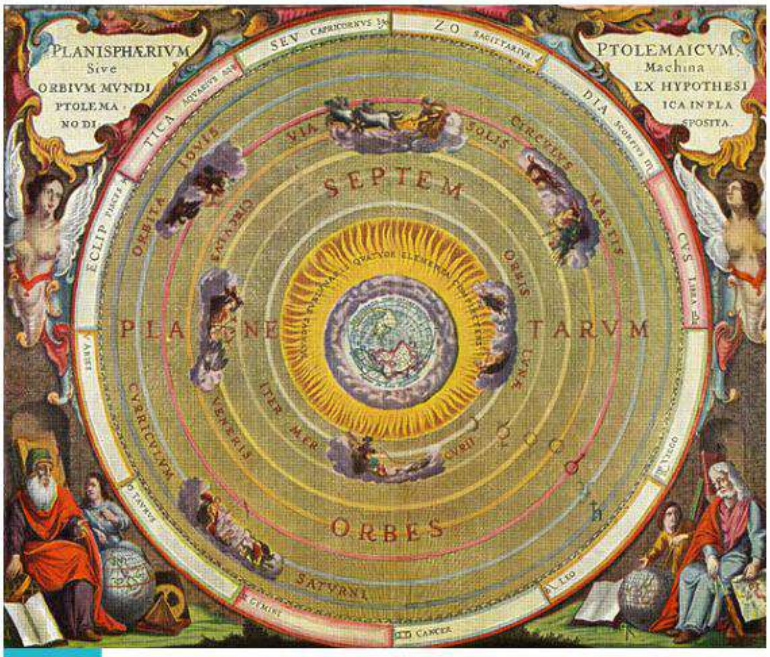
Ce que l'homme ne peut pas voir, il l'imagine. C'est ainsi que sans réellement deviner le mouvement des astres dans le ciel, de nombreux penseurs ont avancé des théories pour expliquer ce qui a longtemps été un des plus grands mystères de l'histoire des sciences.

Dans l'Antiquité, le savant grec Thalès (vers 600 av. J.-C.) imagine la Terre plate comme un disque, flottant dans un océan infini. Aristote (vers 350 av. J.-C.) propose une Terre sphérique au centre de l'Univers : c'est la théorie géocentrique. Elle rencontre un grand succès car elle semble en accord avec les observations du ciel. Ce système, amélioré par Ptolémée vers l'an 100, est celui sur lequel se sont basés les savants d'Europe et du Moyen-Orient durant tout le Moyen Âge.

Doc. 1 Le géocentrisme.

Il faut attendre la Renaissance et les travaux de Nicolas Copernic en 1543 pour que la thèse de l'héliocentrisme, qui place le soleil au centre de l'univers, soit présentée. Galilée, Kepler, Newton puis Halley travaillent successivement à la faire admettre. Elle sera finalement reconnue en 1758 lorsque Halley surprend tout le monde en arrivant à prévoir l'arrivée d'une comète : la comète de Halley. Plus question aujourd'hui de remettre en cause l'héliocentrisme : depuis l'avènement des satellites en 1957, nous avons une vision d'ensemble du système solaire !

Doc. 2 L'héliocentrisme.



Doc. 3 La répartition de la matière dans l'Univers selon le géocentrisme.

Questions

Pour les questions suivantes, cherche la réponse sur Internet.

1. Le Verrier, Hubble, Spoutnik, Chandrasekhar : tu as déjà peut-être entendu ces noms. À quoi font-ils référence ?
2. De tous temps des comètes sont passées au-dessus des hommes. Comment ont-ils successivement interprété ce phénomène ?

Numérique

Des documents supplémentaires sur www.lelivrescolaire.fr

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



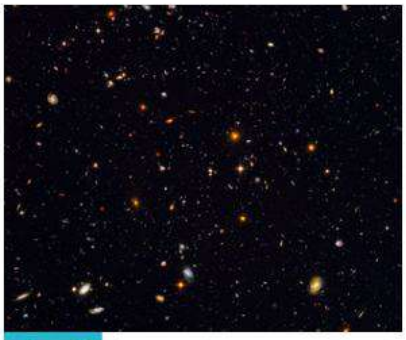
Objet d'étude

Vitesse lumière !

« L'hyperpropulsion » permet à Han Solo et Chewbacca de traverser une galaxie en quelques dizaines d'heures seulement. Ce moyen de propulsion permettrait-il de se déplacer d'une galaxie à l'autre ?



Doc. 1 La Voie lactée a un diamètre d'environ 100 000 années-lumière.



Doc. 2 L'espace lointain, vu par le téléscope Hubble.

Si Andromède est à environ 2,5 millions d'années-lumière, les galaxies observables les plus lointaines sont à près de 47 milliards d'années-lumière.

Questions

1. Han a traversé la Voie lactée en 24 heures. Est-ce vraiment plus rapide que la lumière ?
2. Pour aller jusqu'à la galaxie Andromède, combien de temps lui faudra-t-il ?
3. Han veut explorer la plus lointaine des galaxies observables. Est-ce une bonne idée ?

Esprit Scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

« L'Étoile du Berger », le troisième astre le plus brillant dans le ciel



Doc. 1 La Lune et « l'Étoile du Berger ».

L'Étoile du Berger est souvent visible juste avant le lever du Soleil ou juste après le coucher du Soleil.

Explication scientifique

« L'Étoile du Berger » est le nom donné à la planète Vénus ! Ce n'est pas une étoile car elle n'émet pas de lumière : elle réfléchit celle du Soleil (seule étoile de notre système).

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 20.
- Repère les astres les plus brillants dans le ciel et nomme-les grâce à ta carte du ciel. Tu peux essayer de trouver les différentes constellations !

› Des questions à se poser :

1. Quels sont les astres les plus brillants dans le ciel ? Ils peuvent servir de repères sur la carte.
2. Recherche l'autre nom de « l'Étoile du Berger ». Est-ce vraiment une étoile ? Émet-elle de la lumière ?

Que trouve-t-on

Esprit scientifique

Un nuage dans une bouteille ?

Découvre la suite de l'expérience p. 55



▲ Ne serait-il pas plus simple de faire directement apparaître le nuage dans la bouteille ?

Matériel

- Une bouteille d'eau pétillante en plastique, vide, propre et sans étiquette.
- Une pompe à vélo.
- Une valve de chambre à air adaptée sur le bouchon de la bouteille d'eau pétillante, ou un bouchon de fusée à eau.
- De l'alcool à bruler.



Je sais déjà

1. Lors des changements d'état de corps purs :

a. la température et la masse varient.

b. la température et la masse restent les mêmes.

c. la température varie et la masse reste la même.

2. Pour vérifier la présence d'eau, j'utilise :

a. l'eau de chaux.

b. l'ébullition.

c. le sulfate de cuivre anhydre.

3. Pour passer de l'état gazeux à l'état liquide, on réalise une :

a. fusion.

b. liquéfaction.

c. vaporisation.

4. La masse d'un litre d'eau est :

a. 1 kg.

b. 10 kg.

c. 100 g.

d. 1 g.

dans l'air ?

CHAPITRE 2



Sans l'atmosphère qui l'entoure, la Terre ne pourrait pas abriter la vie. Quelle est la composition de ce gaz ?

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les mélanges
- ✔ La dissolution
- ✔ Les états de la matière

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Le modèle particulaire de la matière
- ✔ Les états de la matière et leurs changements modélisés grâce aux particules

Je vais apprendre à...

- ✔ Déterminer la composition de l'air
- ✔ Représenter l'air à l'aide du modèle particulaire de la matière
- ✔ Déterminer expérimentalement si l'air possède une masse

■ **COMPÉTENCE** Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

1 Quelles sont les proportions des deux principaux composants de l'air ?

Manon et Yann lisent sur internet l'information suivante : « Les deux gaz principaux de l'air sont le dioxygène et le diazote. Les autres gaz ne représentent que 1 % de l'air ».
Manon affirme que le dioxygène est forcément majoritaire puisqu'il est indispensable à la respiration.
Yann lui répond qu'il peut tout à fait être indispensable sans être prédominant.

Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, quelles sont les proportions approximatives du dioxygène et du diazote dans l'air ?

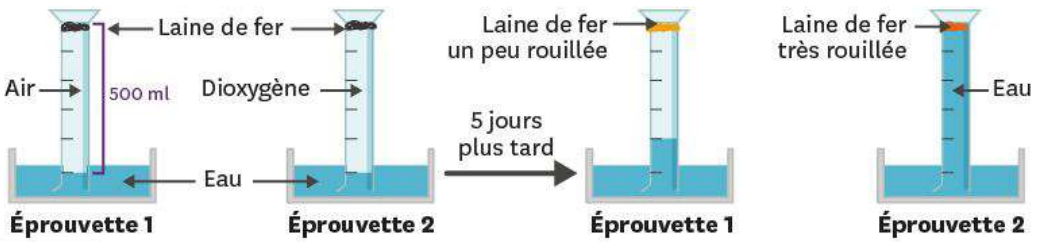


Doc. 1 Peindre pour protéger.

On peint la tour Eiffel car le fer rouille au contact du dioxygène. La peinture empêche cette corrosion en séparant l'air et le fer.

Vocabulaire

La corrosion du fer : transformation chimique qui donne de la rouille.



Doc. 2 Expériences de corrosion du fer.

Recherche de données

2. Doc. 2 Quel volume de gaz contient chaque éprouvette au début de l'expérience ?

3. Doc. 2 Quels volumes d'eau remplacent, dans chaque cas, le gaz consommé par la corrosion du fer ?

Analyse des données

4. Quel est le constituant de l'air responsable de la corrosion du fer ? Explique ta réponse.

5. Calcule sa proportion puis détermine celle de l'autre constituant.

Conclusion

6. Exprime la composition de l'air à l'aide de fractions simples et indique si ton hypothèse était correcte.

Pour réussir cette activité

- ✔ J'ai repéré des volumes sur les images.
- ✔ J'ai interprété le résultat de l'expérience.
- ✔ J'ai calculé les pourcentages demandés.

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

2 Qu'est-ce que l'air liquide ?

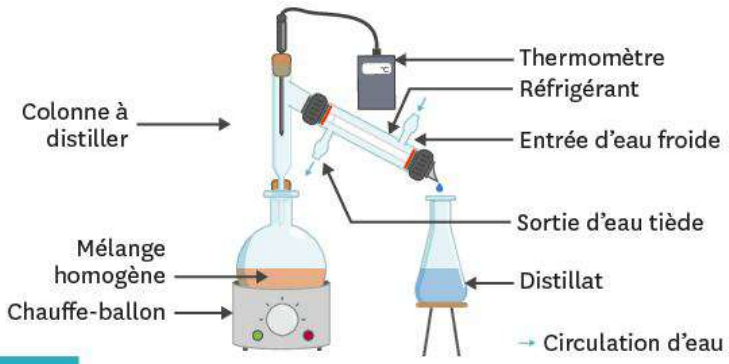


On voit parfois des camions citernes avec l'inscription « air liquide ». Qu'y a-t-il dans leurs citernes ?

Comment rend-on l'air liquide et à quoi cela sert-il ?

L'air liquide est le fruit d'un procédé industriel complexe : il faut d'abord débarrasser l'air des poussières, de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone qu'il contient. Les molécules de l'air sont ensuite « ralenties » grâce à plusieurs **compressions** et **détentes** successives qui font chuter sa température. À −200 °C, les molécules sont assez lentes pour se rassembler sans s'attacher : l'air devient liquide !

Doc. 1 Obtenir de l'air liquide.



Doc. 2 La distillation au laboratoire.

La distillation permet de séparer les mélanges liquides homogènes. Les éléments du montage remplissent les mêmes fonctions que dans l'industrie.

On peut séparer les constituants d'un liquide par chauffage progressif si leurs températures d'ébulition sont différentes. Dans le cas de l'air liquide, dès −196 °C, on récupère le diazote. À −186 °C vient l'argon, à −183 °C le dioxygène, etc. À nouveau liquéfiés, ces gaz servent dans l'industrie et la santé.

Doc. 3 Distiller de l'air !

Exploration et analyse

1. Quels changements permettent à l'air de devenir liquide ?
2. **Doc. 1 et 3** Retrouve les noms des différents composants de l'air.
3. Quelle technique permet de les séparer ?
4. Explique comment cette séparation est possible.

Synthèse

5. Indique les fonctions du chauffe-ballon et du réfrigérant utilisés au laboratoire.

Vocabulaire

La compression : réduction du volume d'un gaz.

La détente : augmentation du volume d'un gaz.

La distillation : ébullition suivie d'une liquéfaction.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai compris et réexpliqué comment on liquéfie l'air.**
- ✔ **J'ai compris et réexpliqué l'utilité de la distillation.**
- ✔ **J'ai compris et réexpliqué le fonctionnement de la distillation.**

■ **COMPÉTENCE** Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

3 Vider une bouteille d'air comprimé la rend-elle plus légère ?

Gabriel et Kenza sont inscrits aux jeunes sapeurs-pompiers. Ils aident à ranger les bouteilles d'air comprimé qui permettent aux pompiers en intervention de respirer sans absorber de fumée toxique.
Gabriel remarque que les bouteilles qui ont servi sont plus légères que les autres. Kenza pense que c'est impossible car selon elle, l'air ne pèse rien.



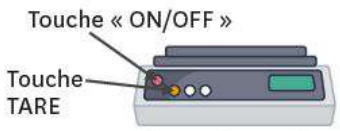
Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, l'air possède-t-il une masse ?



La fumée est un nuage de particules solides en suspension dans l'air. La respirer est dangereux car les particules solides se déposent dans les poumons et perturbent leur fonctionnement.

Doc. 1 Équipement de protection d'un pompier sur les lieux d'un incendie.



Balance électronique

Doc. 2 Une balance électronique.

La touche « tare » permet de remettre l'affichage de la balance à zéro. Seule la masse ajoutée ensuite sur le plateau sera alors affichée.

Expérimentation

2. Protocole : Propose un protocole expérimental qui permettra de vérifier ton hypothèse, en remplaçant la bouteille par un ballon.

3. Mesures :

a. Après validation du professeur, mets en œuvre ton protocole.

b. Note les résultats obtenus.

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Analyse des résultats

4. Compare la masse du ballon avant et après avoir ajouté (ou enlevé) de l'air.

5. Que peux-tu en déduire ? Cela valide-t-il ton hypothèse ?

Conclusion

6. Explique ton résultat, sachant que la molécule de dioxygène et celle de diazote possèdent chacune une masse propre.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai formulé une hypothèse sur le fait que l'air possède une masse.**
- ✔ **J'ai conçu et réalisé une expérience pour vérifier mon hypothèse.**
- ✔ **J'ai expliqué mon résultat avec les molécules.**

■ **COMPÉTENCE** Identifier le problème à résoudre

4 De l'eau dans le gaz !

Louis a appris que la masse d'un litre d'air était de 1,3 g. Victor lui fait remarquer qu'il est important de savoir où a été prélevé ce litre d'air, car cela peut faire une différence.

TA MiSSion

La masse d'un litre d'air est égale à 1,3 g dans **les conditions normales de température et de pression**. Est-ce vrai quel que soit l'endroit où la mesure a été faite ? Tu répondras en t'appuyant sur des informations et des valeurs chiffrées issues des documents.

La composition chimique de l'air comprend pour l'essentiel du diazote, du dioxygène, des gaz rares, du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau qui intervient dans des proportions pouvant aller de 0,1 % à 5 %. Lorsque l'air contient beaucoup de vapeur d'eau, les proportions de ses autres composants sont moindres (on considère pour simplifier que certaines molécules de dioxygène ou de diazote sont remplacées par des molécules d'eau).

Doc. 1 Composition de l'air.

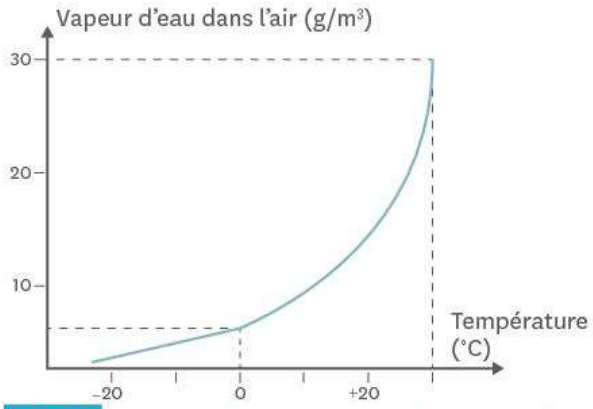
Masse d'une molécule de diazote	$4{,}6 \times 10^{-23}$ g
Masse d'une molécule de dioxygène	$5{,}3 \times 10^{-23}$ g
Masse d'une molécule d'eau	$3{,}0 \times 10^{-23}$ g
Masse d'une molécule de dioxyde de carbone	$7{,}3 \times 10^{-23}$ g

Doc. 3 Masse des molécules constituant l'air.

Le mot « climat » renvoie à l'ensemble des phénomènes naturels atmosphériques en un lieu donné. Pour définir un climat, il faut procéder à l'analyse d'une série de mesures de **grandeurs** telles que la température et l'humidité de l'air du lieu concerné. Par exemple, le climat équatorial est chaud et humide toute l'année. Quant au climat polaire, il est très froid avec des précipitations faibles, le plus souvent sous forme de neige.

Doc. 4 Les climats.

Fiche méthode n°1 p. 230



Doc. 2 Masse maximale de vapeur d'eau par m³ d'air en fonction de la température de l'air.

Vocabulaire

Les conditions normales de température et de pression : conditions d'expérimentation et de mesures qui permettent de comparer des résultats T = 0 °C et P = 1 013 hPa.

Une grandeur : information qui peut être mesurée, s'exprime à l'aide d'un nombre et d'une unité.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai expliqué le lien entre la masse de l'air et les proportions de ses composants.**
- ✔ **J'ai identifié des circonstances capables de faire varier la composition de l'air.**
- ✔ **J'ai utilisé des valeurs chiffrées pour illustrer mes explications.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Les deux principaux composants de l'air

- L'air est composé principalement de deux gaz : le diazote (environ 78 %) et le dioxygène (environ 21 %).
- Au niveau microscopique, il y a donc quatre fois plus de molécules de diazote que de molécules de dioxygène.
- Le dioxygène est responsable de **la corrosion du fer**.

L'essentiel !

L'air est composé d'environ $\frac{1}{5}$ de dioxygène et de $\frac{4}{5}$ de diazote.

2 Une méthode de séparation des composants de l'air

- L'air est en réalité composé de nombreux gaz : diazote, dioxygène, dioxyde de carbone, vapeur d'eau, argon, etc.
- On peut liquéfier l'air en abaissant sa température. Cela permet de le stocker plus facilement.
- L'industrie sépare les constituants de l'air par **distillation**. Chaque gaz est récupéré quand sa température d'ébullition est atteinte. Pur, le gaz isolé peut alors être à nouveau liquéfié si nécessaire.

La distillation est une technique utilisant une vaporisation suivie d'une liquéfaction, et qui permet la séparation des constituants d'un mélange. Le liquide obtenu est appelé le « distillat ».

3 L'air possède une masse

- Les récipients dans lesquels on ajoute de l'air deviennent plus lourds, ce qui prouve que l'air possède une masse.
- Dans les conditions habituelles, un litre d'air possède une masse d'environs 1,3 g.
- La fumée est constituée de particules solides en suspension dans l'air.

Dans **les conditions normales de température et de pression** (0 °C et 1 013 hPa), la masse d'un litre d'air est de 1,3 g.

4 Ce qui fait varier la masse de l'air

- La masse d'un litre d'air dépend des molécules qui sont présentes dans ce litre d'air.
- La masse d'un litre d'air très humide, à 1013 hPa (pression au niveau de la mer), est légèrement inférieure à 1,3 g car les molécules d'eau ont une masse plus petite que celle des autres constituants de l'air.

Les variations de composition de l'air peuvent modifier la masse habituelle d'un litre d'air.

Mots-clés

La compression : activité 2.
Les conditions normales de température et de pression : activité 4.
La corrosion du fer : activité 1.
La détente : activité 2.
La distillation : activité 2.

Je retiens par l'image

78 % de diazote

1 % d'autres gaz (dioxyde de carbone, argon, etc.)

21 % de dioxygène

Distillation

Air liquide

Abaissement de la température

L'air est un mélange homogène

L'air a une masse :
1 L d'air à 0 °C au niveau de la mer a pour masse 1,3 g



Augmentation de l'humidité

Baisse de la pression

Augmentation de la température

La masse d'un litre d'air devient < 1,3 g

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Utiliser la proportionnalité et calculer des pourcentages.	1	9 22 32 33
✔ Expliquer comment séparer les composants d'un mélange homogène par distillation.	2	3 16 29
✔ Déterminer les volumes de diazote et de dioxygène à mélanger pour recréer un volume d'air donné.	2	27
✔ Décrire l'air à l'aide du modèle moléculaire.	3	17 19 23
✔ Vérifier expérimentalement que l'air possède une masse.	3	14 15

Je me TESTE

Je sais

1 **L'air est :**

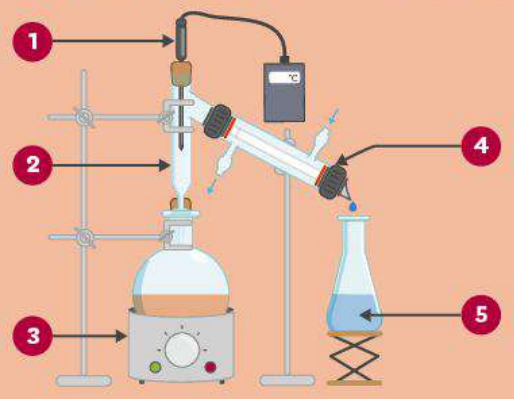
1. un mélange composé de 80 % de dioxygène et de 20 % de diazote environ.
2. un mélange composé de 80 % de diazote et de 20 % de dioxygène environ.
3. un corps pur.
4. un mélange composé de 80 % de dioxyde de carbone et de 20 % de dioxygène environ.

2 **La masse d'un litre d'air dans les conditions normales de température et de pression est de :**

1. 1,3 kg.
2. 1,3 g.
3. 13 g.
4. 3 g.

3 **Annote le schéma de la distillation.**

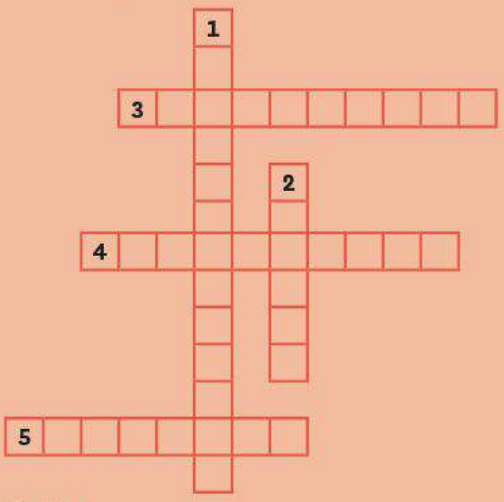
1. Attribue à chaque numéro le mot correspondant, choisi dans la liste suivante : *réfrigérant - distillat - chauffe-ballon - colonne à distiller - thermomètre.*



4 **La fumée est composée :**

1. de plusieurs gaz.
2. d'un gaz.
3. de gaz et de particules solides en suspension.
4. de particules solides.

5 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Technique de séparation des mélanges homogènes.
2. Composée de gaz et de particules solides.

Horizontal :

3. Gaz présent dans l'air intervenant lors de la corrosion du fer.
4. Gaz ou particules solides qui nuisent à la qualité de l'air.
5. Gaz représentant 80 % d'un volume d'air.

Je sais faire

6 **Pour séparer les composants d'un mélange homogène, on réalise :**

1. une décantation.
2. une filtration.
3. une distillation.
4. une évaporation.

7 **Lors d'une distillation, on réalise :**

1. une liquéfaction suivie d'une ébullition.
2. une décantation suivie d'une filtration.
3. une ébullition suivie d'une liquéfaction.

8 **Pour montrer qu'il y a $\frac{1}{5}$ de dioxygène de l'air :**

1. on fait chauffer progressivement 1,3 g d'air liquide.
2. on mesure la masse d'un ballon avant et après lui avoir enlevé un peu d'air.
3. on mesure le volume de gaz manquant après que l'air emprisonné a permis à du fer de rouiller.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

9 **Utiliser la masse d'un litre d'air.**

Selon les normes de la FIFA, le ballon doit peser entre 410 g et 450 g. Le ballon de foot de Tom a une masse de 442 g dégonflé. Pour le gonfler, il doit y ajouter 6 L d'air.

1. Quelle masse d'air doit ajouter Tom pour gonfler son ballon ?
2. Le ballon de Tom est-il conforme aux normes de la FIFA ?



Étapes de la méthode

1. Relever et noter la valeur donnée utile pour la question.
2. Écrire la valeur de la masse d'un litre d'air.
3. Vérifier que les unités des valeurs de l'exercice sont le litre ou le gramme, et sinon convertir.
4. Utiliser la relation de proportionnalité qui lie la masse et le volume d'air ; faire un tableau de proportionnalité.

Masse d'air (g)	1,3	X
Volume d'air (L)	1	V

d'où : $X = \frac{1,3 \times V}{1}$

5. Conclure avec une phrase.

Corrigé :

$V_{air} = 6$ L ; $m_{\text{ballon dégonflé}} = 442$ g.

1. On sait qu'un litre d'air a une masse de 1,3 g. Le volume à ajouter est de 6 L.

Masse d'air (g)	1,3	X
Volume d'air (L)	1	6

On utilise la proportionnalité : $X = \frac{6 \times 1,3}{1} = 7,8$ g.

La masse d'air ajoutée sera de 7,8 g.

2. Pour savoir si le ballon correspond aux normes de la FIFA, il faut calculer la masse du ballon gonflé : $442 + 7,8 = 449,8$ g < 450 g.
Le ballon de Tom est donc conforme aux normes de la FIFA.

Exercice similaire

10 **Bouteilles des pompiers.**

Certaines bouteilles d'air comprimé utilisées par les pompiers ont une masse de 2,6 kg lorsqu'elles sont vides. Une fois remplies, elles pèsent 4,2 kg.

1. Quelle masse d'air peut-on ajouter dans ces bouteilles ?
2. Calcule le volume d'air correspondant à cette masse.



Je m'ENTRAINE

11 Corps purs et mélanges.

1. Qu'est-ce qu'un corps pur ? Donne un exemple.
2. Qu'est-ce qu'un mélange ? Donne un exemple.

12 Masse de quelques volumes d'air.

1. Quelle est la masse d'un litre d'air ?
2. Quelle est la masse de 2 L d'air ?
3. Quelle est la masse de 1,5 L d'air ?

13 Ballon de basket.

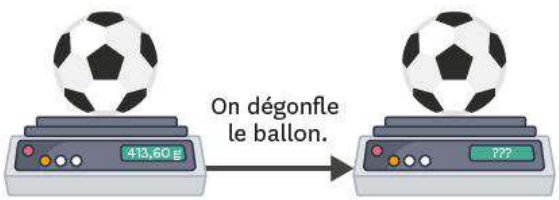
La masse d'un ballon de basket est de 619 g. On gonfle ce ballon en y ajoutant 1,5 L d'air.

1. Quelle est la masse du ballon après gonflage ?

14 Un ballon dégonflé.

On réalise l'expérience représentée ci-dessous.

1. La masse affichée sur la balance sera-t-elle supérieure, inférieure ou égale à la masse de départ ? Justifie ta réponse.



15 Masse d'un litre d'air.

Pour déterminer la masse d'un litre d'air, on réalise l'expérience schématisée ci-dessous :

1. La technique utilisée pour récupérer le gaz s'appelle « le déplacement de l'eau ». Explique ce nom.
2. Quelle est la masse de l'air récupéré ?
3. Calcule la masse d'un litre d'air.



16 Distillation.

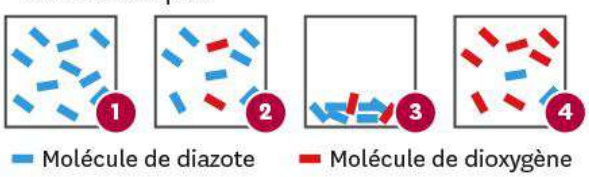
Dans une distillation :

1. Quel est le changement d'état observé dans le récipient de chauffage ? De quelle grandeur physique fait-on, pour cela, varier la valeur ? Quelle est sa variation ?
2. Explique en quelques mots le rôle du réfrigérant.

17 Représentation particulaire de l'air.

■ **COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques**

1. Rappelle les pourcentages des deux principaux gaz composant l'air.
2. Parmi les représentations suivantes, choisis celle qui représente l'air qui nous entoure en justifiant ton choix.
3. Explique pourquoi les autres représentations ne conviennent pas.

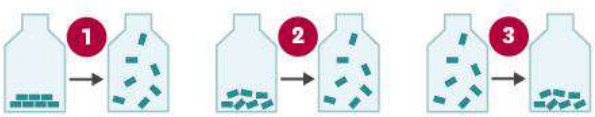


18 Liquéfaction.

■ **COMPÉTENCE Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté**

Les schémas suivants représentent des changements d'état.

1. Lequel de ces schémas correspond à la liquéfaction ? Justifie ta réponse.



19 Changement d'état.

Lorsqu'on diminue suffisamment la température d'un gaz, les molécules se rapprochent sans s'attacher et le gaz se transforme en liquide.

1. Explique à l'aide du modèle moléculaire ce qui va se produire si on diminue encore la température.

20 Liquéfier l'air.

■ **COMPÉTENCE** **Modéliser des phénomènes pour les expliquer**

Pour extraire les différents gaz contenus dans l'air, il faut réaliser une distillation et pour cela, il faut le liquéfier.

1. Explique ce qu'il se passe au niveau des molécules lors de la liquéfaction.
2. Fais un schéma représentant les deux principaux constituants de l'air avant et après liquéfaction.

21 Fumée ou gaz ?

Dans une casserole, Marie fait chauffer de l'eau pour faire du thé. Il fait froid dans la cuisine et l'air est humide. Un « nuage » blanc se forme au-dessus de la casserole. Elle s'étonne de la fumée produite. Paul lui répond que ce n'est pas de la fumée mais du brouillard.

1. Qui a raison ? Justifie ta réponse.
2. Quel est l'état physique des composants de ce brouillard ?

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

22 Volume de gaz libéré par une bouteille d'air comprimé.

Une séance de paintball

Pour propulser les billes de peinture au paintball, on utilise des bouteilles d'air comprimé. La bouteille de 1,5 kg ne pèse plus que 1,0 kg en fin de partie.

1. Explique l'origine de la différence de masse de la bouteille entre le début et la fin de la partie.
2. Calcule la valeur de cette différence.
3. Convertis la masse que tu as trouvée en grammes.
4. Rappelle la valeur de la masse d'un litre d'air.
5. Calcule, à l'aide du tableau de proportionnalité ci-dessous, le volume d'air utilisé lors de cette partie de paintball.

Masse d'air (en grammes)		
Volume d'air (en litres)	1	

Un aérographe

Pour faire de la peinture sur carrosserie, on peut utiliser un aérographe. L'aérographe utilise de l'air comprimé d'une bouteille pour propulser la peinture. Après une semaine d'utilisation, la bouteille d'air comprimé est passée de 1,1 kg à 0,7 kg.



1. Calcule la masse d'air consommée lors de cette semaine.
2. Convertis cette masse en gramme.
3. Utilise la proportionnalité pour calculer le volume d'air utilisé.

Des bouteilles d'air pour la plongée

Pour la plongée sous-marine, on utilise principalement des bouteilles d'air comprimé pour respirer. Une bouteille pleine pèse 6,2 kg. Après une séance de plongée, elle ne pèse plus que 5,2 kg.

1. Détermine le volume à pression atmosphérique de l'air utilisé lors de cette sortie.

J'APPROFONDIS

23 Comprimer de l'air.

Pour remplir une bouteille d'air comprimé, utilisée en plongée ou par les pompiers, on doit réaliser une compression. Pour cela, il faut diminuer le volume occupé par le gaz, ce qui fait augmenter la pression dans la bouteille.

1. Que va-t-il se passer du point de vue moléculaire lorsqu'on va comprimer le gaz ?
2. Le nombre de molécules a-t-il diminué lors de la compression ? Justifie ta réponse.
3. Dans deux rectangles de tailles différentes, schématise l'air avant et après la compression.

24 L'atmosphère de Mars.

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Le tableau ci-dessous rassemble des informations sur la composition de l'atmosphère de la planète Mars.

1. Trace le diagramme circulaire représentant la composition de l'atmosphère de Mars.
2. Pourquoi est-il impossible de vivre en respirant l'atmosphère de la planète Mars ?

Gaz	Dioxyde de carbone	Diazote	Argon	Autres gaz (dont monoxyde de carbone)
Proportion en %	95,3	2,7	1,6	0,4

25 Pompiers et calculs.

Les pompiers utilisent des bouteilles d'air comprimé afin de respirer sans danger sur les lieux d'incendie. Certaines bouteilles peuvent libérer 1 600 L d'air, ce qui leur permet d'intervenir sur un feu pendant 30 à 40 minutes. Une bouteille vide pèse 3,9 kg.

1. Rappelle la masse d'un litre d'air.
2. Calcule la masse d'une bouteille pleine.
3. Au retour d'une intervention, une des bouteilles utilisées pèse 5,2 kg. Calcule le volume de gaz libéré lors de cette sortie.

26 Calcul et masse d'un litre d'air.

La masse d'un litre de dioxygène est de 1,43 g.
La masse d'un litre de diazote est de 1,25 g.

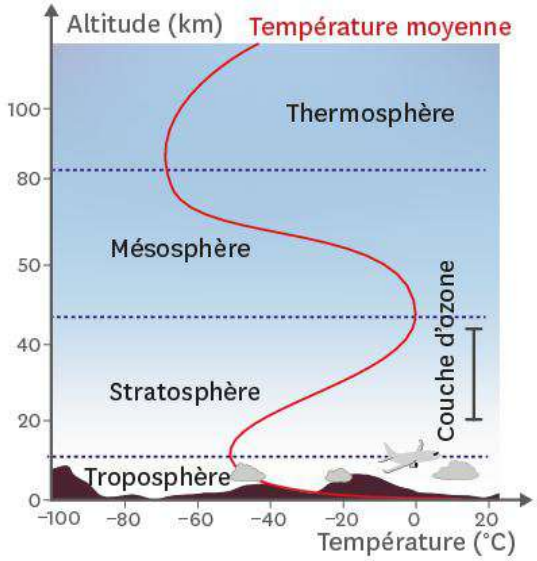
1. Retrouve par le calcul la masse d'un litre d'air.

27 L'atmosphère terrestre.

COMPÉTENCE Effectuer des recherches documentaires

L'atmosphère est une couche de gaz qui entoure la Terre. On compare parfois la Terre à une pomme : la peau correspondrait à l'atmosphère et la chair du fruit à la Terre. Cette comparaison donne une idée de l'ordre de grandeur de l'épaisseur de l'atmosphère par rapport au diamètre de la Terre. De plus, cette enveloppe de gaz est divisée en plusieurs « couches » dans lesquelles la température et la pression varient.

1. D'après l'énoncé, est-ce que l'atmosphère a une épaisseur importante par rapport à la Terre ? Justifie ta réponse.
2. D'après le schéma, dans quelle couche de l'atmosphère vivons-nous ?
3. À quelle altitude se déplace un avion de ligne ? Quelle est alors la température extérieure ?
4. Effectue une recherche pour déterminer quels sont les différents rôles de l'atmosphère terrestre.



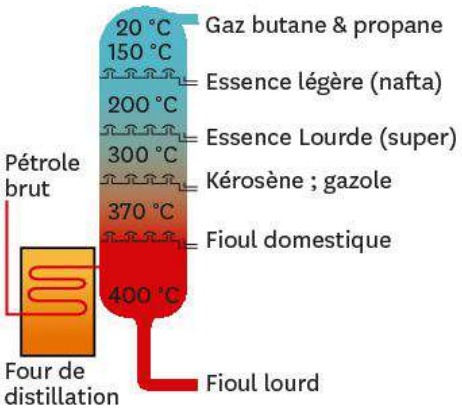
28 Les bouteilles de plongée.

Pour pratiquer la plongée sous-marine, les plongeurs peuvent utiliser des bouteilles capables de libérer 2 400 L d'air.

1. Calcule les volumes de diazote et de dioxygène libérés à la même pression que l'atmosphère.

29 Une autre utilisation de la distillation.

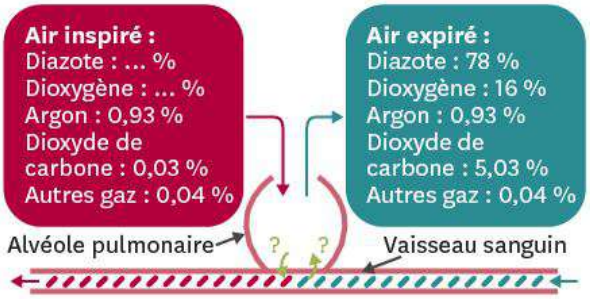
La distillation fractionnée, utilisée pour séparer les composants de l'air, est aussi utilisée dans le domaine de la pétrochimie. Elle permet d'obtenir différents carburants à partir du pétrole.



1. Quels sont les différents composants que cette distillation permet d'obtenir ?
2. D'après le schéma, à quelles températures récupère-t-on le super, le gazole et le fioul domestique ?
3. Explique le principe de fonctionnement de la distillation.

30 La respiration.

Lors de la respiration, des échanges de gaz sont réalisés au niveau des alvéoles pulmonaires.



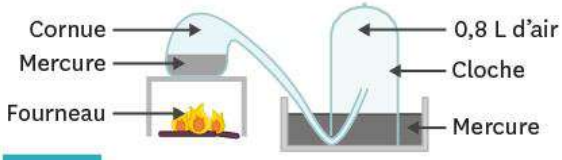
1. Complète le schéma en donnant les pourcentages de diazote et de dioxygène.
2. D'après le schéma, quel est le gaz qui est utilisé lors de la respiration ? Explique ta réponse.
3. Quel est son rôle dans notre organisme ?
4. Quel est le gaz qui est rejeté ? Imagine une expérience qui permettrait de le prouver.

Je résous un PROBLÈME

COMPÉTENCE Interpréter des résultats

En 1789, Lavoisier publia dans son *Traité de chimie élémentaire* le récit de son expérience de 1775 sur la composition de l'air.

Cette expérience aurait-elle pu permettre à Lavoisier de découvrir avec précision la proportion de dioxygène dans l'air ? Détaille ta réponse à l'aide d'un texte dans lequel devront aussi apparaître des calculs.



Doc. 1 Schéma de l'expérience de Lavoisier.

Lavoisier fait chauffer du mercure dans une cornue pendant 12 jours. Il observe alors l'apparition de particules rouges sur le mercure dans la cornue. Le niveau de mercure dans la cloche augmente et il n'y reste plus que 0,66 L de gaz.

Lavoisier poursuit cette expérience par d'autres, puis conclut que le gaz restant dans la cloche « n'était plus propre à la respiration ni à la combustion car les petits animaux qu'on y introduisait périssaient en peu d'instants et les lumières s'y éteignaient sur le champ comme si on les eût plongées dans l'eau ». Il appela ce gaz « mofète » et le gaz qui avait disparu « air vital ».

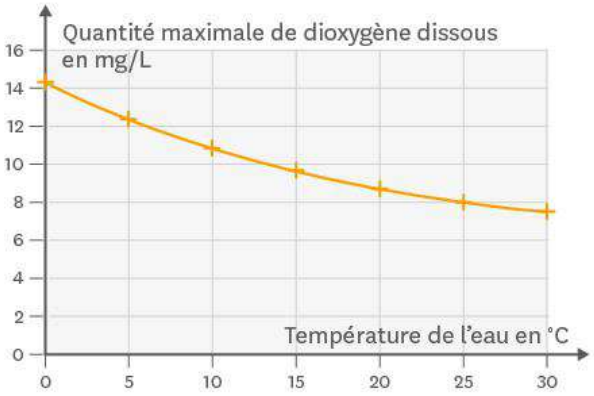
Doc. 2 Analyse du gaz restant par Lavoisier.

31 De l'air dans l'eau !

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou documents graphiques

L'air, et plus particulièrement le dioxygène, sont des gaz solubles dans l'eau.

1. En t'aidant du graphique suivant, explique pourquoi on trouve de grandes quantités de poissons dans les eaux froides.



32 Représentation moléculaire des gaz.

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

En laboratoire, on réalise dans un flacon un mélange comportant 10 % de dioxygène, 20 % de dioxyde de carbone et 70 % de diazote.

1. Réalise dans un rectangle la représentation moléculaire du gaz obtenu à l'aide de modèles. Justifie ta réponse.

33 L'air a-t-il toujours eu la même composition ?

Il y a 4 milliards d'années, l'atmosphère de la Terre était composée de 50 % de dioxyde de carbone et de 40 % de diazote.

Données :
Masse d'un litre de diazote : 1,25 g.
Masse d'un litre de dioxyde de carbone : 2 g.
Les masses précédentes sont données dans les mêmes conditions de température et de pression.

1. Calcule la masse d'un litre d'air à cette époque.

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Émettre des hypothèses

Marie gonfle deux roues identiques à la même pression, l'une à l'air et l'autre au diazote. Elle s'étonne car la roue gonflée au diazote est plus légère.

« C'est pas de chance ! » dit Lou.
« C'est normal, moi je sais pourquoi ! » dit Isabelle.
« C'est la balance qui est détraquée ! » dit Tanor.

› Et toi, quelle hypothèse peux-tu proposer à Marie ?

Données à pression atmosphérique :
- masse pour 1 L de dioxygène : 1,31 g ;
- masse pour 1 L de diazote : 1,25 g.

Niveau 1

Je sais ce qu'est une hypothèse.

Coup de pouce : Parmi Lou, Tanor et Isabelle, qui propose une explication scientifique ?

Niveau 2

Je comprends l'hypothèse qui m'est proposée.

Coup de pouce : Comment expliquer les résultats de Marie avec l'hypothèse de Tanor ?

Niveau 3

Je propose une hypothèse en lien avec le problème.

Coup de pouce : À pressions égales, 1 L d'air et 1 L de diazote ont-ils la même masse ?

Niveau 4

Je formule clairement l'hypothèse que j'ai émise pour me permettre de la valider.

Coup de pouce : Choisis une formulation de ton hypothèse soulignant le lien entre les causes et les effets.

Représenter des données sous forme d'un graphique

- ✔ J'identifie précisément les données à représenter, issues d'une expérience, en lisant attentivement le texte.
- ✔ J'identifie les valeurs qui iront sur l'axe des abscisses (horizontal) et celles qui iront sur l'axe des ordonnées (vertical).
- ✔ Je trace les axes en positionnant correctement l'origine (en fonction des données) et je les gradue en utilisant les échelles qui sont données.
- ✔ Je place les points en lisant leurs coordonnées dans le tableau de mesures.
- ✔ Je relie les points à main levée de façon la plus harmonieuse possible (pas de règle, sauf si tous les points sont alignés).

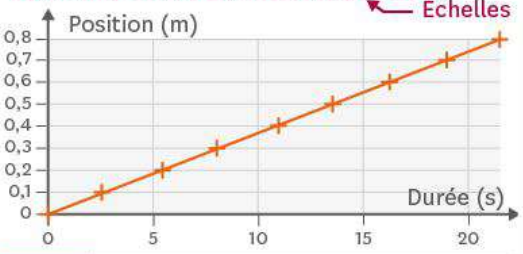
Données à représenter

Axe horizontal

Durée t (en s)	0	5	7	11	13	17	22
Position x (en m)	0	0,2	0,28	0,44	0,52	0,68	0,88

Axe vertical

On prendra 1 cm pour 2 et 1 cm pour 0,1 m ← Échelles



Doc. 1 Positions d'un train en fonction de la durée de mouvement.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Dans l'air, il existe un petit pourcentage d'eau sous forme de vapeur qui varie légèrement selon le temps qu'il fait « humide » ou « sec ». L'humidité de l'air est le pourcentage de la quantité réelle d'eau contenue dans l'air rapportée à la quantité maximale pour la température considérée. La quantité maximale de vapeur d'eau dans l'air dépend de la température. Ses différentes valeurs sont données par le tableau suivant :

Température (°C)	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
Quantité maximale d'eau (g/m^3)	2	3	4,5	6,5	9,5	13	17	23,5	30

Questions

1. Trace la courbe donnant la variation de la quantité maximale d'eau en fonction de la température de l'air. On prendra 1 cm pour 5 °C et 2 cm pour 5 g/m^3.
2. La quantité maximale d'eau dans l'air est-elle proportionnelle à sa température en degrés Celsius (°C) ? Explique ta réponse.

Aide à la résolution

1. Le plus important pour commencer est de savoir quelles informations doivent être placées en abscisse et en ordonnée. Dans l'énoncé, repère l'expression « en fonction de ». La grandeur citée juste avant se place en ordonnée, et la grandeur citée après se place en abscisse.
2. Le graphique de deux grandeurs proportionnelles l'une à l'autre se reconnait facilement : c'est une droite qui passe par l'origine. Vérifie si c'est le cas du graphique que tu as obtenu.

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

Lavoisier à l'assaut de l'air

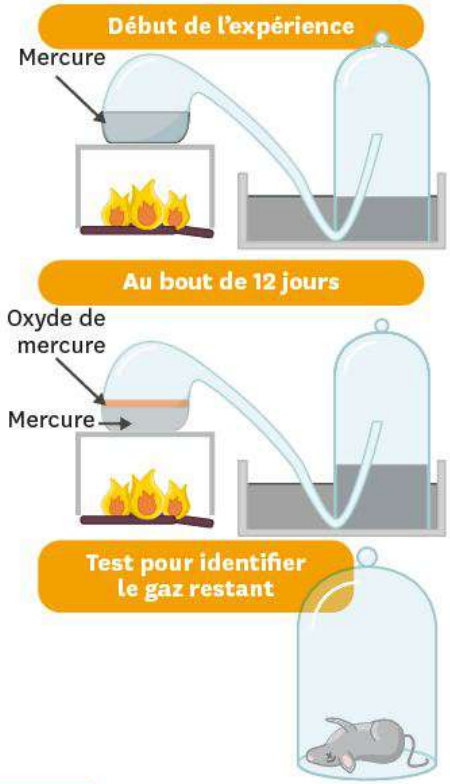
Célèbre chimiste français, Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) fut le premier à comprendre que l'air n'est pas un corps pur mais un mélange de plusieurs gaz. Dans l'Europe des Lumières, il utilise les dernières innovations techniques pour mener ses expériences et bâtir une nouvelle approche de l'étude de la matière.

Antoine-Laurent de Lavoisier possède un esprit curieux et ouvert. Il s'intéresse à tous les domaines, de l'astronomie à la biologie, en passant par le droit et la météorologie. Il correspond régulièrement avec les grands scientifiques européens : il est donc informé des découvertes les plus récentes et des idées les plus neuves. Sa fortune lui permet d'équiper un laboratoire très moderne dont l'élément majeur est une balance de précision : c'est en pesant systématiquement tous les composés qu'il révolutionnera peu à peu la chimie.

Doc. 1 Lavoisier, un scientifique aux méthodes nouvelles.

Lavoisier refait en 1775 une expérience mise au point par le britannique Joseph Priestley et en tire des conclusions novatrices. Il fait bouillir 122,4 g de mercure dans une cornue reliée à une cloche à mercure contenant 0,85 L d'air (voir le schéma). Peu à peu, de l'oxyde rouge de mercure se forme et le niveau d'eau monte sous la cloche (le gaz occupe 0,17 L de moins qu'au départ). Au bout de 12 jours, plus aucune évolution n'est visible et il reste du mercure non oxydé. Lavoisier coupe le chauffage et récupère le gaz restant sous la cloche : ce gaz ne permet pas à une souris de respirer.

Doc. 2 Expérience de Lavoisier inspirée des travaux de J. Priestley.



Doc. 3 Schématisation de l'expérience de Lavoisier.

Questions

1. Quelles habitudes de travail faisaient de Lavoisier un scientifique moderne ?
2. Saurais-tu prouver à partir de cette expérience, comme l'a fait Lavoisier, que l'air est fait principalement de deux gaz ? Comment ferais-tu ?
3. Au XVIIIe siècle, les deux gaz de l'air étaient nommés « air vital » (celui qui a oxydé le mercure) et « air déphlogistiqué » (celui qui reste sous la cloche). Peux-tu retrouver leurs noms modernes ?
4. $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$ … : quelle proportion représente le gaz qui manque sous la cloche ?

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr

Objet d'étude

D'un mélange à l'autre, pour des écrans à toute épreuve

La surface vitrée de nos écrans tactiles est soumise à rude épreuve en cas de chute. Quelle sorte de corps chimique est le verre ? Comment celui des écrans de nos téléphones est-il rendu plus résistant ?



Doc. 1 Les écrans ne résistent pas toujours aux chocs qu'ils subissent.

De nombreux matériaux sont nommés « verre ». Le dioxyde de silicium pur bien sûr, mais aussi la plupart des mélanges dans lesquels on le retrouve avec des corps ajoutés, tels que les oxydes de sodium ou de calcium.

En ajoutant également de petites quantités d'aluminium et en enlevant une partie du sodium pour le remplacer par du potassium, on parvient à fabriquer un nouveau verre désormais très utilisé pour les tablettes et smartphones : le gorilla glass.

Doc. 2 Élaboration d'un verre plus résistant.

Questions

1. Le verre est transparent mais peut-on pour autant dire que c'est un corps pur ?
2. Gorilla glass : voilà un drôle de nom ! Quel message veut-on faire passer avec cette appellation ?

Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Un nuage dans une bouteille ?

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 38.
- Verse un tout petit fond d'alcool à bruler dans la bouteille de soda vide.
- Ferme la bouteille avec son bouchon à valve de vélo, puis ajoute de l'air dans la bouteille avec la pompe à vélo.
- Lorsque la bouteille est devenue bien dure, déconnecte la pompe, agite-la un peu, puis dévisse le bouchon d'un coup.

› Des questions à se poser :

1. L'alcool est un liquide volatile qui s'évapore facilement. Que peut-on supposer concernant les particules qui composent le gaz à l'intérieur la bouteille ?
2. À l'ouverture de la bouteille, comment évolue la pression dans la bouteille ? Quel effet cela a-t-il sur les vapeurs d'alcool ?

Explication scientifique

L'alcool à bruler s'évapore et ses particules se mélangent à celles qui composent l'air sous pression. À l'ouverture de la bouteille, la pression et la température de ce mélange de gaz diminuent, ce qui liquéfie les vapeurs d'alcool en de minuscules gouttelettes partout dans la bouteille. C'est donc un nuage d'alcool que tu vois !

Les transformations



Esprit scientifique

Comment éteindre une bougie difficile à atteindre ?



▲ Éteignoir à bougie.

Matériel

- Une petite bougie.
- Un grand verre ou un grand bocal transparent.
- Un briquet.
- Un chronomètre.

Découvre la suite de l'expérience p. 73

Je sais déjà

1. L'air est composé d'environ :

a. 78 % de dioxygène et 21 % de diazote.

b. 78 % de dioxygène et 21 % de dioxyde de carbone.

c. 78 % de diazote et 21 % de dioxygène.

2. Lors d'une transformation physique (changement d'état, dissolution) :

a. le volume se conserve et la masse change.

b. la masse se conserve et le volume change.

c. la masse et le volume changent.

3. Lorsqu'on verse du vinaigre sur du bicarbonate de soude, on observe un dégagement gazeux. Il s'agit donc :

a. d'une vaporisation.

b. d'une transformation chimique.

c. d'une transformation physique.

chimiques et la pollution

CHAPITRE 3



La ville de Santiago du Chili, un jour de pollution. Une grande partie des activités humaines est basée sur des transformations chimiques qui ont un impact sur l'environnement.

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les mélanges
- ✔ La dissolution
- ✔ Les états de la matière

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Les états de la matière et leurs changements modélisés grâce aux particules
- ✔ La composition de l'air

Je vais apprendre à...

- ✔ Identifier une transformation chimique
- ✔ Étudier la masse lors d'une transformation chimique et utiliser les résultats
- ✔ Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques

■ **COMPÉTENCE** Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

1 Quelle transformation a lieu dans une centrale à charbon ?

Jade a entendu à la télévision que des militants écologistes bloquent une centrale thermique à charbon en Allemagne. Les rejets de ces centrales sont accusés d'être une menace pour l'environnement. Jade se demande en quoi les centrales à charbon sont polluantes.



Formulation d'une hypothèse

1. Selon toi, qu'arrive-t-il au charbon utilisé dans les centrales ? Qu'obtient-on alors ?

Expérimentation

2. Protocole : Propose une expérience et un test d'identification pour vérifier ton hypothèse.

3. Observations :

a. Après validation par le professeur, réalise l'expérience et le test d'identification prévu.

b. Observe avec soin et note ce qu'il se passe.

c. Schématise tes observations.

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Analyse des résultats

4. Rassemble dans un tableau les **réactifs** et les **produits** de la **transformation chimique**.

5. Lesquelles de tes observations pourrais-tu facilement confirmer par des mesures ? Interprète-les du point du vue de l'énergie ou de la quantité de matière.

6. Quels éléments de ton hypothèse ont été validés par ton expérience et ton test ?

Conclusion

7. À l'aide du vocabulaire, résume en une phrase ce que tes expériences t'ont appris sur la **combustion** du charbon.

Vocabulaire

La combustion : transformation chimique qui libère de l'énergie thermique et dont le dioxygène est un réactif.

Un produit : espèce chimique dont la quantité augmente lors d'une transformation chimique.

Un réactif : espèce chimique dont la quantité diminue lors d'une transformation chimique.

Une transformation chimique : processus de disparition et d'apparition combinée d'espèces chimiques.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai formulé une hypothèse.**
- ✔ **J'ai identifié une transformation chimique ainsi que ses réactifs et produits.**
- ✔ **J'ai schématisé des expériences.**

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

2 Des combustions qui présentent un risque

Les parents de Sonia ont reçu un prospectus de prévention des accidents et décès liés au chauffage. La semaine suivante, ils font réviser leur chaudière à gaz et installer un nouvel appareil dans l'appartement : un avertisseur de monoxyde de carbone. Sonia est intriguée. Elle se demande ce qu'est le monoxyde de carbone.



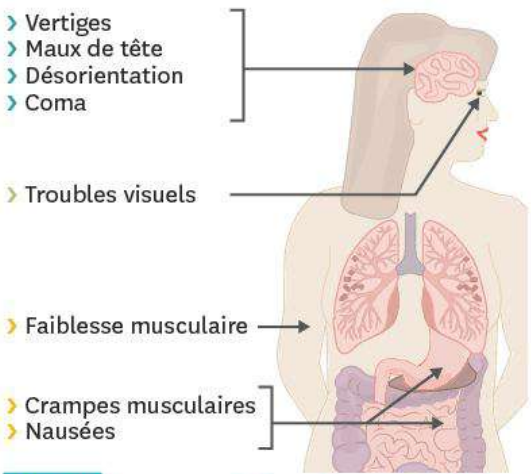
Qu'est-ce que le monoxyde de carbone et comment s'en protéger ?

Si l'apport en dioxygène suffit pour bruler complètement les **combustibles**, la flamme est bleue. Les molécules initiales sont transformées en dioxyde de carbone et en eau. La combustion est complète.

Si le dioxygène manque, deux produits de plus sont créés : le monoxyde de carbone (gaz incolore) et du carbone en poudre qui, incandescent, constitue la flamme jaune. La combustion est incomplète.



Doc. 1 Les deux types de combustion.



Doc. 2 Le monoxyde de carbone : invisible et inodore mais très dangereux.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 1** Propose un bilan de la combustion complète du méthane (également appelé « gaz naturel ») écrit sous la forme suivante : réactif 1 + réactif 2 → produit 1 + produit 2.
2. **Doc. 1** Fais de même pour la combustion incomplète du méthane.
3. **Doc. 2** Quels problèmes peut provoquer la respiration des produits d'une combustion incomplète ?

Synthèse

4. Sonia lit sur le prospectus qu'il faut aérer son domicile au moins 10 minutes chaque jour et faire réviser régulièrement sa chaudière. Pour quelles raisons fait-on ces recommandations ?

Vocabulaire

Un combustible : espèce chimique qui se combine avec le dioxygène lors d'une combustion.

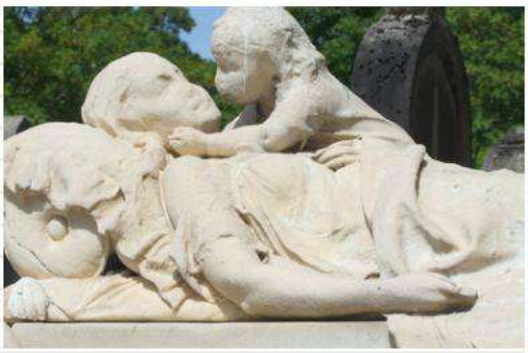
Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai identifié la cause d'une combustion incomplète.**
- ✔ **J'ai compris pourquoi les recommandations permettent de se protéger du monoxyde de carbone.**

■ **COMPÉTENCE** Émettre des hypothèses

3 Comment évolue la masse lors d'une transformation chimique ?

La classe étudie la dégradation de statues causée par les pluies acides.
Le professeur demande aux élèves si la masse est conservée au cours de ce processus. Marine pense que ce n'est pas le cas : la statue est moins lourde, certains détails ont disparu. Jean pense lui que la matière se réorganise sans disparaitre, comme pour les changements d'état.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, lors des transformations chimiques, la masse des produits formés est-elle égale à la masse des réactifs consommés ?

Les pluies acides sont causées par des gaz **polluants**, comme les oxydes d'azote ou de soufre. Ces gaz proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles dans les chaudières, les moteurs thermiques, les cimenteries, etc. De nombreuses statues sont dégradées par la transformation chimique des matériaux calcaires au contact des solutions acides.

Doc. 1 Les pluies acides et les statues.

Vocabulaire

Un polluant : substance ayant, au-delà d'un certain seuil, des impacts négatifs sur les écosystèmes, l'environnement ou la santé.

Expérimentation

2. Protocole : Rédige un protocole permettant de comparer la masse des réactifs à celle des produits lors de la transformation chimique d'un matériau calcaire au contact d'une solution acide.

3. Mesures :

a. Après validation par le professeur, réalise l'expérience.

b. Note tes observations et tes mesures.

c. Schématise la situation initiale et la situation finale.

Analyse des résultats

4. Ton hypothèse est-elle validée ? Explique ta réponse.

Conclusion

5. Si l'on mesurait la masse d'une bouteille d'eau pétillante avant et après l'avoir ouverte, quelle similitude pourrait-on constater. Quelle serait la différence ?

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai formulé une hypothèse.**
- ✔ **J'ai mesuré des masses.**
- ✔ **J'ai interprété des résultats expérimentaux.**

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

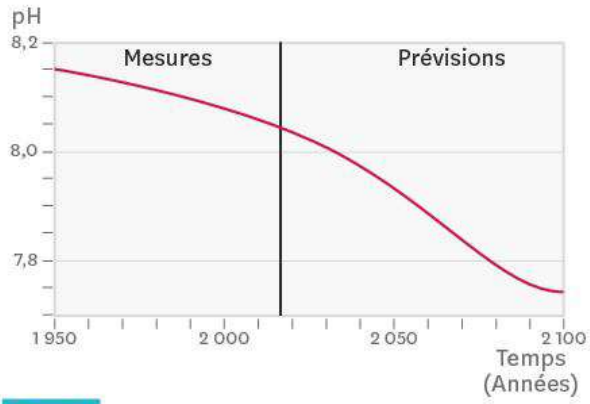
4 Tous concernés par le dioxyde de carbone

Les animaux les plus inattendus peuvent être menacés par l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone. C'est le cas du bernard-l'hermite, un petit crustacé qui profite de la coquille d'autres espèces marines pour se protéger. Toute coquille abandonnée est bonne à prendre : bulot, bigorneau, etc. À défaut de coquille, le petit squatteur se réfugie dans les coraux.



TA MiSSion

À l'aide de tes connaissances et des documents, explique pour quelles raisons le bernard-l'hermite risque de se trouver sans abri. Détaille tes explications en évoquant la manière dont l'humanité satisfait ses besoins en énergie.

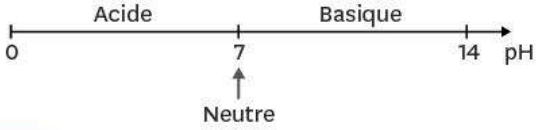


Doc. 1 Courbe de prévision du pH océanique.

- Nom : dioxyde de carbone
- Solubilité dans l'eau : importante
- Transformation chimique notable : en **solution** dans l'eau, produit des **ions** hydrogène et hydrocarbonate
- Particularités remarquables :
  - produit de l'exploitation des réserves d'énergie fossiles
  - impliqué dans le réchauffement climatique et dans le changement de pH des océans

Doc. 2 Carte d'identité du dioxyde de carbone.

Le niveau d'acidité d'une solution s'exprime grâce au pH, avec un nombre compris entre 0 et 14. Plus une solution contient d'ions hydrogène, plus elle est acide, et plus le pH se rapproche de 0.
Le pH permet de classer les solutions en trois catégories :



Doc. 3 pH et acidité des solutions.

Coraux, huitres, bigorneaux et autres crustacés ont des difficultés à former leur squelette ou leur coquille lorsque l'acidité augmente. Ils deviennent alors plus vulnérables et se reproduisent moins.

Doc. 4 Coquillages et coraux.

Vocabulaire

Un ion : espèce chimique constituant les sels minéraux, se formant entre autres à partir de certaines molécules.

Une solution : mélange homogène contenant un solvant (souvent l'eau) et une substance dissoute.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai identifié la substance produite par l'exploitation des réserves d'énergie fossiles.**
- ✔ **J'ai compris comment cette substance affecte les océans puis les coquillages et les coraux.**
- ✔ **J'ai fait le lien avec le mode de vie du bernard-l'hermite.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Les transformations chimiques et les combustions

- Lors d'une **transformation chimique**, des espèces chimiques disparaissent tandis que d'autres apparaissent. Celles dont la quantité diminue sont les **réactifs** et celles dont la quantité augmente sont les **produits**.
- Une **combustion** est une transformation chimique accompagnée d'un transfert d'énergie thermique et dont l'un des réactifs est le dioxygène.
- Lors de la combustion du carbone, le carbone et le dioxygène (les réactifs) réagissent ensemble pour former du dioxyde de carbone (le produit).

2 Les combustions complètes et incomplètes

- Une combustion dont certains produits peuvent encore se transformer en présence de dioxygène est dite « incomplète ». Elle est « complète » dans le cas contraire.
- La combustion incomplète d'un **combustible** peut être dangereuse : elle produit du carbone en fine poudre et parfois du monoxyde de carbone. Inhalées, ces substances perturbent gravement la fonction respiratoire.
- Les transformations chimiques peuvent être résumées à l'aide d'un bilan s'écrivant de la manière suivante : Réactifs → Produits.

3 La masse au cours d'une transformation chimique

- L'exploitation des réserves fossiles d'énergie par les humains engendre le rejet de nombreux gaz **polluants** dans l'air. Il en résulte, entre autres, des pluies acides qui endommagent les objets en matériaux calcaires.
- Lors d'une transformation chimique, la masse se conserve : la somme des masses des réactifs disparus (consommés) est égale à la somme des masses des produits apparus (formés).

4 L'acidification des océans

- Le dioxyde de carbone émis par les activités humaines (transports, industries, etc.) provoque l'acidification des océans. Cela pourrait causer la disparition de certaines espèces et des altérations importantes des écosystèmes marins.

L'essentiel !

Au cours d'une transformation chimique, des espèces chimiques disparaissent (les réactifs), tandis que d'autres apparaissent (les produits).

La réaction chimique est une description simplifiée (un modèle) de la transformation chimique. On peut l'écrire sous forme de bilan.

Pour toute transformation chimique : $m_{réactifs} = m_{produits}$.

Le rejet de dioxyde de carbone par les industries et les transports a des conséquences à l'échelle de la planète.

Mots-clés

Un combustible : activité 2.
La combustion : activité 1.
Un polluant : activité 3.
Un produit : activité 1.
Un réactif : activité 1.
Une transformation chimique : activité 1.

Je retiens par l'image

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES ET POLLUTION

Émission de polluants par les activités humaines

- Pluies acides
- Effet de serre et réchauffement climatique
- Acidification des océans
- Problèmes de santé pour l'homme

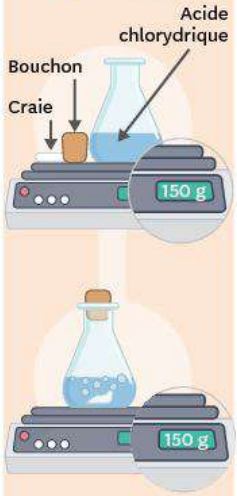
Combustion de carbone

Expérience de combustion du carbone



Conservation de la masse lors des transformations chimiques

Expérience de conservation de la masse



Combustion incomplète du méthane

Dioxygène insuffisant

Formation de carbone et de monoxyde de carbone
Gaz incolore, inodore et mortel



Combustion complète du méthane

Dioxygène suffisant

Méthane + Dioxygène → Dioxygène de carbone + Eau



Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Reconnaitre une transformation chimique.	2 3 4	12 31
✔ Écrire des bilans de transformations chimiques.	2	10 17 22 27
✔ Différencier combustion complète et combustion incomplète.	2	14 15 21 25
✔ Montrer et utiliser la conservation de la masse.	3	10 16 23

Je me TESTE

Je sais

1 **Une combustion est :**

1. une transformation chimique impliquant un corps et de l'air.
2. une transformation chimique impliquant un corps et du diazote.
3. une transformation chimique impliquant un corps et du dioxygène.

2 **Une combustion du butane est incomplète :**

1. si le dioxygène est en quantité suffisante.
2. s'il manque du dioxygène.
3. s'il manque du butane.

3 **Lors d'une transformation chimique, la masse totale :**

1. augmente.
2. diminue.
3. est conservée.
4. diminue puis augmente.

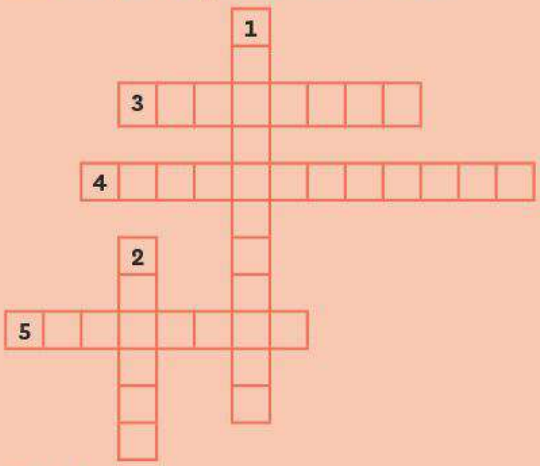
4 **Au cours d'une transformation chimique, les espèces :**

1. dont la quantité augmente sont appelées « les réactifs ».
2. dont la quantité diminue sont appelées « les produits ».
3. dont la quantité diminue sont appelées « les réactifs ».
4. dont la quantité augmente sont appelées « les produits ».

5 **Un gaz dangereux pour la santé.**

1. Trouve l'intrus dans la liste suivante : *dioxygène - diazote - dioxyde de carbone - monoxyde de carbone - butane.*

6 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Transformation chimique entre le dioxygène et un combustible avec transfert d'énergie thermique.
2. Grandeur physique qui se conserve lors de la transformation chimique.

Horizontal :

3. Corps dont la quantité augmente lors d'une transformation chimique.
4. Corps dont la quantité diminue au cours d'une combustion.
5. Lors de sa combustion, le carbone en est un exemple.

Je sais faire

7 **L'action de l'acide chlorhydrique sur le calcaire est :**

1. une transformation physique.
2. une transformation chimique.
3. une dissolution.
4. une fusion.

8 **Pour vérifier la conservation de la masse :**

1. on ne mesure que la masse des réactifs.
2. on mesure la masse des réactifs et des produits.
3. on ne mesure que la masse des produits.

9 **Quand on réalise la combustion du carbone dans le dioxygène :**

1. le dioxygène est un produit.
2. le dioxygène est un réactif.
3. le dioxyde de carbone est un réactif.

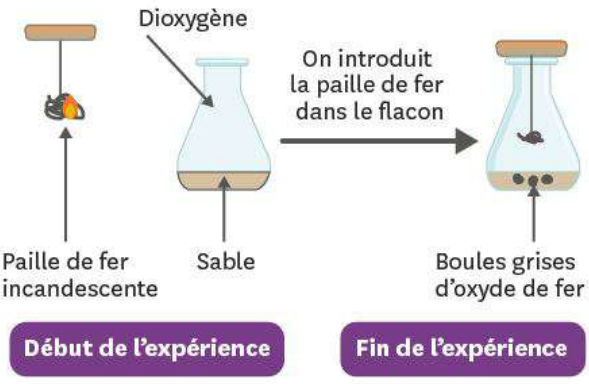
Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Interpréter des résultats

10 **Faire bruler du fer !**

On réalise la combustion du fer dans le dioxygène de l'air. Se forment alors uniquement des petites boules grises : de l'oxyde de fer.

1. Fais une liste du matériel nécessaire.
2. Quels sont les réactifs mis en jeu dans cette combustion ?
3. Quel est le produit ?
4. Écris le bilan de cette transformation chimique.
5. 8,4 g de paille de fer brulent avec 3,2 g de dioxygène. Quelle est la masse d'oxyde de fer obtenue ?



Étapes de la méthode

1. Dresser un tableau listant les espèces chimiques présentes à l'état initial et à l'état final, afin d'identifier les réactifs et les produits.
2. Écrire le bilan avec les réactifs à gauche de la flèche et les produits à droite.
3. Utiliser la règle de la conservation de la masse en écrivant celles mises en jeu pour chaque réactif et chaque produit.
4. Remplacer par les valeurs données dans le texte.
5. Calculer la valeur de la masse inconnue.
6. Faire une phrase de conclusion.

Corrigé :

1. Matériel : flacon, bouchon avec support, paille de fer, dioxygène, allumettes.
2.

État initial	État final
Fer Dioxygène	Oxyde de fer

Les réactifs sont le fer et le dioxygène.

3. Le produit est l'oxyde de fer.
4. Fer + Dioxygène → Oxyde de fer.
5. Étant donné que la masse se conserve lors d'une transformation chimique, je peux écrire : $m_{(fer)} + m_{(dioxygène)} = m_{(oxyde\ de\ fer)}$.

$m_{(oxyde\ de\ fer)} = 8,4 + 3,2 = 11,6$ g

Il se forme donc 11,6 g d'oxyde de fer.

Exercice similaire

11 **Combustion de carbone.**

La combustion de 6 g de carbone dans du dioxygène donne 22 g de dioxyde de carbone.

1. Écris le bilan de cette transformation.
2. Calcule la masse de dioxygène qui a été consommée.



Je m'ENTRAINE

12 Transformations chimiques.

1. Comment reconnait-on une transformation chimique ?
2. Décris deux transformations chimiques.

13 Des bilans.

1. Explique ce qu'est une combustion.
2. Écris le bilan des trois transformations chimiques suivantes :
   a. Combustion du carbone.
   b. Combustion complète du méthane.
   c. Combustion incomplète du méthane.

Le méthane est un gaz distribué en ville.

14 Combustions incomplètes.

1. Dans quelle condition la combustion du méthane peut-elle être incomplète ?
2. Quels sont alors les produits ?
3. Pour quelles raisons ces combustions sont-elles dangereuses ?

15 Groupe électrogène.

Un groupe électrogène à gaz est un appareil permettant de produire de l'électricité à partir de la combustion de gaz naturel (essentiellement composé de méthane). Il est conseillé de le placer à l'extérieur du domicile.



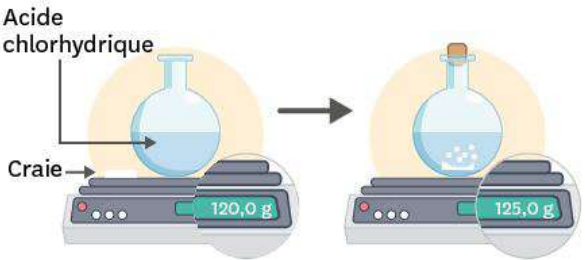
1. Rappelle le bilan de la combustion complète du méthane.
2. Pourquoi est-il conseillé de le placer à l'extérieur ?

16 Masses et transformations chimiques.

■ **COMPÉTENCE** Identifier le problème à résoudre

En classe, le professeur demande aux élèves de réaliser une expérience pour vérifier la conservation de la masse. Le cas étudié est celui de l'acide chlorhydrique qui réagit avec la craie (calcaire).
Marie réalise l'expérience schématisée ci-dessous.
Elle observe que la masse change !

1. Aide Marie à trouver son erreur.



17 Analyse une expérience.

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

Dans les briquets « tempête », le combustible utilisé est du butane (gaz qui brule en donnant les mêmes produits que le méthane). On réalise l'expérience schématisée ci-dessous.



1. La combustion réalisée avec ces briquets est-elle complète ou incomplète ? Justifie.
2. Quels sont les produits formés ? Justifie.
3. Écris le bilan de cette transformation.

18 Test d'identification.

Julie a réalisé la combustion du charbon dans un flacon.

1. Rappelle le bilan de cette combustion.
2. Quel test d'identification doit-elle mettre en œuvre pour prouver qu'il s'agit bien d'une transformation chimique ? Justifie le choix de ce test.

19 Pollution et dioxyde de carbone.

La production de dioxyde de carbone est responsable de la dégradation de l'habitat de certains organismes vivants (voir activité 4).

1. Nomme un de ces organismes et explique en quoi la présence de dioxyde de carbone dans l'atmosphère est un danger pour eux.

20 Combustion du carbone.

On réalise la combustion d'un fusain dans un flacon contenant du dioxygène.

1. Réalise un schéma légendé de cette expérience.
2. Qu'observe-t-on à chaque stade (avant, pendant et après la réaction) ?
3. Comment doit-on procéder pour vérifier que du dioxyde de carbone s'est formé ?
4. Quels sont les réactifs et les produits de cette transformation chimique ?
5. Écris le bilan de cette transformation chimique.

21 La bougie.

1. La flamme d'une bougie correspond-elle à une combustion complète ou incomplète ? Justifie ta réponse.
2. On place une coupelle sur la flamme de cette bougie. Un dépôt noir apparait. Quel est le produit mis ainsi en évidence ?
3. Quels autres produits se forment lors de cette combustion ?

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

22 Bilan de combustion.

Une bougie qui brule

Les bougies sont faites de paraffine. La combustion de la bougie a lieu lorsque la paraffine réagit avec le dioxygène de l'air. Du dioxyde de carbone, du monoxyde de carbone et de l'eau sont alors formés. Lorsque la bougie est entièrement consumée, il ne reste presque plus de paraffine et le taux de dioxygène dans l'air de la pièce a diminué.



1. Identifie les espèces chimiques dont la quantité a diminué.
2. Quel rôle jouent-elles dans la transformation chimique ?
3. Identifie les espèces chimiques dont la quantité a augmenté et précise leur rôle dans la transformation.
4. Écris le bilan de la réaction qui modélise cette transformation chimique.

Rouler à l'éthanol

L'éthanol d'origine agricole, aussi appelé « bioéthanol », peut être utilisé comme carburant dans certains moteurs. Dans ces moteurs, de l'éthanol et du dioxygène sont consommés tandis que du dioxyde de carbone et de l'eau sont rejetés.

1. Quels sont les réactifs de la transformation chimique qui a lieu dans ces véhicules ?
2. Quels sont les produits ?
3. Écris le bilan de la réaction qui modélise cette transformation chimique.

Des véhicules contre la pollution

La voiture à hydrogène est un véhicule qui permet de limiter la pollution.

Il s'agit de véhicules à moteur électrique qui convertissent l'énergie chimique en énergie électrique lors de la transformation chimique du dihydrogène avec le dioxygène.

Cette transformation produit uniquement de la vapeur d'eau.

1. Écris le bilan de la réaction qui modélise cette transformation chimique.

J'APPROFONDIS

23 La masse se conserve-t-elle ?

■ **COMPÉTENCE Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté**

Maud sort du cours de chimie et discute avec ses camarades : « Je ne comprends toujours pas cette histoire de masse qui se conserve ! Les statues dégradées par les pluies acides deviennent bien plus légères, non ? Donc pour moi, la masse ne se conserve pas dans ce cas ! »

1. Explique pourquoi Maud se trompe.
2. Recherche sur internet quelles sont les causes des pluies acides.

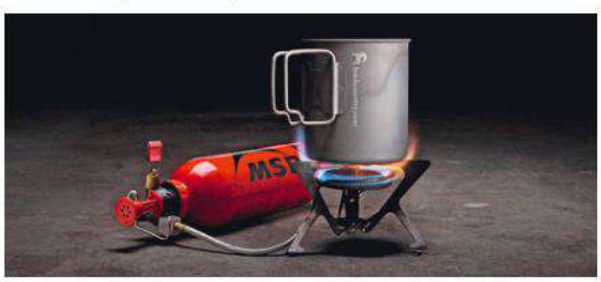
24 Chauffage d'appoint.

Les radiateurs à gaz étaient très utilisés il y a quelques années comme chauffage d'appoint. Leur technologie a évolué pour les rendre plus efficaces et moins dangereux. Ils utilisent comme combustible du butane (gaz qui réagit avec le dioxygène comme le méthane).

1. Explique pourquoi une utilisation prolongée peut entrainer la formation de buée sur les vitres.
2. Écris le bilan de la combustion du butane.
3. Quelles précautions est-il nécessaire de prendre lorsqu'on utilise ce type d'appareil ? Pourquoi ?

25 Combustion et camping.

En camping, on emporte parfois des réchauds alimentés au butane. Ce gaz brule dans le dioxygène et donne les mêmes produits que la combustion du méthane.



1. La combustion est-elle complète ou incomplète ? Justifie ta réponse.
2. Écris le bilan de la combustion.
3. Décris les expériences que tu réaliserais pour mettre en évidence ces produits (matériel, schémas, descriptions des manipulations et conclusions).

26 Normes de pollution.

Certains moteurs de voitures fonctionnent grâce à la combustion de l'essence. Cette dernière est essentiellement constituée d'un mélange d'heptane et d'octane. Les moteurs actuels dégagent entre 80 et 250 g/km de dioxyde de carbone.

	ESSENCE	DIESEL
A	m_{CO_2} / km < 100 g	m_{CO_2} / km < 100 g
B	100 g ≤ m_{CO_2} / km < 130 g	85 g ≤ m_{CO_2} / km < 115 g
C	130 g ≤ m_{CO_2} / km < 160 g	115 g ≤ m_{CO_2} / km < 145 g
D	160 g ≤ m_{CO_2} / km < 190 g	145 g ≤ m_{CO_2} / km < 175 g
E	190 g ≤ m_{CO_2} / km < 220 g	175 g ≤ m_{CO_2} / km < 205 g
F	220 g ≤ m_{CO_2} / km < 250 g	205 g ≤ m_{CO_2} / km < 235 g
G	250 g ≤ m_{CO_2} / km	235 g ≤ m_{CO_2} / km

1. La combustion totale de l'essence produit les mêmes espèces chimiques que la combustion du méthane ou du butane. Écris le bilan de cette combustion.
2. En réalité, l'essence est composée de plusieurs espèces chimiques ; sa combustion produit aussi du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, etc. Cette combustion est-elle complète ? Justifie ta réponse.
3. Quelle est la masse maximale de dioxyde de carbone produite dans l'atmosphère par un automobiliste qui parcourt 15 000 km par an avec un véhicule de type B à essence ?
4. La masse de dioxyde de carbone est-elle identique pour un moteur diesel de même catégorie ?

27 Pollution industrielle.

Les combustibles fossiles utilisés dans les centrales thermiques contiennent des quantités de soufre variables. Lorsque le soufre brule, du dioxyde de soufre est libéré dans l'atmosphère. Des transformations complexes ont alors lieu. On peut les simplifier en considérant que le dioxyde de soufre réagit avec l'eau des nuages et le dioxygène pour former de l'acide sulfurique, entrainant alors une baisse du pH des eaux de pluie.

1. Écris le bilan de la combustion du soufre.
2. Écris le bilan de la transformation chimique qui se produit au niveau des nuages.
3. Quelle est la conséquence sur l'environnement de ces différentes réactions ?

28 Fait divers.

COMPÉTENCE Effectuer des recherches documentaires

Une famille de trois personnes a été hospitalisée dans la nuit de mardi à mercredi. Elles ont été prises de maux de tête et de nausées. Le père de famille a alors appelé les pompiers qui les ont évacuées vers l'hôpital. Elles ont été soignées par oxygénothérapie. Toutes sont à présent hors de danger. La chaudière serait à l'origine de cette intoxication.

1. Quel est le gaz responsable de cet incident ?
2. De quel appareil provenait-il ?
3. Quel type de transformation chimique a pu le produire ?
4. Fais des recherches et explique pour quelles raisons les membres de cette famille ont été traités par « oxygénothérapie ».

29 Un projet insensé !

En 1991, le prix Nobel de chimie Paul Crutzen a imaginé, dans le but de faire baisser la température moyenne de la Terre, d'envoyer dans la haute atmosphère d'énormes quantités de sulfure d'hydrogène. Celui-ci réagit avec le dioxygène pour donner du dioxyde de soufre et de l'eau. Le dioxyde de soufre forme ensuite de microscopiques particules qui sont capables de renvoyer vers l'espace les rayonnements solaires. Ce projet est resté sans suite car le dioxyde de soufre est aussi un gaz polluant.

1. Quel corps chimique devait être envoyé dans l'atmosphère ?
2. Que serait-il devenu ? Écris le bilan de la transformation chimique correspondante.
3. Explique comment ce projet aurait pu permettre de lutter contre le réchauffement climatique.
4. Pourquoi aurait-il été dangereux d'envoyer du dioxyde de soufre dans l'atmosphère ?

30 Transformations chimiques ou physiques ?

1. Dans chacun des cas suivants, précise s'il s'agit d'une transformation chimique ou d'une transformation physique. Justifie en réalisant un tableau dans lequel figurent l'état initial et l'état final.
   a. Apparition de rouille sur des outils de jardinage en fer.
   b. Un glaçon qui fond dans un jus de fruits.
   c. Une allumette qui brule.
   d. Du sel qui se dissout dans l'eau de cuisson des pâtes.
   e. Le sucre que l'on ajoute dans le café.

Je résous un PROBLÈME

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Écris le bilan de la photosynthèse pour montrer que c'est une transformation chimique. Explique ensuite en quoi cette transformation peut être le point de départ de solutions pour limiter le réchauffement climatique.

Depuis les années 1970, de nouvelles sources d'énergie font leur apparition : les biocarburants. Le préfixe « bio » est lié d'une part à leur origine : ils proviennent des plantes. D'autre part, ils seraient moins polluants que les carburants actuels. Les biocarburants de 3e génération, les plus récents, sont obtenus à partir d'algues. Afin d'accélérer leur croissance, on leur injecte du dioxyde de carbone. La biomasse ainsi formée pourra alors être transformée en carburant.

Doc. 1 Les biocarburants.

1772 : Joseph Priestley a découvert que les plantes étaient capables de « restaurer l'air qui a été pollué par la combustion des chandelles ».

1779 : Jan Ingen-Housz prouve que la photosynthèse nécessite la présence de lumière.

1804 : Nicolas Théodore de Saussure montre que l'apport d'eau est essentiel pour que le phénomène se produise.

1865 : Mise en évidence de la formation d'amidon (substance indispensable à la croissance des plantes) dans les feuilles de plantes placées à la lumière.

Doc. 2 La découverte de la photosynthèse.

31 Le fer et l'acide.

Dans un tube à essai, le professeur place un clou en fer et de l'acide chlorhydrique : une effervescence se produit. À la fin de l'heure, les élèves observent l'expérience : le clou est plus petit, la solution est légèrement colorée en vert.

1. En te servant des observations effectuées, montre que l'action du fer sur le clou est bien une transformation chimique. Pour cela, tu réaliseras un tableau décrivant l'état initial et l'état final.

32 Le propane.

Le propane est un gaz utilisé pour alimenter les installations domestiques (chauffe-eau, chaudière). Lorsqu'il brule, il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

1. Écris le bilan de cette transformation chimique.
2. Pour bruler un litre de propane, il faut 5 L de dioxygène. Quel volume de dioxygène faudra-t-il pour bruler 16,8 m^3 de propane (utilise la proportionnalité) ?

On rappelle : 1 dm^3 = 1 L.

33 Le dioxyde de carbone dans la cuisine moléculaire.

En cuisine moléculaire, pour rendre un plat pétillant, on peut utiliser deux techniques :

- la dissolution dans la préparation de dioxyde de carbone (acheté dans le commerce en bouteille sous pression). Le dioxyde de carbone formera les bulles ;
- l'effervescence obtenue par ajout d'acide citrique (qui provient du jus de citron) et de bicarbonate de sodium (vendu en pharmacie). Cela provoque la formation de bulles contenant du dioxyde de carbone.

1. Laquelle de ces deux techniques correspond à une transformation physique ? Justifie ta réponse.
2. Prouve que la technique restante est bien une transformation chimique.

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Conclure, valider ou non l'hypothèse

Pour savoir si la rouille se forme bien quand le fer est en contact avec l'eau et l'air, Axel et Camélia mettent des clous dans différentes situations. Après quelques jours, ils observent que :

1. Les clous à l'air libre, trempés dans l'eau salée et dans l'eau distillée, ont rouillé.
2. Le clou plongé dans l'eau bouillie (pour supprimer l'air dissout) et couverte d'un film d'huile n'a pas rouillé.
3. Le clou dans de l'air parfaitement sec n'a pas rouillé.

› À l'aide de leurs résultats expérimentaux, valide ou infirme leur hypothèse.

Niveau 1

J'identifie l'hypothèse à évaluer.

Coup de pouce : Quelle hypothèse font Axel et Camélia ?

Niveau 2

Je rappelle les résultats en lien avec l'hypothèse.

Coup de pouce : S'attendait-on à ce que l'air et l'eau fassent rouiller le fer à chaque fois ?

Niveau 3

Je valide ou non l'hypothèse, après avoir constaté que les résultats sont en accord ou non avec elle.

Coup de pouce : Les résultats avec l'air et l'eau seuls, ajoutés aux résultats avec l'air et l'eau ensemble, permettent-ils de valider l'hypothèse ?

Niveau 4

Je valide ou non l'hypothèse, en précisant comment elle s'accorde ou pas avec les résultats.

Coup de pouce : Explique pourquoi les clous des observations 2 et 3 étaient nécessaires pour pouvoir valider l'hypothèse.

Apprendre à s'organiser, à réviser et à apprendre

Je sais faire si :

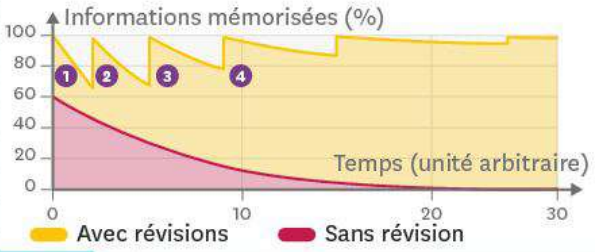
- ✔ Je suis attentif et actif en classe.
- ✔ Je construis une fiche ou une carte mentale.
- ✔ Je revois plusieurs fois et à des moments différents une leçon pour la retenir sur du long terme.
- ✔ Je vérifie que ma leçon est bien retenue, par moi-même ou avec l'aide d'une autre personne.
- ✔ Je demande de l'aide lorsque je suis bloqué ou en difficulté.
- ✔ Je connais mon profil d'apprentissage (il en existe plusieurs : auditif, visuel, kinesthésique, etc.).

1 En classe
› Écouter
› Participer

2 Le soir même
› Apprendre la leçon puis la restituer à l'écrit

3 Après 2/3 jours
› Restituer par écrit la leçon puis la relire
› Faire les exercices

4 La veille du cours suivant
› Relire la leçon



Doc. 1 Apprendre une leçon de Physique-Chimie.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Faire la synthèse d'un chapitre.

Une synthèse met en avant les points importants sur lesquels l'attention et les efforts de mémorisation doivent être portés.
Elle peut contenir différents types d'information : du texte, des listes de mots-clés, des schémas, des graphiques, des références, etc.

Questions

1. Prépare une synthèse de ce chapitre sur les transformations chimiques, afin de pouvoir l'utiliser pour tes révisions.

Aide à la résolution

Choisis une feuille de petit format pour noter tous les éléments importants.

Première étape : choisir le plan.
Il faut choisir quelles seront les grandes parties de cette synthèse. Les titres sont importants : la mémorisation de la synthèse commence par la mémorisation de son plan. Chaque partie doit contenir entre 2 et 5 éléments.

Deuxième étape : choisir les contenus importants.
Pour chaque partie, il faut sélectionner les informations importantes faciles à représenter graphiquement (schéma, courbe, etc). Parfois, quelques mots-clés ou légendes sont nécessaires. Pour la plupart des informations, plutôt que des vraies phrases, le style « prise de notes » est suffisant.

Troisième étape : intégrer les savoir-faire attendus.
Pour chaque grande partie, il est utile de préciser les savoir-faire attendus et de faire référence à un ou deux exercices qui permettent de s'y entrainer.

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

Synthèse du nylon

Le nylon est une matière synthétique inventée en 1935. Dès les années 1940, on l'utilise pour confectionner toutes sortes de vêtements, en particulier des bas et des collants, à moindre cout.



Doc. 1 Publicité pour les bas nylon au milieu du XXe siècle.

Le nylon est une très longue molécule constituée d'une même séquence d'atomes répétée un très grand nombre de fois. Il fait partie de la famille des polyamides. La réaction globale de formation du nylon est :

diaminohexane + acide adipique → nylon + eau

Doc. 2 Le nylon est obtenu par réaction chimique.

Questions

1. Quels sont les réactifs dans la réaction de synthèse du nylon ? Quels sont les produits ?
2. Peux-tu trouver le nom de deux autres fibres textiles synthétiques utilisées aujourd'hui ?

Objet d'étude

Quel moteur pour le Faucon Millenium ?

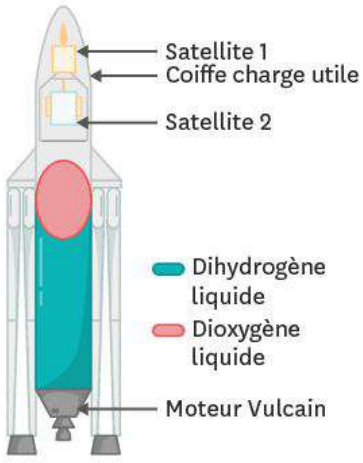
Quand il n'est pas en vitesse lumière, comment se propulse le Faucon Millénium ? Ses réacteurs pourraient-ils être similaires au moteur Vulcain de la fusée Ariane 5 ?

Dans l'espace, Ariane 5 se propulse grâce à son moteur Vulcain, qui fait tout simplement bruler du dihydrogène ! Pour fonctionner 10 minutes, Vulcain utilise 132 tonnes de dihydrogène et 26 tonnes de dioxygène ! Appelés « ergols » , l'un et l'autre sont embarqués sous forme liquide, dans des réservoirs occupant la grande majorité du volume d'Ariane 5.

Doc. 1 Approvisionnement du réacteur d'Ariane 5.

Questions

1. Les réacteurs des avions fonctionnent avec le dioxygène de l'air. Est-ce une solution envisageable pour Ariane ou le Faucon Millénium ?
2. Quelles masses d'ergols devrait emporter le Faucon pour faire fonctionner un réacteur comme Vulcain pendant une dizaine d'heures ?



Doc. 2 Schéma d'Ariane 5.

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr

Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Comment éteindre une bougie difficile à atteindre ?



Doc. 1 Éteignoir à bougie (objet de décoration, bois et laiton, XXe siècle).



Doc. 2 En combien de temps la bougie s'éteint-elle ?

Le chronomètre est lancé au moment où l'on recouvre la bougie, et arrêté dès que la bougie s'éteint.

Matériel

- Une petite bougie.
- Une assiette.
- Un grand verre ou un grand bocal transparent.
- Un briquet.

Le saviez-vous ?

- Pour éteindre les bougies des lustres dans les châteaux, on utilisait un éteignoir à très long manche.
- Pour qu'une combustion se déroule correctement, l'air doit être disponible en quantité suffisante : pense à bien aérer ta maison si tu fais du feu !
- Le dioxyde de carbone est utilisé dans certains extincteurs : il est plus dense que l'air et recouvre les matériaux en combustion, ce qui les prive de dioxygène.

Étapes de la fabrication :

- Allume la bougie.
- Recouvre-la avec le verre et chronomètre la durée que met la bougie pour s'éteindre.
- Rallume la bougie en soulevant le verre le moins possible et chronomètre de nouveau cette durée.

Des questions à se poser :

1. Pourquoi la bougie s'éteint-elle ?
2. Pourquoi la durée mesurée est plus courte la deuxième fois ?
3. Que vois-tu sur la paroi interne du verre ?
4. Lors de la combustion de la bougie, quel gaz est consommé et quels gaz sont produits ?
5. Par conséquent, qu'y a-t-il dans le verre à la fin de l'expérience ?

Explication scientifique

La combustion de la bougie consomme le dioxygène de l'air et produit de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone. La deuxième fois, il y a très peu de dioxygène. Dans le verre, la bougie s'éteint donc très vite. À la fin, le verre contient le diazote de l'air, du dioxyde de carbone et de l'eau ! L'eau se liquéfie sur les parois froides (buée).

Modélisation des



Esprit scientifique

Des transformations chimiques de mots !

Anagrammes

Par le jeu des anagrammes,
Sans une lettre de trop,
Tu découvres le sésame
Des mots qui font d'autres mots.
Me croiras-tu si je m'écrie
Que toute NEIGE a du GÉNIE
Vas-tu prétendre que je triche
Si je change ton CHIEN en NICHE ?
Me traiteras-tu de vantard
Si une HARPE devient PHARE ?
Tout est permis en poésie.
Grâce aux mots, l'IMAGE est MAGIE.

▲ Pierre Coran, « Anagrammes », *Jaffabules*, 1996, Hachette.

Découvre la suite de l'expérience p. 91

Matériel

- Un stylo et une feuille de papier !
- La définition du mot « anagramme ».
- Pour corriger tes réponses, un logiciel d'anagramme sur internet.

Je sais déjà

1. De quoi est composée la matière ?

a. de particules de très petite taille.
b. de gros blocs de matière.
c. de quatre éléments : l'air, le feu, l'eau et la terre.
d. de roches.

2. Quel gaz est nécessaire à la combustion ?

a. le dioxygène.
b. le dioxyde de carbone.
c. la vapeur d'eau.
d. l'ozone.

3. Lors d'une transformation chimique, si l'on pèse tous les réactifs et tous les produits, la masse :

a. varie.
b. augmente.
c. diminue.
d. se conserve.

transformations chimiques

CHAPITRE 4



L'Atomium, Bruxelles. Ce monument emblématique fait référence à des constituants de la matière qui permettent de comprendre les transformations chimiques.

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les mélanges
- ✔ La dissolution
- ✔ Les états de la matière

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Les états de la matière et leurs changements modélisés grâce aux particules
- ✔ Les transformations chimiques
- ✔ La conservation de la masse au cours des transformations chimiques

Je vais apprendre à...

- ✔ Décrire une transformation chimique en utilisant le modèle atomique
- ✔ Relier un atome à son modèle, son nom et son symbole
- ✔ Relier la formule chimique d'une molécule à sa composition

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

1 La matière : des représentations en progrès



On a représenté les différentes molécules par des formes géométriques comme des cercles, des carrés, etc. Ce modèle ne permet pourtant pas de comprendre les transformations chimiques.

Quelle amélioration a été apportée au modèle particulaire pour lui permettre d'expliquer les transformations chimiques ?

À la fin du XVIIIe siècle, le modèle particulaire de la matière a peu de succès : imaginer la matière composée de petites particules n'explique rien aux transformations chimiques ! Mais le scientifique italien Avogadro apporte l'explication en 1811. Il comprend que certaines molécules sont élémentaires et forment, en se liant entre elles, les molécules ordinaires. Par la suite, le mot **atome** remplace rapidement l'expression « molécule élémentaire ».

Doc. 1 Avogadro et la « molécule élémentaire ».

En simplifiant, l'atome se décrit comme une sphère : rayon d'environ 10^{-10} m, masse de l'ordre de 10^{-26} kg. On connait 118 différentes sortes d'atomes. Les transformations chimiques ne les affectent pas ou seulement de manière marginale et réversible. Les atomes sont classés dans un tableau et y sont symbolisés par une lettre majuscule parfois suivie d'une minuscule.

Doc. 2 Les atomes, une grande famille.

Nom	Modèle	Symbole
Hydrogène	○	H
Carbone	●	C
Azote	●	N
Oxygène	●	O
Chlore	●	Cl

Doc. 3 Représenter les atomes.

On peut représenter un atome par :

- le modèle de la sphère. Elle peut être dessinée ou en plastique. Une couleur est associée à chaque type d'atome (bien qu'en réalité ils ne soient pas colorés) ;
- son symbole : une ou deux lettre(s) de l'alphabet.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 1** Quelle était la plus petite structure constituant la matière imaginée avant l'explication d'Avogadro ?
2. **Doc. 1** Pourquoi fallait-il améliorer le modèle particulaire de la matière ?
3. **Doc. 3** Quelles sont les différentes manières de représenter les atomes ?
4. **Doc. 1** Quel est le lien entre atomes et molécules ?

Synthèse

5. **Doc. 3** Si l'on représente les atomes par des sphères, comment représentera-t-on les molécules ?

Vocabulaire

Les atomes : les particules dont sont constituées les molécules.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai compris et extrait des informations de textes scientifiques.**
- ✔ **J'ai identifié le lien entre atome et molécule.**
- ✔ **J'ai identifié les différents moyens utilisés pour représenter des atomes.**

COMPÉTENCE Modéliser des phénomènes pour les expliquer

2 Que disent les formules chimiques ?

Mathis a vu sur une affiche que la formule du dioxyde de carbone s'écrit « CO_2 ». Il se demande ce que cela veut dire.



Covoiturer permet de réduire les émissions de dioxyde de carbone

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, que nous apprend la formule CO_2 sur la molécule de dioxyde de carbone ?

La formule d'une molécule indique comment celle-ci est composée.

Elle s'écrit avec les symboles des atomes qui la composent. Si plusieurs d'entre eux sont identiques, le symbole correspondant n'est écrit qu'une seule fois et le nombre est précisé en indice.

Ex. : la molécule d'ammoniac NH_3 est composé d'un atome d'azote N et de 3 atomes d'hydrogène H.

Doc. 1 La formule d'une molécule.

Nom	Modèle	Formule
Eau		H_2O
Diazote		N_2
Dihydrogène		H_2
Dioxyde de carbone		CO_2
Carbone		C

Doc. 2 Nom, modèle et formule de quelques molécules.

Pour déterminer sa constitution, il suffit d'observer le dessin, la maquette ou encore la formule chimique d'une molécule.

Certaines espèces chimiques sont faites d'un seul et même type d'atome. C'est le cas par exemple du carbone, du fer ou de l'hélium.

Recherche d'informations

2. Doc. 2 En t'aidant des dessins, donne la composition des molécules d'eau et de diazote.

3. Doc. 2 Propose une formule pour la molécule de dioxygène.

4. Doc. 1 Sachant que le méthane est composé d'un atome de carbone et de 4 atomes d'hydrogène, donne sa formule.

5. Dessine sa molécule sachant qu'elle s'inscrit dans une pyramide à base triangulaire.

Analyse d'information

6. Ton hypothèse était-elle correcte ?

Conclusion

7. Quel est l'interêt de connaitre la formule d'une molécule dont on connait déjà le nom ?

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai interprété une formule chimique en terme de composition atomique.**
- ✔ **J'ai compris et extrait des informations de textes scientifiques.**
- ✔ **J'ai représenté des molécules.**

■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

3 Que se passe-t-il lors d'une transformation chimique ?

Alors qu'il aide son père à préparer un barbecue, Tim se rappelle avoir appris que la combustion du carbone, dont est fait le charbon, produit du dioxyde de carbone.
En regardant les braises, il se demande ce qu'il se passe.



Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, que deviennent les atomes des molécules qui disparaissent lors des transformations chimiques ?



Doc. 1 Le carbone, élément-clé du barbecue.

Vocabulaire

Une équation de réaction : bilan de transformation dans lequel les réactifs et les produits sont notés grâce à leur formule chimique.

Une réaction chimique : modélisation (description simplifiée) du phénomène de transformation chimique.

Expérimentation

2. Protocole : Dans l'exemple de la combustion du carbone.

a. Construis et rassemble quelques maquettes de molécules ou d'atomes de chaque réactif.

b. Construis une maquette de molécule du produit sans utiliser les maquettes de réactifs.

3. Réalisation :

a. Après validation de tes maquettes par le professeur, construis de nouvelles maquettes de produit en utilisant celles des réactifs.

b. Compte les liaisons entre les atomes que tu as défaites et celles que tu as créées.

Analyse des résultats

4. Tu as construit certaines maquettes de produit en utilisant les maquettes des réactifs. Que leur as-tu fait ?

5. Décris la **réaction chimique** du point de vue des atomes. Ton hypothèse était-elle correcte ?

Conclusion

6. Écris **l'équation de réaction** de la transformation du carbone et du dioxygène en dioxyde de carbone.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai proposé une hypothèse pour répondre à une question scientifique.**
- ✔ **J'ai interprété une transformation chimique en m'appuyant sur la notion d'atome.**
- ✔ **J'ai écrit une équation de réaction chimique pour décrire une transformation chimique.**

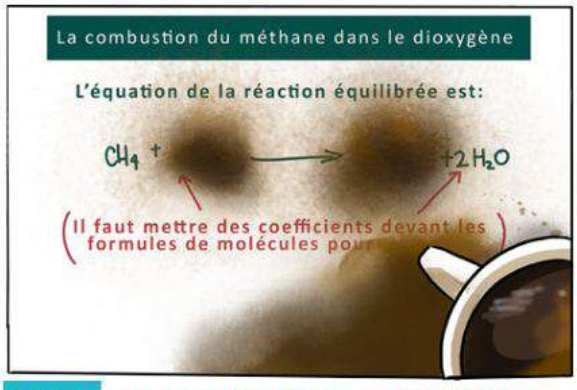
COMPÉTENCE Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

4 Des atomes bien conservés !

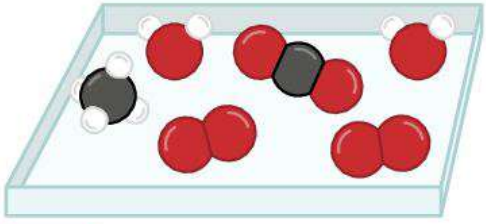
Pour la Fête de la Science, Anna et Rachid ont préparé un atelier avec des expériences et une affiche sur la combustion du méthane. Ils ont compris comment, par réorganisation des atomes, les réactifs se transforment en produits. Ils ont même trouvé comment écrire dans l'équation de réaction que la transformation conserve les atomes. Tout était prêt avant que le père d'Anna ne renverse accidentellement sa tasse sur le polycopié !

TA MiSSion

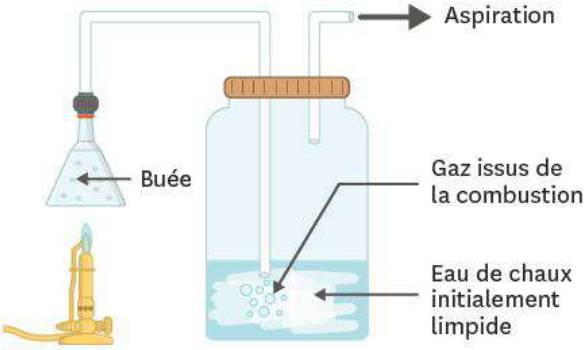
À l'aide de tes connaissances et des documents, refais l'affiche d'Anna et Rachid.



Doc. 1 Le polycopié taché par le père d'Anna.



Doc. 2 La boite contenant les maquettes des molécules préparées pour l'atelier.



Doc. 3 L'expérience de combustion du méthane présentée par les élèves.

La combustion du méthane dans le dioxygène donne deux produits que l'on identifie dans cette expérience.

Vocabulaire

Un coefficient : nombre placé devant les formules des molécules et rendant compte de leur proportion.

Une équation équilibrée : équation de réaction qui tient compte de la conservation des atomes au cours de la transformation.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai retrouvé les formules du réactif et du produit manquant.**
- ✔ **J'ai proposé un coefficient à ajouter devant la formule du deuxième réactif.**
- ✔ **J'ai expliqué pourquoi il faut mettre des coefficients dans les équations bilan.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Les atomes

- Les **atomes** sont les constituants de base des **molécules**.
- À chaque type d'atome, on associe un symbole chimique : une lettre majuscule éventuellement suivie d'une lettre minuscule.
- Les 118 types d'atomes connus sont rassemblés dans un tableau.
- Décrits de manière simplifiée, les atomes sont de très petites sphères. On utilise souvent des sphères en plastique ou dessinées pour les représenter.

2 Les représentations des molécules

- Une molécule est une structure constituée d'atomes liés entre eux.
- La formule chimique d'une molécule indique sa composition, c'est-à-dire le nombre de chaque type d'atome qui la compose.
- On peut aussi utiliser un assemblage de sphères pour représenter une molécule.

3 Interpréter les transformations chimiques

- Au cours d'une transformation chimique, les atomes composant les molécules des réactifs se réarrangent pour former les molécules des produits. Les molécules de réactifs sont donc détruites mais pas leurs atomes.
- Une transformation chimique est modélisée par une **réaction chimique**, qui ne détaille que l'état initial et l'état final.
- **L'équation de la réaction** est un bilan dans lequel les molécules sont notées avec leur formule chimique.

4 La conservation des atomes

- Au cours d'une transformation chimique, aucun atome n'est créé ni détruit. On dit qu'il y a conservation des atomes.
- Une **équation** de réaction **équilibrée** exprime la conservation des atomes : il y a le même nombre d'atomes dans les réactifs et les produits.
- Dans une équation de réaction équilibrée, on a ajusté le nombre des molécules (réactifs et/ou produits) concernées par la réaction, sans modifier leur formule.

L'essentiel !

Les particules de matière les plus simples s'appellent des atomes et s'assemblent pour former des molécules. Chaque atome possède un nom et un symbole.

La formule chimique d'une molécule indique les atomes dont elle est composée. Les éventuels nombres en indice précisent combien de fois les atomes concernés sont présents.

Une transformation chimique est un réarrangement d'atomes qui entraine la disparition des réactifs en même temps que l'apparition des produits. On symbolise ce processus avec une équation de réaction. Par ex. :

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

Une équation de réaction est équilibrée si elle montre que les atomes sont conservés au cours de la transformation chimique. Par ex. :

$$CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

Mots-clés

Un atome : activité 1.
Une équation de réaction : activité 3 et 4.
Une équation équilibrée : activité 4.
Une molécule : activité 1 et 2.
Une réaction chimique : activité 3.

Je retiens par l'image

La matière est constituée d'**atomes** pouvant être assemblés sous forme de **molécules.**

Atomes



Hydrogène ← Nom de l'élément
H ← Symbole
Représentation



Carbone
C



Azote
N

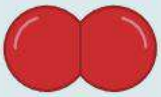


Oxygène
O

Molécules



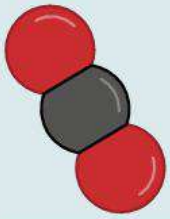
Eau ← Nom de la molécule
H_2O ← Formule



Dioxygène
O_2



Diazote
N_2



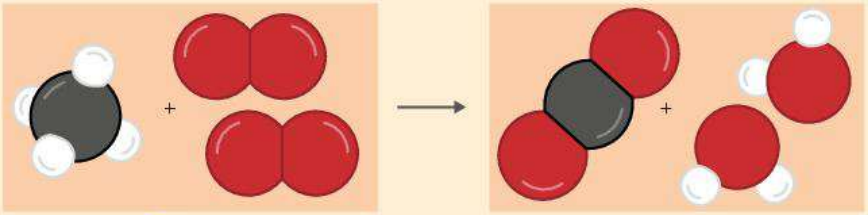
Dioxyde de carbone
CO_2

Écriture des formules chimiques :

- Symbole des atomes présents
- Nombre d'atomes de ce type
- Rien : atome présent une fois

Lors d'une réaction chimique, les atomes se conservent et se réarrangent.

Combustion du méthane



	RÉACTIFS		PRODUITS
Équation de réaction	$CH_4 + 2\,O_2$	→	$CO_2 + 2\,H_2O$

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Représenter des atomes.	1	12 13
✔ Distinguer les atomes et les molécules.	1	12 20
✔ Donner la composition d'une molécule en interprétant sa formule chimique.	2	16 18 22 24
✔ Écrire une réaction chimique.	3	21 27 28 30
✔ Vérifier qu'une réaction traduit la conservation des atomes.	4	8 9
✔ Ajuster les coefficients d'une équation pour équilibrer celle-ci.	4	11 15 33

Je me TESTE

Je sais

1 **La matière est constituée :**

1. des quatre éléments.
2. d'atomes et de molécules.
3. d'éléments géométriques (triangles, carrés, etc.).
4. d'argile.

2 **Les molécules :**

1. se regroupent en atomes.
2. existent sous la forme d'éléments géométriques (triangles, carrés, etc.).
3. sont les plus petits constituants de la matière.
4. sont constituées d'atomes.

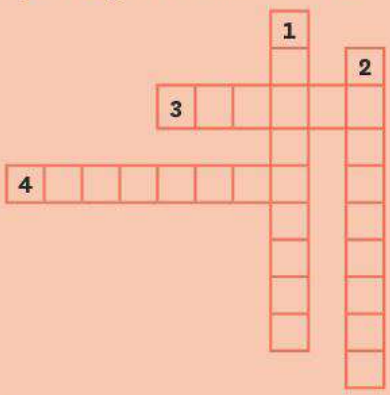
3 **Lors d'une transformation chimique :**

1. de nouveaux atomes se créent.
2. les atomes se réorganisent pour former de nouvelles molécules.
3. le nombre d'atomes varie.
4. il y a toujours une seule molécule de chaque type.

4 **Les atomes sont modélisés par :**

1. des cubes.
2. des étoiles.
3. des ronds.
4. des sphères.

5 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Elle est un assemblage d'atomes.
2. Elle sert à décrire la transformation chimique.

Horizontal :

3. Constituant microscopique et indivisible de la matière.
4. Elle fait apparaitre la composition d'une molécule.

Je sais faire

6 **La molécule de méthane CH_4 est composée :**

1. d'un atome de carbone et d'un atome d'hydrogène.
2. de quatre atomes de carbone et d'un atome d'hydrogène.
3. d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène.
4. de quatre atomes de carbone et de quatre atomes d'hydrogène.

7 **La molécule de propane C_4H_{10} est composée :**

1. de quatre atomes de carbone et de dix d'hydrogène.
2. de dix atomes de carbone et de quatre d'hydrogène.
3. d'un atome de carbone et d'un atome d'hydrogène.
4. de dix atomes de carbone et de dix atomes d'hydrogène.

8 **L'équation équilibrée de la combustion du méthane est :**

1. $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
2. $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$
3. $2\ CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

9 **L'équation équilibrée de la combustion du propane est :**

1. $C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$
2. $C_3H_8 + 2\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 2\ H_2O$
3. $C_3H_8 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

Exercice CORRIGÉ

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

10 **Combustion du propane.**

La combustion compléte du propane C_3H_8 produit du dioxyde de carbone et de l'eau.

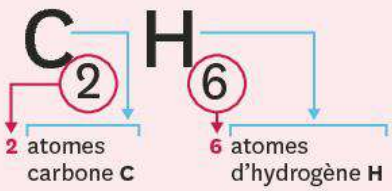


1. Donne le nom des atomes qui composent la molécule de propane et précise leur nombre.
2. Écris en toutes lettres le bilan de la réaction.
3. En remplaçant les noms des réactifs et des produits par leur formule chimique, écris l'équation non équilibrée de la combustion du propane.
4. Ajuste les coefficients de l'équation de réaction afin d'équilibrer celle-ci.

Étapes de la méthode

1 Pour interpréter une formule chimique :

› Chaque lettre majuscule désigne un type d'atome.
› Le nombre d'atomes est en indice.



2 Écrire le bilan en toutes lettres :
Réactifs → Produits
Réactif 1 + réactif 2 → produit 1 + produit 2

3 Remplacer les noms par les formules chimiques.

4 Ajuster les coefficients en examinant la conservation des atomes, un type d'atome après l'autre.

- Commencer par ajuster le nombre de molécules de dioxyde de carbone dans les produits : il y en a autant que d'atomes de carbone présents dans la molécule du combustible.
- Ajuster ensuite le nombre de molécules d'eau dans les produits : il y en a deux fois moins que d'atomes d'hydrogène dans les réactifs.
- Ajuster enfin le nombre de molécules de dioxygène dans les réactifs : il y a en a deux fois moins que d'atomes d'oxygène dans les produits, une fois pris en compte les coefficients déjà écrits.

5 Si le nombre de molécules de dioxygène obtenu n'est pas un nombre entier, il faut reprendre la méthode en partant de deux molécules de combustible.

Corrigé :

1. La molécule de propane est composée de 3 atomes de carbone et de 8 atomes d'hydrogène.
2. La réaction de combustion du propane est donnée par le bilan suivant :
   Propane + dioxygène → dioxyde de carbone + eau
3. En remplaçant les noms des réactifs et des produits par leurs formules, on obtient :
   $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
4. En ajustant l'équation de réaction, on obtient :
   $C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

Exercice similaire

11 **Combustion du pentane.**

La combustion du pentane C_5H_{12} dégage du dioxyde de carbone et de l'eau.



1. Donne le nom et le nombre d'atomes qui composent la molécule de pentane.
2. Rédige en toutes lettres le bilan de la réaction.
3. En remplaçant les noms des réactifs et des produits par leur formule, rédige l'équation non équilibrée de la combustion du pentane.
4. Ajuste les coefficients de l'équation de réaction de combustion du pentane.

Je m'ENTRAINE

12 Oxygène et dioxygène.

On dit couramment qu'on respire de l'oxygène. Cependant, les scientifiques parlent de dioxygène.

1. Oxygène et dioxygène désignent-ils la même chose ?
2. Lequel est un atome ?
3. Lequel est une molécule ?
4. Dessine le modèle de l'oxygène.
5. Dessine le modèle du dioxygène.

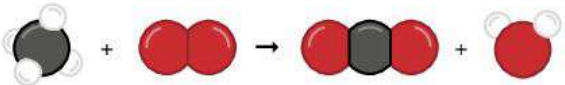
13 Combustion du carbone.

La combustion du carbone produit du dioxyde de carbone.

1. Écris le bilan de la réaction.
2. Remplace le nom des réactifs et des produits par leur modèle. Que constates-tu au niveau du nombre d'atomes ?
3. Écris l'équation de réaction.

14 Ajuster une équation de réaction à partir des dessins des molécules.

Soit la réaction dessinée ci-dessous.



1. Comment s'appellent les espèces chimiques à gauche de la flèche ?
2. Comment s'appellent les espèces chimiques à droite de la flèche ?
3. Donne le bilan de la réaction en toutes lettres.
4. Remplace les noms des molécules par leur formule chimique.
5. Cette équation de réaction est-elle équilibrée ?
6. Recopie la réaction dessinée ci-dessus et ajoute les molécules manquantes afin d'ajuster cette réaction.
7. Donne l'équation de réaction équilibrée.

15 Équations de réaction.

1. Ajuste les équations des réactions suivantes :

a. $CH_4 + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$

b. $C_7H_{16} + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$

c. $C_6H_{12}O_6 + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$

16 La glycine.

La glycine est un acide aminé entrant dans la composition de l'ADN. Elle joue un rôle important dans le corps humain.

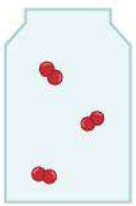
1. Donne la composition de la glycine en précisant le nombre de chaque type d'atome.
2. Quelle est la formule chimique de la glycine ?



Glycine

17 L'air.

L'air est composé d'environ 80 % de diazote et 20 % de dioxygène.



1. Quelle est la formule du diazote ?
2. Quelle est la composition de la molécule de diazote ?
3. Dessine le modèle de la molécule de diazote.
4. Quelle est la formule du dioxygène ?
5. Quelle est la composition de la molécule de dioxygène ?
6. Dessine le modèle de la molécule de dioxygène.
7. Combien de molécules de diazote faudrait-il dessiner dans la bouteille ci-dessus pour modéliser l'air ?

18 À chaque modèle sa formule.

1. À partir de ces dessins de modèles, donne la formule des molécules suivantes.

Nom	Modèle
acide formique	
éthane	
acide acétique	
propane	

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

19 Composition des molécules.

■ **COMPÉTENCE** **Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations**

1. Donne la composition des molécules suivantes :

a. l'éthylène C_2H_4
b. le monoxyde d'azote NO
c. l'ozone O_3
d. l'eau oxygénée H_2O_2

20 Atomes et molécules.

Soit les formules chimiques et symboles suivants :

- CO_2
- H_2O
- $CuSO_4$
- Fe
- H
- He

1. Lesquel(le)s désignent des atomes ?
2. Lesquel(le)s désignent des molécules ?
3. Comment as-tu fait pour les différencier ?

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Modéliser des phénomènes pour les expliquer

21 Équation de réaction d'une combustion.

La corrosion du fer

Au contact du dioxygène O_2 et en présence d'eau H_2O, le fer Fe se corrode en rouille Fe_2O_3. L'eau est indispensable pour ce processus, mais lors de cette transformation la quantité totale d'eau reste la même. On propose une équation pour modéliser cette réaction : $4\ Fe + 4\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$



1. Explique pourquoi l'eau n'est ni un réactif, ni un produit dans cette transformation.
2. Compte le nombre d'atomes de fer dans les réactifs de l'équation.
3. Compte le nombre d'atomes de fer dans les produits de l'équation puis fais de même pour les atomes d'oxygène.
4. Indique, à l'aide des réponses précédentes, si l'équation de réaction est équilibrée. Si ce n'est pas le cas, propose une correction de l'équation.

La combustion du gaz naturel

Le méthane est le composé principal du gaz naturel délivré dans les habitations. La réaction de combustion du méthane CH_4 avec le dioxygène O_2 produit du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O. On propose une équation de réaction pour modéliser cette transformation chimique :
$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

1. Compte le nombre d'atomes de carbone, d'oxygène et d'hydrogène de chaque côté de l'équation de réaction.
2. D'après ta réponse à la question précédente, l'équation est-elle équilibrée ? Si ce n'est pas le cas, propose une correction.

L'alcool à bruler

L'alcool à bruler est constitué d'éthanol dont la formule est C_2H_6O. La combustion de l'éthanol dans l'air consomme de l'éthanol et du dioxygène O_2 et forme du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O.



1. Écris et équilibre l'équation de réaction de la combustion de l'éthanol.

J'APPROFONDIS

22 L'aspirine.



L'aspirine contient de l'acide acétylsalicylique dont le dessin figure ci-contre. Cette substance peut être obtenue à partir d'une espèce chimique présente dans l'écorce du saule. Ses infusions servaient autrefois à calmer les douleurs. Désormais, l'acide acétylsalicylique est fabriqué en laboratoire.

1. Comment se nomme la molécule qui permet à l'aspirine de calmer les douleurs ?
2. Est-elle d'origine naturelle ou 100 % artificielle, c'est-à-dire qui n'existe pas dans la nature ?
3. En observant la molécule, donne sa composition.
4. Donne la formule chimique de l'acide acétylsalicylique.

23 La vitamine C.

L'acide ascorbique ou vitamine C est présent dans les fruits ainsi que dans quelques légumes. Il a pour formule $C_6H_8O_6$. Dans les jus, il se dégrade malheureusement lors de la pasteurisation (chauffage rapide et élevé) de la boisson pour former du dioxyde de carbone CO_2, de l'eau H_2O et du furfural $C_5H_4O_2$.

1. Donne la composition atomique de l'acide ascorbique.
2. Écris le bilan de la réaction de dégradation de l'acide ascorbique.
3. Écris l'équation de réaction équilibrée en ajustant le coefficient de la molécule d'eau.

24 Combustion du sucre.



À l'intérieur des muscles, le glucose ci-contre réagit avec le dioxygène fourni par les globules rouges. La réaction qui a lieu libère de l'énergie. Il se forme alors du dioxyde de carbone et de l'eau.

1. Donne la composition de la molécule de glucose.
2. Quelle est sa formule ?
3. Écris le bilan de la réaction.
4. Écris l'équation de réaction.

25 La synthèse du sucre.

Le sucre le plus utilisé en cuisine est le saccharose. Il est fabriqué à partir de fructose et de glucose, deux molécules différentes ayant la même formule chimique : $C_6H_{12}O_6$. Il se forme alors du saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ et de l'eau H_2O.

1. Écris le bilan de la réaction.
2. Quel est le nombre d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène du côté des produits sachant qu'il ne se forme qu'une molécule de saccharose et une molécule d'eau ?
3. Sachant que le nombre d'atomes se conserve lors de la transformation chimique, retrouve la formule du fructose.
4. Écris l'équation de la transformation.

26 Les additifs alimentaires.

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

E162 : La bétanine $C_{24}H_{27}N_2O_{13}$ est un colorant alimentaire de couleur rouge. Il est extrait de la betterave.

E200 : L'acide sorbique $C_6H_8O_2$ est un conservateur présent dans les denrées alimentaires à base de fruits et de légumes, mais aussi de mayonnaise. Il était auparavant extrait des baies du sorbier.

E330 : L'acide citrique $C_6H_8O_7$ est un acidifiant présent dans les aliments en étant que correcteur d'acidité. Il est naturellement présent dans les légumes et les fruits, surtout les agrumes.

1. Donne la composition de chacune de ces molécules.

27 Réaction entre l'acide chlorhydrique et la craie.

La craie est une roche calcaire composée de carbonate de calcium $CaCO_3$. Lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique HCl dessus, il se forme de l'eau, un gaz et un sel appelé chlorure de calcium $CaCl_2$. Le gaz formé trouble l'eau de chaux.

1. Quel gaz a pu troubler l'eau de chaux ?
2. Quels sont les réactifs de cette réaction ? Quels sont les produits ?
3. Écris le bilan de la réaction.
4. Écris l'équation de réaction.

28 Feu d'artifice.

Lors des feux d'artifice, on brule la poudre d'aluminium afin d'obtenir des étincelles blanches très brillantes. Il se forme alors de l'oxyde d'aluminium de formule Al_2O_3.

1. Quels sont les réactifs ?
2. Quel est le produit ?
3. Écris le bilan de la réaction.
4. Écris l'équation de réaction.

29 Le magnésium.

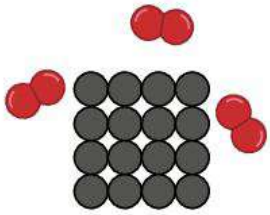
Le magnésium est très utilisé pour les feux d'artifice et on le retrouve dans la composition de la poudre qui servait autrefois à faire les flash pour les photographies. Lors de cette réaction, le magnésium Mg brule dans le dioxygène pour former de l'oxyde de magnésium MgO.



1. Quels sont les réactifs ?
2. Quel est le produit ?
3. Écris le bilan de la réaction.
4. Écris l'équation de réaction.

30 Modéliser une transformation chimique.

Voici le schéma avant une réaction de combustion.



1. Quel est le combustible ?
2. Écris l'équation de la réaction.
3. Réalise le schéma de la situation après la réaction de combustion.

31 Le fer brule aussi !

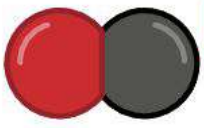
Lors d'un incendie, source importante de chaleur, un clou en fer (symbole Fe) peut également réaliser une vive combustion avec le dioxygène contenu dans l'air. Il se forme alors de l'oxyde de fer (Fe_2O_3).

1. Indique quels sont le(s) réactif(s) et le(s) produit(s) de la réaction.
2. Donne la formule chimique et la composition atomique de chacun d'eux.
3. Quelle espèce chimique joue le rôle de combustible ?
4. Écris l'équation bilan de la transformation chimique qui s'est réalisée.
5. La combustion d'un clou de 12 g nécessite environ 3,6 L de dioxygène. Détermine la masse de dioxygène nécessaire à cette transformation, sachant que 1 L de dioxygène pèse environ 1,4 g.
6. Peux-tu prévoir la masse de l'oxyde de fer obtenu ? Si oui, explique comment et calcule la masse finale de cet oxyde.
7. Parfois, l'oxyde de fer obtenu a pour formule FeO. Écris la nouvelle équation bilan.

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

Donne l'équation de réaction équilibrée de la combustion incomplète du méthane.



Monoxyde de carbone

Doc. 1 **La combustion incomplète du méthane génère du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone et de l'eau.**

Le monoxyde de carbone est un gaz inodore et incolore produit lors des combustions incomplètes, quand l'apport en dioxygène n'est pas suffisant.

Il est toxique car il prend la place du dioxygène sur les globules rouges du sang. Il peut entrainer une insuffisance respiratoire voire la mort.

32 La photosynthèse.

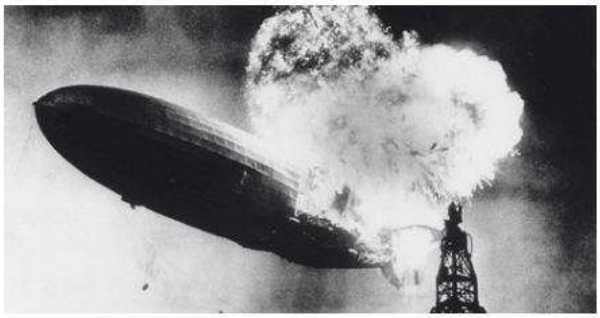
COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Comme tous les êtres vivants, les végétaux réalisent des réactions chimiques complexes pour se développer ; la plus célèbre est la photosynthèse. Les plantes utilisent l'énergie lumineuse du Soleil pour transformer le dioxyde de carbone contenu dans l'air et l'eau puisée dans le sol. Elles synthétisent ainsi du glucose ($C_6H_{12}O_6$) et du dioxygène durant la journée.

1. Indique quels sont les réactifs et les produits de la réaction.
2. Explique pourquoi la forêt amazonienne est surnommée le « poumon vert » de la planète.
3. Donne la formule chimique et la composition atomique des produits de la photosynthèse.
4. Écris et équilibre l'équation de réaction de la transformation chimique qui s'est réalisée.
5. La photosynthèse est-elle possible la nuit ?
6. Les plantes respirent nuit et jour. Que fabriquent les plantes la nuit ?

33 La formation de l'eau par combustion.

Les premiers dirigeables volaient grâce au gaz dihydrogène. L'inconvénient principal de ce gaz est qu'il est extrêmement inflammable. En présence de dioxygène, il forme de l'eau en libérant énormément d'énergie.



1. Quel est le bilan de la réaction ?
2. Écris l'équation de réaction.
3. Ajuste l'équation de manière à montrer la conservation du nombre d'atomes.
4. D'où provient le nom hydrogène ?

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Comprendre l'évolution d'un savoir scientifique dans le temps et son influence sur la société

Vers 440 av. J.-C., le savant grec Leucippe émet l'idée que la matière est constituée d'atomes. Vers 350 av. J.-C., Aristote affirme que la matière est une combinaison de quatre éléments. Jusqu'au XVIe siècle, les alchimistes en Europe s'efforcent de transformer le plomb en or. En 1808, l'Anglais Dalton relance la théorie atomique. L'Italien Amadeo Avogadro comprend en 1811 le lien entre atome, molécule et transformation chimique.

› Pourquoi l'humanité ne comprend-elle les transformations de la matière que depuis 200 ans ?

Niveau 1

Je place les évènements scientifiques sur une échelle de temps.

Coup de pouce : Place les grandes étapes de l'histoire de la chimie sur une frise chronologique.

Niveau 2

J'associe les savoirs scientifiques à un lieu et un contexte historique.

Coup de pouce : Ajoute à la frise les lieux des découvertes.

Niveau 3

J'ai conscience de l'influence de l'évolution d'un savoir scientifique sur la société.

Coup de pouce : Cherche des exemples de changements rendus possibles pour la compréhension des transformations chimiques.

Niveau 4

J'ai un regard critique sur l'évolution d'un savoir scientifique dans le contexte historique, géographique, économique et culturel.

Coup de pouce : Quelles ont été les conséquences de la théorie des éléments d'Aristote sur la compréhension des transformations chimiques ?

Communiquer et argumenter avec un langage scientifique

Je sais faire si :

- ✔ J'ai bien compris l'expérience réalisée, montrée ou décrite dans la consigne.
- ✔ J'ai identifié les points importants concernant le phénomène observé.
- ✔ J'organise ces points de façon logique et je peux établir des liens entre chacun d'eux.
- ✔ Je rédige la réponse de façon claire, avec une introduction, un développement et une conclusion.
- ✔ J'emploie un vocabulaire scientifique et je soigne l'orthographe.
- ✔ J'utilise les connecteurs logiques (car, donc, alors, etc.) pour faire apparaitre l'organisation logique de mon raisonnement.

Argumenter

Observation		Interprétation
Causes	Conséquences	
› Situation ou action 1	› Constat 1	↔ › Existence du phénomène
› Situation ou action 2	› Constat 2	↔ › Relation entre les grandeurs
		› ...

Communiquer

Introduction	Développement	Conclusion
› Présentation du contexte	› Vocabulaire précis › Connexions logiques - Cause **donc** conséquence - Conséquence **car** cause	› Énoncé court › Généralisation

Un exercice pour S'ENTRAINER

Combustion de l'heptane.

Un hydrocarbure est une molécule constituée uniquement de carbone et d'hydrogène. Sa combustion complète avec le dioxygène produit toujours du dioxyde de carbone et de l'eau.

Questions

1. Peux-tu prévoir grâce à ces informations ce qu'on obtiendra en réalisant la combustion complète de l'heptane C_7H_{16} ?
2. Énonce le principe de Lavoisier et utilise-le pour retrouver les règles d'écriture et d'ajustement de l'équation de réaction d'une transformation chimique.
3. Applique ces règles pour vérifier si les équations présentées ci-contre sont équilibrées ou non.

Aide à la résolution

1. Compare les formules chimiques avec la définition d'un hydrocarbure.
2. Si tu ne connais pas le principe de Lavoisier, fais des recherches et déduis-en des règles simples à respecter.
3. Fais l'inventaire des différents atomes présents dans les molécules des réactifs et des produits, afin de vérifier si les régles découlant du principe de Lavoisier sont respectées.
4. Explique tes résultats en t'appuyant sur ces bilans d'atomes. Utilise les conjonctions « donc » ou « car ».

$$C_2H_4 + 4\,O_2 \rightarrow 2\,CO_2 + 2\,H_2O$$

$$2\,C_4H_6 + 11\,O_2 \rightarrow 8\,CO_2 + 6\,H_2O$$

Doc. 1 Équations de combustion de quelques hydrocarbures.

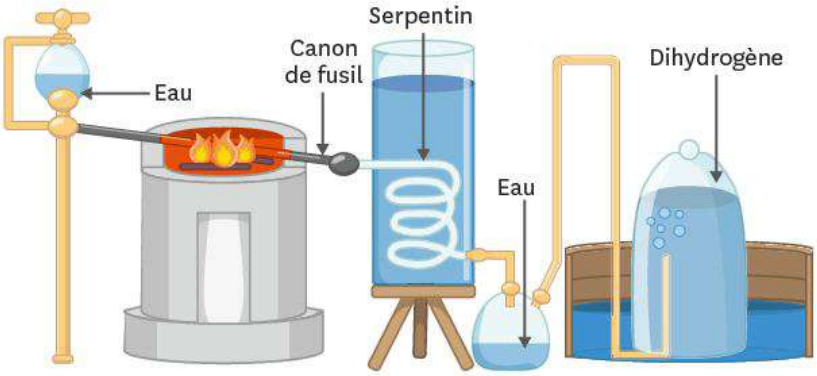
LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

Lavoisier décompose l'eau

En 1785, Lavoisier démontre à une assemblée de savants qu'on peut décomposer l'eau et la recomposer : c'est un grand pas vers une chimie moderne.

L'eau circule dans un tube de fer (un canon de fusil) chauffé sur un fourneau et se décompose au contact du fer : l'oxygène se lie au fer (la masse du tube augmente) et l'hydrogène est récupéré, sous forme de dihydrogène, à la sortie du tube.

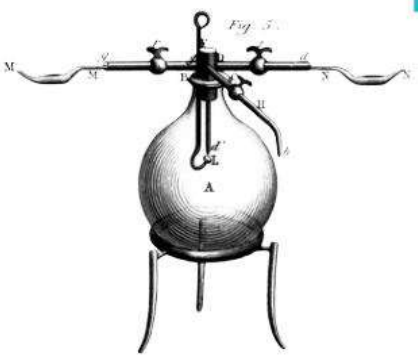


Doc. 1 **Décomposition de l'eau par Lavoisier.**

« L'eau n'est pas une substance simple. » Cette affirmation, qui allait à l'encontre des idées reçues des chimistes qui considéraient l'eau comme un élément, s'appuyait sur des résultats obtenus après plusieurs mois d'expériences. [...] Ces expériences ont marqué une étape importante de la chimie. Elles ont élucidé de façon définitive la nature de l'eau et fourni des arguments décisifs en faveur des conceptions chimiques de Lavoisier [qui pense que les atomes sont conservés au cours d'une réaction chimique].

D'après D. Fauque, « La grande expérience de Lavoisier », pourlascience.fr, oct. 2005.

Doc. 2 **Les expériences de Lavoisier furent décisives pour comprendre la nature de l'eau.**



Doc. 3 **Ballon utilisé par Lavoisier pour la synthèse de l'eau.**

Le ballon ci-contre est alimenté en dioxygène d'un côté, en dihydrogène de l'autre. Un appareil électrostatique permet la formation d'une étincelle dans le mélange, qui permet une réaction chimique entre les deux gaz, produisant de l'eau qui s'accumule au fond du ballon.

Questions

1. As-tu suffisamment compris le procédé par lequel Lavoisier a décomposé l'eau pour le réexpliquer avec tes propres mots ?
2. Pourquoi peut-on dire que les deux expériences (**Doc. 1 et 3**) sont l'inverse l'une de l'autre ?
3. L'équation de la décomposition de l'eau (**Doc. 1**) est : $2\ H_2O \rightarrow 2\ H_2 + O_2$. Parviendras-tu à écrire seul(e) l'équation de la synthèse de l'eau (**Doc. 3**) ?
4. À ton avis, en quoi ces expériences ont-elles contribué à moderniser la chimie ?

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

Comment changer la couleur d'un feu d'artifice ?

Doré, rouge, vert, bleu : les couleurs des feux d'artifice sont de plus en plus variées. Comment l'artificier peut-il créer autant de couleurs ?

Les couleurs d'un feu d'artifice ne sont pas dues à des pigments, mais à la combustion d'un métal dont les atomes sont ajoutés à la poudre noire qui enrobe les étoiles de la bombe d'artifice. On obtient de la lumière jaune avec le sodium, verte avec le baryum, rouge avec le strontium, etc.

Doc. 1 L'origine de la couleur d'un feu d'artifice.



Doc. 2 Feux d'artifice à Disneyland.

Questions

1. As-tu identifié comment on obtient la lumière colorée d'un feu d'artifice ?
2. Le strontium a pour symbole Sr, il brule dans le dioxygène en formant l'oxyde de strontium SrO. Sauras-tu écrire l'équation de cette combustion ?
3. D'après toi, comment réalise-t-on un feu d'artifice bicolore ?



La Physique-Chimie au quotidien

Des transformations chimiques de mots !

Anagrammes

Par le jeu des anagrammes,
Sans une lettre de trop,
Tu découvres le sésame
Des mots qui font d'autres mots.
Me croiras-tu si je m'écrie
Que toute NEIGE a du GÉNIE
Vas-tu prétendre que je triche
Si je change ton CHIEN en NICHE ?
Me traiteras-tu de vantard
Si une HARPE devient PHARE ?
Tout est permis en poésie.
Grâce aux mots, l'IMAGE est MAGIE.

Doc. 1 Pierre Coran, « Anagrammes », *Jaffabules*, 1990, Hachette.

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 74.
- Quels sont les anagrammes dans le poème de Pierre Coran ?
- Le mot « quiche » est-il une anagramme du mot « chimique » ?

› Des questions à se poser :

1. Lors d'une recherche d'anagramme, que doit-on garder : les mêmes lettres ? les mêmes mots ? les espaces ? les accents ?
2. De façon similaire, que conserve-t-on lors d'une transformation chimique ? Qu'est-ce qui change et n'est pas conservé ?

Explication scientifique

L'anagramme d'un mot doit comporter les mêmes lettres mais dans un ordre différent : « quiche » n'est pas l'anagramme de « chimique » (il manque un *i* et le *m*). On dit que les lettres sont conservées, comme les atomes lors d'une réaction chimique. En revanche, ce n'est le cas ni des groupes de mots ni des molécules.

Introduction à la

Esprit scientifique

Où va l'eau chaude, où va l'eau froide ?

Découvre la suite de l'expérience p.109



▲ Eau chaude colorée en rouge, eau froide colorée en bleu.

Matériel

- 4 bocaux en verre identiques, ayant si possible un bord épais.
- Du colorant (ou de l'encre).
- Du carton fin ou du papier épais.
- De l'eau chaude et de l'eau froide.
- Un grand plateau à hauts rebords.

Je sais déjà

1. Avec quel instrument la masse d'un solide se mesure-t-elle ?

a. une balance. c. une éprouvette.
b. une règle. d. un thermomètre.

2. Avec quel instrument la masse d'un liquide se mesure-t-elle ?

a. une balance. c. une éprouvette.
b. une règle. d. un thermomètre.

3. Un décimètre cube est égal à :

a. 1 litre. c. 10 centimètres cube.
b. 0,1 litre. d. 1 kilogramme.

4. Deux liquides qui ne peuvent pas former un mélange homogène sont qualifiés de :

a. miscibles. c. insolubles.
b. non miscibles. d. hétérogènes.

masse volumique

CHAPITRE 5



Remontée d'un canon de l'épave d'un galion au Bahamas. Les canons en métal coulaient à pic lors d'un naufrage. Pour les récupérer, les plongeurs utilisent un sac gonflable qui emporte le canon en remontant à la surface. Pourquoi le canon coule-t-il et pas le ballon ?

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ La masse et le volume des objets
- ✔ La proportionnalité entre deux grandeurs

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Les matériels pour mesurer la masse et le volume d'un liquide
- ✔ La relation de proportionnalité entre la masse et le volume d'un objet

Je vais apprendre à...

- ✔ Expliquer le positionnement des composants d'un mélange liquide hétérogène
- ✔ Identifier un liquide à l'aide de sa masse volumique
- ✔ Déterminer la masse d'un objet à partir de son volume et de sa masse volumique

■ **COMPÉTENCE** Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté

1 Comment expliquer que le pétrole flotte sur l'eau de mer ?



Une nappe de pétrole a flotté jusqu'à la plage à côté de chez Samia. Ses parents ont aidé à nettoyer cette marée noire et ont ramené une bouteille de pétrole. Samia se dit que pour pouvoir flotter, le pétrole doit être plus léger que l'eau. Elle fait quelques expériences pour vérifier.

L'explication de Samia est-elle correcte ?



Doc. 1 Les expériences de Samia.

Pour mieux comprendre pourquoi le pétrole flotte, Samia a réalisé deux expériences de pesée. L'éprouvette de gauche contient du pétrole, l'éprouvette de droite contient de l'eau.

La masse d'une bille en fer est plus grande que celle d'une bille en plastique de même dimension. Ce constat permet de comprendre que le fer est plus dense que le plastique, ou autrement dit, que la **masse volumique** du fer est supérieure à celle du plastique.

Doc. 2 Une question de vocabulaire.

Pour qu'une substance (liquide ou solide) flotte sur un liquide, il faut que sa masse volumique soit inférieure à celle du liquide. Dans le cas de liquides miscibles entre eux, on obtient un mélange homogène et il ne peut plus être question de flottaison.

Doc. 3 Critère de flottaison.

Exploitation de documents

1. **Doc. 1** Pour chaque expérience, compare la masse de l'eau à celle du pétrole.
2. **Doc.1** Pour chaque expérience, précise si le volume de pétrole est inférieur, supérieur ou égal à celui de l'eau.
3. Samia conclut : « Le pétrole est plus léger que l'eau, c'est pour cela qu'il ne coule pas ». Explique pourquoi cette formulation n'est pas correcte.
4. Du pétrole ou de l'eau, lequel possède la plus grande masse volumique ?

Synthèse

5. **Doc.2 et 3** Utilise le vocabulaire approprié pour modifier l'affirmation de Samia et expliquer la raison pour laquelle le pétrole flotte sur l'eau.

Vocabulaire

La masse volumique : masse d'une substance pour 1 m^3 (ou 1 L) de celle-ci.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai analysé une expérience.**
- ✔ **J'ai utilisé le vocabulaire approprié.**

COMPÉTENCE Interpréter des résultats

2 Comment identifier un liquide ?



Au laboratoire, deux étiquettes se sont décollées de leur flacon. Gabriel veut les replacer correctement. Par chance, les masses volumiques sont écrites sur les étiquettes. Il ne lui reste que quelques mesures à faire...

Formulation d'une hypothèse

1. **D'après toi, quelles grandeurs doit mesurer Gabriel pour retrouver à quel flacon correspond chaque étiquette ?**

Expérimentation

2. **Protocole :** Sous forme de texte ou de schéma, propose un protocole qui permet de mesurer la **masse** d'un échantillon de 10 mL de chaque liquide.
3. **Mesures :**
   a. Après validation par le professeur, mets en œuvre ton protocole.
   b. Note les valeurs de masse obtenues pour chaque échantillon de liquide à identifier, sans oublier de préciser l'unité.

Analyse des résultats

4. **Doc.1 et 2** À l'aide des valeurs sur les étiquettes, calcule les masses que devraient avoir les échantillons de chaque liquide de 10 mL.
5. Peux-tu désormais identifier les substances ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

Conclusion

6. Attribue la bonne étiquette à chaque flacon.



Doc. 1 Extrait du manuel de Gabriel.

Glycérine	Huile végétale
ρ = 1,26 g/mL	ρ = 916 mg/mL

Doc. 2 Les étiquettes décollées.

Vocabulaire

La masse : grandeur liée à la quantité de matière, qui se mesure avec une balance. L'unité dans le système international est le kilogramme (kg).

Le volume : grandeur qui caractérise l'espace occupé. Son unité dans le système international est le m^3.

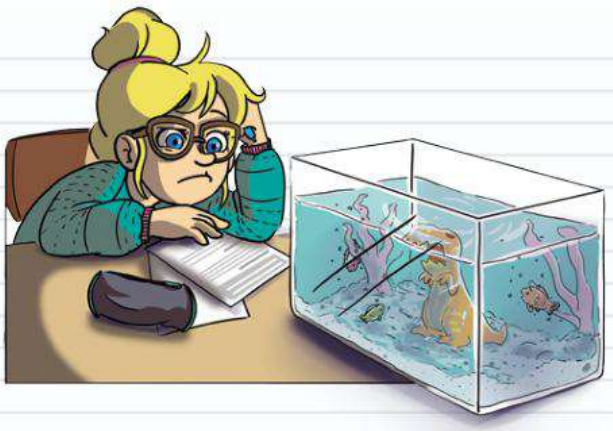
Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai réussi à mesurer des masses et les volumes.**
- ✔ **J'ai calculé les masses que chaque échantillon devait avoir.**
- ✔ **J'ai associé chaque étiquette à son flacon.**

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

3 Comment vérifier la masse volumique d'un solide ?

Yasmine a remarqué que sa figurine en plastique (en PVC) coule dans l'eau. En cherchant dans un livre la masse volumique du PVC, elle trouve : $\rho_{PVC} = 0{,}135$ kg/dL.
Elle sait que 1 L d'eau possède une masse de 1 kg ; elle se dit donc que sa figurine devrait flotter puisque 0,135 est inférieur à 1. Elle se demande ce qui a pu lui échapper.

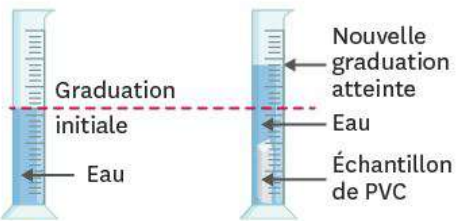


Formulation d'une hypothèse

1. **Selon toi, à quel détail Yasmine aurait-elle dû faire plus attention ?**

Expérimentation

2. **Protocole : Doc. 1** À l'aide du matériel disponible, propose un protocole pour mesurer la masse m et le volume V d'un morceau de PVC.
3. **Expérience :** Après validation par le professeur, mets en œuvre ton protocole et note les valeurs obtenues (en g et en mL).



Doc. 1 Une idée pour démarrer.

Quand on plonge un solide dans un liquide, le niveau du liquide monte. On peut se servir de cette observation pour mesurer le volume du morceau de PVC.

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Analyse des résultats

4. Utilise tes résultats pour calculer, à l'aide d'un tableau de proportionnalité, la masse qu'aurait un échantillon de 100 mL de PVC.
5. Fais les conversions nécessaires puis complète la phrase suivante : « Un morceau de PVC dont le volume est 1 dL aura une masse de ... kg ».
6. Ton résultat correspond-il à la valeur du livre de Yasmine ?
7. Ton hypothèse sur l'erreur de Yasmine était-elle exacte ? Explique ta réponse.

Conclusion

8. Exprime la valeur de la masse volumique du PVC en kg/L, puis compare-la à celle de l'eau (1 kg/L) afin d'expliquer l'observation de Yasmine. Explique ta réponse.

Fiche méthode n° 6 p. 235

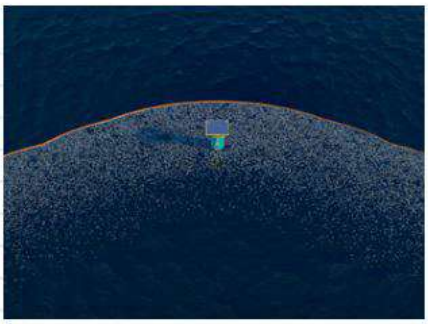
Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai mesuré des masses et des volumes.**
- ✔ **J'ai réussi à convertir les masses et les volumes.**
- ✔ **J'ai comparé des masses volumiques.**

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

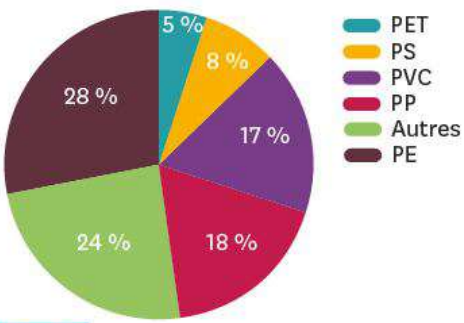
4 Quelle masse de plastique à la surface des océans ?

Depuis 2017, les sacs plastique ne sont plus autorisés dans les supermarchés pour éviter qu'ils ne polluent l'environnement. La quantité de plastique qui s'accumule dans les océans représente 10 % de la matière plastique produite dans le monde. C'est un danger pour la faune marine qui confond parfois les sacs plastique avec des proies. À 19 ans, un jeune Néerlandais a imaginé un système pour récupérer le plastique flottant sur les océans grâce à d'immenses filets flottants à la surface de l'eau.



TA MiSSion

À l'aide des documents et de calculs, détermine la masse des matières plastiques issues de la vie quotidienne qu'aurait à récupérer ce système chaque année. Le calcul sera fait à partir des données annuelles, en considérant que la masse rejetée de chaque matière plastique est proportionnelle à sa masse produite.



Doc. 1 **Répartition de la production mondiale de plastique.**

En 2010, 271,5 mégatonnes (soit 271,5 milliards de kilogrammes) de matières plastiques ont été produites dans le monde.

Masse volumique en kg/m³	Nom	Abréviation
946	polypropylène	PP
entre 890 et 930	polyéthylène	PE
1 040	polystyrène	PS
entre 1 190 et 1 390	polychlorure de vinyle	PVC
1 380	polyéthylène téréphtalate	PET

Doc. 2 **Caractéristiques des matières plastiques utilisées dans la vie quotidienne.**

Rappel :

Prendre t % d'un nombre revient à multiplier par $\frac{t}{100}$ ce nombre.

$t\ \% = \frac{t}{100}$

Chaque année, on rejette donc $271{,}5 \times \frac{10}{100} = 27{,}15$ mégatonnes de matières plastiques diverses dans l'océan.

Pour accomplir ma mission

- ✔ J'ai repéré le pourcentage de matière plastique rejetée dans les océans.
- ✔ J'ai séparé les matières plastiques en deux groupes.
- ✔ J'ai calculé des masses à partir d'autres masses initiales et de pourcentages.

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Flottaison d'un liquide sur un autre

- La **masse** est une grandeur proportionnelle à la quantité de matière d'un corps. Elle se mesure avec une balance.
- Le **volume** est une grandeur qui indique l'espace occupé par un corps, il se mesure avec une éprouvette graduée.
- Ni la masse ni le volume ne sont suffisants pour expliquer pourquoi un liquide flotte sur un autre.
- La **masse volumique** d'une substance correspond à la masse pour 1 m^3 de cette substance.
- De deux liquides non miscibles, celui qui flotte sur l'autre est celui de moindre masse volumique, c'est-à-dire le moins **dense**.

2 La masse volumique : un outil d'identification

- La masse *m* d'un corps est proportionnelle à son volume *V*. Le coefficient qui les lie se note ρ (rhô) et correspond à la masse volumique.
- Mathématiquement, cela s'écrit : $m = \rho \times V$.
- Chaque substance possède une masse volumique constante (à température et pression constantes) qui peut servir à l'identifier.

3 Les unités de masse volumique

- L'unité internationale de la masse volumique est le kg/m^3 (ou kg·m^{-3}).
- On trouve aussi d'autres unités : kg/L, g/L, kg/dm^3, etc. Il faut souvent faire une conversion avant de comparer des masses volumiques.
- On convertit l'unité d'une masse volumique en convertissant séparément l'unité du numérateur (la masse) et celle du dénominateur (le volume).
- Dans les conditions habituelles, la masse volumique de l'eau vaut 1 000 kg/m^3, soit encore 1 kg/dm^3, 1 kg/L, et 1 g/mL.

4 Plastiques et océans

- Les plastiques n'ont pas tous la même masse volumique.
- Certains, plus denses que l'eau, coulent alors que d'autres flottent car ils sont moins denses que l'eau.
- Les débris de plastique peu denses se retrouvent en grande quantité dans les océans et constituent une pollution importante.

L'essentiel !

Un liquide flotte sur tout autre liquide avec lequel il n'est pas miscible et qui possède une masse volumique supérieure à la sienne. La masse volumique d'une substance est la masse d'un mètre cube de celle-ci.

La masse d'un échantillon de substance est proportionnelle à son volume. On écrit :

(en kg) (en kg/m^3) (en m^3)

$$m = \rho \times V$$

où ρ est la masse volumique de la substance.

L'unité de la masse volumique dans le système international est le kg/m^3. La masse volumique de l'eau est de 1 000 kg/m^3 ce qui vaut aussi 1 kg/L.

Certains écosystèmes marins sont pollués par les débris plastiques d'origine humaine qui, moins denses que l'eau, flottent à sa surface.

Vocabulaire

Dense : bilan.
La masse : activité 2.
La masse volumique : activité 1.
Le volume : activité 2.

Je modélise

Pourquoi certains objets flottent-ils et d'autres non ?



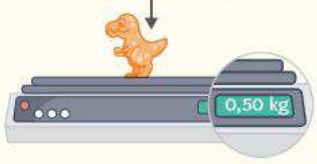
Certains objets flottent à la surface de l'eau et d'autres coulent. Ceux qui flottent sont plus légers que l'eau.

Tu es sure ? Regarde l'expérience.

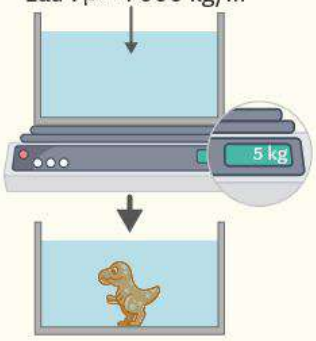


Que disent les Scientifiques ?

PVC : $\rho = 1\,350$ kg/m³



Eau : $\rho = 1\,000$ kg/m³



- $m_{PVC} < m_{eau}$
- Mais $\rho_{PVC} > \rho_{eau}$

(en kg) (en kg/m³) (en m³)

$$m = \rho \times V$$

Si $\rho_{(objet)} < \rho_{(eau)}$ alors l'objet flotte.

Si $\rho_{(objet)} > \rho_{(eau)}$ alors l'objet coule.

L'expérience nous dit que :

C'est la masse volumique d'un objet, et non sa masse, qui détermine si cet objet flotte ou coule.

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Prévoir à partir des masses volumiques si une substance flotte ou coule dans un liquide.	1 3 4	15
✔ Mesurer une masse et un volume.	2 3	1 14
✔ Utiliser une masse volumique pour calculer une masse en connaissant le volume.	2 3	10 14 17 19
✔ Convertir une masse volumique dans une autre unité.	3	12 13 18
✔ Comparer des masses volumiques exprimées dans des unités différentes.	3	18 30

Je me TESTE

Je sais

1 **Si le pétrole flotte sur l'eau, c'est parce que :**

1. le pétrole est plus léger que l'eau.
2. le pétrole est moins dense que l'eau.
3. la masse volumique du pétrole est plus grande que celle de l'eau.
4. la masse volumique du pétrole est plus petite que celle de l'eau.

2 **La flottaison des matériaux.**

Parmi les matériaux et liquides suivants, lesquels flottent sur l'eau ?

1. le PVC ($\rho_{PVC} = 1350\ kg/m^3$)
2. le polypropylène ($\rho_{PP} = 946\ kg/m^3$)
3. l'huile végétale ($\rho_{huile} = 916\ kg/m^3$)
4. la glycérine ($\rho_{glycérine} = 1260\ kg/m^3$)

3 **La formule qui relie la masse *m*, le volume *V* et la masse volumique ρ est :**

1. $\rho = m \times V$.
2. $m = \rho \times V$.
3. $V = m \times \rho$.

4 **Quelles sont les unités possibles pour exprimer une masse volumique ?**

1. kg.
2. kg/L.
3. kg/m.
4. g/m^3.

5 **Relie les phrases.**

1. Relie les points entre eux pour former des phrases cohérentes.

Un bâton flotte sur l'eau car le bois	se mesure avec une balance.
Le volume d'un liquide	a une masse volumique inférieure à celle de l'eau.
La masse d'un objet	s'exprime en kg/m^3.
La masse volumique d'une substance	se mesure avec une éprouvette graduée.

Je sais faire

6 **Pour mesurer la masse d'un liquide, il faut :**

1. faire la tare, poser le récipient sur la balance, verser le liquide, lire le résultat.
2. poser le récipient sur la balance, verser le liquide, faire la tare, lire le résultat.
3. poser le récipient sur la balance, faire la tare, verser le liquide, lire le résultat.

7 **Pour mesurer le volume d'un solide à l'aide d'une éprouvette graduée, on doit :**

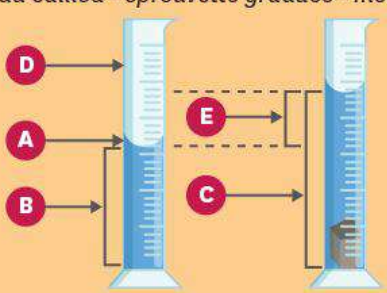
1. mettre le solide dans l'éprouvette vide, lire le volume.
2. mettre le solide dans l'éprouvette vide puis la remplir d'eau, lire le volume.
3. remplir l'éprouvette d'eau, lire le volume, y plonger le solide, lire le nouveau volume, calculer la différence entre les deux volumes lus.
4. remplir l'éprouvette d'eau, y plonger le solide, lire le volume.

8 **Mesure indirecte du volume d'un solide.**

Le schéma montre comment on doit effectuer une mesure indirecte du volume d'un caillou.

1. Recopie le schéma et place les légendes aux endroits corrects.

Volume initial de l'eau - volume total (eau + caillou) - volume du caillou - éprouvette graduée - ménisque.



Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

9 **La bouteille d'huile.**

De l'huile est contenue dans une bouteille de volume $V = 33$ cL. Sa masse volumique est $\rho = 0{,}920$ kg/L.

1. Détermine la masse m d'huile contenue dans la bouteille en g.
2. Est-ce que cette huile flotte sur l'eau ?

Étapes de la méthode

1. Il faut tout d'abord convertir le volume de l'huile dans l'unité utilisée pour exprimer la masse volumique. Il faut ensuite écrire la formule littérale reliant m, ρ et V, calculer la valeur de la masse, puis convertir le résultat dans l'unité demandée.
2. Il faut enfin rappeler la masse volumique de l'eau et l'exprimer dans la même unité que la masse volumique de l'objet. On compare les deux valeurs : si la masse volumique de l'objet est plus petite que celle de l'eau, il flotte. Sinon, il coule.

Corrigé :

1. Pour effectuer le calcul, il faut que les volumes soient exprimés dans la même unité. On convertit donc le volume V en L : $V = 33$ cL $= 0{,}33$ L. On calcule ensuite m : $m = \rho \times V = 0{,}920 \times 0{,}33 \approx 0{,}304$ kg $= 304$ g.
2. On sait que la masse volumique de l'eau est : $\rho_{eau} = 1\,000$ g/L $= 1$ kg/L. Cette huile a une masse volumique plus petite que l'eau, donc elle flotte sur l'eau.

Exercice similaire

10 **La branche de sapin.**

Un morceau de bois de sapin de volume $V = 50$ mL possède une masse volumique $\rho = 0{,}460$ kg/L.

1. Calcule la masse du morceau de bois de sapin en g.
2. Montre que ce morceau de bois flotte sur l'eau.

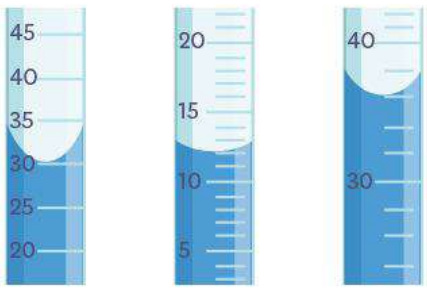
Numérique

Retrouve des ressources supplémentaires sur www.lelivrescolaire.fr

Je m'ENTRAINE

11 **Utilisation d'une éprouvette graduée.**

1. Quel est le volume de liquide dans chacune des éprouvettes représentées ci-dessous ?



12 **Conversions d'unité (1).**

1. Convertis les masses, volumes et masses volumiques suivantes dans les unités demandées :
   - a. $V_1 = 3{,}6$ L $=$ ... dm³ $=$ ... m³ $=$ ... cm³.
   - b. $V_2 = 0{,}45$ m³ $=$ ... L $=$ ... dL $=$ ... daL.
   - c. $m_1 = 14{,}2$ g $=$ ... kg $=$ ... mg.
   - d. $m_2 = 2{,}31$ kg $=$ ... g $=$ ... mg.
   - e. $\rho_1 = 19{,}3$ kg/L $=$ ... g/L $=$ ... mg/L.
   - f. $\rho_2 = 810$ kg/m³ $=$ ... g/m³ $=$ ... mg/m³.

13 Conversions d'unité (2).

1. 1 µg = 0,000001 g. Convertis les masses volumiques suivantes dans les unités demandées.

a. ρ_a = 1,925 kg/L = ... g/L = ... g/dm³.

b. ρ_b = 0,773 g/cm³ = ... kg/cm³ = ... kg/dm³.

c. ρ_c = 13,59 g/mL = ... mg/mL = ... mg/cL.

d. ρ_d = 1 260 kg/m³ = ... g/L =... g/dL.

e. ρ_e = 8 867 000 µg/cm³ = ... g/dm³.

14 Aide Anatole !

■ **COMPÉTENCE Concevoir une expérience pour tester une hypothèse**

Anatole est perdu : son professeur lui a demandé de prévoir la masse de l'eau de mer présente dans une bouteille puis de vérifier sa prévision mais il ne sait pas comment faire. Il dispose de tout le matériel courant de laboratoire et des informations suivantes :

Masse volumique de l'eau de mer utilisée : ρ_{mer} = 1,1 kg/L ; volume V de la bouteille : V = 75 mL.

1. Prévois la masse m de l'eau de mer présente dans la bouteille.
2. Fais la liste du matériel nécessaire pour vérifier cette prévision.
3. Rédige le protocole à suivre pour mesurer la masse de l'eau de mer présente dans la bouteille.

15 Comparaison d'essences de bois.

Le bois est une matière vivante dont la masse volumique dépend de l'humidité. On donne ci-dessous les masses volumiques de quelques essences de bois.

Substance	Masse volumique (kg/m³)
Eau douce	1 000
Eau de l'océan Atlantique	1 025
Eau de la Mer Morte	1 240
Sapin	850
Châtaignier	1 060
Acacia	900
Épicéa	800
Iroko	1 100

1. À l'aide du tableau ci-dessus, classe les essences de bois par ordre décroissant de masse volumique.
2. Quelles sont les essences qui flottent sur le lac Léman ? Sur l'Atlantique ? Sur la mer Morte ?

16 Une histoire de clous.

Élie voudrait connaitre la masse volumique du fer. Pour cela, il dispose d'un paquet de clous en fer. Il mesure la masse d'un clou : m = 0,395 g. Il veut mesurer le volume d'un clou en l'immergeant dans une éprouvette d'eau mais le volume est trop faible pour qu'il puisse le lire correctement. Il décide donc d'en immerger dix.
Il obtient pour les dix clous un volume V = 0,5 mL.

Après calcul, il trouve une masse volumique de 7,9 g/cm³ pour les dix clous.

1. Quel est le volume d'un clou ?
2. Quelle est la valeur de la masse volumique d'un clou ?
3. Convertis cette valeur en kg/m³.

17 Une bague en argent.

■ **COMPÉTENCE Conclure, valider ou non l'hypothèse**

Florent observe la bague de Suzanne. Suzanne lui affirme que c'est une bague en argent mais Florent pense qu'elle est en fer-blanc. Pour en avoir le cœur net, il pèse la bague et trouve m = 14,4 g. Il plonge la bague dans une éprouvette contenant 5,0 mL d'eau : le niveau monte jusqu'à 6,4 mL.

1. Quel est le volume de la bague de Suzanne ?
2. À l'aide des données du tableau, calcule la masse que ferait la bague si elle était en fer-blanc.
3. À l'aide du tableau, calcule la masse que ferait la bague si elle était en argent.
4. Détermine, à l'aide de tes réponses précédentes, si la bague de Suzanne est en argent ou en fer-blanc.

Nom de l'alliage	Composition	Masse volumique
argent 925	alliage d'argent et de cuivre utilisé en bijouterie	10,3 g/cm³
fer-blanc	acier recouvert d'étain	8 g/cm³

18 Masse volumique de l'eau.

Dans les conditions ordinaires de température et de pression, la masse volumique de l'eau vaut ρ_e = 1 kg/L. Elle est souvent exprimée en d'autres unités, selon le cas étudié.

1. Convertis cette valeur en kg/m³, en g/L et en g/dm³.
2. Convertis cette valeur en t/m³, en g/cm³ et en g/mL.
3. Quelle observation peux-tu tirer de tes résultats ?

19 L'air.

L'air est un gaz dont la masse volumique, dans les conditions habituelles de température et de pression, vaut $\rho = 1{,}3$ kg/m³.

1. Quelle est la masse d'un mètre cube d'air ?
2. Considérons une salle de classe dont le volume est 60 m³. Quelle est la masse d'air contenue dans cette salle ?
3. On jette 2,5 kg d'eau dans la salle. De l'eau ou de l'air présent dans la salle, lequel est le plus lourd ?
4. Où vont se situer l'eau et l'air l'un par rapport à l'autre dans la salle ?

20 Monnaie en cuivre.



Au cours d'une opération de nettoyage de la plage, Romain a trouvé dix pièces de monnaie en cuivre. Il les immerge dans une éprouvette à moitié remplie d'eau. La différence de volume qu'il constate est : $V = 5$ cm³. Il a trouvé sur internet que la masse volumique du cuivre ρ_{Cuivre} est de 8,96 g/mL.

1. Convertis le volume V du cuivre en mL.
2. Calcule la masse m de ces dix pièces de cuivre.

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

21 Déterminer la masse d'un objet.

Un anneau en or

Une bague est constituée d'un anneau d'or d'un volume de 0,24 cm³ et d'une pierre précieuse de 0,20 g. L'or utilisé en bijouterie possède une masse volumique de 16 500 g/L.
Sarah veut trouver la masse totale de sa bague et de l'anneau seul.

1. Convertis le volume de l'anneau en mL.
2. Convertis la masse volumique de l'or en g/mL.
3. Calcule la masse de l'anneau seul.
4. Calcule la masse totale de la bague.
5. Calcule le pourcentage de la masse totale que représente l'anneau vis-à-vis de la bague.

Une statuette en bois et en métal

Enora possède une statuette composée de bois et de métal. Le bois de la statuette occupe à lui seul un volume de 120 cm³ tandis que celui de la partie en métal est de 15 cm³. La masse volumique du bois de la statuette est de 700 g/L. La masse volumique du métal est de 8 000 g/L. Enora veut trouver la masse du bois seul et celle de la statuette complète.

1. Convertis les masses volumiques en g/mL.
2. Calcule la masse de la pièce de bois seule.
3. Calcule la masse de la pièce de métal.
4. Calcule le pourcentage de la masse totale que représente la pièce de métal vis-à-vis de la statuette complète.

La bille d'acier

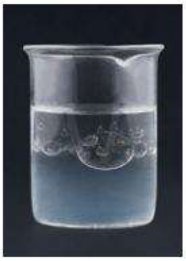
Une bille d'acier est conçue en mélangeant 0,69 cm³ de carbone avec 9,31 cm³ de fer en fusion. Le fer est un métal de masse volumique $\rho_{fer} = 7\,860$ kg/m³, celle du carbone valant $\rho_{carbone} = 2{,}250$ kg/L.

1. Calcule la masse totale de cette bille d'acier.
2. Détermine alors les pourcentages de carbone et de fer présents dans la bille.

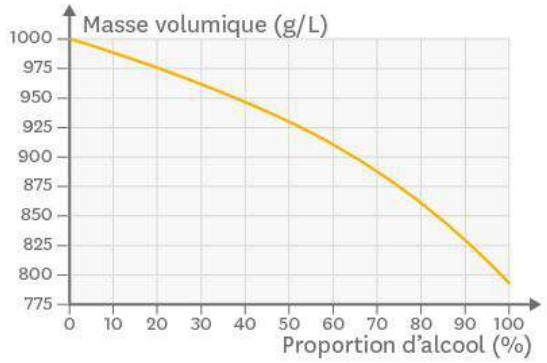


J'APPROFONDIS

22 Mélange de trois liquides.



L'huile de colza a une masse volumique $\rho_h = 915$ g/L. Elle n'est pas miscible avec l'eau et l'alcool. L'eau et l'alcool, quant à eux, forment un mélange homogène, dont la masse volumique dépend de la proportion d'alcool :



1. À partir du graphique, détermine la masse volumique d'un mélange contenant 40 % d'alcool et 60 % d'eau.
2. De la même manière, détermine la masse volumique de l'alcool pur et de l'eau pure.
3. Dans un tube à essai, on verse de l'huile et de l'alcool. Représente le tube à essai en précisant quel liquide est au-dessus de l'autre.
4. Même question pour un tube à essai dans lequel on verse de l'huile et de l'eau.
5. Pour réaliser la photo ci-dessus, on a introduit de l'huile de colza dans un verre contenant un mélange d'eau et d'alcool ayant la même masse volumique que l'huile. Quelle proportion d'alcool a-t-on utilisée pour ce mélange (voir graphique) ?

23 La couronne du roi Hiéron.

La légende raconte que Hiéron, roi de Syracuse, voulait vérifier que son orfèvre n'avait pas volé l'or qu'on lui avait confié pour la fabrication d'une couronne. Il demanda au savant Archimède de trouver un moyen de savoir si la couronne était bien en or pur. La couronne pesait 7,5 kg. Archimède la plongea dans un récipient cylindrique rempli d'eau dont le rayon était $R = 15$ cm : le niveau de l'eau s'éleva d'une hauteur $h = 1{,}1$ cm.

1. Comment Archimède peut-il trouver le volume de la couronne grâce à son expérience ?
2. Calcule ce volume en cm^3.
3. La masse volumique de l'or est $\rho_{or} = 19{,}3$ g/cm^3. Calcule la masse que la couronne doit avoir si elle est en or pur.
4. L'orfèvre a-t-il volé le roi ? Justifie ta réponse.

24 Un sirop bien sucré.

Tristan veut déterminer la masse de sucre dans sa boisson à base de sirop concentré. Il prend un verre avec une marque à 5 cL. Il met du sirop concentré jusqu'à celle-ci, puis ajoute de l'eau jusqu'à obtenir 30 cL de boisson.
La masse volumique du sirop concentré est $\rho_{sirop} = 1{,}4$ kg/L. Tristan peut lire sur l'étiquette de sa bouteille de sirop : 58,9 g de sucre pour 100 g de sirop.

1. À partir de la méthode de préparation utilisée par Tristan, calcule la masse de sirop utilisée.
2. Calcule la masse de sucre que contient la boisson de Tristan.

25 Un rouleau de fil métallique.

Blandine a trouvé un rouleau de fil métallique. Elle cherche sa masse volumique pour parvenir à identifier la nature du métal. La bobine complète pèse 650 g et le fil est enroulé autour d'un socle en plastique de 156 g.

1. Le fil a un diamètre $d = 1$ mm et une longueur totale $L = 100$ m. Détermine son volume en cm^3.
   Coup de pouce : le fil est assimilable à un cylindre très fin.
2. Calcule la masse du fil métallique seul.
3. Est-ce qu'il peut s'agir de fil de fer ($\rho = 7{,}9$ g/cm^3) ?

26 *Is it water?*

William est élève en Grande-Bretagne. Il n'utilise pas le système métrique mais des unités anglo-saxonnes : le pied cube (*cubic foot*, ft^3) pour les volumes et la livre (*pound*, lb) pour les masses. Il dispose de $V = 0{,}3532$ ft^3 d'un liquide transparent qui pèse $m = 22{,}05$ lb.
1 ft^3 = 28,32 dm^3 et 1 lb = 0,4536 kg.

1. Convertis le volume de ce liquide en litres (arrondis le résultat à deux chiffres après la virgule).

2. Convertis la masse de ce liquide en kg (arrondis le résultat à deux chiffres après la virgule).
3. Que peux-tu dire sur la nature de ce liquide ?

27 Le défi de la bouteille de lait.

■ **COMPÉTENCE** **Identifier le problème à résoudre**

Le professeur a lancé un défi aux élèves : « Prouvez que cette bouteille est en polyéthylène, en sachant que la masse volumique du polyéthylène vaut $\rho = 0{,}940$ kg/L. » Les élèves ont à leur disposition une bouteille de lait vide en polyéthylène, de l'eau, de l'huile, des balances et des éprouvettes. Voici les idées de trois élèves pour relever ce défi :

- Louis a utilisé le volume « 1 L » écrit sur la bouteille et l'a pesée pour vérifier si elle pesait bien 940 g. Il a mesuré une masse de 30 g.
- Nicolas a découpé des morceaux de flacon, les a pesés puis plongés dans une éprouvette d'eau. Il n'a pas réussi à mesurer le volume des morceaux.
- Marguerite a découpé des morceaux de flacon, les a pesés puis plongés dans une éprouvette d'huile contenant un volume d'huile qu'elle avait préalablement noté. C'est la seule à avoir pu prouver que la bouteille est en polyéthylène.

Masse volumique de l'huile utilisée : 0,916 kg/L.

1. Quelle erreur Louis a-t-il commise ?
2. Pour quelle raison Nicolas n'a-t-il pas réussi à mesurer le volume des morceaux découpés ?
3. Marguerite a utilisé $V = 1{,}5$ mL de polyéthylène. Quelle masse totale ses morceaux de bouteille de lait faisaient-ils ?

28 Définition du gramme.

Blanche se demande pour quelle raison la masse volumique de l'eau vaut exactement 1 g/cm³. Voici ce qu'elle a trouvé sur internet : « La loi du 18 germinal an III définit ainsi le gramme : poids absolu* d'un volume d'eau pure égal au cube de la centième partie du mètre ». Aide-la à comprendre si cette définition a un lien avec la masse volumique de l'eau.

**poids absolu = masse.*

1. Dans cette définition du gramme, par quel terme désigne-t-on le centimètre ?
2. Que signifie le « cube de la centième partie du mètre » ?
3. À l'aide des questions précédentes, reformule la définition du gramme dans le vocabulaire d'aujourd'hui.
4. Conclusion : est-ce un hasard si la masse volumique de l'eau vaut exactement 1 g/cm³ ?

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Élodie a trouvé dans le grenier de son grand-père une balle utilisée autrefois pour la chasse. C'est une sphère de métal, qui porte l'indication « calibre 12 ». Son grand-père promet de lui donner la balle si elle parvient à prouver qu'elle est en plomb. Peux-tu l'aider ?



Doc. 1 **Élodie mesure le diamètre de la balle.**

Élodie mesure le diamètre de la balle en plomb. Son grand-père lui rappelle la formule pour calculer le volume de la balle à partir de son rayon.

> Le chiffre du calibre indique le nombre de balles sphériques en plomb de même diamètre compris dans une livre (489,5 g) de plomb. Ainsi, seize billes de calibre 16, fondues, donneraient une livre de plomb. La masse volumique du plomb est $\rho = 11{,}3$ g/cm³.
>
> D'après Chantelat (J.-C.) et Lorgnier du Mesnil (C.), *La chasse*, 1995.

Doc. 2 **Définition du « calibre » d'une balle de chasse.**

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

29 Dorure à la feuille.



La technique de dorure « à la feuille » permet de décorer de nombreux objets (cadres, statues, toitures, etc.).
On utilise pour cela des feuilles d'or carrées d'une très faible épaisseur. Considérons une feuille d'or carrée de côté a = 85 mm et d'épaisseur e = 0,2 µm (1 µm = 0,001 mm).

La masse volumique de l'or est ρ_{or} = 19,3 g/cm³.

1. Calcule le volume de cette feuille d'or en mm³.
2. Pour dorer le dôme de l'église des Invalides à Paris, il a fallu 800 cm³ d'or. Quelle masse cela représente-t-il ?
3. Combien de feuilles d'or cela représente-t-il ?

30 Cocktail.

■ **COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques**

Barnabé veut réaliser un cocktail avec tous les ingrédients listés ci-dessous. Pour que les couches ne se mélangent pas, il veut verser doucement les liquides du plus dense au moins dense.

Ingrédients	Masse volumique
nectar d'abricot	1 050 kg/m³
sirop de menthe	14,5 g/cL
jus de citron sucré	1,02 g/cm³
sirop de grenadine dilué	0,124 kg/dL

1. Dans le tableau de Barnabé, les liquides sont-ils déjà classés du plus dense au moins dense ?
2. Dans quel ordre Barnabé doit-il verser les ingrédients s'il veut que ce soit du plus dense au moins dense ?
3. Représente le verre de Barnabé en précisant la nature des différentes couches.

■ PARCOURS DE COMPÉTENCES ■

■ **Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations**

Amélie a lu que 1 330 planètes Terre pourraient tenir dans Jupiter, alors que sa masse n'est que 318 fois plus grande. Elle ne comprend pas comment c'est possible.

Description de Jupiter et de la Terre : La géante gazeuse Jupiter est essentiellement composée d'hydrogène et d'hélium, des gaz légers. La Terre est essentiellement composée de roche.

Caractéristiques physiques de Jupiter et de la Terre

Planète	Volume	Masse Totale	Masse volumique globale
Jupiter	$1{,}4 \times 10^{24}$ m³	$1{,}8986 \times 10^{27}$ kg	$1{,}326 \times 10^{3}$ kg/m³
Terre	$1{,}08321 \times 10^{21}$ m³	$6{,}0 \times 10^{24}$ kg	$5{,}5 \times 10^{3}$ kg/m³

› Que faut-il expliquer à Amélie ?

Niveau 1

Je reconnais la nature des documents et je peux les décrire.

Coup de pouce : Quels types de documents sont disponibles ci-dessus ?

Niveau 2

Je comprends les informations scientifiques apportées par les documents.

Coup de pouce : Quel document donne des détails sur l'atmosphère de Jupiter ? Qu'indique le tableau ?

Niveau 3

J'identifie les informations utiles.

Coup de pouce : Sélectionne 3 informations utiles pour répondre à Amélie.

Niveau 4

J'extrais et organise les informations utiles.

Coup de pouce : Organise une réponse en trois points pour Amélie.

Manipuler des outils mathématiques

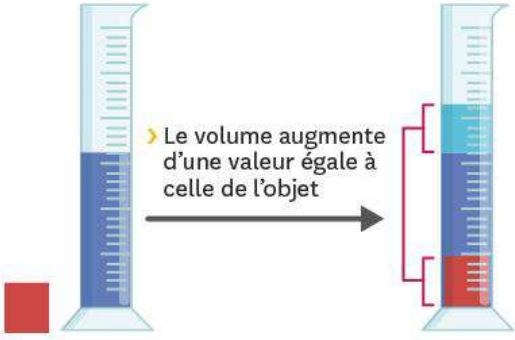
Je sais faire si :

- ✔ J'utilise les mathématiques comme un outil pour modéliser un phénomène physique.
- ✔ Les mathématiques me permettent d'écrire des lois.
- ✔ Les mathématiques me permettent de prévoir des comportements et, parfois, de découvrir de nouveaux phénomènes.
- ✔ Je les maitrise pour appréhender certaines théories scientifiques.
- ✔ Je les mets en application pour répondre à une question concernant un problème connu.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Vérification de la nature d'un matériau.

Pour vérifier la nature d'un échantillon de matière solide, il faut connaitre la masse volumique de la substance supposée de l'échantillon et aussi pouvoir mesurer sa masse et son volume. La mesure de la masse est assez simple car on trouve facilement des balances. Si la forme n'est pas une figure géométrique connue, le volume est alors plus compliqué à déterminer. On peut dans certaines circonstances (si l'objet n'est pas trop gros) utiliser le déplacement de l'eau :



Considérons par exemple un pavé droit de zinc de 2 cm de large, 2 cm de haut et 2,5 cm de long. La masse volumique du zinc est de 7,1 g/cm^3.

Questions

Quelle doit-être la masse de notre cube s'il est réellement en zinc ?

Aide à la résolution

1. Si tu n'as pas d'éprouvette assez grosse pour y faire entrer l'échantillon, tu peux utiliser la méthode du débordement. Attention : il faut bien récupérer toute l'eau qui déborde et bien mesurer son volume.
2. Si tu préfères le calcul, le volume d'un pavé droit est égal au produit de ses trois arrêtes ($a \times b \times c$). La masse m que devrait avoir l'échantillon est égale au produit du volume V par la masse volumique ρ du zinc. C'est-à-dire $m = \rho \times V$ pour le calcul, il faut faire attention aux unités !
3. Pour vérifier que la masse réelle correspond bien à la masse théorique d'un cube en zinc, utilise une balance précise.

Exercice similaire :

Un cube de cuivre de 2 cm d'arrête a été coupé en deux selon sa diagonale. Calcule la masse en g des deux morceaux de cubes obtenus sachant que $\rho_{cuivre} = 8{,}920$ g/cm^3.

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

La couronne de Hiéron est-elle en toc ?

À Syracuse dans l'antiquité, le roi Hiéron confie un lingot d'or à un artisan pour qu'il lui confectionne une couronne. Archimède est chargé de vérifier que tout l'or a bien été utilisé par l'artisan, mais sans abimer la couronne !



◀ Archimède (287 à 212 av. J.-C.).

Archimède pèse la couronne et constate que sa masse est la même que celle du lingot fournie par le roi... Mais peut-être la couronne est-elle faite d'un lingot d'argent de même masse, et simplement recouverte d'une mince couche d'or ? Archimède résout ce problème en vérifiant si le volume de la couronne correspond lui aussi à celui du lingot d'or.

Doc. 1 La solution d'Archimède.

Questions

1. La masse volumique de l'argent est plus faible que celle de l'or. Qui de la couronne trafiquée ou du lingot sera le plus volumineux ?
2. Comment peut-on comparer les deux volumes ?

Objet d'étude

Pourquoi les bateaux flottent-ils ?

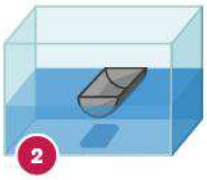
De nombreux voiliers sont faits en aluminium. Comment peuvent-ils flotter ?

substance	chêne (bois)	aluminium	eau de mer	air
ρ (en kg/dm^3)	0,6	2,70	1,03	0,0012

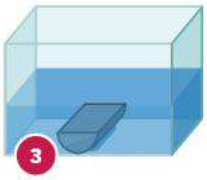
Doc. 1 Masses volumiques de quelques corps.



1 En bois, plein → il flotte



2 En aluminium, creux → il flotte



3 En aluminium, plein → il coule

Doc. 2 Flottaison de trois demi-cylindres.

Pour savoir si un bateau peut flotter ou non sur l'eau, il faut considérer la masse volumique moyenne de tout le bateau, qui prend en compte ce qu'il contient (air, cargaison, etc.). Ainsi, un bateau « vide » est en réalité rempli d'air. Plus on le charge, plus sa masse volumique moyenne augmente et plus il s'enfonce. Entièrement rempli d'une cargaison dont la masse volumique vaut ou dépasse celle de l'eau, il coule.

Doc. 3 Un bateau vide ne l'est pas vraiment !

Questions

1. Un bloc d'aluminium flotte-t-il ou coule-t-il dans l'eau ?
2. Explique en quelques phrases comment les voiliers à coque en aluminium peuvent flotter.

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr

Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Où va l'eau chaude, où va l'eau froide ?



Doc. 1 Le matériel.



Doc. 2 Préparation de la première expérience.



Doc. 3 La deuxième expérience, carton enlevé.

Il faut essayer de bien ajuster visuellement les deux bocaux l'un au dessus de l'autre avant de retirer le carton ! Dans tous les cas, on perd un peu d'eau : prévois un grand récipient !

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 92.
- Colore l'eau froide d'une couleur (par exemple bleue) et si possible l'eau chaude d'une autre.
- Remplis à ras bord deux bocaux d'eau froide et deux d'eau chaude.
- Pose le papier cartonné sur un bocal d'eau froide, retourne-le en tenant le carton et dépose-le sur un bocal d'eau chaude. Retire le carton et observe.
- Avec les deux autres bocaux, fais l'inverse : retourne celui d'eau chaude et dépose-le sur celui d'eau froide.

› Des questions à se poser :

1. L'eau chaude et l'eau froide se mélangent-elles lors des deux expériences ?
2. Quelle eau reste au dessus/en dessous ? Laquelle est la plus dense ?
3. La masse volumique de l'eau dépend-elle de la température ? Comment varie-t-elle ?

Explication scientifique

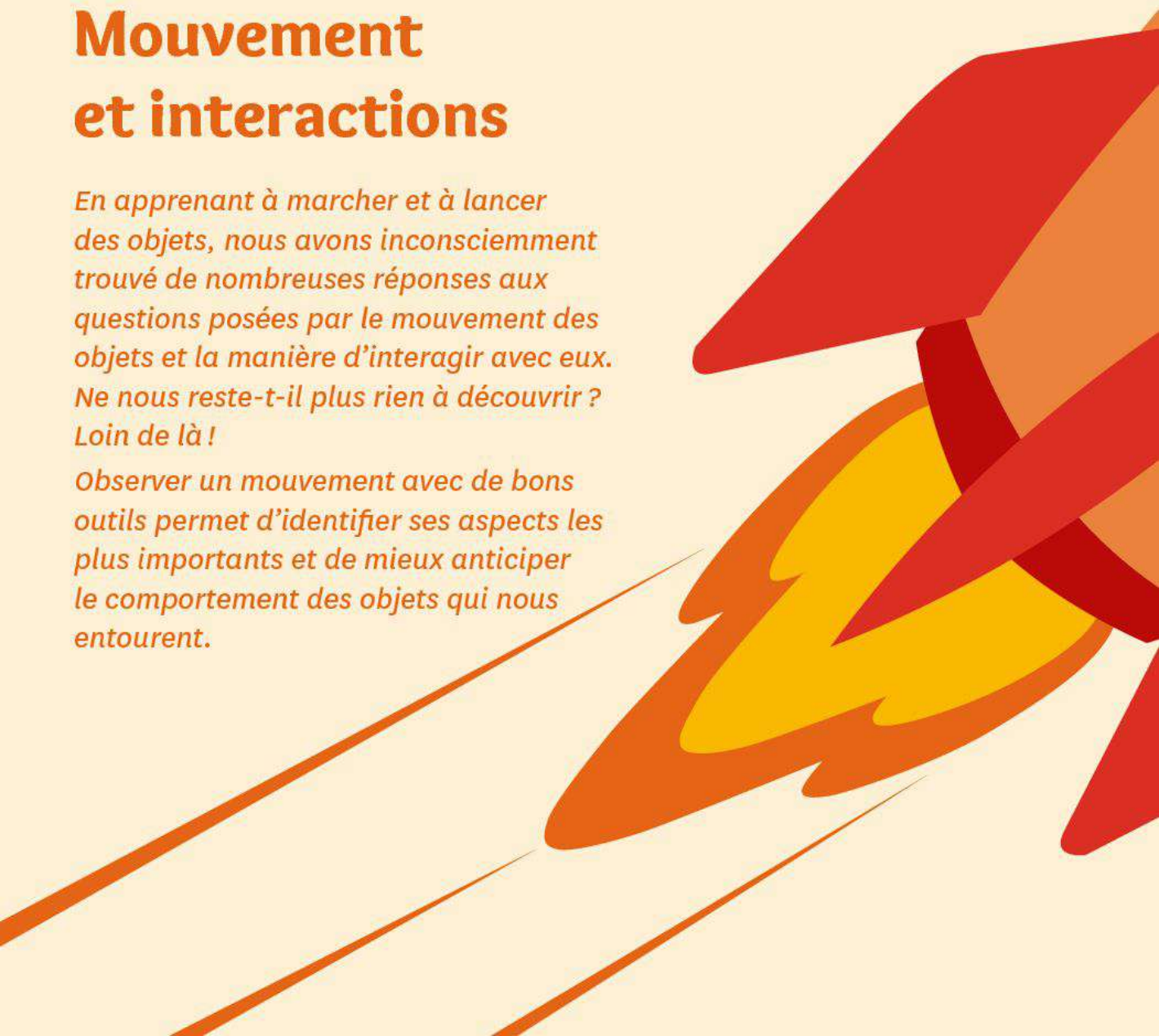
Lorsqu'on dépose le bocal d'eau chaude au dessus du bocal d'eau froide, l'eau chaude reste en haut et ne se mélange pas avec l'eau froide. Au contraire, lorsque l'eau froide est au dessus, elle tombe dans l'eau chaude. La masse volumique de l'eau varie ici : l'eau chaude a une masse volumique plus faible que celle de l'eau froide, elle « flotte » !

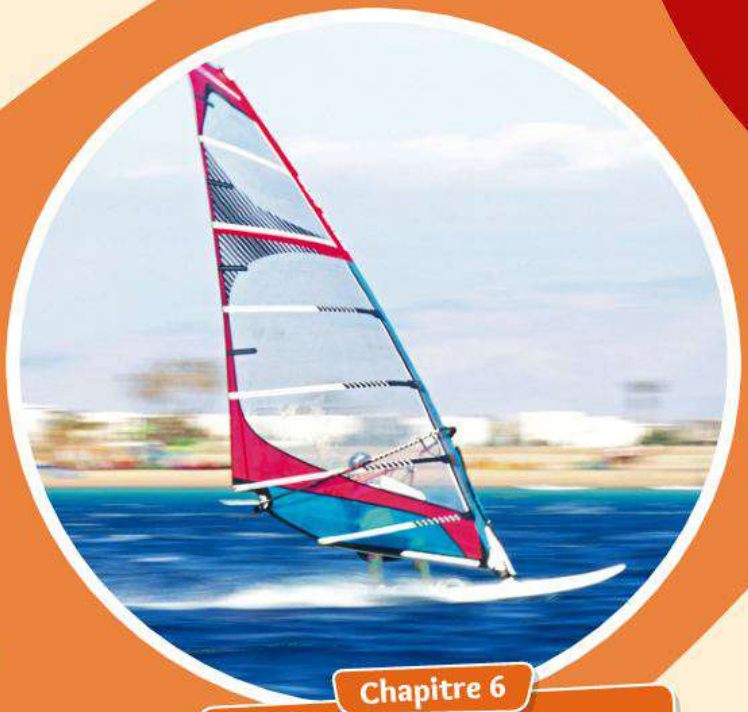
Thème 02

Mouvement et interactions

En apprenant à marcher et à lancer des objets, nous avons inconsciemment trouvé de nombreuses réponses aux questions posées par le mouvement des objets et la manière d'interagir avec eux. Ne nous reste-t-il plus rien à découvrir ? Loin de là !

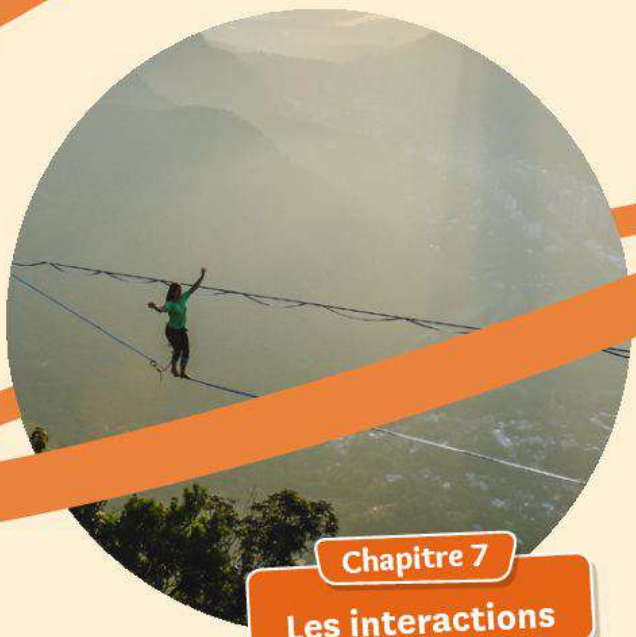
Observer un mouvement avec de bons outils permet d'identifier ses aspects les plus importants et de mieux anticiper le comportement des objets qui nous entourent.





Chapitre 6

Repérage de mouvement et mesure de vitesse



Chapitre 7

Les interactions

Repérage de mouvement



Esprit scientifique

Construis un parachute et mesure sa vitesse de chute !

Découvre la suite de l'expérience p. 129



▲ Pour atterrir, le parachutiste doit avoir la plus faible vitesse possible.

Matériel

- Un sac en plastique (polyéthylène).
- 8 longueurs de 25 cm de fil à coudre.
- Un trombone et un petit objet à attacher au parachute.
- Un chronomètre.
- Un décamètre.

Je sais déjà

1. Un objet qui se déplace en ligne droite a un mouvement :

a. uniforme. c. rectiligne.
b. circulaire. d. moyen.

2. L'unité internationale de longueur est :

a. le centimètre. c. le kilomètre.
b. le kilogramme. d. le mètre.

3. La vitesse de déplacement a une valeur constante. Le mouvement est dit :

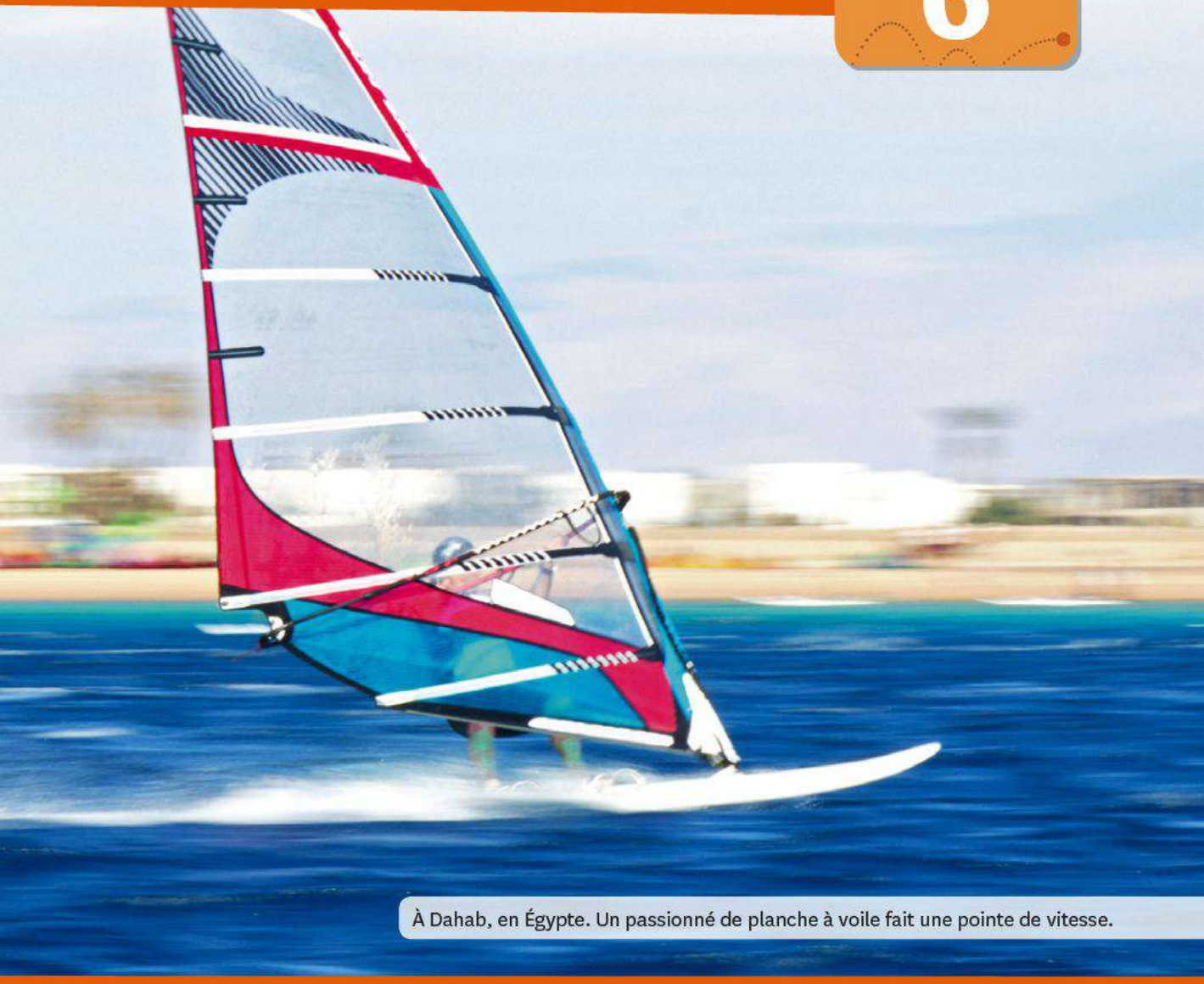
a. varié. c. uniforme.
b. simple. d. accéléré.

4. L'unité internationale de temps est :

a. l'heure. c. la minute.
b. la seconde. d. l'année.

et mesure de vitesse

CHAPITRE 6



À Dahab, en Égypte. Un passionné de planche à voile fait une pointe de vitesse.

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les trajectoires des mouvements simples
- ✔ Les mouvements rectilignes à vitesse constante et à vitesse variable

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ L'interprétation des chronophotographies
- ✔ Les graphiques de vitesse instantanée
- ✔ Les caractéristiques de la vitesse

Je vais apprendre à...

- ✔ Interpréter les différences d'observations du même mouvement, selon la situation de l'observateur
- ✔ Mesurer des distances et des durées
- ✔ Calculer une vitesse

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

1 À chaque observateur son mouvement

Cécile vient de monter dans l'ascenseur panoramique des 100 dragons, en Chine. Julien, du fond de la vallée, regarde la cabine s'élever. Il appelle Cécile sur son portable et lui demande de décrire ce qu'elle voit.

De quoi le mouvement observé dépend-il ?



Doc. 1 Depuis l'intérieur de l'ascenseur des 100 dragons.

Après une rapide phase d'accélération de moins de 4 secondes, l'ascenseur atteint sa vitesse nominale de l'ordre de 3 m/s, qui lui permet de monter les 326 mètres en près de 110 secondes.

Doc. 2 Informations techniques de l'ascenseur affichées à côté de la porte.



Doc. 3 La structure métallique de la partie extérieure des ascenseurs.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 2** Trace le graphique d'évolution de la vitesse de l'ascenseur au cours du temps pendant sa montée.
2. **Doc. 2** Décris les différents mouvements de l'ascenseur au cours de sa montée (nature uniforme ou non, type de trajectoire).
3. Comment évolue la distance entre la cabine d'ascenseur et Julien ? Et pour Cécile ?
4. **Doc. 2 et 3** Qui de Julien ou de Cécile voit les colonnes de roches en mouvement ? Explique ta réponse.
5. Avec un(e) camarade, deux smartphones et les doigts d'une main, simule les observations de Cécile et Julien.

Synthèse

6. Commente en quelques phrases le titre de cette activité.

Fiche méthode n°6 p. 235

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai caractérisé un mouvement (rectiligne, circulaire, uniforme, non uniforme, etc.).**
- ✔ **J'ai compris qu'il y a une relation entre la description d'un mouvement et la situation de celui qui l'observe.**
- ✔ **J'ai enregistré une simulation de la situation avec deux enregistrements vidéos et un camarade.**

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

2 255 km/h : un nouveau record du monde

Le kilomètre lancé est un sport d'hiver dans lequel on descend le plus rapidement possible une piste enneigée, à ski et en ligne droite.

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, la vitesse mesurée est-elle instantanée ou moyenne ?

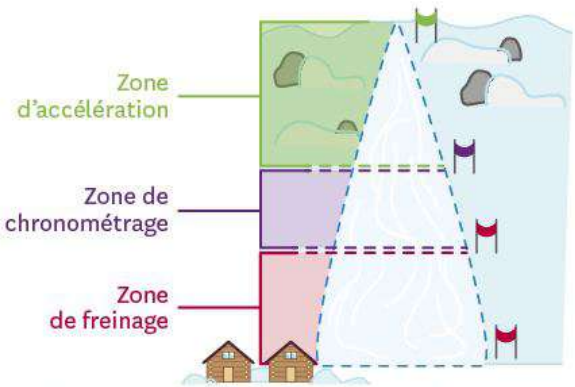
Le Speed Masters 2016, épreuve de kilomètre lancé (KL), a été remporté par l'italien Ivan Origone sur le pic de Chabrières, à Vars. Une horloge précise au 1/1000e de seconde se déclenche pendant la traversée de la zone de chronométrage. Pour le record d'Ivan, elle a mesuré une durée de 1,412 s.

D'après V. Felenc, « Nouveau record du monde », lequipe.fr, mars 2016.

Doc. 1 La mesure du record d'Ivan Origone.

La **vitesse moyenne** est la moyenne des vitesses instantanées pendant le mouvement. Elle peut être calculée de manière simple. Un mobile qui parcourt une distance d (en m), en une durée t (en s) a une vitesse moyenne v (en m/s), donnée par la relation : $v = \frac{d}{t}$.

Doc. 2 Calcul d'une vitesse moyenne.



Altitude du départ	2 715 m
Longueur zone de freinage	270 m
Longueur zone d'accélération	870 m
Longueur zone de chronométrage	100 m
Pente max/moy	95 % - 75 %

Doc. 3 La piste du record.

Recherche de données

2. Doc. 1 Recherche dans les documents les informations nécessaires pour calculer la valeur précise du record d'Ivan Origone.

Analyse des données

3. Utilise les données trouvées à la question **2.** pour calculer la valeur du record en m/s.

4. Convertis cette valeur en km/h.

5. Étant donné le dispositif de mesure, la vitesse obtenue est-elle une vitesse instantanée ou moyenne ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

Conclusion

6. Est-il possible qu'Ivan Origone ait réellement atteint 255 km/h ? Explique ta réponse.

Vocabulaire

La vitesse moyenne : moyenne des vitesses instantanées à chaque instant d'un trajet.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai retrouvé la valeur du record de kilomètre lancé donnée dans le titre de l'activité.**
- ✔ **J'ai utilisé la relation $v = \frac{d}{t}$.**

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

3 Comment mesurer des vitesses ?

Anaïs et Thomas débattent devant une bouteille d'huile. Thomas pense qu'une goutte d'eau tombe dans l'huile à vitesse constante alors qu'Anaïs pense qu'elle va tomber vite au départ puis de plus en plus lentement.

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, quelles sont les caractéristiques du mouvement d'une goutte d'eau qui chute dans l'huile ?

Matériel

- Une éprouvette graduée.
- Une pipette.
- De l'huile.
- De l'eau colorée (sirop, colorant alimentaire, etc.).
- Un chronomètre.



Doc. 1 Schéma de l'expérience.

Expérimentation

2. Protocole : En t'aidant de la liste de matériel ci-dessus, propose un protocole permettant d'obtenir les données nécessaires au calcul de la vitesse moyenne de la goutte pour différentes portions du mouvement.

3. Mesure :

a. Après validation par le professeur, mets ton protocole en œuvre.

b. Relève les temps de passage de la goutte devant chaque graduation et note-les dans un tableau.

Analyse des résultats

4. Décris la trajectoire de la goutte d'eau en utilisant le vocabulaire approprié.

5. Quel est l'intervalle de distance entre chaque mesure ?

6. Quel est l'intervalle de temps entre chaque mesure ?

7. Calcule pour chaque intervalle la vitesse moyenne correspondante et note-la dans une ligne ou une colonne ajoutée à ton tableau.

8. Les vitesses moyennes obtenues pour les différentes portions du mouvement sont-elles parfaitement identiques ?

9. Ces variations sont-elles significatives ?

10. Ton hypothèse est-elle vérifiée ?

Conclusion

11. Récapitule les informations dont tu disposes concernant le mouvement étudié.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai réalisé et analysé une expérience.**
- ✔ **J'ai utilisé les résultats de l'expérience pour répondre au problème posé.**
- ✔ **J'ai utilisé la relation $v = \frac{d}{t}$.**
- ✔ **J'ai caractérisé un mouvement.**

COMPÉTENCE Interpréter des résultats

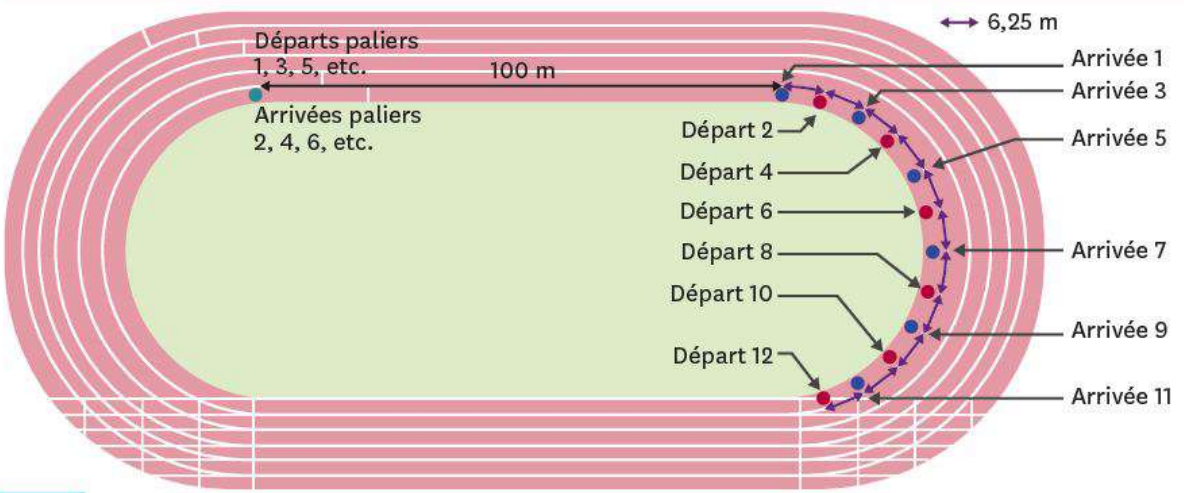
4 Calcul de la Vitesse Maximale Aérobie



Rémi passe un test pour déterminer sa VMA, c'est-à-dire la vitesse à laquelle il atteint sa capacité maximale de consommation de dioxygène. La VMA est généralement comprise entre 8 et 14 km/h pour les coureurs occasionnels et entre 14 et 24 km/h pour les coureurs entrainés.

TA MiSSion

Rémi a atteint le palier 7 du test ! Détermine à quelle catégorie de coureur il appartient, en appuyant ton affirmation sur le calcul de sa VMA.



Doc. 1 Organisation du test de VMA passé par Rémi.

On alterne pendant le test des courses de 45 secondes (les paliers) et des temps de récupération de 15 secondes (repos en marchant ou sur place). La course de chaque palier est un peu plus longue que celle du palier précédent ; il faut donc courir plus vite à chaque palier. La vitesse la plus élevée maintenue pendant toute la durée d'un palier est la Vitesse Maximale Aérobie (VMA).

Doc. 2 Principe du test de Gacon pour mesurer la VMA.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai compris le déroulement du test de VMA.**
- ✔ **J'ai calculé la distance du dernier palier que Rémi a réussi.**
- ✔ **J'ai calculé la vitesse moyenne de Rémi sur ce palier.**
- ✔ **J'ai converti la VMA de Rémi en km/h.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Le mouvement dépend de l'observateur

- La nature géométrique de la trajectoire d'un mobile est une caractéristique de son mouvement. Par exemple, il peut être rectiligne ou circulaire.
- Deux observateurs en mouvement l'un par rapport à l'autre ne perçoivent pas le mouvement du mobile de la même manière.

2 Calcul d'une vitesse moyenne

- La valeur de la **vitesse moyenne** peut être calculée avec la distance d qu'a parcourue le mobile et la durée t de ce parcours.
- La relation est $v = \frac{d}{t}$.
- Dans le système international, la vitesse v s'exprime en mètres par seconde (m/s), la distance d en mètres (m) et la durée t s'exprime en secondes (s).
- En fonction du contexte, on utilise parfois d'autres unités : le km/h, le nœud.

3 Précisions des mesures

- Le résultat d'une mesure est forcément un peu différent de la vraie valeur car la précision d'une mesure n'est jamais parfaite.
- Répétée, la même mesure donne des valeurs proches mais différentes. Pour s'approcher de la vraie valeur, on calcule la moyenne.

4 Vitesse Maximale Aérobie

- Chaque individu possède une vitesse de course à laquelle le volume de dioxygène qu'il consomme est maximal. C'est sa Vitesse Maximale Aérobie (VMA).
- Les VMA habituelles des individus non entrainés mais en bonne santé sont comprises entre 8 et 14 km/h.

Mot-clé

Une vitesse moyenne : activité 2.

L'essentiel !

Un mobile se déplace différemment pour des observateurs en mouvement l'un par rapport à l'autre. Le mouvement est relatif.

La vitesse moyenne v d'un mouvement sur une distance d pendant une durée t se calcule avec la formule :

$$\text{en m/s} \rightarrow v = \frac{d}{t} \leftarrow \text{en m} \quad \leftarrow \text{en s}$$

Une mesure est imparfaite et ne fournit pas la vraie valeur. Pour s'en approcher, on calcule une valeur moyenne à partir de plusieurs mesures.

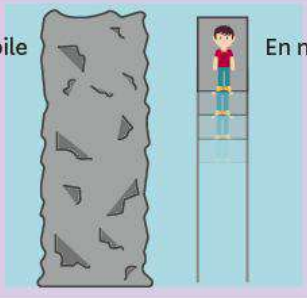
La Vitesse Maximale Aérobie est un indicateur de performance dans les sports d'endurance.

Je retiens par l'image

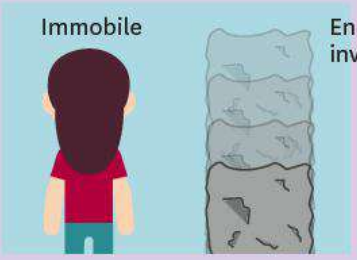
Caractérisation du mouvement

Trajectoire \ Vitesse	Constante	Variable
Droite	Mouvement rectiligne uniforme	Mouvement rectiligne non uniforme
Cercle	Mouvement circulaire uniforme	Mouvement circulaire non uniforme
Courbe	Mouvement curviligne uniforme	Mouvement curviligne non uniforme

Relativité du mouvement



OU



Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Caractériser un mouvement : rectiligne ou non, uniforme ou non.	1	1 2 12 13
✔ Interpréter les différences entre les observations d'un mouvement selon la situation des observateurs.	1	3 14
✔ Calculer une vitesse, une distance ou une durée à l'aide de la relation $v = \frac{d}{t}$.	1 3 4	10 15 16 18
✔ Convertir les unités (m en km, h en s, km/h en m/s, et inversement).	2 4	10 17 20 26

Je me TESTE

Je sais

1 **Un parachutiste saute d'un hélicoptère. Il descend verticalement et sa vitesse augmente. Son mouvement est :**

1. circulaire uniforme.
2. rectiligne uniforme.
3. rectiligne non uniforme.
4. circulaire non uniforme.

2 **Dans une grande roue, quand la rotation s'effectue à vitesse constante, le mouvement est :**

1. circulaire uniforme.
2. rectiligne uniforme.
3. rectiligne non uniforme.
4. circulaire non uniforme.

3 **Un train démarre dans une gare. Par rapport à un passager qui regarde par la fenêtre, la gare :**

1. est immobile.
2. se déplace vers l'arrière du train.
3. se déplace vers l'avant du train.

4 **Rectiligne et/ou uniforme.**

1. Relie les mouvements suivants avec la (ou les) caractéristique(s) associée(s).

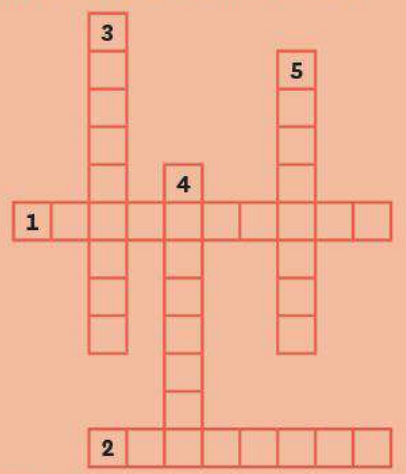
Hélice d'un avion prêt pour le décollage.	Rectiligne uniforme.
Chute d'une goutte d'eau dans l'huile.	Circulaire uniforme.
Chute d'un sauteur à l'élastique.	Rectiligne non uniforme.

5 **Les mots du mouvement.**

1. Les mots suivants sont relatifs à l'étude du mouvement, sauf un. Lequel ?

Uniforme - moyenne - rectiligne - vitesse - volume - circulaire - instantanée - observateur.

6 **Complète la grille de mots-croisés.**



Horizontal :

1. Déplacement.
2. Qui dépend de l'observateur.

Vertical :

3. Quand la vitesse est constante.
4. Rapport entre la distance et le temps.
5. Vitesse calculée pour l'ensemble d'un trajet.

Je sais faire

7 **Certaines autruches peuvent atteindre la vitesse de 72 km/h. Quelle est la vitesse en m/s (arrondie au dixième) ?**

1. 10 m/s.
2. 20 m/s.
3. 50 m/s.
4. 70 m/s.

8 **Une automobile parcourt 500 mètres en 30 secondes. Sa vitesse est de :**

1. 60 km/h.
2. 60 m/s.
3. 0,06 m/s.
4. 0,06 km/h.

9 **La relation qui permet de calculer la distance *d*, connaissant la vitesse *v* et le temps *t* est :**

1. $v = \frac{d}{t}$.
2. $d = \frac{v}{t}$.
3. $d = \frac{t}{v}$.
4. $d = v \times t$.

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

10 **Dans un TGV.**

Dans un TGV lancé à pleine vitesse, Lucas observe les repères placés le long des voies et constate qu'il parcourt 7 km en 1 min et 26 s.

1. Calcule la vitesse du train en m/s (arrondie au dixième) puis en km/h (arrondie à l'unité).



Étapes de la méthode

1 Pour convertir les unités de durée : on sait combien de secondes constituent 1 heure : 3 600. Donc on en déduit quelle fraction d'heure vaut 1 seconde : $\frac{1}{3\,600}$.

On multiplie alors cette fraction par le nombre de secondes.

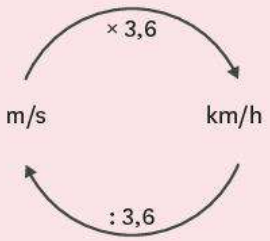
2 Pour convertir les unités de distance : On sait combien de mètres vaut 1 kilomètre. Donc on en déduit le nombre de mètres en multipliant la distance en kilomètres par ce nombre : 1 000.

3 Il peut être intéressant de connaitre directement la relation de proportionnalité entre les km/h et les m/s : $\frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1\,000\text{ m}}{3\,600\text{ s}} = \frac{1\text{ m}}{3{,}6\text{ s}}$.

Donc $\frac{\text{vitesse en km/h}}{3{,}6}$ = vitesse en m/s,

et inversement

vitesse en km/h = 3,6 (vitesse en m/s).



Corrigé :

1. On utilise la relation $v = \frac{d}{t}$.

- En m/s :

On a la distance d = 7 km = 7 000 m

et la durée t = 1 min 26 s = 60 s + 26 s = 86 s.

Donc $v = \frac{7\,000}{86} = 81{,}4\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (valeur arrondie au dixième).

- En km/h :

On a la distance d = 7 km

et la durée d = 86 s = 86 $\frac{1\text{ h}}{3\,600}$ = 0,0239 h.

Donc $v = \frac{7}{0{,}0239}$ = 293 km/h (valeur arrondie à l'unité).

Exercice similaire

11 **Le voyage du module lunaire.**

Lors de la mission Apollo 11, les astronautes ont voyagé pendant 72 h 35 min pour parcourir les 380 000 km de la distance Terre-Lune.

1. Calcule la vitesse de leur module lumière en m/s (valeur arrondie au dixième) et en km/h (valeur arrondie à l'unité).

Je m'ENTRAINE



12 Porte-avion.

Sur un porte-avion, l'appareil passe de 0 à 270 km/h en quelques secondes lors de son catapultage.

1. Le mouvement est-il rectiligne ? Est-il uniforme ? Justifie chaque réponse.

13 Voile.

Grâce au vent, un voilier se déplace en ligne droite à la vitesse de 18 km/h pendant 10 minutes.

1. Caractérise son mouvement.
2. Calcule la distance parcourue.

14 Dans un train.

■ **COMPÉTENCE Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème**

Jef se trouve en gare dans un TGV et regarde un autre train à côté du sien.

1. Soudain, il constate que ce deuxième train entre en mouvement mais il ne sait pas lequel se déplace vraiment. Pour quelle raison ?
2. Le deuxième train ayant « disparu », il se rend compte que c'est le sien qui se déplace car c'est maintenant le quai qui défile. Explique le raisonnement qui lui permet de faire cette déduction et caractérise le mouvement dans cette phase de démarrage au niveau du quai.

15 Abysses.

Le son se propage à 1 500 m/s dans l'eau de mer. La fosse des Mariannes se situe à une profondeur de 11 km.

1. Calcule la durée d'une onde de sonar pour faire l'aller-retour entre la surface et le fond de la fosse qui réfléchit cette onde.

16 Voyage vers Mars.

La distance entre la Terre et Mars évolue entre 56 millions et 400 millions de kilomètres. Un vaisseau spatial a une vitesse moyenne de 3 600 m/s (en tenant compte des phases d'accélération et de décélération dans cette moyenne).

1. Calcule, dans les deux cas, la durée (en jours) mis par le vaisseau pour parcourir la distance Terre-Mars. Fais attention aux unités.

17 Vrai/faux.

Vérifie les égalités suivantes, et corrige celles qui sont fausses.

1. 120 s = 3 min.
2. 35 min 16 s = 2116 s.
3. 1 h 30 min = 1,5 h.
4. 3 348 s = 0,93 h.
5. 45 min = 1/2 h.
6. 2,4 h = 2 h 24 min.

18 Influx nerveux.

En 1852, Hermann Von Helmholtz réalise la mesure de la vitesse de l'influx nerveux à l'aide d'une grenouille. Il excite un nerf de 50 mm de longueur. L'irritation nerveuse met 0,0020 seconde pour parcourir la distance.

1. Calcule sa vitesse en m/s.

19 Escargot.

Un escargot repère une salade et fonce vers elle. Elle est à 0,8 m de lui, il lui faut 9 min 36 s avant de la déguster.

1. Calcule sa vitesse en m/s puis en km/h.

20 Conversions.

Effectue les conversions suivantes.

1. 25 cm = ... m.
2. 2015,3 mm = ... m.
3. 84,2 m = ... km.
4. 3 min = ... s.
5. 1 h 12 min = ... s.
6. 2 h 45 = ... h.
7. 215 s = ... h.
8. 12 min = ... h.
9. 1,35 h = ... h ... min.

21 Relation pour calculer la vitesse.

1. Rappelle la relation permettant de calculer la vitesse si l'on connait la distance parcourue et la durée du parcours.
2. Utilise cette relation pour calculer en km/h la vitesse d'une automobile qui parcourt, à vitesse constante sur l'autoroute, 150 km en 1 h 30 minutes.

22 Durée du parcours de la lumière du Soleil.

La valeur de la vitesse de la lumière est environ égale à 300 000 km/s. Le Soleil est à une distance approximative de 150 millions de kilomètres de la Terre.

1. Calcule la durée nécessaire à la lumière du Soleil pour nous parvenir.

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

23 **Le sonar.**

Le sonar et l'exploration marine

Le sonar est un appareil qui utilise un son inaudible par l'oreille humaine. Ce son est réfléchi par les obstacles (par exemple le fond marin) et revient vers l'appareil (écho). La durée entre l'envoi et la réception permet de déduire la distance à laquelle se trouve l'obstacle. Dans un bateau d'exploration scientifique, un écho sur le fond marin est entendu 1,20 s après l'émission du signal. La vitesse des ondes sonores dans l'eau de mer est de 1 500 m/s.
On cherche à déterminer la profondeur du fond marin par rapport au bateau.

1. Réalise un schéma simple de la situation et trace sur ce schéma le trajet des ondes sonores.
2. Rappelle la relation entre la vitesse v, la durée t et la distance d.
3. Déduis-en l'expression de la distance d en fonction de la vitesse v et de la durée t.
4. Indique, d'après ton schéma, combien de fois l'onde sonore parcourt la distance entre le bateau et le fond marin.
5. Déduis-en si la distance est deux fois trop grande ou deux fois trop petite.
6. Calcule en mètres (valeur arrondie à l'unité) la profondeur du fond marin par rapport au bateau.

Le sonar militaire

Le sonar est un appareil qui utilise un son inaudible par l'oreille humaine. Ce son est réfléchi par les obstacles (par exemple un sous-marin) et revient vers l'appareil (écho). La durée entre l'envoi et la réception permet de déduire la distance à laquelle se trouve l'obstacle.
Dans un bateau militaire, un écho sur un sous-marin est entendu 0,40 s après l'émission du signal. La vitesse des ondes sonores dans l'eau de mer est de 1 500 m/s.
On cherche à déterminer la distance du sous-marin par rapport au bateau.

1. Réalise un schéma simple de la situation et trace sur ce schéma le trajet des ondes sonores.
2. Donne l'expression mathématique de la distance d en fonction de la vitesse v et la durée t.
3. Indique, d'après ton schéma, si le résultat que te donnera cette formule sera deux fois trop grand ou deux fois trop petit (d'après le trajet des ondes sonores).
4. Calcule en mètres (valeur arrondie à l'unité) la distance du sous-marin par rapport au bateau.

Le sonar et la pêche

Le sonar est un appareil qui utilise un son inaudible par l'oreille humaine. Ce son est réfléchi par les obstacles (un banc de poissons par exemple) et revient vers l'appareil (écho). La durée entre l'envoi et la réception permet de déduire la distance à laquelle se trouve l'obstacle.
Dans un bateau de pêche, un écho sur un banc de poissons est entendu 0,10 s après l'émission du signal. La vitesse des ondes sonores dans l'eau de mer est de 1 500 m/s.
On cherche à déterminer la profondeur du banc de poissons par rapport au bateau.

1. Réalise un schéma simple de la situation et trace sur ce schéma le trajet des ondes sonores.
2. Calcule en mètres (valeur arrondie à l'unité) la profondeur du banc de poissons par rapport au bateau.

J'APPROFONDIS

24 Chute libre.

■ **COMPÉTENCE Utiliser l'outil informatique pour acquérir et traiter des données, simuler des phénomènes**

On réalise la chronophotographie d'une chute libre. L'intervalle de temps entre deux positions (c'est-à-dire entre deux prises de vue) est de 0,1 s. Le tableau suivant donne un extrait des résultats obtenus.

Distance (m)	Durée (s)	Écart (m)	Vitesse (m/s)
0,56	0,7		
0,69	0,8	0,69 – 0,56 = 0,13	0,13 / 0,1 = 1,3
0,84	0,9		
1,01	1		
1,20	1,1		

1. Pour calculer l'écart, c'est-à-dire la distance parcourue pendant chaque intervalle de 0,1 s, on fait la différence entre une position de la colonne 1 et la précédente (voir exemple donné dans le tableau pour l'écart entre les deux premières lignes). Recopie les valeurs dans un tableur, puis, à l'aide d'une formule, complète la colonne des écarts (troisième colonne du tableau).
2. Pour calculer la vitesse, on divise la distance parcourue par la durée du parcours. C'est donc le résultat de la troisième colonne divisé par 0,1 (durée de l'intervalle). Complète la quatrième colonne du tableau.
3. Le mouvement est-il rectiligne ? Justifie ta réponse.
4. Le mouvement est-il uniforme ? Justifie ta réponse.

25 Excès de vitesse.

À l'aide d'un radar, une automobile en excès de vitesse est flashée sur un tronçon d'autoroute. L'ayant arrêtée au péage, les gendarmes prennent le ticket du conducteur. Il a pris le ticket à 15 h 12, il est 15 h 41.

1. Calcule la durée du parcours.
2. La distance parcourue est de 94 kilomètres. Calcule la vitesse moyenne sur ce parcours.
3. La vitesse calculée à la question 2 et la vitesse relevée par le radar sont-elles de même nature ? Justifie la réponse.
4. La vitesse limite sur autoroute est de 130 km/h. Fais des recherches et détermine ce que risque l'automobiliste.

26 Record de vitesse à la voile.

Il existe deux catégories de records de vitesse à la voile : sur 500 m et sur 1 mille marin (1 852 m). Le 24 novembre 2012, l'Australien Paul Larsen établit un nouveau record du monde de vitesse sur 500 m à 65,45 nœuds de moyenne, avec une pointe à plus de 67 nœuds. Le nœud est l'unité utilisée pour déterminer la vitesse des bateaux et des avions. 1 nœud = 1 852 m/h.

1. Calcule en m/s et en km/h (valeurs arrondies au centième) la valeur de ce record du monde.

27 Séisme.

■ **COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations**

Plusieurs types d'ondes sismiques peuvent être produites. L'une d'elles, l'onde de Love, circule en surface à la vitesse approximative de 4 km/s. C'est elle qui est responsable de l'ébranlement des fondations des immeubles. En France, de petits séismes se produisent régulièrement, par exemple dans la chaine des Pyrénées. À 19 km de Lourdes, le 16 aout 2016 à 19 h 34, un séisme de magnitude 2,3 a été détecté. En dessous de 4, on parle de séisme mineur, voire de micro-séisme. Ils ne sont pas ressentis par la population.

1. En combien de temps l'onde de Love de ce seisme a-t-elle atteint la ville de Lourdes ?

28 Satellite géostationnaire.

■ **COMPÉTENCE Présenter mon résultat avec l'unité adaptée**

Un satellite est dit géostationnaire s'il reste toujours à la verticale du même point situé sur le sol. Cela signifie que sa vitesse de rotation est constante et égale à celle de la Terre : il fait un tour en 24 h.

1. Le mouvement d'un satellite géostationnaire est-il rectiligne ?
2. Est-il uniforme ?
3. Sachant que ce satellite se situe à environ 39 000 km du centre de la Terre, calcule en km la circonférence de sa trajectoire (rappel : la circonférence d'un cercle est égale à $2 \times \pi \times$ rayon). Arrondis la valeur à l'unité.
4. Le satellite parcourt cette distance en 24 h. Calcule sa vitesse en km/h (arrondie à l'unité).

29 Grand Prix d'Espagne.

Au Grand Prix automobile d'Espagne 2016, sur le circuit de Barcelona-Catalunya, la longueur de la piste est de 4,665 km. La course comprend 66 tours. Max Verstappen est arrivé premier en 1 h 41 min et 40,017 s. Le suivant, Kimi Räikkönen, est arrivé 0,616 s après lui.

1. Calcule la distance totale parcourue lors du Grand Prix.
2. Calcule la durée de la course de Kimi Räikkönen.
3. Calcule en km/h et en m/s la vitesse moyenne de Max Verstappen et celle de Kimi Räikkönen (vitesses arrondies au dixième près). Que constates-tu ?
4. En supposant que les vitesses des deux pilotes étaient de 260 km/h à l'arrivée, calcule la distance qui les sépare quand Max Verstappen a franchi la ligne d'arrivée (arrondie à l'unité).

30 Vitesse du son.

La vitesse du son dans l'air varie selon la température, mais aussi en fonction de la pression et de diverses modifications du milieu comme sa composition.

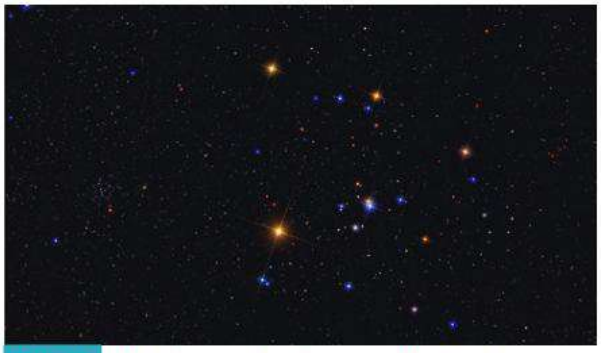
Température (en °C)	Vitesse (en m/s)
–10	325,2
–5	328,3
0	331,3
5	334,3
10	337,4
15	340,4
20	343,4
25	346,5

1. Calcule en km/h la vitesse du son à –10 °C et à 25 °C.
2. Déduis-en la différence de distance parcourue en une heure à ces deux températures.

Je résous un PROBLÈME

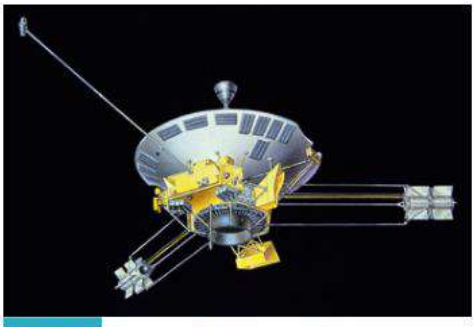
COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Détermine le nombre d'années nécessaires à Pioneer 10 pour atteindre Aldebaran. Commente ton résultat.



Doc. 1 Aldebaran, dans la constellation du Taureau.

La sonde se dirige actuellement vers l'étoile Aldebaran, la plus brillante sur cette image, située à environ 65 années-lumière du Soleil, ce qui est proche à l'échelle de la galaxie, large de 100 000 années-lumière. On rappelle qu'une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en un an, sa vitesse étant de l'ordre de 300 000 km/s.



Doc. 2 La sonde Pioneer 10.

La sonde Pioneer 10 a été lancée le 3 mars 1972 par la NASA. Après avoir survolé Mars, la ceinture d'astéroïde, puis Jupiter, elle a dépassé les orbites de Neptune et Pluton pour quitter le système solaire. Le dernier contact avec la sonde a eu lieu le 22 janvier 2003.

Sa vitesse moyenne est de l'ordre de 52 000 km/h. C'est le plus rapide des objets construits par l'Homme.

31 Distance Terre-Lune.

Pour mesurer la distance Terre-Lune, une des techniques consiste à envoyer un faisceau laser sur un des réflecteurs qui a été posé sur la Lune et à mesurer la durée de l'aller-retour entre l'émission et la réflexion. Lors d'une expérience, cette durée est de 2,559 s.
La valeur connue actuellement de la vitesse de la lumière est de 299 792, 458 98 km/s.

1. Calcule la distance entre la Terre et la Lune le jour de la mesure (arrondie au km). N'oublie pas de tenir compte du fait que la lumière parcourt deux fois le trajet.

32 Tour de France cycliste.

Christopher Froome a remporté le tour de France 2016. Il a parcouru les 3 519 km en 89 h 04 min et 48 s.

Le dernier classé, Sam Bennett, est resté 5 h 17 min et 14 s de plus sur son vélo.

1. Calcule la vitesse moyenne de Christopher Froome.
2. Calcule la vitesse moyenne de Sam Bennett.

33 Voyage en train.

Sur le site de la SNCF, Anna recherche les horaires du prochain train PARIS-NÎMES. Elle obtient le résultat suivant :
19 h 15 : PARIS-GARE DE LYON
22 h 03 : NÎMES

1. Calcule la durée du trajet en heures et en minutes.
2. Convertis cette durée en heures.
3. La distance entre les deux villes est de 715 kilomètres. Calcule la vitesse en km/h et en m/s.

34 Record du monde de nage libre.

Le 12 aout 2016, la nageuse Katie Ledecky bat le record du monde sur 800 m nage libre aux jeux de Rio 2016, en 8 min et 4,79 s.

1. Calcule sa vitesse en km/h (arrondie au centième).

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Conclure, valider ou non l'hypothèse

Tchat entre ados sur la même route, dans des voitures parties à des heures différentes.
- Maxime 10 h 43 : Galère au kilomètre 220 : on entre dans les bouchons ! :-/
- Leila 10 h 44 : Départ aux aurores = loose totale. Je vais te rattraper ^^ !
- Maxime 10 h 45 : Un bouchon remonte le flux des voitures à 30 km/h. Tu seras coincée avant !
- Leila 11 h 13 : T'avais raison. Kilomètre 210 ; Galère 2 : c'est mon tour ! On entre dans les bouchons :-/

› La vitesse du bouchon est-elle bien celle qu'indique Maxime ?

Niveau 1

J'identifie l'hypothèse à évaluer.

Coup de pouce : D'après Maxime, quelle est la vitesse du bouchon ?

Niveau 2

Je rappelle les résultats en lien avec l'hypothèse.

Coup de pouce : Relève les informations importantes pour résoudre le problème.

Niveau 3

Je valide ou non l'hypothèse, après avoir constaté que les résultats sont en accord ou non avec elle.

Coup de pouce : Divise la distance qui sépare les points d'arrivée dans le bouchon par la durée écoulée entre les arrivées.

Niveau 4

Je valide ou non l'hypothèse, en précisant comment elle s'accorde ou pas avec les résultats.

Coup de pouce : D'après Maxime, à quelle heure Leila aurait-elle dû entrer dans le bouchon ? Que conclure ?

Maitriser les échelles d'espace et de durée

Je sais faire si :

- ✔ Je connais, dans l'ordre, les préfixes des multiples et des sous-multiples.
- ✔ J'arrive à me représenter les unités de base : le mètre - environ la taille d'un grand pas ; la seconde : compter lentement 1, 2, etc.
- ✔ Je comprends l'écart entre « l'infiniment petit » et « l'infiniment grand ».
- ✔ Je sais qu'il est impossible, avec une même échelle, de représenter « l'infiniment petit » et « l'infiniment grand » sur une feuille ; je dois donc adapter les échelles et faire des choix.



La disposition des 3 premières planètes du système solaire est à peu près respectée mais si les tailles étaient également respectées, Mercure, Vénus et la Terre seraient invisibles. Même si l'on représentait le soleil par un disque de 10 cm de diamètre, les planètes feraient moins de 1 mm.

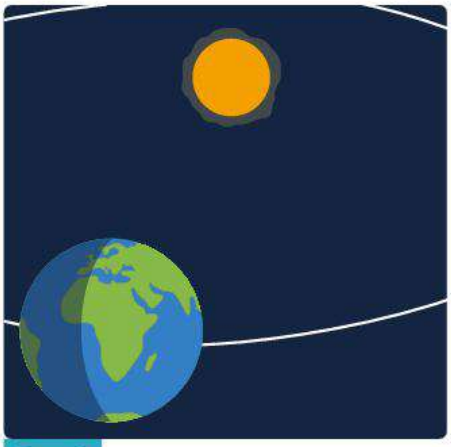
- **Mercure :** 0,036 cm
- **Vénus :** 0,086 cm
- **La Terre :** 0,093 cm

Doc. 1 Exemple de représentation des distances dans le système solaire.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Vitesse de la Terre autour du Soleil.

La Terre tourne autour du Soleil sur une orbite presque circulaire, à une distance approximative de 150 millions de km.



Doc. 2 La Terre autour du Soleil.

Aide à la résolution

1. Fais attention aux unités.
2. L'orbite de la Terre est assimilée à un cercle dont on donne le rayon.
3. Calcule le nombre de secondes dans 365,25 jours.
4. Remémore-toi la conversion m/s -> km/h et la relation entre la durée, la distance parcourue et la vitesse.

Questions

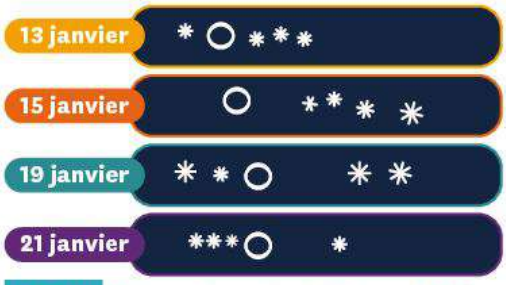
1. Calcule la vitesse de la Terre sur son orbite (en m/s et en km/h), sachant qu'elle la parcourt en 365,25 jours terrestres.
2. À cette vitesse, quelle durée cela prend-il de :
   a. faire le tour de la terre (~ 40 000 km à l'équateur) ?
   b. atteindre le Soleil ?

LA PHYSIQUE-CHIMIE

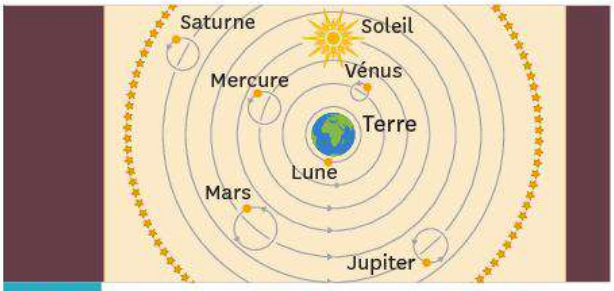
Histoire des sciences

Galilée et Jupiter : une énigme à résoudre

Au début de l'année 1610, l'astronome italien Galilée utilise sa lunette astronomique pour observer la planète Jupiter. Il découvre plusieurs astres, au mouvement déroutant, alignés avec elle.



Doc. 1 Observations de Jupiter en 1610.



Doc. 2 Conception de l'Univers au XVIIe siècle : les astres tournent autour de la Terre qui est le centre de l'Univers.

Questions

1. Les astres autour de Jupiter se déplacent en ligne droite en faisant brusquement demi-tour. Comment interpréter cela ?
2. As-tu compris pourquoi cette découverte contredit les théories astronomiques de l'époque ?

Objet d'étude

Une course autour du globe

Le Vendée globe est une course autour du monde qui se tient tous les quatre ans. Titouan Lamazou, le vainqueur de la première édition en 1990, avait une vitesse moyenne proche de 19 km/h.

Rang	Bateau	Date d'arrivée	Durée de course	Vitesse	Distance
1	Armel Le Cléac'h	19/01/2017 15:37:46 UTC	74 j 03 h 35 min 46 s	15.4 kts	27 455.6 nm

Doc. 1 Les données de course du vainqueur de l'édition 2017 sur vendeeglobe.org.

Un mille marin (*nautic mile*, nm) équivaut à 1,852 km.
Un nœud (*knot*, kts) est une unité de mesure de la vitesse qui vaut un mille marin par heure, soit 1,852 km/h.

Doc. 2 Unités utilisées en navigation et leur conversion en unités usuelles.

Questions

1. Montre que la vitesse moyenne d'Armel Le Cléac'h en 2017 est plus grande que celle de Titouan Lamazou en 1990.
2. Quelle distance totale en km a parcourue Armel Le Cléac'h ?

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr

Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Construis un parachute et mesure sa vitesse de chute !



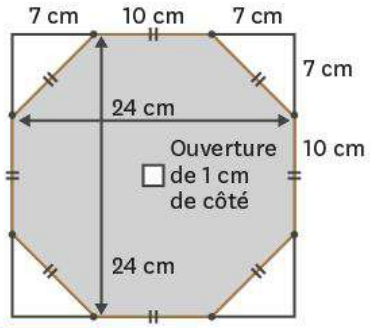
Doc. 1 Parachute militaire de type hémisphérique (« rond »).

Vitesse en mètres par seconde (m/s ou $m.s^{-1}$) → $v = \frac{d}{t}$

d ← Distance en mètres (m)

t ← Durée en secondes (s)

Doc. 2 La relation entre vitesse, distance et durée.



Doc. 3 Découpe un octogone à partir d'un carré !

› Étapes de la fabrication :

- Découpe un octogone de 10 cm de côté, fais un trou à 0,5 cm de chaque angle.
- Attache les fils à un trou du parachute d'un côté et au trombone de l'autre.
- Fais une ouverture de 1cm × 1cm au milieu du parachute.

› Des questions à se poser :

1. Comment savoir si ton parachute est efficace ?
2. Comment peux-tu mesurer la vitesse du parachute (lesté d'un petit objet) ?
3. À quoi vont te servir le chronomètre et le décamètre ?
4. Comment faire une mesure la plus précise possible ?
5. La vitesse du parachute varie-t-elle lors de la chute ?

Matériel

- Un sac en « plastique » (polyéthylène).
- 8 longueurs de 25 cm de fil à coudre.
- Un trombone et un petit objet à attacher au parachute.
- Un chronomètre.
- Un décamètre.

Le saviez-vous ?

› Léonard de Vinci a imaginé l'un des premiers parachutes modernes : fait de bois et de toile, il est toutefois trop lourd pour être efficace.

› À l'ouverture de la voilure, le parachutiste passe brutalement de 200km/h à 15km/h : une sacrée secousse !

Explication scientifique

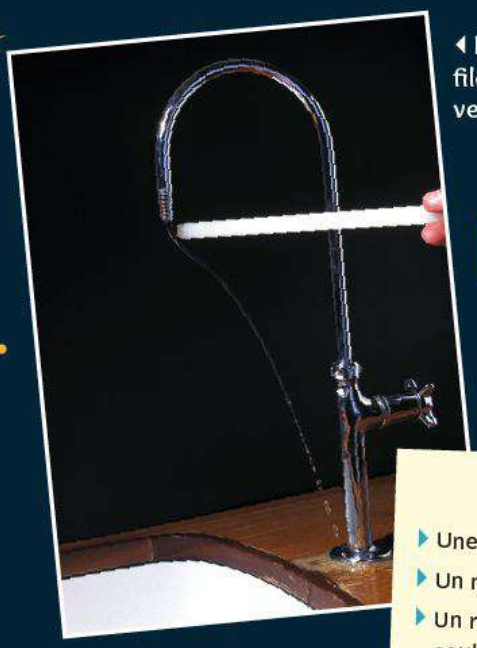
Un parachute efficace descend lentement. Il faut donc mesurer sa vitesse de chute ! Il faut mesurer la durée de la chute avec le chronomètre et la distance avec un décamètre par exemple. Plus la chute est longue, plus ta mesure sera précise ! La vitesse variant lors de la chute, tu obtiens ainsi une vitesse moyenne.

Les interactions



Esprit scientifique

Une expérience d'électrostatique : dévier un filet d'eau !



Pour quelle raison ce filet d'eau se courbe-t-il vers la droite ?

Découvre la suite de l'expérience p. 146

Matériel

- Une paille en matière plastique.
- Un mouchoir en papier.
- Un robinet permettant de faire couler un fin filet d'eau.

Je sais déjà

1. Lors de l'étude du mouvement d'un mobile, quels sont les paramètres importants pour le physicien ?

a. le point de départ.
b. la trajectoire.
c. la vitesse.
d. la taille du mobile.

2. Que peut-on dire d'un mouvement dont la vitesse a une valeur constante ?

a. il est uniforme.
b. il est rectiligne.
c. il est circulaire.
d. il est quelconque.

3. Comment nomme-t-on un mouvement dont la vitesse a une direction constante ?

a. un mouvement accéléré.
b. un mouvement uniforme.
c. un mouvement rectiligne.
d. un mouvement circulaire.

CHAPITRE 7



Slackline au-dessus de Rio de Janeiro. Les équilibristes sont attentifs à chacune des actions qui s'exerce sur eux.

Au CYCLE 3, j'ai vu...

- ✔ Les trajectoires des mouvements simples
- ✔ Les mouvements rectilignes à vitesse constante et à vitesse variable

6e

Au CYCLE 4, j'ai vu...

- ✔ L'interprétation des chronophotographies
- ✔ Les graphiques de vitesse instantanée
- ✔ La caractérisation d'un mouvement
- ✔ La relation qui permet de calculer la vitesse moyenne

5e

Je vais apprendre à...

- ✔ Identifier les objets qui agissent sur le système que j'étudie
- ✔ Distinguer les actions à distance et celles par contact
- ✔ Faire un diagrammes pour analyser les situations d'interactions multiples
- ✔ Modéliser les actions mécaniques

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

1 Slackline : un sport d'actions ?

Louise s'est mise depuis quelques temps à la slackline. Elle commence maintenant ses premiers sauts et se demande comment régler la tension de sa sangle.

Quelles sont les actions mises en jeu quand on se tient sur une slackline ?

La slackline ou slack est une pratique récente issue du croisement de disciplines telles que le cirque et l'escalade. L'objectif est de parcourir une sangle légèrement élastique en polyester, appelée « slack », tendue entre deux points fixes (arbres, poteaux, etc.). « Slack » signifiant « mou » en anglais, la tension de la sangle reste limitée, ce qui lui permet d'être déformée par la présence du slackeur.

Doc. 1 La slackline, qu'est-ce que c'est ?

Un **système** mécanique ne peut être déformé ou avoir sa vitesse modifiée (valeur, direction) que si un second système exerce une action mécanique sur lui.

On constate que ce premier système exerce également une action sur le second. On appelle ces actions réciproques une **interaction** entre deux **corps**/**objets**.

Doc. 2 Quand un système en affecte un autre.



Doc. 3 Une concurrente lors d'une compétition de slackline.

Exploration et analyse des documents

On choisit d'étudier Louise, qui sera le système d'étude.

1. Louise agit-elle sur la slackline lorsqu'elle est immobile dessus ? Si oui, quel effet cela a-t-il ?
2. La slackline agit-elle sur Louise ? Si oui, quel effet cela a-t-il ?
3. Y a-t-il d'autres objets dans l'environnement de Louise qui agissent sur elle ? Si oui, quels sont leurs effets ?
4. Laquelle des actions que subit Louise l'aidera à s'élever au moment d'un saut ? Explique ta réponse.

Synthèse

5. En comparant cette situation à celle de la corde d'un arc projetant une flèche, déduis-en le réglage qui aidera Louise à sauter plus haut.

Vocabulaire

Une interaction : couple d'actions réciproques qui s'exercent entre deux objets.

Un objet : en physique, désigne n'importe quelle chose matérielle. Personnes, gaz, animaux, objets fabriqués, planètes, etc.

Un système : en mécanique, un système désigne tout ensemble d'objets ou de matière jouant un rôle dans la situation étudiée.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai identifié les systèmes qui exercent une action sur Louise.**
- ✔ **J'ai identifié les actions exercées par Louise.**
- ✔ **J'ai déterminé les effets des actions que Louise subit.**

COMPÉTENCE Émettre des hypothèses

2 Quelles vitesses lors d'un saut de base jump ?

Les base jumpers recherchent la chute libre la plus longue possible avant d'ouvrir leur voile. Équipés d'un parachute, ils s'élancent d'un point fixe (falaise, pont, etc.). Leur vitesse peut atteindre des valeurs très élevées, mais doit bien évidemment être réduite avant l'atterrissage.

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, qu'est-ce qui freine la chute du base jumper ?



Doc. 1 Diagramme objet-interaction du sauteur.

On peut lister les interactions du système étudié avec les autres objets à l'aide d'un diagramme « objet-interaction » noté DOI.

Recherche d'informations

2. Doc. 3 Quelles sont la durée et la vitesse maximales atteintes au cours du saut étudié ?

Analyse des documents

3. Doc. 3 Pour quelle raison peut-on négliger l'interaction avec l'air au début de la chute ?

4. Doc. 1 Exprime avec une phrase chaque information apportée par le DOI du saut.

5. L'action de l'air est-elle **localisée** ou **répartie** ?

6. Construis le DOI du sauteur lorsque la voile est ouverte.

Fiche méthode n°3 p. 232

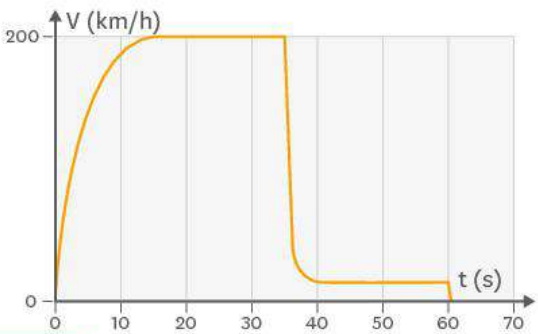
7. Qu'est-ce qui limite la vitesse du sauteur à chaque étape de son saut ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

Conclusion

8. Serait-il plus dangereux de faire du base jump sur la Lune que sur Terre ? Justifie ta réponse.



Doc. 2 Après la chute libre, le freinage.



Doc. 3 Vitesse au cours d'un saut.

Pendant les premières secondes, la chute est « libre ». Ensuite, plus la vitesse du base jumper est importante, plus l'action que l'air exerce sur lui est importante. À l'ouverture du parachute, la vitesse décroit très fortement.

Vocabulaire

Une action localisée : action s'exerçant sur une partie très réduite de l'objet qui la subit, assimilable à un point.

Une action répartie : action s'exerçant sur une partie importante ou la totalité de l'objet qui la subit.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai identifié les actions qui s'exercent sur le base jumper.**
- ✔ **J'ai proposé un diagramme objet-interaction.**

■ **COMPÉTENCE** Modéliser des phénomènes pour les expliquer

3 Sécurité lors d'une chute en escalade

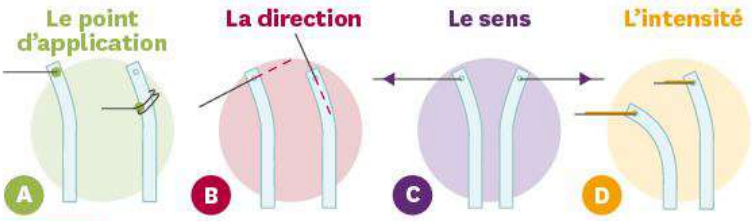
Gaëlle est tentée par l'escalade, mais elle hésite à confier sa vie à une simple corde : quelles actions mécaniques celle-ci devra-t-elle supporter en cas de chute ?

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, à quelles actions mécaniques la corde est-elle soumise ?

L'équipement principal de sécurité en escalade est la corde. En passant par des mousquetons fixés à des points d'ancrage sur la paroi, elle relie le grimpeur à son assureur par l'intermédiaire des baudriers. L'assureur fait défiler la corde peu à peu mais la bloque en cas de chute du grimpeur grâce à un dispositif appelé descendeur.

Doc. 1 Le principe de l'assurage en escalade.



Doc. 2 Quatre informations importantes pour décrire l'action mécanique qui déforme la baguette souple.



Doc. 3 La « chaine » d'assurage.

Recherche d'informations

2. Doc. 1 et 3 Fais une liste des éléments qui interviennent dans le système d'assurage.

Analyse des documents

3. Liste les objets avec lesquels la corde est en interaction après la chute du grimpeur puis trace le diagramme objet-interaction de la corde.

4. S'il y en a, précise les interactions **négligeables**.

5. À quelles actions la corde est-elle soumises en cas de chute ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

6. Doc. 2 Explique comment une flèche peut servir à **modéliser** une action mécanique.

Conclusion

7. Doc. 2 Dans une reproduction du schéma, modélise les actions mécaniques modélisées que subit la corde.

Vocabulaire

Modéliser : simplifier une situation pour n'en retenir que l'essentiel.

Négligeable : qui n'a que très peu d'effet ; dont on peut ne pas tenir compte.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai identifié les actions qui s'exercent dans mon système.**
- ✔ **Je modélise des actions en les représentant par des flèches.**

COMPÉTENCE Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

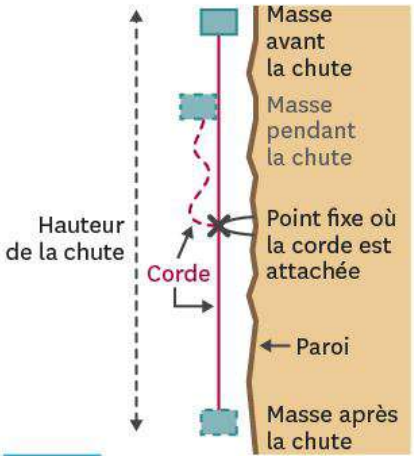
4 Chuter en sécurité, c'est possible ?



En escalade, la chute fait partie du sport. La plupart des cordes sont conçues pour s'allonger un peu, sans casser, ce qui protège le grimpeur.

TA MiSSion

Détermine expérimentalement jusqu'à quelle intensité résiste un fil de coton pour des chutes de facteur 2. Représente ton résultat avec un schéma de l'action mécanique que subit le fil juste avant sa rupture.

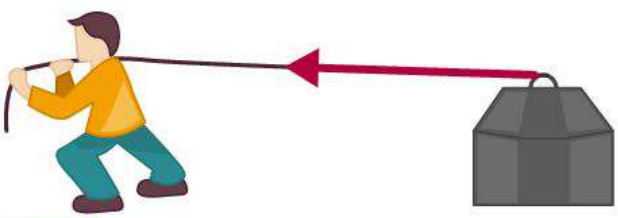


Doc. 1 Chute de facteur 2.

Les cordes commercialisées sont testées avec des chutes de facteur 2, dans lesquelles la masse assurée tombe du double de la longueur de la corde. L'action mécanique d'intensité 12 000 **newtons** qui s'exerce verticalement au bout de la corde ne doit pas la faire rompre.

Masse utilisée	5 g	10 g	15 g	20 g	25 g	50 g	100 g
Intensité	36 N	51 N	62 N	72 N	80 N	114 N	161 N

Doc. 2 Intensités des actions exercées sur un fil en coton de 0,4 mm de diamètre pour différentes masses chutant en facteur 2.



Doc. 3 Exemple de représentation d'une action mécanique.

Une simple flèche suffit pour représenter les principaux attributs d'une action mécanique :

- l'intensité est indiquée par la longueur de la flèche ;
- la direction est indiquée par la droite support de la flèche ;
- le sens est indiqué par la pointe de la flèche ;
- le point d'application est indiqué par la base de la flèche.

Vocabulaire

Le newton (N) : unité de mesure de l'intensité d'une action mécanique.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai réalisé plusieurs tests jusqu'à la rupture du fil et j'ai repéré l'intensité de l'action mécanique juste avant la rupture.**
- ✔ **J'ai représenté l'action mécanique juste avant la rupture à l'aide d'une flèche.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Systèmes et actions mécaniques

› En mécanique, on appelle « **système** » **l'objet** que l'on choisit d'étudier.

› Si un système est déformé, mis en mouvement ou que son mouvement est modifié, c'est qu'il subit une **action mécanique**.

› Lorsqu'un objet exerce une action mécanique sur un autre, il subit également une action venant de ce dernier. Les actions entre objets sont réciproques : on parle d'**interaction**.

L'essentiel !

Les interactions entre objets matériels entrainent le changement de la forme ou du mouvement de ces objets.

2 Interactions et DOI

› On distingue deux types d'interactions entre les objets :
- les interactions de contact ;
- les interactions exercées à distance.

› Si une interaction de contact s'exerce sur une petite zone d'un objet, on parle d'interaction localisée. Dans le cas contraire, on dit que l'interaction est répartie.

› Pour représenter les interactions d'un système, on utilise un diagramme objet-interaction, ou DOI, qui modélise à la fois le système étudié et les objets qui l'entourent, ainsi que leurs interactions.

Les diagrammes objet-interaction (DOI) indiquent quelles interactions concernent le système que l'on étudie, et si celles-ci s'effectuent à distance ou par contact.

3 Représentation des interactions

› Une action mécanique exercée sur un système est **modélisée**, c'est-à-dire simplifiée pour n'en retenir que l'essentiel :
- le point d'application ;
- le sens ;
- la direction ;
- l'intensité.

› Ces quatre informations peuvent être représentées en traçant une flèche.

Une action mécanique se modélise avec quatre informations : le point d'application, la direction, le sens et l'intensité.

4 Intensité des actions mécaniques

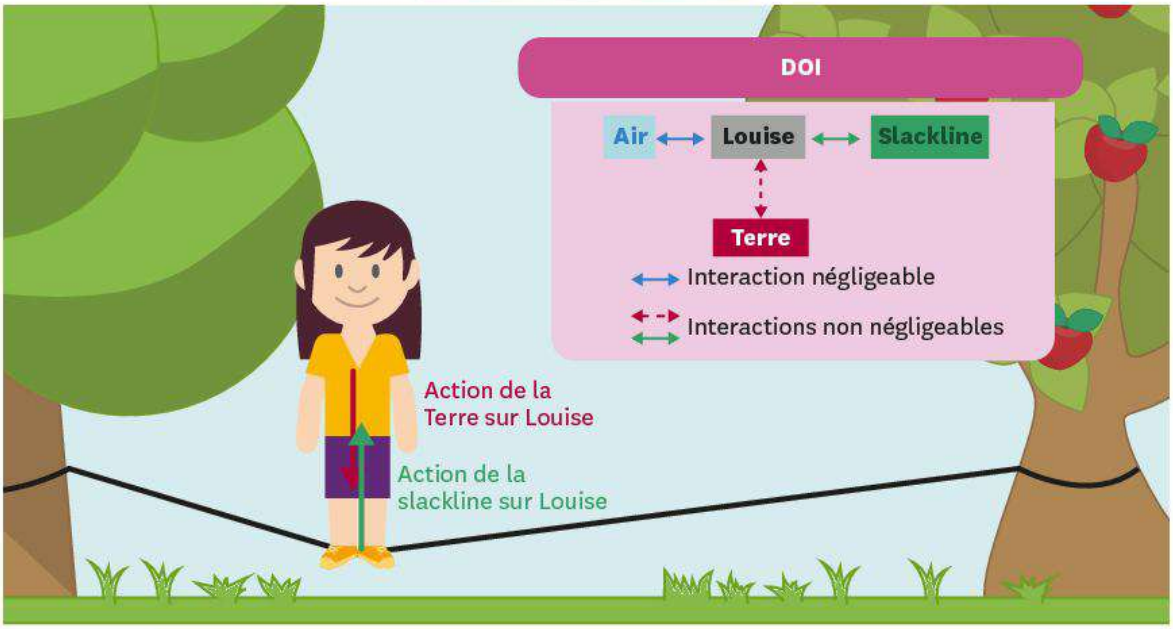
› L'intensité d'une action mécanique se mesure en **newtons** (N).

L'unité de mesure de l'intensité d'une action mécanique est le newton (N).

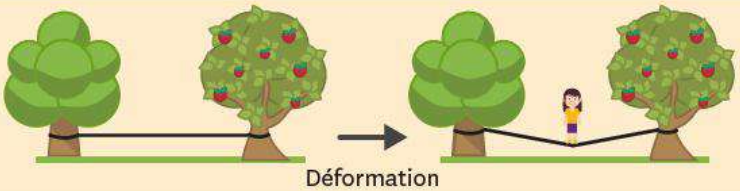
Mots-clés

Une action mécanique : activité 1.
Une interaction : activité 1.
Un objet : activité 1.
Modéliser : activité 3.
Le newton : activité 4.
Un système : activité 1.

Je retiens par l'image

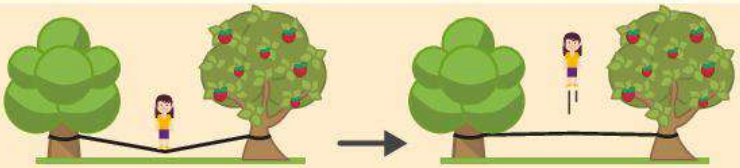


Conséquence de l'action de Louise sur la slackline



Déformation

Conséquence de l'action de la slackline sur Louise



Mise en mouvement

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Identifier les systèmes qui entourent le système que j'étudie.	1	8 13 18 24
✔ Reconnaitre les systèmes qui sont en interaction avec le système que j'étudie.	1	8 15 19 25
✔ Distinguer les actions de contact et les actions exercées à distance.	2	11 12 14
✔ Représenter un diagramme objet-interaction.	3	8 10 16 20
✔ Modéliser une action en la représentant sous la forme d'une flèche.	4	24 25 27

Je me TESTE

Je sais

1 Qu'est-ce qu'une interaction ?

1. l'action exercée par un objet sur un autre.
2. l'action subie par un objet.
3. les actions réciproques exercées par deux objets.

2 Comment appelle-t-on une action qui s'exerce sans contact avec l'objet ?

1. une action exercée à distance.
2. une action de contact.
3. une action localisée.
4. une action répartie.

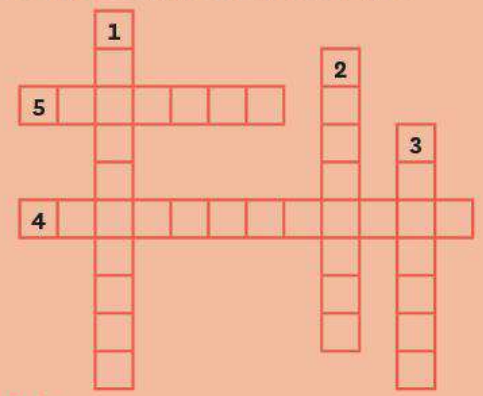
3 Comment appelle-t-on une action qui s'exerce sur une très petite surface de l'objet ?

1. une action exercée à distance.
2. une action de contact.
3. une action localisée.
4. une action répartie.

4 Quelle peut être la conséquence d'une action mécanique ?

1. une modification du mouvement du système qui subit l'action.
2. une déformation du système qui exerce l'action.
3. une modification du mouvement du système qui exerce l'action.
4. une déformation du système qui subit l'action.

5 Complète la grille de mots-croisés.



Vertical :

1. Se dit d'une action qui peut mettre en mouvement un objet, modifier son mouvement ou déformer l'objet.
2. Objet ou ensemble d'objets que l'on choisit d'étudier.
3. Représentation simplifiée d'une situation complexe.

Horizontal :

4. Actions réciproques exercées entre deux systèmes.
5. Unité de l'intensité de l'action mécanique du système international.

Je sais faire

6 Pour étudier un système mécanique, que dois-je faire ?

1. choisir un ou plusieurs objets pour en faire mon système.
2. recenser les autres objets qui l'entourent.
3. faire la liste des interactions mécaniques qui s'exercent entre ces systèmes.

7 Dans un diagramme objet-interaction :

1. les interactions à distance sont représentées par des traits fléchés en pointillés.
2. les interactions à distance sont représentées par des traits fléchés pleins.
3. les interactions à distance sont représentées par des traits double-fléchés en pointillés.
4. les interactions à distance sont représentées par des traits double-fléchés pleins.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

8 **Haltérophilie.**

Un athlète soulève une haltère. On choisit cette dernière comme système d'étude :

1. Quels objets sont en interaction avec l'haltère ?
2. Peut-on négliger l'une de ces interactions ? Justifie ta réponse.
3. Quels sont les effets des autres actions mécaniques ?
4. Représente le DOI de l'haltère.

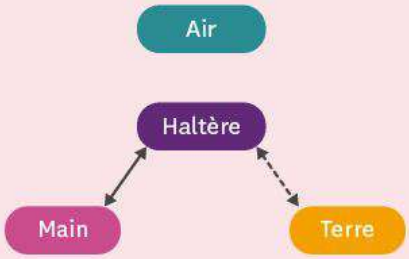


Étapes de la méthode

1. Si le système étudié se situe à la surface de la Terre, cette dernière et l'air qui l'entoure font partie des systèmes à considérer dans le diagramme objet-interaction.
2. Certaines interactions sont négligeables. Par exemple :
   - celle avec l'air pour des objets de petit volume ou de grande masse ;
   - celle avec la Terre pour des objets de faible masse.
3. Le système étudié doit être placé au centre du DOI. Les autres objets se placent autour. Seules les interactions non négligeables doivent impérativement être représentées.

Corrigé :

1. L'haltère est en contact avec l'air et la main de l'athlète. Elle est, de plus, soumise à l'attraction de la Terre : ces trois systèmes sont en interaction avec l'haltère.
2. L'air ne déforme pas l'haltère et ne modifie que très peu son mouvement : on peut donc négliger l'interaction air/haltère.
3. L'athlète soulève l'haltère : il la met donc en mouvement. Parallèlement, la Terre attire l'haltère vers le bas ce qui freine et modifie donc son mouvement.
4. L'interaction haltère/air est négligeable : on peut choisir de ne pas la représenter. L'interaction haltère/main est une interaction de contact : utiliser une flèche en trait plein. La Terre exerce une action à distance : représenter l'interaction haltère/Terre par une flèche en pointillés.



Exercice similaire

9 **Disque en vol.**

Une athlète lance un disque.

1. Quels objets sont en interaction avec le disque pendant son vol ?
2. Peut-on négliger l'une de ces interactions ? Justifie ta réponse.
3. Quels sont les effets des autres actions mécaniques ?
4. Représente le DOI du disque pendant son vol.

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

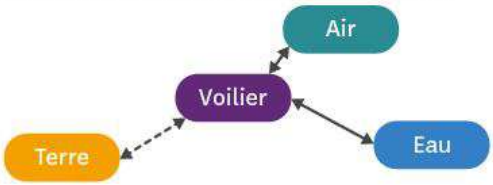
Je m'ENTRAINE

10 Mouvement d'un voilier.

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

Pour couvrir à bonne allure de longues distances, rien de mieux qu'une mer calme, un vent fort et régulier et une coque propre ! Celle-ci doit notamment être régulièrement débarrassée des petits organismes marins qui s'y accrochent.

Le diagramme ci-dessous présente les interactions du système voilier avec les objets qui l'entourent.

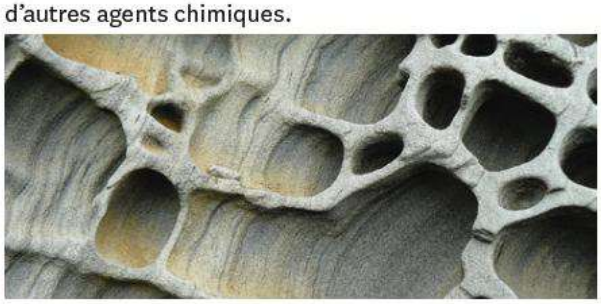


1. Quelle est la seule interaction exercée à distance ?
2. Parmi ces interactions, laquelle a pour effet de favoriser la progression du bateau ?
3. Parmi ces interactions, lesquelles ont pour effet de freiner la progression du bateau ?
4. De quelle interaction les organismes marins (que l'on associera à la coque) augmentent-ils l'importance ?

11 Tafoni.

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Les tafoni sont des formations rocheuses, dont la taille va de quelques centimètres à plusieurs mètres, présentes sur certains littoraux. Ils résultent de l'érosion du grès ou du granit par le vent, le ruissellement de l'eau, l'action corrosive du sel ou d'autres agents chimiques.



1. Parmi les agents de l'érosion cités dans l'énoncé, lesquels ont exercé une action mécanique sur le rocher ?

12 Engins de chantier.

Sur les chantiers, on privilégie l'emploi d'engins à chenilles dès que le terrain est meuble (sable, terre) ou boueux afin d'éviter l'enlisement.



1. À quelle interaction doit-on s'intéresser pour comprendre l'utilisation des engins à chenilles ?
2. Quelle différence existe-t-il pour cette interaction entre un engin à roues et un autre à chenilles ?

13 Téléphérique.

On choisit comme système d'étude une cabine de téléphérique.

1. Avec quel(s) objet(s) est-elle en interaction ?
2. Parmi ces interactions, la ou lesquelles sont exercée(s) à distance ?
3. Indique également une interaction s'exerçant de manière localisée.
4. L'une des interactions te parait-elle négligeable comparées aux autres ?

14 Volleyball et effets des actions mécaniques.

On s'intéresse au système ballon lors d'un smash.

1. Quel(s) effet(s) l'action mécanique exercée par la main de l'attaquant aura-t-elle ?
2. L'interaction entre la main et le ballon est-elle localisée ou répartie ?
3. Cette interaction est-elle une interaction de contact ou à distance ?

15 Tir à l'arc.

On étudie le système « corde de l'arc ».

1. Avant que celle-ci ne soit lâchée par le tireur, quels objets sont en interaction avec elle ?
2. Certaines de ces interactions peuvent-elles être négligées ? Si oui, lesquelles ?

16 Grues de chantier.

Les grues permettent le déplacement de lourdes charges sur les chantiers. Le système qu'on choisit d'étudier ici est la charge soulevée par la grue.

1. Avec quels objets la charge est-elle en interaction ?
2. Représente le DOI de la charge.
3. Une interaction peut être négligée : laquelle ?

17 Windsurf.

Lorsqu'on pratique la planche à voile (ou le windsurf), de nombreuses actions sont en jeu.

1. Quels objets sont en interaction avec le système planche à voile ?
2. Quelle action est responsable de l'avancée de la planche à voile ?
3. Cette action est-elle répartie ou localisée ?

18 Véhicule lunaire.

Lors des missions spatiales Apollo, les astronautes américains disposaient pour se déplacer sur le sol lunaire d'un « rover », petit véhicule à quatre roues. On choisit d'étudier le système rover (avec son passager).

1. Quels objets sont en interaction avec celui-ci ?
2. Représente le DOI du rover lorsqu'il est sur la Lune.
3. Quelles différences y aurait-il dans les interactions si le rover se déplaçait sur Terre ?

19 Flottaison d'un voilier.

1. Si on étudie la flottaison d'un voilier, à quel système doit-on s'intéresser ?
2. Avec quels autres objets ce système est-il en interaction ?

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

20 Diagramme objet-interaction.

Une balle de tennis

Un joueur de tennis frappe une balle avec sa raquette. On considère que le sportif et sa raquette sont deux objets différents.

1. Trouve les quatre objets qui entourent la balle.
2. Parmi ces objets, lequel exerce une action à distance sur la balle ?
3. Indique si le joueur de tennis est en interaction avec la balle et justifie ta réponse.
4. Représente maintenant le DOI de la balle (en plaçant la balle au centre).



Un train à sustentation magnétique

Les trains à sustentation magnétique sont des trains qui ont la particularité de ne pas reposer sur des rails, mais d'être en lévitation au-dessus d'eux.

1. Quels sont les trois objets en interaction avec le train ?
2. Représente le DOI du train.

Kitesurf

Les kitesurfers utilisent des voiles de cerf-volant pour se faire tracter par le vent et profiter alors de la glisse sur une planche dérivée du surf. On choisit d'étudier le système kitesurfer (qui se compose de la personne et de sa planche).

1. Après avoir identifié les objets en interaction avec le surfer, représente le DOI du kitesurfer.

J'APPROFONDIS

21 Architecture : la tour Eiffel, c'est dépassé !

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Les tours atteignent désormais des hauteurs vertigineuses et plusieurs centaines d'entre elles surclassent désormais l'emblème de Paris. Avec ces hauteurs démesurées (plus de 800 m pour un gratte-ciel de Dubaï), de nouvelles contraintes sont apparues, dont il faut tenir compte : le vent fait ainsi osciller certaines tours de plus d'un mètre à leur sommet.

1. Représente le DOI d'une tour de grande hauteur.
2. Décris l'interaction entre le vent et la tour avec les mots du cours.
3. Quelle solution technique les architectes peuvent-ils proposer pour limiter l'interaction tour/vent ?

22 Maglev L0.

Le train japonais JR-Maglev L0 détient le record de vitesse avec ses 603 km/h. Le précédent record était détenu par le TGV avec 575 km/h. Le train japonais n'est pas en contact direct avec son rail puisqu'il est maintenu en sustentation à quelques centimètres au-dessus de lui par de puissants électro-aimants ! On choisit d'étudier le système Maglev.



1. Représente le DOI du Maglev.
2. Quelle interaction mécanique est susceptible de gêner l'avancée du train ?
3. Quelle solution les ingénieurs ont-ils choisie pour minimiser cette interaction ?
4. Quelle interaction est modifiée pour ce train par rapport à un train classique ?

23 Architecture.

L'équilibre d'une voute en pierre repose sur le voussoir central (la « clé de voute ») qui est aussi la dernière des pierres posées lors de sa construction. On choisit cette clé de voute comme système d'étude.

1. Quels objets sont en interaction avec la clé de voute ?
2. Représente le DOI de la clé de voute.
3. L'une de ces interactions est-elle négligeable ?

24 Planeur.

Pour prendre de l'altitude, les planeurs ont eu pendant longtemps recours au remorquage par un petit avion au moyen d'un filin (câble). On étudie le filin en tant que système.

1. Quels objets sont en interaction avec le filin ?
2. Représente le DOI du filin.
3. Sur un croquis, représente par une flèche l'action mécanique exercée par l'avion sur le filin.
4. Ajoutes-y l'action mécanique exercée par le planeur sur le filin.

25 Trampoline.

Un trampoline est constitué d'une toile tendue par des élastiques. On choisit la toile comme système à étudier.

1. Lorsqu'un enfant s'enfonce dans la toile, quels objets interagissent avec celle-ci ?
2. Représente le DOI de la toile.
3. Quel est l'effet de l'action de l'enfant sur la toile lors de cet enfoncement ?
4. Quel est l'effet de l'action de la toile sur l'enfant lors de cet enfoncement ?
5. Sur un croquis très simple, représente l'action mécanique modélisée que la toile exerce sur l'enfant.

26 Tir à l'arc.

On choisit d'étudier la corde de l'arc en tant que système juste avant que la flèche ne soit lâchée par l'archer.

1. Représente le DOI de la corde.
2. Quelles interactions peuvent être négligées ?
3. Quel effet l'action du bois de l'arc a-t-elle sur la corde une fois que l'archer la lâche ?

27 Remontées mécaniques.

On choisit comme système la cabine du téléphérique et on négligera l'interaction air-cabine.

1. Quel objet exerce une action qui attire la cabine vers le bas ?
2. Quel objet exerce une action qui soutient la cabine ?
3. Sur un croquis où tu dessineras la cabine, représente l'action mécanique exercée par la Terre sur la cabine.
4. Représente sur le même croquis, de manière simplifiée, l'action mécanique exercée par le câble sur la cabine.

28 Cerf-volant.

On prend comme système la voile du cerf-volant.

1. L'interaction air-voile est-elle négligeable ? Justifie ta réponse.
2. Utilise les mots du cours pour décrire l'interaction entre la ficelle et la voile.
3. Réalise un croquis du cerf-volant en représentant de manière simplifiée l'action mécanique exercée par la ficelle sur le cerf-volant.

29 Saut à la perche.

On étudie le système perche pendant le saut.

1. Pourquoi peut-on affirmer que l'action exercée par le sauteur sur la perche est bien une action mécanique ?
2. Quels objets sont en interaction avec la perche lors du saut ?
3. Représente le DOI de la perche.
4. Quelles interactions te semblent négligeables lors du saut ?

30 Sortie dans l'espace.

Lors des sorties extravéhiculaires, un astronaute doit impérativement rester relié au vaisseau sous peine de le voir s'éloigner et de risquer de ne plus pouvoir le rejoindre.



1. Quels objets interagissent avec l'astronaute sur la photo ?
2. Représente le DOI de l'astronaute correspondant à la situation de la photo.

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Schématise le sauteur, l'élastique et les actions mécaniques s'exerçant sur le sauteur pendant le freinage.



Doc. 1 Un bref instant après le début du saut.

Le saut à l'élastique apporte le grand frisson de la chute libre. Celle-ci est ensuite freinée progressivement par l'élastique dès qu'il commence à se tendre. Si l'élastique, entièrement constitué de fils de latex, peut endurer plusieurs centaines de sauts, il est toutefois remplacé bien avant pour la sécurité des pratiquants.

Doc. 2 Le principe.

31 Décollage d'une fusée.

Lors du décollage d'une fusée, les moteurs de celle-ci éjectent une énorme quantité de gaz vers le bas. Ces gaz propulsent alors la fusée vers le haut : c'est le principe de réaction.

1. Décris l'action exercée par les gaz sur la fusée avec les mots du cours.
2. Réalise un croquis de la fusée au décollage.
3. Représente par une flèche l'action exercée par les gaz sur la fusée.

32 Descente en rappel.

■ **COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques**

Pour descendre par ses propres moyens du sommet d'une paroi, le grimpeur a recours à la technique du rappel. Muni d'un frein fixé à son baudrier, il se laisse glisser le long de la corde en contrôlant sa vitesse.

1. Quels objets interagissent sur le système « grimpeur-frein » ? On négligera l'interaction avec l'air.
2. Sur le croquis, quelle action mécanique la flèche rouge modélise-t-elle ?
3. Quelle action mécanique la flèche verte modélise-t-elle ?
4. Décris les caractéristiques principales de cette action mécanique (point d'application, sens et direction).



■ PARCOURS DE COMPÉTENCES ■

■ **Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques**

Laura a frotté une aiguille sur un aimant pendant 30 secondes, puis l'a fixée à une rondelle de liège et l'a posée sur de l'eau dans un bol. Elle remarque que l'aiguille s'oriente toujours selon la même direction et dans le même sens. Son père lui explique que c'est dû à l'action du champ magnétique de la Terre.

› Réalise le diagramme objet-interaction d'une boussole.

Niveau 1

Je complète une représentation qui m'est proposée.

Coup de pouce : Recopie et complète le DOI :



Niveau 2

Je respecte les consignes pour produire ou transformer une représentation.

Coup de pouce : Ajoute au DOI le cadre et la double-flèche qui concernent la rondelle de liège.

Niveau 3

Je réutilise les règles apprises pour produire ou transformer des représentations.

Coup de pouce : Complète le DOI en prenant en compte les deux interactions entre la Terre et l'aiguille.

Niveau 4

Je produis ou je transforme parfaitement des représentations, en choisissant celles qui seront les plus adaptées.

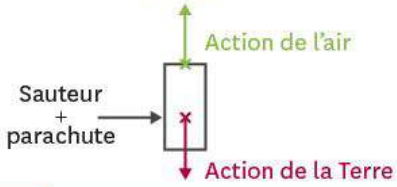
Coup de pouce : Efface les interactions négligeables.

Comprendre et utiliser une modélisation

Je sais faire si :

- ✔ Je sais qu'une modélisation n'est qu'une description simplifiée de la réalité.
- ✔ Je sais qu'elle peut être utilisée concrètement (réalisation d'une manipulation) ou virtuellement (simulation informatique).
- ✔ Je sais qu'elle permet de comprendre des phénomènes complexes de façon simplifiée.
- ✔ Je sais qu'un modèle ne fonctionne que dans un cadre bien défini.
- ✔ J'utilise le modèle pour, dans ce cadre, comprendre et prévoir certains mécanismes.





Doc. 1 Modélisation des actions subies par le système « sauteur + parachute ».

Un exercice pour S'ENTRAINER

Une maquette en équilibre.

Adam vient de suspendre sa maquette d'avion au plafond de sa chambre. Il se fait la réflexion que puisque la maquette n'est pas mise en mouvement, les actions qui s'exercent sur elle doivent se compenser.

Questions

1. Trace un schéma simple de la situation, puis ajoute les représentations des actions que subit la maquette en supposant qu'elles ont la même intensité.
2. Adam remarque ensuite que le fil qui suspend la maquette est lui aussi immobile et en équilibre. Représente les deux actions alors impliquées.

Aide à la résolution

1. Les actions non négligeables qui s'exercent sur la maquette sont celles exercées par la Terre et par le fil.
2. La direction de l'action du fil est matérialisée par la forme qu'il prend.
3. La direction de l'action de la Terre est verticale.
4. Bien qu'ayant la même direction, les actions du fil et de la Terre sur la maquette n'ont pas le même sens.
5. Quand on multiplie les flèches sur un schéma pour représenter de nombreuses actions mécaniques, on peut utiliser plusieurs couleurs.

Numérique

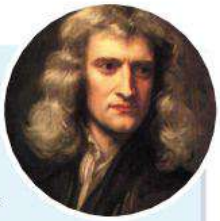
Des fiches AP supplémentaires et des exercices d'entrainement sur www.lelivrescolaire.fr

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

Isaac Newton et la mécanique

Nommer une unité avec le nom d'un scientifique est un hommage important. Qu'a fait Isaac Newton pour le mériter ?



Outre ses travaux en optique, en mathématiques et en astronomie, Newton est célèbre pour ses succès en mécanique : il en a posé les trois principes de base. Ils sont en fait la conclusion d'un long travail sur les interactions, en particulier, sur l'interaction gravitationnelle !

Doc. 1 Les apports scientifiques d'Isaac Newton (1642-1727).

Question

1. Voici quelques savants qui ont contribué au développement de la mécanique : Einstein, Archimède, Newton, Galilée et Lagrange. Qui a travaillé avant qui ? Replace-les dans l'ordre chronologique !

La Physique-Chimie au quotidien

Esprit scientifique

Une expérience d'électrostatique : dévier un filet d'eau !

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 130.
- Frotte la paille avec le mouchoir.
- Ouvre le robinet pour faire couler un fin filet d'eau.
- Approche la paille du filet d'eau sans le toucher.

› Des questions à se poser :

1. Peut-on dire qu'il y a eu interaction ?
2. Connais-tu l'interaction à distance qui entre en jeu ici ?
3. Essaye de refaire l'expérience sans frotter la paille. Que se passe-t-il ?



Doc. 1 Un fil d'eau très fin rend l'observation plus facile.

Explication scientifique

Il y a interaction puisque le filet d'eau est dévié !

L'interaction en jeu ici est dite « électrostatique » : en frottant la paille, on lui arrache des particules électriques. La paille devient chargée électriquement et génère alors une interaction à distance sur les constituants de l'eau. Si on ne frotte pas la paille, l'interaction n'a pas lieu.

AUTREMENT

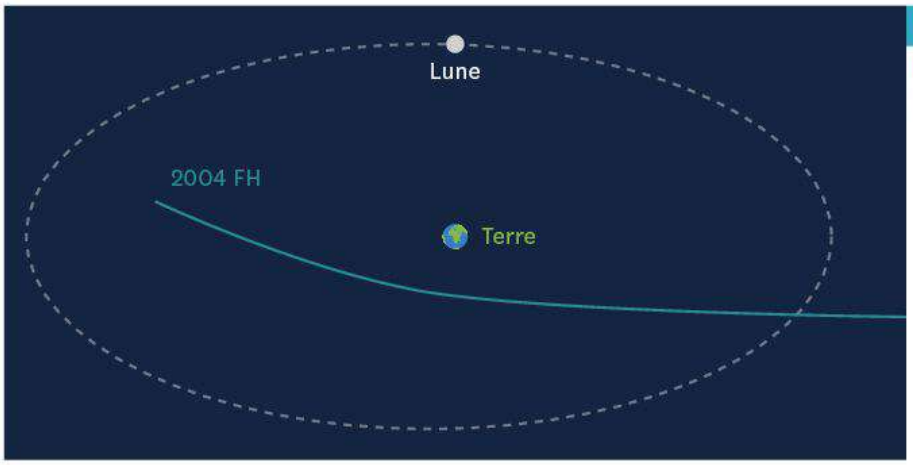
Retrouve la suite sur
www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

L'assistance gravitationnelle : se propulser, sans se fatiguer !

Avant de le lancer dans l'espace à pleine vitesse, Han calcule la trajectoire du Faucon Millenium avec soin. Toutes les interactions susceptibles d'agir sur le vaisseau sont prises en compte afin d'optimiser l'utilisation des ressources du vaisseau.



Doc. 1 Trajectoire de l'astéroïde 2004 FH le 18 mars 2004.

L'espace intersidéral ne contient que du vide : le Faucon Millenium y est à l'abri de toute interaction de contact. En revanche, au voisinage d'un astre dont la masse est grande, la gravitation agit et dévie le Faucon en l'attirant. S'il veut aller tout droit, Han doit pousser les réacteurs pour compenser cette attraction. En revanche, s'il veut changer de cap, il peut se servir de ces astres pour tourner sans dépenser d'énergie !

Doc. 2 L'assistance gravitationnelle.

Dans l'espace, changer de direction n'est pas facile. D'ordinaire, on « tourne » grâce à une interaction de contact : les pneus avec la route, un gouvernail avec l'eau, la dérive avec l'air. Dans le vide de l'espace, on ne peut appuyer le vaisseau que sur de la matière préalablement embarquée, et en puisant dans les réserves d'énergie. Utiliser l'interaction gravitationnelle pour changer de cap est donc une manière astucieuse de naviguer en étant économe !

Doc. 3 La mécanique des changements de direction.

Questions

1. Dessine la trajectoire d'un objet qui tombe par terre après avoir été lâché sans vitesse.
2. Dessine la trajectoire d'un objet qu'on lance à l'horizontal et qui retombe au sol.
3. Quelle est, à ton avis, la condition que doit remplir le Faucon avant de tourner en s'aidant de l'attraction gravitationnelle ?

Thème 03

L'énergie et ses conversions

Omniprésente et insaisissable, l'énergie peut sembler bien mystérieuse. Comment est-il possible d'exister sous autant de formes différentes ? Quels moyens de convertir l'énergie l'humanité a-t-elle découverts jusqu'à présent ?

C'est en multipliant les situations ordinaires, éclairées sous l'angle des considérations énergétiques, que l'on apprivoise ce concept abstrait qui constitue un enjeu économique majeur.



Chapitre 9

La tension et l'intensité



Chapitre 10

Relations entre grandeurs dans les circuits électriques



Conversion et transfert



Esprit scientifique

Utiliser l'énergie du Soleil pour chauffer l'eau !

Découvre la suite de l'expérience p. 167



▲ Chauffe-eau solaire à Pékin, 17° à l'extérieur, jusqu'à 75° à la douche !

Matériel

- Deux bouteilles plastiques.
- Du papier noir.
- Du papier aluminium.
- Du ruban adhésif.
- Deux thermomètres (si possible).
- Des ciseaux pointus.
- Un jour de beau temps.

Je sais déjà

1. Dans quelle unité s'exprime l'énergie stockée dans un aliment ?

a. le volt (V).
c. le joule (J).
b. le kilogramme (kg).
d. le watt (W).

2. Laquelle de ces sources d'énergie n'est pas renouvelable ?

a. le pétrole.
c. l'eau.
b. le vent.
d. le soleil.

3. Lequel de ces dipôles est un réservoir d'énergie ?

a. la lampe.
c. la photopile.
b. le moteur.
d. la pile.

4. Les réserves non renouvelables d'énergie ne seront pas épuisées avant :

a. environ 25 ans.
c. environ 1 000 ans.
b. environ 300 ans.
d. environ 100 000 ans.

de l'énergie

CHAPITRE 8



Un parc d'éoliennes.

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les formes de l'énergie
- ✔ Les stockages de l'énergie
- ✔ Les transformations de l'énergie

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Le vocabulaire de l'énergie
- ✔ Les chaines énergétiques
- ✔ Les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables

Je vais apprendre à...

- ✔ Identifier les modes de transfert et les dispositifs de conversion de l'énergie
- ✔ Comparer la puissance de deux appareils
- ✔ Calculer des énergies converties et des puissances de conversion

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

1 Que se passe-t-il quand on se brule ?

Il existe de nombreuses façons de se bruler. Pourtant, pour les physiciens, elles ont toutes un point commun !

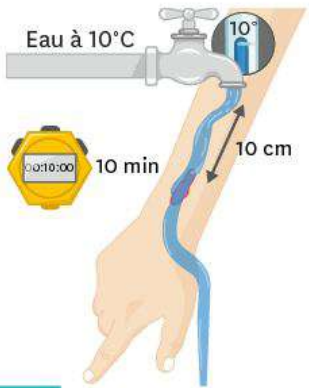
Qu'est-ce qui cause une brulure et comment la limiter ?

Une brulure est une destruction partielle ou totale des tissus du corps (peau, voies aériennes, digestives, etc.). Elle peut avoir différentes causes : une exposition trop longue au rayonnement solaire, la circulation d'un courant électrique dans le corps, le contact avec une substance à température trop élevée, un frottement mécanique, etc. La gravité de la brulure dépend de sa localisation, de sa profondeur, de son étendue.

Doc. 1 Les brulures : aspects physiques, d'après wikipedia.org.

Les tissus qui composent le corps sont fragiles. Leur température ne doit pas s'éloigner de la température ordinaire du corps : 37 °C. Une élévation importante les détruit, car les molécules qui composent ces tissus ont alors des mouvements si importants que le tissu en est affecté. Les transferts d'énergie qui entrainent une élévation de la température des tissus corporels doivent donc être évités.

Doc. 2 Les brulures : aspects biologiques.



Doc. 3 Limiter la gravité d'une brulure : la règle des « trois 10 ».

Faire couler de l'eau à 10 °C sur la brulure pendant 10 min, à une distance de 10 cm de la brulure. L'énergie thermique excédentaire dans les tissus est transférée à l'eau froide. Cela stoppe le processus de destruction des tissus.



Doc. 4 Se bruler avec de l'eau bouillante : un transfert d'énergie.

Exploration et analyse des documents

1. T'es-tu déjà brulé(e) ? Si oui, décris ce qu'il s'est passé (cause, gravité).
2. **Doc. 1 et 4** Chaque objet ou situation ci-dessous peut te bruler en te transférant de l'énergie. Précise pour chacun la forme d'énergie qui serait transférée.
   - fil électrique dénudé
   - eau bouillante
   - bain de soleil
   - chute en vélo
3. **Doc. 4** Schématise le transfert de l'énergie lors d'une brulure par rayonnement et d'une brulure par exposition à un courant électrique.
4. **Doc. 3** Pour quelle raison la règle des « trois 10 » permet-elle de limiter la gravité d'une brulure ?

Synthèse

5. Quel est le point commun entre toutes les brulures ?

Vocabulaire

L'énergie : valeur calculée par les scientifiques pour tout objet ou situation, afin de pouvoir les comparer.

Un transfert (d'énergie) : passage d'une quantité d'énergie d'un système à un autre.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai identifié et compris la nature des brulures.**
- ✔ **J'ai représenté la chaine énergétique d'une brulure.**
- ✔ **J'ai trouvé le point commun à toutes les brulures.**

COMPÉTENCE Émettre des hypothèses

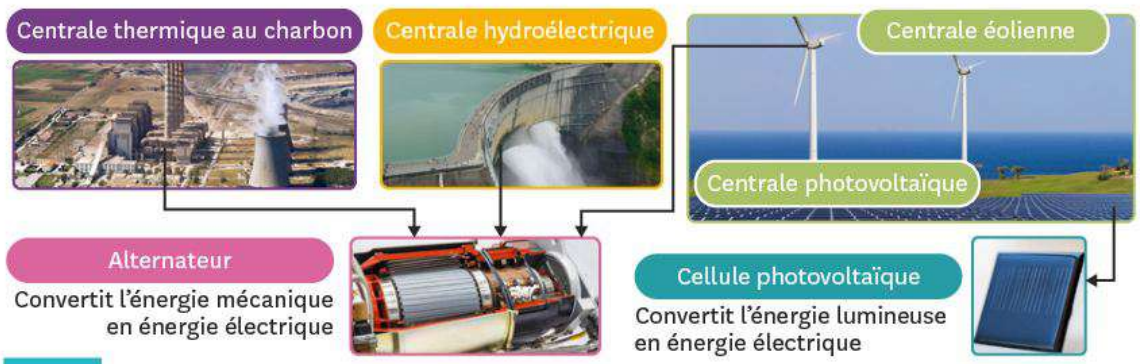
2 D'ou vient l'énergie électrique ?

Le professeur demande quels sont les meilleurs endroits pour construire des centrales de distribution d'énergie électrique. Chloé pense que c'est les régions orageuses, là où il y a beaucoup d'énergie électrique. Antoine pense que c'est plutôt dans des endroits qui ont déjà d'autres réserves d'énergie, à côté des cours d'eau ou dans les régions ventées ou ensoleillées.



Formulation d'une hypothèse

1. Formule une hypothèse sur la provenance de l'énergie que fournit une centrale électrique.



Doc. 1 La production d'énergie électrique.

Recherche d'informations

2. Doc. 1 Nomme l'élément-clé utilisé dans la plupart des centrales pour produire de l'énergie électrique.

3. Doc. 2 Précise la forme d'énergie qu'il reçoit pour produire l'énergie électrique.

Analyse des documents

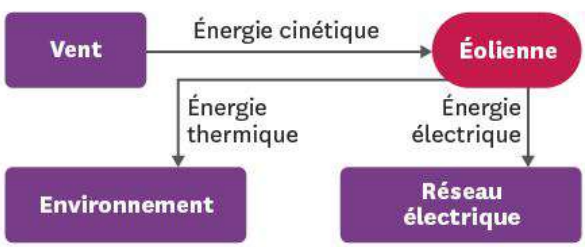
4. Rappelle le nom de l'opération consistant à passer d'une forme d'énergie à une autre.

5. Doc. 1 Pour chaque centrale, nomme le réservoir et la forme initiale de l'énergie.

6. Ton hypothèse etait-elle correcte ?

Conclusion

7. Réalise la chaine énergétique d'une centrale hydroélectrique.



Doc. 2 Réalisation d'une chaine énergétique.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai analysé les documents et j'en ai extrait de l'information.**
- ✔ **J'ai évalué mon hypothèse sur la provenance de l'énergie fournie par les centrales électriques.**
- ✔ **J'ai représenté la chaine énergétique d'une centrale électrique.**

■ **COMPÉTENCE** Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

3 Quelle bouilloire choisir ?

Le professeur a demandé aux élèves d'apporter des bouilloires pour les comparer en classe. Fabien et Sonia affirment chacun que leur bouilloire est la plus performante.





Formulation d'une hypothèse

1. **Formule une hypothèse sur les différences éventuelles concernant la manière dont ces bouilloires chauffent 1 L d'eau.**

Expérimentation

2. **Protocole :** En t'aidant de la liste du matériel disponible, propose un protocole permettant d'obtenir le plus de données possible sur la manière dont les bouilloires chauffent l'eau. Organise ton expérience pour que les résultats des bouilloires soient comparables entre eux.
3. **Mesures :** Mets en œuvre ton protocole après l'avoir fait valider par le professeur.

Matériel

- 2 bouilloires de puissance électrique différentes et connues.
- Un chronomètre.
- Un récipient gradué.
- Un thermomètre.

Analyse des résultats

4. Récapitule les informations dont tu disposes dans un tableau.
5. Explique si ces résultats valident ou non ton hypothèse.

Conclusion

6. Sur quel critère apprécie-t-on l'efficacité d'une bouilloire ? À quelle caractéristique technique ce critère est-il lié ?

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Numérique

Retrouve des documents complémentaires sur www.lelivrescolaire.fr

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai conçu une expérience pour tester mon hypothèse.**
- ✔ **J'ai utilisé un instrument de mesure.**
- ✔ **J'ai comparé des résultats expérimentaux et interprété leurs différences.**

COMPÉTENCE Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

4 Quelle autonomie pour la trottinette électrique ?

Sylvain veut utiliser sa nouvelle trottinette électrique pour aller de Caen à Ouistreham. Camille lui demande s'il est sûr de ne pas tomber en panne de batterie. Il est persuadé qu'il n'y a pas de risque, mais elle lui conseille de s'en assurer.



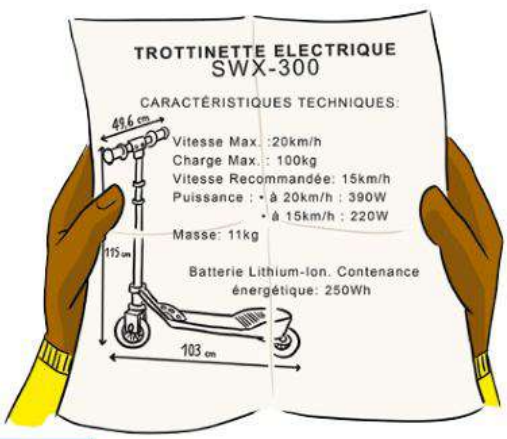
TA MiSSion

Vérifie, avec les documents dont dispose Sylvain, si l'autonomie de la trottinette est suffisante pour le trajet prévu.

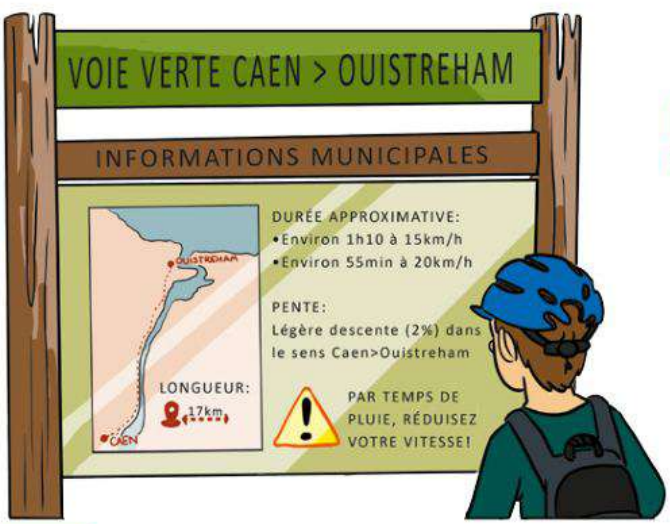
Relation entre énergie E (Wh), puissance P (W) et durée t (h)	$E = P \times t$

Doc. 1 Relation entre puissance, durée et énergie.

L'énergie *E* convertie par un appareil est proportionnelle à la durée *t* de son fonctionnement. Ce coefficient de proportionnalité entre ces grandeurs est la puissance de l'appareil.



Doc. 2 Caractéristiques techniques de la trottinette électrique.



Doc. 3 Le trajet Caen-Ouistreham.

La piste cyclable qui relie Caen à Ouistreham est en pente légèrement descendante, ce qui diminue de 25 % l'énergie utilisée par la trottinette pour rouler.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai extrait et utilisé au moins une information provenant de chaque document.**
- ✔ **J'ai vérifié la cohérence des unités dans les calculs que j'ai effectués.**
- ✔ **J'ai comparé mes résultats à une information issue de la notice de la trottinette.**
- ✔ **J'ai pris en compte les pourcentages indiqués.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 La brulure, un transfert d'énergie douloureux

› **L'énergie** d'un système est une valeur qu'on lui associe à partir des grandeurs qui le caractérisent. Elle permet de comparer ce système à d'autres et d'étudier comment ils s'influencent.

› La baisse de l'énergie d'un système implique l'augmentation de celle d'un autre. Il s'agit d'un **transfert d'énergie** entre ces deux systèmes.

› Les différents modes de transfert de l'énergie sont entre autres :
- le transfert thermique
- le transfert électrique
- le transfert mécanique
- le transfert par rayonnement

2 Convertir l'énergie pour l'utiliser

› Il existe de nombreuses formes d'énergie. Un **convertisseur** est un dispositif qui convertit l'énergie d'une forme à une autre.

› Par exemple, l'alternateur convertit de l'énergie cinétique, liée au mouvement, en énergie électrique.

› L'ensemble des conversions et des transferts d'énergie d'un système à un autre peut être modélisé par une chaine énergétique.

3 Des conversions plus ou moins rapides

› L'énergie E que fournit un convertisseur d'énergie est proportionnelle à la durée t de la conversion.
Le coefficient de proportionnalité entre ces grandeurs est nommé **puissance** et se note P. On a $E = P \times t$.

› Plus un convertisseur est puissant, plus la durée nécessaire pour qu'il convertisse une quantité d'énergie donnée est réduite.

› L'unité de la puissance dans le système international est le watt (W).

4 La relation entre la puissance, la durée et l'énergie

› Dans le système international, l'énergie s'exprime en joule (J), la puissance en watt (W) et le temps en seconde (s).

› Le watt-heure (Wh) et le kilowatt-heure, produits d'une puissance (1 W ou 1 kW) et d'une durée (1 h), sont des unités d'énergie.

› Le watt-heure et le kilowatt-heure sont des unités d'énergie adaptées pour exprimer l'énergie que convertissent les appareils électriques.

L'essentiel !

L'énergie d'un système caractérise sa situation. Pour qu'elle change, un transfert d'énergie doit avoir lieu.

L'alternateur est un exemple de convertisseur d'énergie : il reçoit de l'énergie cinétique et restitue de l'énergie électrique.

L'énergie E restituée par un convertisseur est proportionnelle à la durée t de la conversion. La puissance P du convertisseur est le coefficient de proportionnalité qui les relie. On écrit :

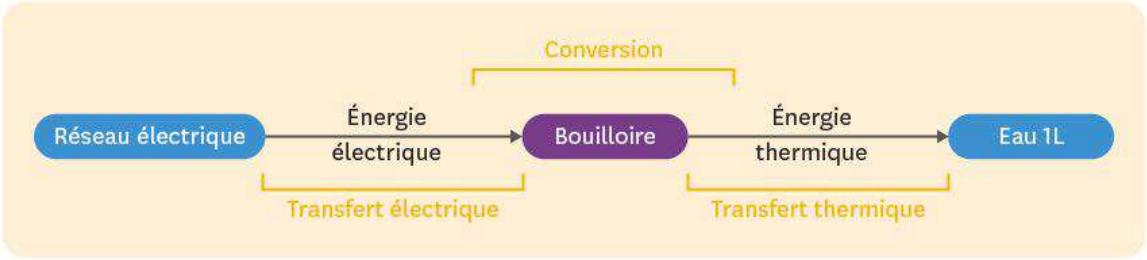
$$E = P \times t$$
(J) (W) (s)

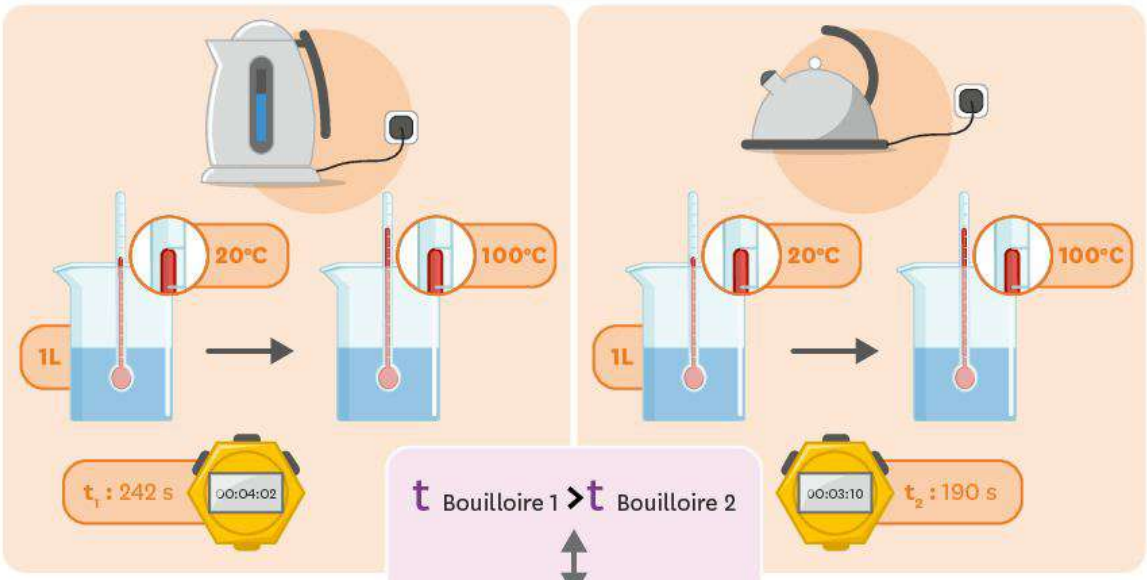
Un kilowatt-heure est une unité d'énergie : l'énergie d'un convertisseur d'un kilowatt fonctionnant pendant une heure.

Mots-clés

Un convertisseur d'énergie : bilan 2.
L'énergie : activité 1.
La puissance : bilan 3.
Un transfert (d'énergie) : activité 1.

Je retiens par l'image





$t_{\text{Bouilloire 1}} > t_{\text{Bouilloire 2}}$

$P_{\text{Bouilloire 1}} < P_{\text{Bouilloire 2}}$

Relation — Énergie convertie — Durée de conversion

$$E = P \times t$$

Joule	Watt	Seconde
Watt heure	Watt	Heure

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Analyser une situation du point de vue des transferts et des conversions d'énergie.	1 2	21 23
✔ Tracer la chaine énergétique d'une situation simple du point de vue des énergies.	1 2	20 27 31 32
✔ Différencier les systèmes réservoirs d'énergie des dispositifs convertisseurs d'énergie.	2	17
✔ Proposer un protocole permettant de comparer la puissance de deux appareils.	3	28
✔ Utiliser la relation liant l'énergie, la puissance et la durée d'utilisation pour calculer l'énergie transférée par un système.	3 4	10 18 24 26

Je me TESTE

Je sais

1 **L'unité de l'énergie est :**

1. le watt (W).
2. le watt par heure (W/h).
3. le joule (J).
4. le volt (V).

2 **Lors d'un transfert d'énergie :**

1. l'énergie d'un réservoir augmente et l'énergie d'un autre réservoir diminue.
2. l'énergie augmente dans un réservoir, ce qui fait augmenter l'énergie dans un deuxième réservoir.
3. l'énergie de chaque réservoir reste inchangée, sauf pour l'un d'entre eux.

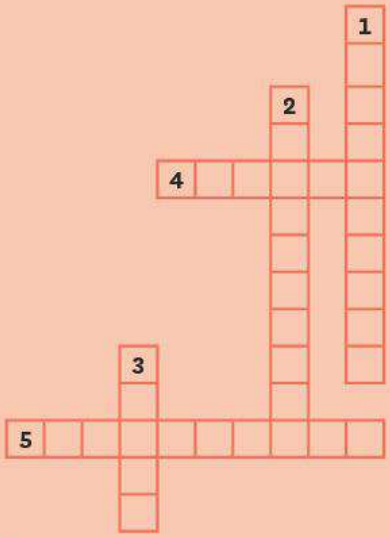
3 **Lors d'une conversion d'énergie :**

1. moins il y a d'énergie à convertir et plus la conversion est longue.
2. plus il y a d'énergie à convertir et plus la conversion est longue.
3. plus il y a d'énergie à convertir et plus la conversion est courte.

4 **Pour la conversion d'une quantité donnée d'énergie :**

1. plus la puissance de la conversion est petite, plus sa durée est courte.
2. plus la durée de la conversion est grande, plus sa puissance est grande.
3. plus la puissance de la conversion est grande, plus sa durée est courte.

5 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Système qui possède de l'énergie.
2. Coefficient de proportionnalité entre l'énergie convertie et la durée de la conversion.
3. Unité de la puissance.

Horizontal :

4. Unité de l'énergie.
5. Passage d'une forme d'énergie d'un système à un autre système.

Je sais faire

6 **Une puissance de 1 200 W est égale à une puissance de :**

1. 1,2 kW.
2. 1 200 000 kW.
3. 12 kW.
4. 1,200 mW.

7 **La quantité d'énergie stockée dans une biscotte est de 98 kJ, soit :**

1. 980 J.
2. 98 000 J.
3. 0,98 J.
4. 9,8 J.

8 **Sachant que $E = P \times t$, une bouilloire de puissance 1 000 W fonctionnant durant 50 secondes convertira une énergie de :**

1. 50 000 J.
2. 20 J.
3. 0,05 J.
4. 50 J.

9 **Si une bouilloire met 1 min 20 s pour porter à ébullition 300 mL d'eau, pour 1 200 mL cela prendra :**

1. 30 s.
2. 1 min 20 s.
3. 4 min.
4. 5 min 20 s.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

10 **Que d'énergie pour se sécher les cheveux !**

Katia met cinq minutes à se sécher les cheveux après la piscine.

1. Quelle quantité d'énergie son sèche-cheveux va-t-il convertir ? Donne le résultat en joules.
2. Convertis le résultat en kilojoules.



Doc. 1 Une indication sur le sèche-cheveux.

Étapes de la méthode

1. Repérer dans l'énoncé et les documents des grandeurs dont les valeurs sont données.
2. Écrire la relation mathématique entre la grandeur dont on cherche la valeur et celles dont on connait la valeur.
3. Remplacer les symboles par les valeurs des grandeurs, en vérifiant que leurs unités correspondent à celles de la formule.
4. Pour convertir en kilojoules une énergie exprimée en joules, il faut se servir du tableau de conversion des joules.

kJ	hJ	daJ	J	dJ	cJ	mJ

Corrigé :

1. Pour calculer l'énergie convertie par le sèche-cheveux, il faut utiliser la relation $E = P \times t$ avec P la puissance en W et t la durée d'utilisation en secondes.

   Ici $P = 1\,300$ W et $t = 5$ min $= 5 \times 60$ s $= 300$ s

   Donc $E = 1\,300 \times 300 = 390\,000$ J

   L'énergie convertie par le sèche-cheveux est de 390 000 J.
2. Il faut convertir 390 000 J en kJ. Or on sait que 1 000 J = 1 kJ donc $E = 390$ kJ.

   L'énergie convertie par le sèche-cheveux est donc de 390 kJ.

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

Exercice similaire

11 **Combien d'énergie pour chauffer trois tasses d'eau ?**

La bouilloire de Clara met trois minutes pour faire bouillir l'eau nécessaire à la préparation de trois tasses de thé. Sa puissance est de 1 000 W.

1. Détermine par le calcul la quantité d'énergie en joules que la bouilloire transfère à l'eau pendant le chauffage.
2. Convertis cette quantité d'énergie en kilojoules.



Je m'ENTRAINE

12 Des mots pour une phrase.

COMPÉTENCE Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté

Utilise les mots dans l'ordre que tu souhaites pour construire des phrases correctes.

1. watt / grandeur / unité / puissance.
2. énergie / unité / grandeur / joule.
3. énergie / puissance / temps / unité.

13 Tableaux de conversion.

1. Représente le tableau de conversion des puissances avec les multiples et sous-multiples du watt (W), en allant du milliwatt au kilowatt.
2. Représente le tableau de conversion des énergies avec les multiples et sous-multiples du joule (J), en allant du millijoule au kilojoule.

14 Conversions d'énergie.

Utilise le tableau pour convertir :

1. 0,5 kJ = ... J.
2. 1 850 J = ... kJ.
3. 5 460 mJ = ... J.
4. 400 000 mJ = ... kJ.

15 Conversions de puissance.

Utilise le tableau pour convertir :

1. 0,3 kW = ... W.
2. 1 350 W = ... kW.
3. 15 380 mW = ... W.
4. 100 mW = ... kW.

16 Comparaison d'appareils.

Voici la puissance nominale de trois appareils :

- aspirateur 1 : 2 050 W
- une machine à laver : 3 kW
- aspirateur 2 : 2,1 kW

1. Quel est l'appareil le plus puissant ? Le moins puissant ?
2. Si on considère une même durée d'utilisation pour les trois appareils, quel est celui qui convertira le plus d'énergie ? Explique ta réponse.

17 Réservoir ou convertisseur ?

1. Classe les mots suivants selon deux catégories : réservoir ou convertisseur d'énergie.

Essence - pile - moteur - batterie - vent - uranium - alternateur - charbon - résistance électrique - lumière.

18 Le temps de faire chauffer l'eau.

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Il faut transférer 158 kJ d'énergie à 500 mL d'eau pour que sa température passe de 25 °C à 100 °C. Tu as à ta disposition une bouilloire électrique de puissance 1 100 W. On considère que toute l'énergie électrique convertie par la bouilloire sert à chauffer l'eau.

1. Convertis 158 kJ en joules.
2. Écris la relation permettant de trouver la durée de transfert si tu disposes de la valeur de l'énergie transférée et de la puissance.
3. Calcule la durée d'utilisation en secondes de la bouilloire.
4. Exprime cette durée en minutes et en secondes.

19 Détermine une puissance inconnue.

Une bouilloire transfère à l'eau qu'elle contient une énergie E = 315 kJ en une durée t = 3 minutes et 30 secondes. On considère que toute l'énergie électrique convertie par la bouilloire sert à chauffer l'eau.

1. Exprime les données de l'énoncé dans leur unité internationale.
2. Calcule le coefficient de proportionnalité entre ces deux données, c'est-à-dire le nombre de joules transférés chaque seconde à l'eau.
3. À quelle grandeur physique correspond ce coefficient de proportionnalité ? Quelle est son unité internationale ?

20 Chaine énergétique

Un radiateur électrique chauffe une pièce d'une maison.

1. Quel est le réservoir d'énergie qui permet de faire fonctionner le radiateur ?
2. Quelle forme d'énergie le radiateur reçoit-il ? En quelle énergie est-elle transformée ?
3. Dans quel réservoir est transférée l'énergie transformée par le radiateur ?
4. Construis la chaine énergétique en utilisant les conventions vues dans l'activité 2.

21 Appareils électriques convertisseurs d'énergie.

Beaucoup d'appareils électriques que tu possèdes sont de très simples convertisseurs d'énergie.

1. En quelle(s) forme(s) d'énergie est convertie l'énergie électrique par :
   a. une bouilloire ?
   b. un mixeur ?
   c. une machine à laver ?

22 Quel transfert ?

1. Précise de quel type de transfert il s'agit : thermique, électrique, mécanique, par rayonnement.
   a. Un enfant pédale sur son vélo.
   b. De l'eau bout dans une casserole.
   c. Un homme bronze sur la plage.
   d. Une télévision diffuse un film.

23 Hydrolienne.



Une hydrolienne est une turbine hydraulique qui utilise l'énergie cinétique des courants marins ou fluviaux : c'est une « éolienne de la mer ». La turbine de l'hydrolienne couplée à un alternateur permet la conversion de l'énergie cinétique de l'eau en énergie électrique.

1. Quelle est la source d'énergie utilisée par l'hydrolienne ?
2. Cette source est-elle renouvelable ou non ? Explique ta réponse.
3. Quel est le convertisseur d'énergie qui permet de fournir de l'énergie sous forme électrique ?

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

24 Cout de fonctionnement d'un appareil.

Un téléviseur

La télévision de Maxime a une puissance de 72 W. Il a estimé qu'elle était allumée en moyenne 5 h par jour.

Données :

- Une année dure 365 jours.
- Un kilowatt-heure coute 0,15 €.

1. Calcule le nombre d'heures qu'il y a dans une année.
2. Calcule la durée annuelle de fonctionnement « réel » de la télévision.
3. Calcule en Wh l'énergie que reçoit la télé en un an.
4. Convertis cette énergie en kWh.
5. Calcule le cout que représente cette énergie.

Une ampoule

Une ampoule basse consommation a une puissance de 14 W. Jade a estimé que son ampoule était allumée en moyenne 6 h par jour.

Données :

- Une année dure 365 jours.
- Un kilowatt-heure coute 0,15 €.

1. Calcule la durée de fonctionnement « réelle » de l'ampoule par an.
2. Calcule en kWh l'énergie reçue par l'ampoule en un an.
3. Calcule le cout que représente cette énergie.

Un réfrigérateur

Le réfrigérateur de Sélim a une puissance de 200 W. Même s'il est branché en permanence, on estime qu'en moyenne un réfrigérateur ne reçoit de l'énergie qu'un tiers du temps.

Données :

- Une année dure 365 jours.
- Un kilowatt-heure coute 0,15 €.

1. Calcule en kWh l'énergie transférée au réfrigérateur sur une année.
2. Calcule le cout d'utilisation correspondant en euros.

J'APPROFONDIS

25 Quelle énergie pour chauffer de l'eau ?

Il faut apporter 4,2 J d'énergie pour réchauffer 1 g d'eau de 1 °C.

1. Quelle quantité d'énergie doit-on transférer à 1 mL d'eau pour le réchauffer de 1 °C ? Justifie ta réponse.
2. Quelle quantité d'énergie doit-on transférer à 200 mL d'eau pour les réchauffer de 1 °C ?
3. Quelle quantité d'énergie doit-on transférer à 200 mL d'eau pour les réchauffer de 75 °C ?

26 Un oubli qui coute cher ?

Mathieu a oublié d'éteindre la plaque électrique chauffante en partant de chez lui à 8 h 30 le matin. Il s'en aperçoit à son retour le soir à 18 h.

La plaque électrique a une puissance de 1 200 W.

1. Sous quelle forme est convertie l'énergie reçue par la plaque électrique ?
2. Quelle quantité d'énergie a été convertie durant l'absence de Mathieu ?
3. Quel est le cout de cet oubli, sachant qu'un kilowatt-heure vaut 0,15 € ?

27 Chaine énergétique d'une éolienne.

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Une éolienne se sert du vent pour produire de l'électricité : les pales de l'éolienne entrainent la mise en mouvement d'un alternateur qui produit l'électricité. Celle-ci est alors transférée au réseau électrique.

1. Construis la chaine énergétique d'une éolienne.



28 Un mauvais protocole ?

COMPÉTENCE Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

Dans l'activité 3 p. 154, Fabien propose ce protocole à ses camarades :
« On peut mettre 1 L d'eau dans la bouilloire la plus puissante et 500 mL dans la moins puissante, l'eau devrait arriver à la même température en même temps ! »

1. Explique en quoi le protocole de Fabien n'est pas précis.
2. Réécris le protocole en y apportant les précisions que tu jugeras utiles.

29 Un plat à réchauffer.

Les informations trouvées sur une préparation de lasagnes surgelées indiquent « À décongeler au four à microondes pendant 5 minutes à puissance 1 000 W ». La puissance maximale du four de Téa est de 800 W.

1. Calcule la durée nécessaire pour réchauffer le plat avec le four de Téa.

30 Ampoules basse consommation.

Dans les magasins de bricolage ou les grandes surfaces, on trouve ce tableau au rayon des ampoules d'éclairage :

Puissance d'une lampe « classique » à incandescence en watts (W)	Puissance d'une lampe basse consommation de même éclairage en watts (W)
40	9
60	11
75	15
100	20

1. Comment expliques-tu qu'une lampe basse consommation puisse fournir le même éclairage qu'une lampe classique qui a une puissance bien supérieure ?
2. Calcule l'économie réalisée en un an si on remplace une lampe classique de 75 W par la lampe basse consommation équivalente.

Données :

- On utilise en moyenne une lampe 6 h par jour.
- Un kilowatt-heure coute 0,15 €.

31 S'éclairer avec le vent ?

Imagine un dispositif permettant de s'éclairer avec le vent comme source d'énergie. Voici le matériel disponible : *turbine - pales - alternateur - chaudière - bouilloire - lampe*.

1. Construis la chaine énergétique du dispositif.

32 Chauffer de l'eau grâce à une rivière ?

Imagine un dispositif permettant de chauffer de l'eau avec le courant d'une rivière comme source d'énergie. Voici le matériel disponible : *turbine - pales - alternateur - chaudière - bouilloire - lampe*.

1. Construis la chaine énergétique du dispositif.

33 Une route solaire en France.

Un tronçon long de 1 km, sur une route de la petite commune normande de Tourouvre-au-Perche (3 400 habitants), a été recouvert de dalles photovoltaïques. La production d'électricité est de 790 kWh par jour. On estime que l'éclairage public d'une ville nécessite 85 kWh par an et par habitant.

1. Calcule la production d'électricité sur une année en kWh.
2. Cette route est-elle capable de produire suffisamment d'électricité pour l'éclairage du village ?

34 Consommation électrique d'un foyer.

Un foyer consomme en une année 11 000 kWh.

1. Exprime cette valeur en joules.
2. À ton avis, pourquoi les factures d'électricité indiquent l'énergie livrée en kWh plutôt qu'en joules ?

35 Télévision en veille.

Une famille regarde la télévision en moyenne 3 h 15 par jour. Sur la plaque signalétique de leur téléviseur, on lit les informations suivantes : 230 V, 50 Hz, 300 W. 1 kWh est facturé 0,15 €.

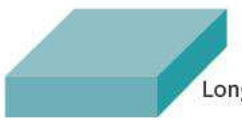
1. Convertis 3 h 15 min en h.
2. Quelle est la durée d'utilisation de la télévision sur une année ?
3. Quelle est l'énergie électrique consommée par la télévision en une année ?
4. Combien coute à cette famille l'utilisation de leur téléviseur pendant une année ?
5. Le reste de la journée, la télévision est en veille et le voyant de veille (230 V, 50 Hz, 1 W) reste allumé. Reprends le raisonnement précédent pour calculer la durée de veille sur une journée, puis sur une année.
6. Déduis-en l'énergie consommée lorsque le téléviseur est en veille sur une année et le cout de cette veille.

Je résous un PROBLÈME

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Anna organise une fête et voudrait profiter de sa piscine. Il ne fait pas très beau et l'eau est, comme l'air, à 20 °C. Elle aimerait bien au moins 3 °C de plus ! Elle met en marche la pompe à chaleur.

Sera-t-elle prête à temps sachant que la fête est dans 12 h ?



Doc. 1 La piscine d'Anna.

Pour chauffer la piscine, une pompe à chaleur prélève de la chaleur dans le sol et la transfère à l'eau. La chaleur du sol est « gratuite » mais il faut de l'énergie électrique pour l'extraire.

- Puissance convertie (pour faire tourner la pompe) : 790 W.
- Puissance restituée (pour chauffer l'eau) : 4 500 W.

En une heure, la pompe à chaleur convertit 790 Wh et peut transférer 4 500 Wh à l'eau de la piscine.

L'énergie pour réchauffer 1 m³ d'eau d'un degré est de 1 200 Wh.

Doc. 2 Descriptif de la pompe à chaleur.

36 Ne rien faire… c'est déjà beaucoup !

L'énergie nécessaire au métabolisme de base du corps humain est l'énergie dont l'organisme a besoin pour remplir ses fonctions vitales (travail du cœur, poumons, reins, foie, etc.). Cette énergie représente la plus grande proportion de notre dépense énergétique quotidienne. Ainsi, 70 % de l'énergie dépensée dans une journée est liée au métabolisme de base.

Ce besoin en énergie est estimé par les formules suivantes :

Sexe	Métabolisme de base (en kJ pour 24 h)
Femme	$[(9{,}7 \times M) + (172{,}9 \times T) - (4{,}7 \times A) + 667] \times 4{,}18$
Homme	$[(13{,}7 \times M) + (492{,}3 \times T) - (6{,}6 \times A) + 77{,}6] \times 4{,}18$

M = masse de l'individu en kilogrammes (kg).

T = taille de l'individu en mètres (m).

A = âge de l'individu en années (ans).

1. Calcule l'énergie à apporter pour le métabolisme de base d'un homme de 20 ans qui fait 1,70 m et pèse 65 kg.
2. Même question pour une femme du même âge, mesurant 1,65 m et pesant 55 kg.
3. Calcule pour ces deux personnes la quantité de riz nécessaire à leur métabolisme de base pour une journée.

VALEURS NUTRITIONNELLES MOYENNES

	100 g riz cru	150 g riz cuit
Valeur énergétique	1 460 kJ (340 kcal)	870 kJ (200 kcal)
Protéines	7 g	4 g
Glucides dont sucres	76 g 2,9 g	46 g traces
Lipides dont acides gras saturés	1 g 0,2 g	traces traces

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Mener à bien un projet ayant une dimension citoyenne

Adam veut s'impliquer dans un projet citoyen. Il va à la maison des associations de son quartier et remarque quelques intitulés de rencontres thématiques programmées au cours de la semaine :

- rencontres poétiques et ludiques ;
- réunion d'information sur les risques sonores en discothèque ;
- atelier de flyers d'information sur le cout énergétique du « mode veille » de nos appareils électriques ;
- soirée déguisée.

› Aide Adam à déterminer quels projets pourraient correspondre.

Niveau 1

Je sais ce qu'est un projet citoyen.

Coup de pouce : Quelles réunions, dans cette liste, ont une dimension citoyenne ?

Niveau 2

J'identifie un projet citoyen dans lequel je pourrais m'impliquer.

Coup de pouce : De quels autres projets citoyens as-tu déjà entendu parler ?

Niveau 3

Je m'implique dans un projet citoyen.

Coup de pouce : As-tu déjà participé à un projet citoyen ? Si oui, décris ce que tu as fait.

Niveau 4

Je m'engage activement dans un projet citoyen en justifiant mon choix.

Coup de pouce : Explique ce qui pourrait être assez important pour t'amener à t'impliquer dans un projet citoyen.



Distinguer une croyance ou une idée d'un savoir scientifique

Je sais faire si :

- ✔ Je sais que la science a besoin de preuves expérimentales et théoriques.
- ✔ Je garde un esprit critique vis-à-vis de ce que je peux lire ou entendre, c'est-à-dire que je ne crois pas que tout ce qui est écrit ou formulé est forcément vrai.
- ✔ Je vérifie les informations sur différents supports fiables : dictionnaires, encyclopédies, sites internet officiels (gouvernement, cnrs, éducation, etc.).
- ✔ Je recherche également les preuves expérimentales et théoriques sur des supports fiables.

Dans la vie quotidienne, les abus de langage concernant certains domaines scientifiques sont nombreux. Cela peut participer au développement de croyances, en particulier dans le cas de l'énergie. On imagine trop souvent celle-ci comme quelque chose que l'on produit et que l'on consomme alors qu'il n'est possible ni de la fabriquer, ni de la faire disparaitre. Des mesures précises montrent que chaque fois que l'énergie d'un système augmente ou diminue, un autre système connait l'évolution inverse. La forme d'énergie impliquée peut être différente.

Dans cet exemple en particulier, et dans la méthode de travail des scientifiques en général, la vérification expérimentale est le premier critère utilisé pour accréditer une théorie. Le savoir scientifique doit être soutenu par des faits observables et, chaque fois que possible, mesurables.

Doc. 1 Croyances et vocabulaire erroné.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Veilleuses des appareils.

Une grande partie de l'électricité, en France, est produite à l'aide des centrales nucléaires qui utilisent de l'uranium 235 radioactif. 1 kg de combustible nucléaire libère une énergie de l'ordre de 3.10^{12} J. Le rendement, dans la centrale, est inférieur à 50 %.

Les téléviseurs, et la plupart des appareils que nous utilisons, peuvent être mis en mode « veille ». Mais même ainsi, ils reçoivent un transfert d'énergie que l'on peut estimer à 1 Joule par seconde. Chacun s'imagine que c'est peu de chose.

Aide à la résolution

1. Calcule l'énergie totale utilisée en un an (1 heure = 3 600 s, et 1 an = 365 jours) pour les 20 millions de téléviseurs en mode veille (le calcul peut être décomposé : une télé en veille pour un jour, puis un an, puis toutes les télés en veille).
2. Déduis-en la masse d'uranium nécessaire (on connait l'énergie libérée par 1 kg) en procédant à un raisonnement de proportionnalité.
3. N'oublie pas que le rendement de la centrale est inférieur à 50 %, ce qui signifie qu'il faut multiplier la valeur obtenue par 2.
4. À nouveau, raisonne sur la proportionnalité des valeurs.

Questions

1. En supposant qu'il existe 20 millions de téléviseurs en France en veille chaque jour pendant 12 heures, calcule la masse annuelle d'uranium (source de déchets radioactif) utilisée pour... rien !
2. Que peux-tu en déduire, sachant que l'énergie consommée ainsi (téléviseurs, magnétoscopes, chaines stéréos, ordinateurs, chargeurs, etc.) est en réalité au moins 10 fois plus importante ?

LA PHYSIQUE-CHIMIE

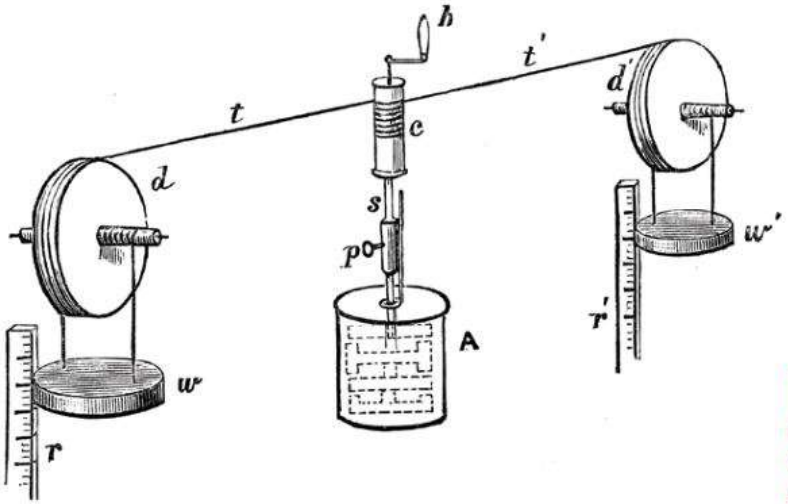
Histoire des sciences

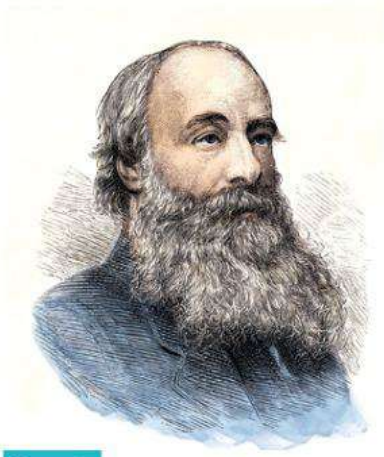
L'expérience de Joule

En 1850, James Prescott Joule présente à Londres les résultats d'une expérience qui va permettre de mieux comprendre que l'énergie peut prendre différentes formes.

Le matériel expérimental consiste en un cylindre rempli dans lequel tourne une roue à aubes. La roue à aubes est entrainée par la chute d'un poids. En tournant, les palettes de la roue « frottent » sur l'eau, ce qui élève la température de l'eau dans le cylindre. Joule parvient à mesurer cette élévation de température, bien qu'elle soit faible. Il en conclut que « pour chaque degré de chaleur dégagé par la friction sur l'eau, une puissance mécanique égale à celle qui peut soulever un poids de 16 livres à la hauteur d'un pied a été dépensée. »

Doc. 1 L'expérience de Joule.





Doc. 2 James Prescott Joule.

Doc. 3 La chute du poids entraine la roue à aubes à l'intérieur du cylindre ; on mesure une élévation de la température de l'eau.

Questions

1. « Cette expérience montre que l'énergie mécanique est convertie en énergie thermique » : es-tu d'accord avec cette affirmation ? Justifie ta réponse.
2. Pour expliquer les transferts qui sont en jeu ici, tu peux construire la chaine énergétique complète du dispositif de Joule.
3. Connais-tu une situation du quotidien dans laquelle les frottements engendrent de la chaleur ?
4. D'autres travaux de Joule ont montré qu'on pouvait convertir de l'énergie électrique en énergie thermique : c'est l'effet Joule. Sais-tu dans quels appareils du quotidien il est mis à profit ?

AUTREMENT

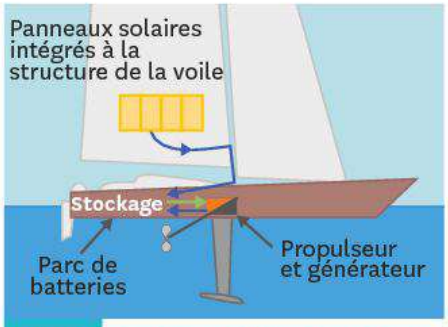
Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

Un bateau économe en énergie

Le Vendée Globe 2016 a vu arriver un concurrent innovant : Conrad Colman a décidé de rendre son bateau autonome en énergie et n'a pas embarqué de groupe électrogène à essence.



Doc. 1 Stockage de l'énergie après sa conversion.

La grand voile de 100 % *Natural Energy* comporte 12 m² de panneaux photovoltaïques de puissance théorique 1 kW. Sous l'eau, le module Ocean Volt et son hélice récupèrent l'énergie nécessaire pour 24 heures en à peine 10 minutes. Ce module de 48 kW peut aussi servir de moteur.

D'après J.-L. Goudet, futura-sciences.com, nov. 2016.

Doc. 2 100% Natural Energy : un bateau particulier.

Questions

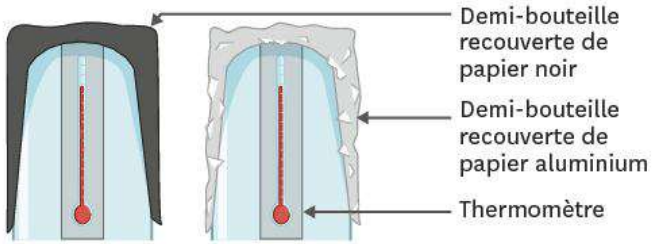
1. Peux-tu identifier le dispositif qui utilise un transfert d'énergie par rayonnement ? Et celui qui utilise un transfert mécanique ?
2. Détermine l'énergie électrique que Conrad Colman utilise en 24 heures.



Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Utiliser l'énergie du Soleil pour chauffer de l'eau !



Doc. 1 Disposition des demi-bouteilles et des thermomètres.

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 150.
- Découpe le goulot des bouteilles en plastique.
- Entoure une demi-bouteille de papier noir et l'autre de papier aluminium.
- Fixe le papier à la bouteille avec du ruban adhésif.
- Place les deux thermomètres sous les demi-bouteilles, au soleil.
- Attends 10 minutes et observe les températures mesurées.

› Une question à se poser :

1. Qu'obtiens-tu comme mesures de température ? Comment l'expliques-tu ?

Explication scientifique

La bouteille noire chauffe plus vite car elle absorbe la lumière et donc l'énergie de rayonnement émise par le Soleil. Au contraire, l'aluminium renvoie le rayonnement.

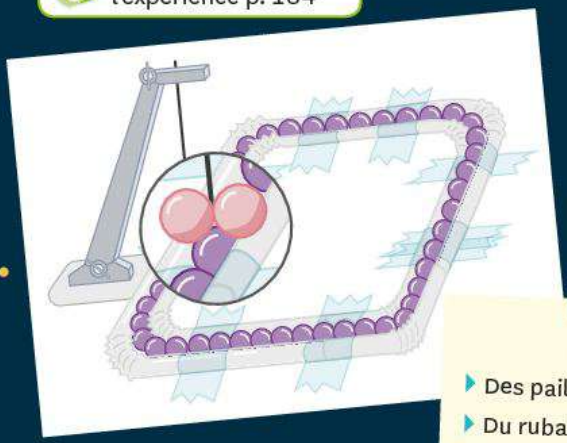
La tension et l'intensité



Esprit scientifique

Réalise une maquette pour modéliser un circuit électrique !

Découvre la suite de l'expérience p. 184



▲ Modélisation d'un circuit électrique.

Matériel

- Des pailles.
- Du ruban adhésif.
- Des billes.
- Deux cotillons et un fil.
- De la colle à papier.
- Une petite potence.

Je sais déjà

1. Si deux dipôles sont reliés en série :

a. ils sont dans la même branche.

b. ils sont reliés par deux fils.

c. ils fonctionnent indépendamment l'un de l'autre.

2. Les conducteurs :

a. doivent former une chaine qui se ferme pour que l'énergie soit transférée.

b. sont forcément des réservoirs d'énergie.

c. peuvent être faits de n'importe quel matériau.

3. Pour un circuit sans générateur :

a. les récepteurs fournissent de l'énergie.

b. si l'interrupteur est fermé, tous les récepteurs fonctionnent.

c. il n'y a pas de courant, les récepteurs ne fonctionnent pas.

CHAPITRE 9



Nuit orageuse. La foudre est un exemple soudain et spectaculaire de circulation du courant électrique. Une tension électrique immense est également impliquée.

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les conducteurs et les isolants
- ✔ Les constituants des circuits électriques simples
- ✔ Le rôle de l'interrupteur

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ Les associations de dipôles en série et en dérivation
- ✔ La dépendance ou l'indépendance des dipôles dans les associations
- ✔ La schématisation des circuits électriques et le sens conventionnel du courant électrique

Je vais apprendre à...

- ✔ Brancher correctement les appareils pour mesurer la tension électrique et l'intensité du courant électrique
- ✔ Distinguer les deux grandeurs électriques
- ✔ Convertir les valeurs mesurées dans l'unité ampère ou volt

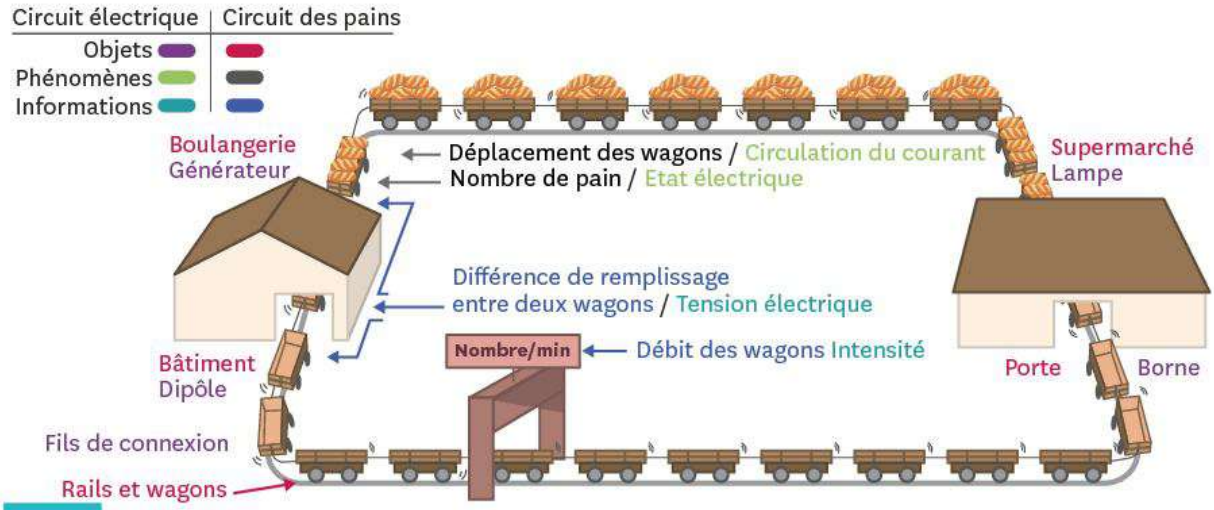
■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

1 Les informations écrites sur les appareils



Pierre se demande ce que signifient les inscriptions sur les appareils électriques et les chargeurs : 5 V, 2 A, etc. Il ne comprend pas ce que veut dire « valeurs nominales ». Lucie lui répond que le V c'est pour la tension et le A, pour l'intensité mais ne sait pas à quoi cela sert.

À quelles informations correspondent la tension et l'intensité ?



Doc. 1 **Et si on comparait le circuit électrique à un circuit de livraison par train ?**

On peut comparer le transfert d'énergie d'un générateur vers une lampe à une livraison de pains pour un supermarché (afin de les couper et de vendre des tranches de pain). Le pain serait alors acheminé depuis la boulangerie grace à un circuit de wagons.

Exploitation de documents

1. Dans cette comparaison, à quoi correspondent le générateur et la lampe ?
2. À la sortie de la boulangerie, les wagons avancent-ils plus vite qu'à l'entrée ? Qu'en déduis-tu concernant l'intensité du courant d'entrée et de sortie du générateur ?
3. Si le boulanger met moins de pains dans chaque wagon, le supermarché fournit moins de tranches de pain que prévu chaque jour. Que se passera-t-il si le générateur n'impose pas une tension suffisante ?
4. Si les wagons ralentissent, le supermarché fournira moins de tranches de pain que prévu chaque jour. Que se passera-t-il si le courant n'a pas une intensité suffisante ?

Synthèse

5. Appuie-toi sur cette comparaison pour proposer une définition de la tension aux bornes du générateur ainsi que de la tension et de l'intensité nominales d'une lampe.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai identifié les grandeurs impliquées dans le transfert de l'énergie électrique.**
- ✔ **J'ai identifié les conditions de fonctionnement normal d'un convertisseur d'énergie électrique.**

COMPÉTENCE Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

2 Pile usée, pile neuve : quelles différences ?

La lampe du vélo de Mathias ne fonctionne presque pas alors que celle de Martin brille bien. Ils décident de mesurer la tension aux bornes des piles pour savoir si le problème vient de là.

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, quelle différence y a-t-il entre les tensions que présentent des piles neuves et des piles usées de 4,5 V ?



pile neuve avec et sans lampe | pile usagée avec et sans lampe

Doc. 1 La tension d'une pile n'est pas toujours celle qui est inscrite dessus.

Fiche méthode n° 5 p. 234

Expérimentation

2. Protocole : Pour comparer la tension de deux piles (P_2 étant usagée et P_1 étant neuve) isolées ou alimentant une lampe, respecte les étapes suivantes.

a. Trace les schémas correspondant à ces quatre mesures.

b. Après validation par ton professeur, monte les circuits.

3. Mesures : Que valent les tensions aux bornes des piles P_1 et P_2 lorsqu'elles sont isolées et lorsqu'elles sont montées avec la lampe ?

Analyse des résultats

4. Quels changements de tension peut-on observer aux bornes d'une pile, aux différents stades de son utilisation ?

5. Ton hypothèse est-elle confirmée ou invalidée par tes résultats ?

Conclusion

6. Pourquoi la pile usée ne fait-elle plus fonctionner correctement son récepteur (la lampe) ?

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai réalisé des mesures de tension en suivant un protocole donné.**
- ✔ **J'ai interprété mes mesures.**

■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

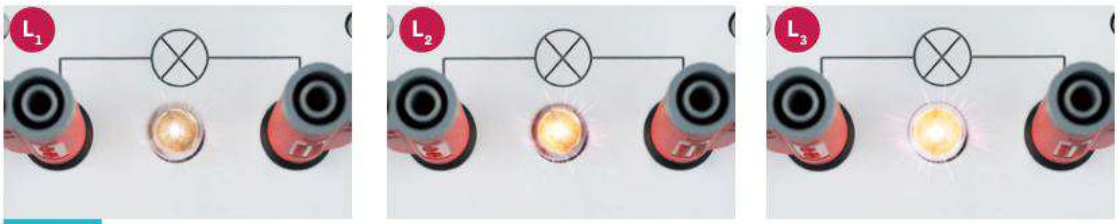
3 L'intensité dans un circuit électrique



Aurore aide Gloria à choisir les ampoules pour sa nouvelle chambre.
Gloria aimerait une lampe bien brillante pour son bureau et une moins forte pour le chevet.
Aurore observe que des intensités sont marquées sur les ampoules. Elle se demande si la lumière dépend de l'intensité.

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, l'éclat de la lampe et l'intensité du courant dans le circuit sont-ils liés ? Si oui, comment ?



Doc. 1 Pourquoi ces trois lampes ne brillent-elles pas de la même manière ?

Expérimentation

Fiche méthode n° 5 p. 234

2. Protocole : Pour comparer les éclats de trois lampes portant des indications d'intensité différentes, suis les étapes suivantes.

a. Trace le schéma du circuit permettant de mesurer l'intensité du courant qui traverse une lampe.

b. Monte le circuit correspondant sans allumer le générateur et fais-le vérifier par le professeur.

c. Mesure l'intensité qui traverse la lampe et observe son éclat.

d. Reprends cette mesure avec deux autres lampes portant des indications différentes pour l'intensité, mais identiques pour la tension.

3. Mesures : Rassemble tes mesures d'intensité et tes observations sur l'éclat des lampes dans un tableau.

Vocabulaire

Une valeur nominale : valeur prévue par le constructeur pour le fonctionnement normal d'un appareil.

Analyse des résultats

4. Pourquoi la même tension doit-elle être appliquée à chaque mesure ?

5. Tes résultats valident-ils ou infirment-ils ton hypothèse ?

Conclusion

6. Quelle information nous apporte la **valeur** de l'intensité **nominale** des lampes domestiques ?

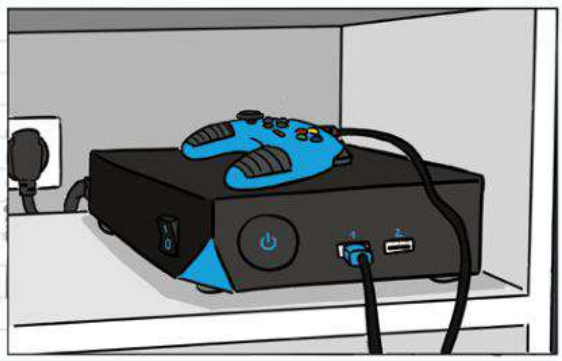
Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai placé un ampèremètre correctement dans un circuit pour réaliser une mesure d'intensité.**
- ✔ **J'ai mis en œuvre un protocole de réalisation de mesure.**
- ✔ **J'ai organisé mes résultats de mesures dans un tableau.**

COMPÉTENCE Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

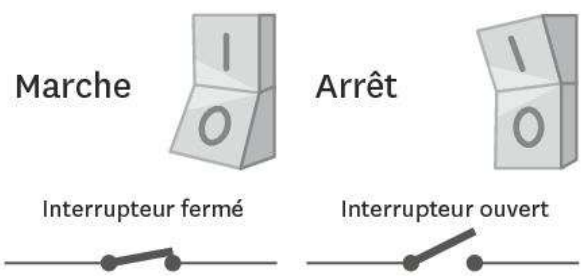
4 Mettre un appareil hors tension et hors intensité

Maxime et Lou s'interrogent : pour mettre la console hors tension lorsqu'on n'y joue pas, faut-il la débrancher à chaque fois ou suffit-il de mettre l'interrupteur sur arrêt ? Lou pense que si l'on met l'interrupteur sur arrêt, la console sera hors tension et hors intensité, même si la prise délivre toujours une tension.



TA MiSSion

Montre que l'affirmation de Lou est correcte en étudiant l'influence de l'interrupteur sur un circuit en série composé d'une lampe et d'un générateur. Ta réponse devra s'appuyer sur des mesures d'intensités, de tensions et sur des schémas en **circuit ouvert** et **fermé**.



Doc. 1 Interrupteur de la console.



Doc. 2 Le matériel disponible.

Le circuit devra comporter une pile, une lampe, un interrupteur et six fils de connexion. Les mesures seront réalisées à l'aide de multimètres.

Vocabulaire

Un circuit ouvert : un circuit est ouvert si le générateur est relié au récepteur par une chaine de conducteurs qui ne se referme pas sur elle-même.

Un circuit fermé : un circuit est fermé si le générateur est relié au récepteur par une chaine de conducteurs qui se referme sur elle-même en formant une boucle.

Hors tension : un appareil est hors tension lorsque la tension entre ses bornes est nulle.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai fait des mesures de tensions et d'intensités, puis je les ai comparées dans le circuit ouvert et fermé.**
- ✔ **J'ai fait le schéma du circuit ouvert et fermé.**
- ✔ **J'ai prouvé l'affirmation de Lou.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Nature des grandeurs en électricité

- Le transfert d'énergie électrique du générateur vers un convertisseur implique deux grandeurs : la **tension** et l'**intensité**.
- La tension électrique correspond à la différence d'état électrique entre deux points d'un circuit.
- Le courant électrique circule de la borne « + » à la borne « – » du générateur. Son importance en un point du circuit est indiquée par son intensité.
- Les **valeurs nominales** inscrites sur un appareil sont l'intensité et la tension pour lesquelles son fonctionnement est normal.

2 Mesure de la tension électrique

- La tension entre les bornes d'un dipôle se mesure avec un **voltmètre** branché en dérivation. Son unité est le **volt** (V).
- Quand on a sélectionné la fonction voltmètre d'un multimètre, il faut utiliser ses bornes V et Com.
- La valeur qu'affiche le voltmètre est positive si la borne V est branchée à la borne par laquelle le courant entre dans ce dipôle et la borne Com est branchée sur l'autre.

3 Mesure de l'intensité du courant électrique

- Pour mesurer une intensité, on branche un **ampèremètre** en série dans le circuit. L'unité de l'intensité du courant est **l'ampère** (A).
- Quand on a selectionné la fonction ampèremètre d'un multimètre il faut utiliser les bornes mA (ou A) et Com.
- La valeur qu'affiche l'ampèremètre est positive si le courant y pénètre par la borne mA (ou A).

4 Mise hors tension d'un appareil

- Il y a toujours une tension aux bornes d'un générateur, que le circuit soit ouvert ou fermé.
- Si un circuit est fermé, il y a une tension aux bornes des récepteurs et du courant qui circule dans la boucle.
- Si l'une des branches dérivées d'un circuit est ouverte, il n'y a ni intensité ni tension aux bornes des récepteurs placés dans cette branche.

L'essentiel !

La tension électrique est une différence d'état électrique entre les bornes d'un dipôle. L'intensité du courant électrique indique l'importance du courant à un endroit du circuit.

On mesure la tension en volt (V) avec un voltmètre branché en dérivation.

On mesure l'intensité en ampère (A), avec un ampèremètre branché en série.

Dans un circuit ouvert, les dipôles récepteurs n'ont pas de tension électrique entre leurs bornes.

Mots-clés

L'ampère : bilan.
Un ampèremètre : bilan.
L'intensité : bilan.
La tension : bilan.
Une valeur nominale : bilan.
Le volt : bilan.
Un voltmètre : bilan.

Je retiens par l'image



› On peut mesurer la tension aux bornes d'une lampe en fonctionnement, ainsi que l'intensité du courant qui la traverse.

Pour mesurer l'intensité circulant dans la lampe



› Sélectionne la fonction ampèremètre.



› Débranche le fil au point d'entrée du courant dans le dipôle.



› Rebranche ce fil à la borne A ou mA de l'ampèremètre.



› Referme pour finir le circuit avec un fil supplémentaire.

Pour mesurer la tension aux bornes de la lampe



› Sélectionne la fonction voltmètre.



› Branche deux fils sur le voltmètre aux bornes V et Com.



› Branche pour finir ces deux fils sur les deux bornes de la lampe.

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Brancher un voltmètre pour mesurer une tension.	2	7 8 14 21
✔ Brancher un ampèremètre pour mesurer une intensité.	3 4	9 12 16 17
✔ Convertir les unités d'intensité et les unités de tension.	3	15 18 19 26
✔ Déterminer l'unité de la valeur donnée par le voltmètre et l'ampèremètre.	2 3	20

Je me TESTE

Je sais

1 **L'unité de tension dans le système international est :**

1. le millivolt mV.
2. l'ampère A.
3. le volt V.
4. le watt W.

2 **Dans le système international, le symbole de l'unité d'intensité est :**

1. I.
2. A.
3. mA.
4. a.

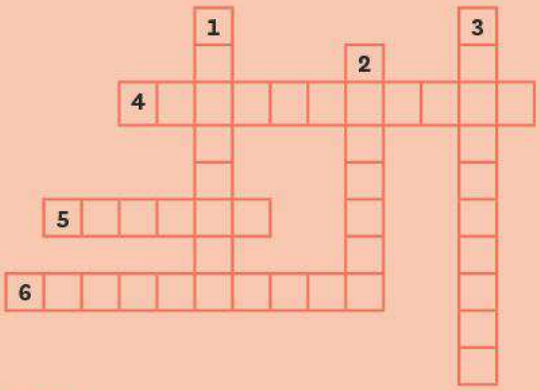
3 **La tension représente :**

1. le débit de particules qui circulent dans le circuit.
2. l'état électrique en un point du circuit.
3. la cause qui est à l'origine du courant électrique.
4. la différence d'état électrique entre deux points du circuit.

4 **Dans le cadre de la comparaison entre un circuit de livraison par wagons et un circuit électrique, associe les éléments :**

Générateur	Supermarché
Fils de connexion	Différence de remplissage des wagons
Récepteur	Boulangerie
Tension	Rail et wagons

5 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Cette grandeur électrique doit le nom de son unité à Alessandro Volta.
2. L'unité de l'intensité.
3. L'appareil de mesure qui se branche en dérivation aux bornes d'un dipôle.

Horizontal :

4. L'une des manières d'associer les dipôles dans un circuit.
5. Circuit dans lequel les dipôles forment une seule boucle.
6. Grandeur qui renseigne sur le débit du courant à un endroit du circuit.

Je sais faire

6 **Pour mesurer la tension d'un dipôle, on branche le voltmètre :**

1. en série dans le circuit.
2. en dérivation aux bornes du dipôle.
3. n'importe où dans le circuit.
4. en dérivation aux bornes du générateur.

7 **Pour mesurer la tension on utilise les bornes :**

1. V et mA.
2. V et Com.
3. mA et 10A .
4. une seule : V.

8 **Si un signe « – » apparait sur le multimètre :**

1. la mesure est totalement fausse.
2. c'est dangereux, il faut vite débrancher.
3. l'appareil est branché à l'envers mais les chiffres affichés sont justes.

9 **Pour mesurer l'intensité on utilise les bornes :**

1. V et mA.
2. V et Com.
3. mA et 10A.
4. Com et mA.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

10 Adaptation de tension.

Thibaut veux brancher une pile de tension nominale 9 V avec une lampe dont les valeurs nominales sont 4,5 V et 350 mA. Farès lui déconseille et pense que c'est dangereux. Pour vérifier, ils font les mesures suivantes :

Tension du générateur	3 V	4 V	4,5 V	5 V	6 V	9 V
Éclat de la lampe	très faible	faible	bon	très bon	aveuglant	très aveuglant puis nul
Température	froide	faible	faible	un peu chaude	très chaude	brulante un instant

1. Dans quelles situations la lampe fonctionne-t-elle mal mais sans danger ?
2. Dans quelle(s) situation(s) la lampe brille-t-elle comme prévu par le constructeur ?
3. Dans quelle(s) situation(s) la lampe risque-t-elle de s'endommager ?
4. Sans faire de mesure, quelles grandeurs auraient pu permettre de retrouver tes réponses précédentes ?
5. Que peut-on en déduire sur ce qui doit être fait pour utiliser au mieux un récepteur ?
6. Dans quel cas ne doit-on pas associer un générateur et un récepteur dans un circuit ?

Étapes de la méthode

1. Faire attention aux mots utilisés dans la question. Pour savoir si la lampe fonctionne mal, c'est son éclat qui donne la réponse. Pour savoir si la lampe fonctionne sans s'endommager, c'est la température qui donne la réponse.
2. Lire et utiliser l'ensemble de l'énoncé : les informations données doivent servir dans au moins une question. Si on doit répondre sans les mesures du tableau alors la réponse se trouve avant, dans le début de l'énoncé.
3. Si la question commence par « Que peut-on en déduire », c'est que la réponse est liée à la question précédente. Il faut réutiliser et compléter une partie de la réponse précédente.

Corrigé :

1. La lampe fonctionne mal avec les générateurs de 3 V et 4 V.
2. Pour une tension de 4,5 V et de 5 V la lampe fonctionne correctement.
3. Utiliser des tensions supérieures à 6 V est risqué.
4. Il s'agit des valeurs nominales du générateur et de la lampe.
5. On doit comparer les valeurs nominales des deux appareils : la tension nominale du récepteur doit être égale (ou légèrement inférieure) à celle du générateur.
6. Si la tension nominale du générateur est supérieure à celle du récepteur, il y a un risque d'abimer le récepteur.

Exercice similaire

11 Le chargeur est-il adapté ?

Les cordons et prises des chargeurs des ordinateurs portables ne sont pas tous les mêmes alors que c'est le cas pour la plupart des tablettes dotées d'un port micro-USB.

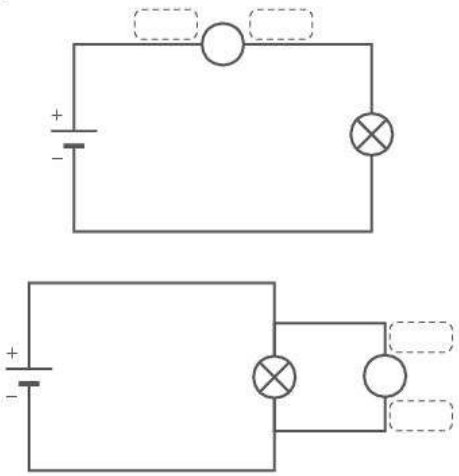
1. Chez toi et avec tes camarades, recherche et note les valeurs des tensions nominales de différents modèles de batterie pour ordinateur et pour tablette.
2. Justifie alors qu'il est possible de charger une tablette avec le chargeur d'un autre modèle.
3. Justifie qu'il ne faut pas utiliser le chargeur d'un ordinateur pour la batterie d'un autre portable.
4. Que peut-il se passer si cela se produisait par mégarde ?

Je m'ENTRAINE

12 Mesure de la tension et de l'intensité.

■ **COMPÉTENCE Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure**

1. Recopie et complète chaque schéma avec les symboles des appareils utilisés et les bornes utilisées. Précise la grandeur et le nom de l'appareil et indique le sens du courant.



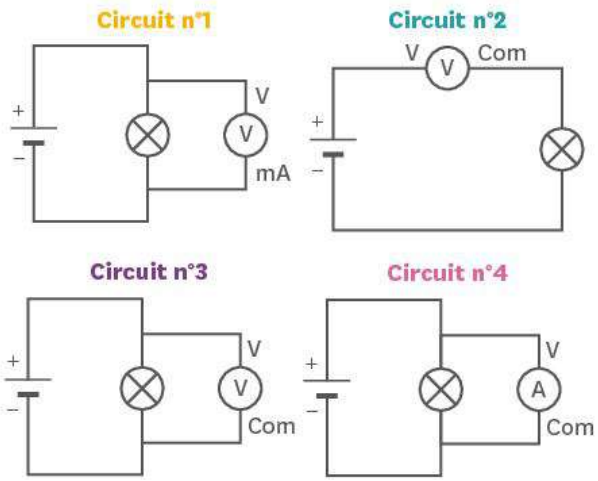
13 Erreur de branchement.

Le voltmètre de Thomas affiche −3,65 V.

1. Quelle erreur a-t-il faite en le branchant ?

14 Mesure de la tension.

1. Si un schéma est faux, refais-le en le corrigeant et expliquer l'erreur commise avec une phrase.



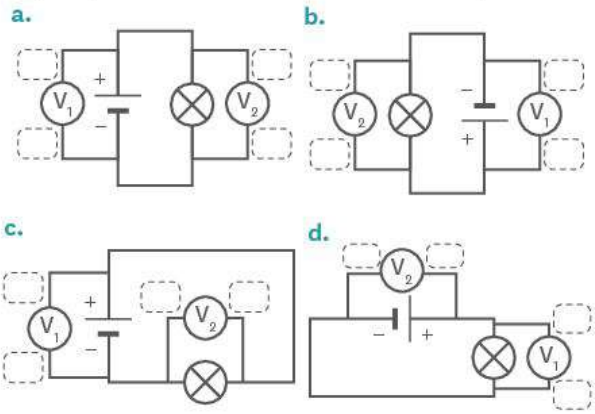
15 Multiple et unité.

Charline compare deux lampes. L'une est marquée 0,35 A, l'autre 100 mA.

1. Quelle lampe possède la plus grande intensité nominale ?

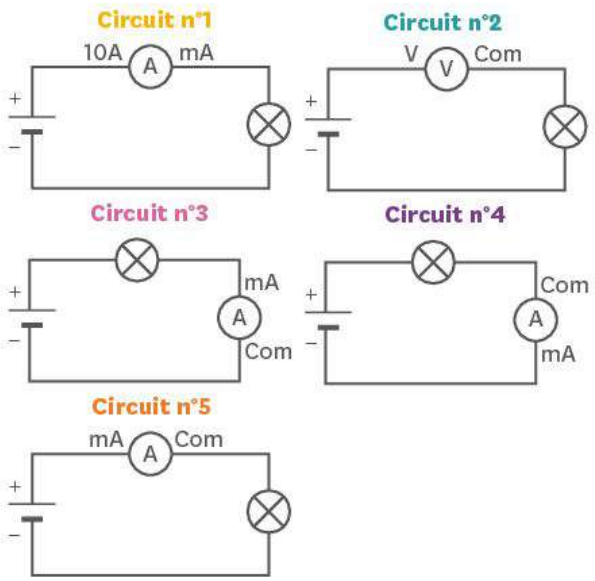
16 Choisir les bornes d'un voltmètre.

1. Refais les schémas en précisant les bornes utilisées sur les voltmètres et en indiquant le sens du courant pour que les tensions affichées soient bien positives.



17 Utilisation d'un ampèremètre.

1. Si un schéma est faux, refais-le en le corrigeant et rédige une phrase pour expliquer l'erreur commise.



18 L'unité de l'intensité.

■ **COMPÉTENCE** **Présenter mon résultat avec l'unité adaptée**

Un multimètre affiche 348 mA.

1. Quelle est la fonction utilisée sur cet appareil ?
2. Dans le Système international, quelle est l'unité de la grandeur mesurée ?
3. Convertis le résultat affiché dans cette unité.

19 Tensions et voies ferrées.

Les trains en France ont tous une alimentation différente :

- TGV : 0,025 MV ;
- métro : 0,750 kV ;
- TER : 1,5 kV ;
- jouets : 12 000 mV.

1. Convertis ces tensions en volt.

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

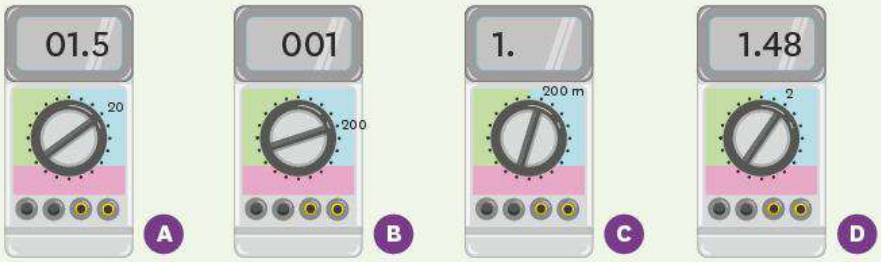
■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

20 Utilisation du voltmètre.

Mesurer la tension d'une pile

Sienna désire contrôler une pile de 1,5 V de tension nominale. Pour cela, elle réalise quatre mesures à l'aide d'un multimètre réglé en voltmètre.

1. Quel calibre a-t-elle utilisé dans les mesure A, B, C, et D.
2. Quel est le problème dans la mesure C ?
3. Indique la mesure qui est la plus précise et la mesure la moins précise.
4. À partir de ta réponse précédente, donne le meilleur calibre pour cette mesure.



Mesurer la tension d'une alimentation

Joaquim désire contrôler la tension d'une alimentation de 6 V. Il mesure la tension entre ses bornes à l'aide d'un multimètre réglé en voltmètre. Les calibres du multimètre sont 200 mV, 2 V , 20 V et 200 V. Avec le calibre 200 V, le multimètre affiche : 006.

1. Quelle est l'unité de la mesure affichée par le multimètre ?
2. Quel(s) calibre(s) ne peut pas convenir pour cette mesure ?
3. Quel calibre va-t-il utiliser pour avoir la mesure la plus précise possible ?

Mesurer la tension d'une batterie

Jeanne désire contrôler une batterie dont la tension nominale est 12,6 V.
Elle dispose d'un voltmètre dont les calibres sont 200 mV, 2 V , 20 V et 200 V.



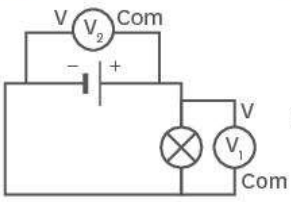
1. Quel calibre Jeanne doit-elle utiliser pour avoir la tension mesurée la plus précise ? Justifie ta réponse.
2. Quel(s) calibre(s) ne peut pas convenir pour cette mesure ?

J'APPROFONDIS

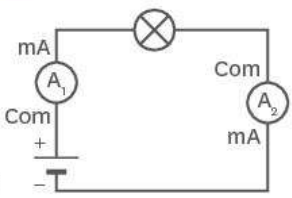
21 Les appareils sont-ils correctement connectés ?

1. Refais les schémas proposés, en indiquant le sens du courant et en corrigeant si besoin les branchements pour que les valeurs affichées par l'appareil de mesure soient positives.

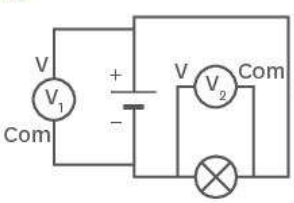
a.



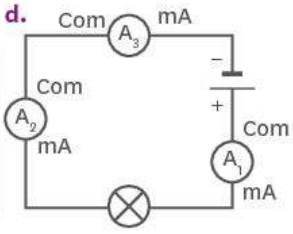
b.



c.



d.



22 Le générateur et la lampe sont-ils bien adaptés ?

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

On utilise une lampe (4,5 V ; 350 mA) avec des piles 9 V, 4,5 V et 1,5 V.



Situation 1



Situation 2



Situation 3

1. Associe à chaque situation la pile utilisée.
2. Que va-t-il se passer si on laisse la lampe branchée dans la situation 2 ? Et dans la situation 3 ?
3. À ton avis, quelle est l'intensité dans la situation 3 : 60 mA ou 600 mA ? Explique ton raisonnement.

23 Quel calibre utiliser ?

■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

Tiphaine veut contrôler l'indication notée sur la batterie de son smartphone (3,70 V).

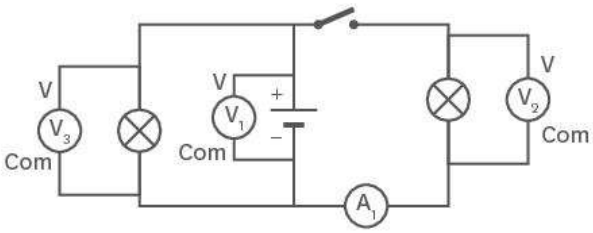


1. Quel calibre doit-elle utiliser pour mesurer la tension ?
2. Que se passera-t-il si elle utilise le calibre 2 V ? Et le calibre 200 V ?

24 Devine les valeurs manquantes.

■ **COMPÉTENCE** Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

On utilise une pile de 9 V.



1. Donne les valeurs que doivent afficher les trois voltmètres et l'ampèremètre.

25 Peut-on échanger ses chargeurs de batterie ?

■ **COMPÉTENCE** Effectuer des recherches documentaires

De nombreux téléphones et tablettes ont la même prise électrique (micro USB), il est donc possible de les échanger.

1. Chez toi ou avec tes camarades, relève les tensions nominales de plusieurs appareils et justifie s'il est possible d'utiliser un chargeur d'un autre appareil que le sien sans danger.
2. Une marque américaine dont le logo est une pomme croquée n'utilise pas les mêmes formes de prise. Recherche et note les valeurs des tensions nominales qu'elle utilise. Serait-il possible d'utiliser ses chargeurs pour un téléphone concurrent sans risque ?

26 Comparaisons de grandeurs.

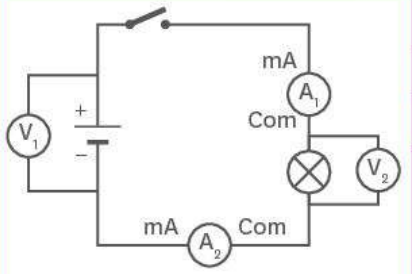
1. Dans chaque cas, indique si la première valeur est égale, supérieure ou inférieure à la seconde :
   - **a.** 250 mA et 0,025 A.
   - **b.** 1 500 V et 1,5 kV.
   - **c.** 500 mA et 0,55 A.
   - **d.** 0,02 kV et 20 V.
   - **e.** 23 mA et 0,23 A.
   - **f.** 4 400 mA et 4,5 A.
   - **g.** 12,0 V et 1 200 mV.
   - **h.** 0,23 kV et 23 000 mV.

27 Vérifications expérimentales.

Brahim contrôle la tension et l'intensité d'une lampe (6 V ; 100 mA) en activité expérimentale. Son binôme n'a pas eu le temps de noter tous les résultats.

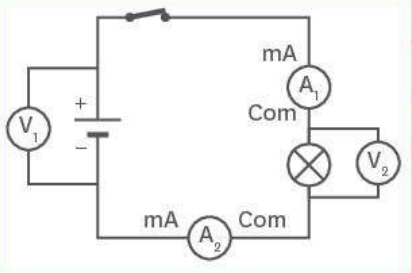
1. Pourrais-tu compléter les tableaux ?

Circuit n°1



U_1 = 5,9 V
I_1 =
U_2 =
I_2 =

Circuit n°2



U_1 =
I_1 = 100 mA
U_2 = 5,9 V
I_1 = – 100 mA

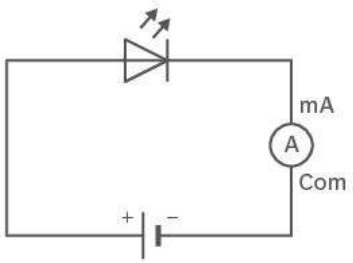
28 Générateur ou récepteur ?

Il y a certainement dans ta maison de nombreux chargeurs de téléphone ou d'autres appareils.

1. Quelle information est toujours inscrite sur les chargeurs ?
2. Un chargeur joue-t-il le rôle d'un récepteur ou d'un générateur ?
3. Rassemble les valeurs des tensions nominales de ces chargeurs dans un tableau.
4. À quel moment la batterie de ton téléphone joue-t-elle le rôle de générateur ?
5. Peut-elle être aussi un récepteur ? À quel moment ?
6. Quelle est la tension nominale de la batterie de ton téléphone ?

29 L'appareil est-il bien branché ?

En technologie, Lyna a vu que les lampes à DEL consomment très peu. Elle veut vérifier l'intensité de la lampe de son vélo (DEL 3 V ; 25 mA) et réalise le montage suivant :



1. La DEL brille alors que l'ampèremètre affiche 0. As-tu une explication à proposer ?
2. Que doit-elle corriger pour que l'appareil affiche l'intensité qui circule dans la DEL ?

Je résous un PROBLÈME

Pourquoi y a-t-il plusieurs calibres sur certains multimètres ?

■ **COMPÉTENCE** Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté

À partir d'une série de mesures de tension que tu as réalisées, présente sur papier une synthèse qui explique :
1. Dans quel ordre utiliser les différents calibres lors d'une mesure.
2. Le calibre qui permet de réaliser la mesure la plus précise.



30 Choix du calibre du voltmètre.

On a utilisé les différents calibres d'un voltmètre pour mesurer la tension d'une batterie de valeur nominale 6 V. On a photographié les écrans du multimètre :



1. Replace les différentes valeurs correspondant aux calibres de l'appareil :

Calibre	2 V	10 V	200 V	600 V
Affichage				

2. Quel est le calibre qui donne la mesure la plus précise ?
3. Quelle est la valeur de la tension mesurée ?
4. De manière générale, dans quelle situation l'appareil affiche-t-il 

?

31 Peux-tu voyager sans risque avec tes appareils électriques ?

1. Lors d'un voyage scolaire, tu séjournes une semaine en Angleterre. Dois-tu emmener avec toi les chargeurs de ton ordinateur portable et de ton téléphone, ou sera-t-il possible d'utiliser des chargeurs de ton correspondant anglais ? Justifie ta réponse.
2. Quelle grandeur dois-tu rechercher sur internet pour savoir si tu peux utiliser aux États-Unis ton matériel sans risque de l'abimer ? Et le faire fonctionner normalement ?
3. Si tu achètes du matériel à New York, peut-il fonctionner en France sans risque ?
4. Recherche s'il y a d'autres pays concernés par un problème de compatibilité électrique.

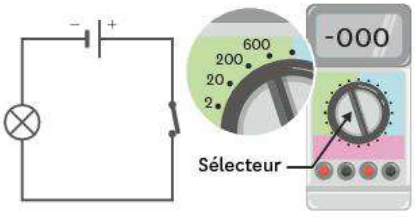
Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

Tu désires mesurer la tension aux bornes d'une lampe, et l'intensité du courant qui la traverse.

› Recopie sur ta feuille le schéma du circuit électrique. Ajoute un multimètre correctement branché pour chaque mesure en précisant le nom des bornes utilisées et le positionnement du sélecteur.



Niveau 1

J'utilise correctement le matériel déjà installé.

Coup de pouce : À l'aide de la fiche méthode n°5 p. 234, indique comment se branche le multimètre pour mesurer une tension ou une intensité et repère les bornes utiles.

Niveau 2

Avec de l'aide, j'installe et j'utilise correctement le matériel, en suivant les consignes dans le bon ordre.

Coup de pouce : À l'aide de la fiche méthode n°5 p. 234, précise dans quel cadran doit se trouver le sélecteur pour la mesure de tension continue, ou d'intensité continue.

Niveau 3

En autonomie, j'installe une paillasse ordonnée, et j'utilise à chaque étape le matériel prévu par les consignes.

Coup de pouce : Positionne le matériel d'une manière similaire à celle du schéma. Applique-toi à ne pas croiser les fils de connexion. Les connexions qu'ils établissent doivent être clairement visibles.

Niveau 4

En autonomie, j'organise l'utilisation du matériel puis je réalise des mesures ou des observations précises et méthodiques.

Coup de pouce : Vérifie que le calibre des appareils est ajusté et que le branchement permet de lire des valeurs positives.

Concevoir un protocole expérimental et le mettre en œuvre

- ✔ Je lis attentivement la consigne pour comprendre quel phénomène est étudié.
- ✔ J'identifie ce que je veux observer pour valider mon hypothèse et ce que je veux mesurer.
- ✔ Je décris comment installer le matériel et faire varier les paramètres en faisant attention à n'en modifier qu'un à la fois.
- ✔ Je liste ces étapes et je les numérote en formulant les instructions avec des verbes à l'infinitif.
- ✔ Je fais la liste la plus précise possible du matériel dont je vais avoir besoin, et je prépare éventuellement un tableau pour écrire les données que je vais recueillir.
- ✔ Je place le matériel afin qu'il soit facile à utiliser, puis je réalise l'expérience en respectant les consignes de sécurité.
- ✔ Lorsque j'ai fini, je nettoie et range le matériel ainsi que le poste de travail.

Phénomène à étudier ou hypothèse à valider

↓

Paramètre du phénomène/ de l'hypothèse

- Grandeurs physique
- Autre (état physique, couleurs, etc.)

↓

Expérience

Modifications paramètre 1	Modifications paramètre 2
Mesure 1a	Mesure 2a
Mesure 1b	Mesure 2b

↓

- Analyse des résultats
- Rangement

Un exercice pour S'ENTRAINER

Série ou dérivation.

À la maison, appuyer sur un interrupteur pour éclairer une pièce est naturel. Il y a moins de 100 ans, ce n'était pas encore le cas.

Quel que soit le nombre de pièces allumées ou d'appareils en fonctionnement, on ne constate pas de problème d'alimentation (sauf si on dépasse l'intensité prévue par le contrat EDF).

Aide à la résolution

1. Tester plusieurs montages, avec une, deux, trois lampes, en série et en dérivation.
2. Penser à faire proprement les schémas des montages sur une feuille.
3. Mesurer l'intensité dans chaque lampe, et de la tension à leurs bornes.

Questions

1. Les lampes et autres appareils électriques sont-ils branchés en série ou en dérivation ?
2. Propose un protocole expérimental permettant, au laboratoire, de parvenir à une conclusion à l'aide d'observations et de mesures.

Numérique

Des fiches AP supplémentaires et des exercices d'entrainement sur www.lelivrescolaire.fr

LA PHYSIQUE-CHIMIE

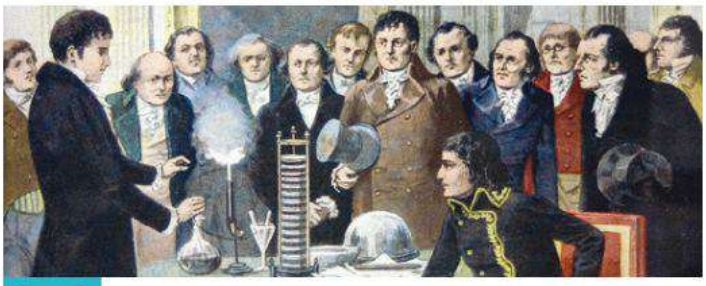
Histoire des sciences

Volta et la première pile

À la fin du XVIIIe siècle, Alessandro Volta s'intéresse aux travaux sur les grenouilles de Luigi Galvani.

Galvani supposait l'existence d'une électricité animale responsable de la contraction des cuisses de grenouille. Volta pensait au contraire que le « fluide électrique » venait des métaux au contact de la grenouille, ce qu'il prouva avec la mise au point d'un instrument générant de l'électricité : la première pile.

Doc. 1 De l'électricité animale à la pile Volta.



Doc. 2 Volta présente son invention à Napoléon Bonaparte.

La pile de Volta est un empilement de disques de cuivre et de zinc séparés par des disques de chiffon imbibés d'eau salée.

Questions

1. Explique en quelques mots le débat qui oppose Galvani à Volta.
2. À qui Volta a-t-il présenté sa pile ? Quel intérêt avait-il à le faire, selon toi ?

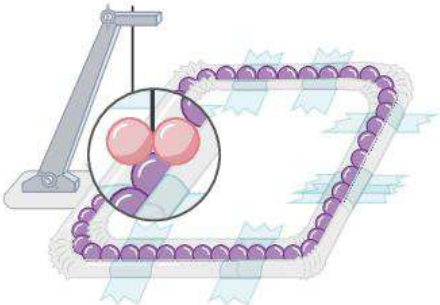
La Physique-Chimie au quotidien

Esprit scientifique

Réalise un maquette pour modéliser un circuit électrique !

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 168.
- Utilise les pailles flexibles et le ruban adhésif pour fabriquer un double anneau de paille et le fixer à la table.
- Remplis avec des billes l'espace entre les anneaux, suspends deux cotillons collés ensemble au contact des billes.
- Depuis l'opposé du circuit, pousse les billes les unes après les autres sans déplacer ta main.



› Des questions à se poser :

1. Que modélise la main qui agit sur les billes et les deux cotillons ?
2. Comment les matériaux conducteurs sont-ils modélisés ?

Explication scientifique

L'espace rempli de billes pouvant se déplacer entre les pailles modélise un matériau conducteur. La main qui agit sur les billes modélise la pile. Les cotillons mis en mouvement modélisent un récepteur électrique.

AUTREMENT

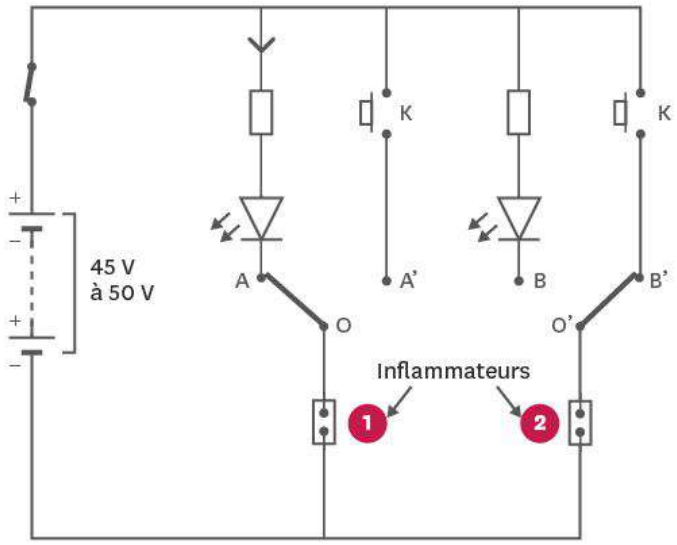
Retrouve la suite sur
www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

Système de mise à feu

De nos jours, les artificiers utilisent un système électrique pour déclencher la mise à feu de leurs fusées de manière plus sécurisée. Comment ce dispositif est-il conçu ?



Doc. 1 **Schéma d'un circuit de mise à feu d'une série de deux feux d'artifice.**

Sur le circuit présenté, l'interrupteur bascule autour du point O : soit OA est fermé (mode TEST), soit OA' est fermé (mode MISE À FEU). Les interrupteurs K sont des boutons-poussoir.

L'inflammateur électrique est une petite résistance qui s'échauffe rapidement et provoque l'inflammation de la mèche. Avec un courant d'environ 1A, quelques millisecondes suffisent pour déclencher le tir. Si le courant est faible (quelques mA), il peut circuler dans l'inflammateur sans risquer de l'échauffer. Les DEL utilisées pour tester la ligne sont protégées par une résistance, qui limite le courant à 1mA.

Doc. 2 **Principe de l'inflammateur.**

La batterie nécessaire au montage ne se trouve pas directement dans le commerce. Il faut associer plusieurs piles en série pour pouvoir obtenir la tension désirée. Sur le schéma, les pointillés signifient que le nombre exact de piles n'a pas été représenté.

Doc. 3 **Constitution de la batterie.**

Questions

1. Pour bien comprendre le rôle de l'interrupteur OAA', tu peux suivre le trajet du courant électrique quand il passe par OA, puis quand il passe par OA'.
2. Si tu places les interrupteurs OAA' et OBB' dans la position représentée, quelle fusée (1 ou 2) peux-tu faire partir ? Comment ?
3. As-tu compris le rôle des DEL, et le rôle des résistances qui les protègent ?
4. Pour obtenir la tension nécessaire à partir de piles de 12V, combien devrais-tu en acheter pour constituer la batterie ?

Relations entre grandeurs



Esprit scientifique

Et si tu utilisais plusieurs piles au lieu d'une seule ?

Découvre la suite de l'expérience p. 202



▲ Des piles AA.

Matériel

- Quatre ou cinq piles AA 1,5V.
- Du fil métallique.
- Une petite ampoule de lampe de poche.
- Du ruban adhésif.

Je sais déjà

1. Avec quel instrument l'intensité du courant se mesure-t-elle ?

a. un voltmètre.
c. un ampèremètre.
b. un mètre.
d. un anémomètre.

2. Avec quel instrument la tension se mesure-t-elle ?

a. un voltmètre.
c. un pressiomètre.
b. un anémomètre.
d. un ampèremètre.

3. L'unité de l'intensité dans le système international est :

a. le mètre.
c. le kilogramme.
b. le volt.
d. l'ampère.

4. L'unité de tension dans le système international est :

a. l'ampère.
c. le volt.
b. le mètre.
d. le newton.

dans les circuits électriques

CHAPITRE 10



Éclairages de Noël. Aussi nombreuses que soient ces lampes, on peut mesurer pour chacune d'elles une tension et une intensité. Comment ces grandeurs sont-elles reliées ?

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ Les conducteurs et les isolants
- ✔ Les constituants des circuits électriques simples
- ✔ Le rôle de l'interrupteur

Au CYCLE 4, j'ai vu... (4e)

- ✔ La nature des grandeurs physiques intensité et tension électrique
- ✔ Le branchement du voltmètre et de l'ampèremètre dans les circuits

Je vais apprendre à...

- ✔ Identifier et utiliser les lois suivies par les intensités des courants dans les circuits électriques
- ✔ Identifier et utiliser les lois suivies par les tensions aux bornes des dipôles dans les circuits électriques

COMPÉTENCE Mettre en œuvre un protocole, effectuer une mesure

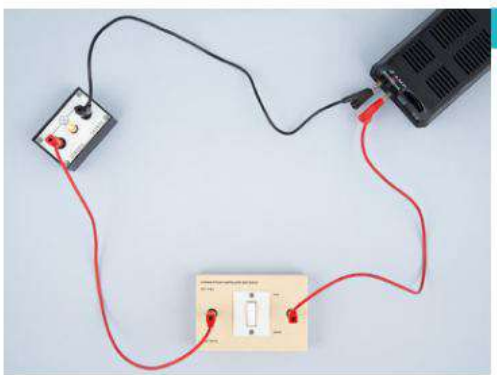
1 Mais que se passe-t-il dans la guirlande de Rachel ?

L'une des ampoules de la guirlande qui décore la chambre de Rachel est cassée. La guirlande ne s'allume plus. Rachel trouve une ampoule de rechange et essaye patiemment chaque emplacement jusqu'à trouver l'ampoule qu'il fallait remplacer. Elle remarque alors que la nouvelle ampoule brille moins que les autres.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, l'intensité du courant électrique est-elle la même en tout point d'un circuit dont les dipôles sont associés en série ?



Doc. 1 Une version simplifiée de la guirlande de Rachel.

Matériel

- Une alimentation.
- Des fils de connexion.
- Un multimètre.
- Un interrupteur.
- Deux ampoules sur socle.

Expérimentation

Fiche méthode n° 5 p. 234

2. Protocole :

a. Avec le matériel mis à ta disposition, propose le protocole d'une expérience permettant de vérifier ton hypothèse.

b. Trace le ou les schémas des montages permettant de vérifier ton hypothèse.

3. Mesures : Après accord du professeur, réalise l'expérience avec l'interrupteur ouvert puis avec l'interrupteur fermé. Reporte tes mesures dans un tableau.

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Analyse des résultats

4. Tes résultats valident-ils ou infirment-ils ton hypothèse sur les intensités dans les circuits en série ?

Conclusion

5. Si l'on suppose que tes résultats peuvent être généralisés, que faut-il retenir concernant l'intensité dans un circuit dont les dipôles sont en série ?

6. Que peut-on supposer concernant l'ampoule de rechange de Rachel ?

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai formulé une hypothèse sur les intensités dans les circuits en série.**
- ✔ **J'ai mesuré des intensités.**
- ✔ **J'ai identifié une relation entre les intensités mesurées.**

■ **COMPÉTENCE** Émettre des hypothèses

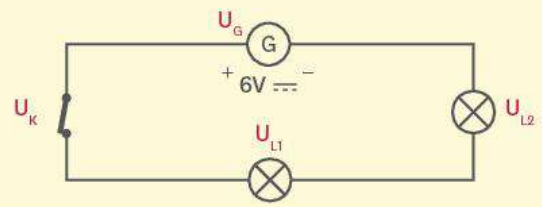
2 Quelle relation entre les tensions dans un circuit en série ?

Louis fait un exercice d'électricité avec Nadia et Noé. C'est un QCM et ils ne sont pas d'accord. Chacun a choisi une proposition différente. Détermine qui a raison, de façon expérimentale.

Coche la ou les bonnes affirmations.

Dans un circuit en série contenant un générateur, un interrupteur et deux lampes différentes, la tension U_G aux bornes du générateur vérifie la relation mathématique :

- $U_G = U_K = U_{L1} = U_{L2}$ (choix de Noé)
- $U_G = U_K + U_{L1} + U_{L2}$ (choix de Louis)
- $U_G + U_K + U_{L1} = U_{L2}$ (choix de Nadia)



Formulation d'une hypothèse

1. Quelle est pour toi la relation mathématique qui semble la plus probable ?

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Fiche méthode n° 5 p. 234

Expérimentation

2. Protocole :

a. Propose le protocole d'une expérience permettant d'identifier la bonne réponse.

b. Recopie le schéma normalisé de ce circuit et place correctement les voltmètres permettant de mesurer toutes les tensions.

3. Mesures : Après validation de ton protocole et de ton schéma par le professeur, réalise l'expérience. Regroupe tes observations et mesures dans un tableau.

Analyse des résultats

4. Quelle relation s'avère finalement exacte ?

Conclusion

5. Si l'on suppose que tes résultats peuvent être généralisés, que faut-il retenir concernant les tensions dans un circuit dont les dipôles sont associés en série ?

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai formulé une hypothèse sur les tensions dans les circuits en série.**
- ✔ **J'ai mesuré des tensions.**
- ✔ **J'ai identifié une relation entre les tensions mesurées.**

■ **COMPÉTENCE** Conclure, valider ou non l'hypothèse

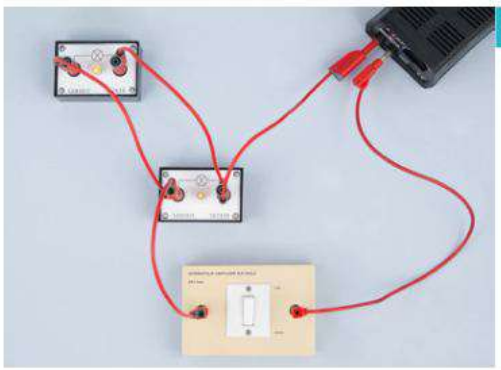
3 Quelle relation mathématique pour l'intensité dans les circuits en dérivation ?

Rachel veut équiper son casque de vélo d'un système d'éclairage avec deux lampes. Elle les associe en dérivation et constate que les lampes ne brillent pas de la même façon. Depuis ses observations sur sa guirlande, cela ne l'étonne plus, mais elle veut tout de même savoir si l'intensité est à nouveau la même en tout point du circuit.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, l'intensité du courant électrique est-elle la même en tout point d'un circuit contenant deux lampes associées en dérivation ?



Doc. 1 Une version d'étude du circuit que Rachel prévoit d'installer sur son casque.

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Expérimentation

2. Protocole :

a. Avec le matériel mis à ta disposition, propose une expérience permettant de vérifier ton hypothèse.

b. Fais le schéma normalisé du montage permettant de vérifier ton hypothèse.

3. Mesures : Après accord du professeur, réalise l'expérience. Note tes observations et tes mesures dans un tableau.

Analyse des résultats

4. Ton hypothèse sur l'intensité est-elle correcte ?

5. Les intensités dans la **branche** principale et dans les branches dérivées vérifient-elles une relation mathématique ? Si oui, indique laquelle.

Vocabulaire

Une branche : portion du circuit comprise entre deux nœuds successifs.

Conclusion

6. Si l'on suppose que tes résultats peuvent être généralisés, que peux-tu conclure au sujet de l'intensité dans un circuit en dérivation ?

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai formulé une hypothèse sur les intensités dans les circuits en dérivation.**
- ✔ **J'ai mesuré des intensités dans un circuit en dérivation.**
- ✔ **J'ai identifié une relation entre les intensités mesurées.**

COMPÉTENCE Modéliser des phénomènes pour les expliquer

4 Abus de multiprise : quel risque ?

Cédric voudrait profiter du canapé et de l'écran télé du salon pour utiliser sa console de jeu. Il est étonné car son père lui interdit de brancher sa console sur la multiprise, en disant qu'il y a déjà beaucoup d'appareils branchés et que cela peut être dangereux. Il affirme même que cela pourrait prendre feu. Cédric n'est pas convaincu par ces explications.



TA MiSSion

Quelle est la grandeur électrique impliquée dans l'affirmation du père de Cédric ? Pour quelle raison y a-t-il un risque d'incendie ? Fais des mesures pour appuyer ta réponse : remplace la prise du salon par un générateur et les appareils par des lampes.

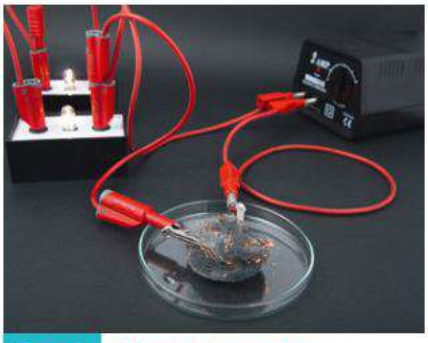
Fiche méthode n° 5 p. 234



Multiprise HN-8.16.1 :

- Section du câble : 3 × 1.0 mm²
- Interrupteur lumineux
- Longueur câble : 1 m
- Intensité max. : 16 A
- Capacité de branchement : 8 appareils en dérivation
- Boitier : PVC blanc

Doc. 1 Une multiprise très sollicitée et sa notice.



Doc. 2 Échauffement dans la branche principale.

Dans un circuit électrique fait de plusieurs branches dérivées, le fil conducteur de la branche principale peut s'échauffer, même si le générateur délivre toujours la même tension.



Doc. 3 Risques électriques : surtension et surintensité.

Une surtension est une tension trop grande : elle peut conduire à la détérioration des appareils électriques. Une surintensité est une intensité trop grande : elle peut conduire à l'échauffement des conducteurs et à un incendie.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai identifié le risque et je peux le nommer.**
- ✔ **J'ai mesuré les grandeurs utiles pour trouver la raison du risque d'incendie.**
- ✔ **J'ai identifié les conséquences pour l'intensité de l'ajout d'une lampe dans un circuit en dérivation.**
- ✔ **J'ai rédigé un paragraphe qui explique le risque encouru et je donne pour preuves des valeurs de tension et d'intensité.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Intensité dans les circuits en série

› L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit de dipôles associés en série : c'est la **loi d'unicité** de l'intensité dans un circuit en série.

› Dans le cas du circuit en série schématisé p.193, cela s'écrit : $I_G = I_1 = I_2 = I_3$.

2 Tension dans les circuits en série

› La tension aux bornes d'un ensemble de dipôles récepteurs associés en série est égale à la somme des tensions aux bornes de chacun des dipôles : c'est la **loi d'additivité** des tensions.

› Dans le cas du circuit en série schématisé p. 193, cela s'écrit : $U_G = U_1 + U_2 + U_3$.

3 Intensité dans les circuits en dérivation

› Dans un circuit avec des dipôles associés en dérivation, la **branche** principale est la branche qui contient le générateur. Les autres sont nommées branches secondaires ou dérivées.

› L'intensité du courant qui circule dans la branche principale est égale à la somme des intensités qui circulent dans les branches dérivées : c'est la loi d'additivité des intensités dans un circuit avec des dipôles branchés en dérivation.

› Dans le cas du circuit en dérivation schématisé p.193, cela s'écrit : $I_G = I_1 + I_2$.

4 Tension et surintensité dans les circuits en dérivation

› La tension est la même aux bornes de dipôles branchés en dérivation : c'est la loi d'unicité des tensions dans un circuit avec des dipôles branchés en dérivation les uns par rapport aux autres.

› Dans le cas du circuit en dérivation schématisé p.193, cela s'écrit : $U_G = U_1 = U_2$.

› L'ajout de nombreux appareils ayant une intensité nominale importante sur une même multiprise ou la mise en court-circuit d'un générateur sont dangereux. Cela provoque une surintensité et peut causer un incendie.

L'essentiel !

L'intensité est la même en tout point d'un circuit en série.

Dans un circuit en série, la tension entre les bornes du générateur est égale à la somme des tensions entre les bornes des autres dipôles.

Dans un circuit en dérivation, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans les branches dérivées.

Dans un circuit en dérivation, la tension entre les bornes des récepteurs est égale à la tension entre les bornes du générateur.

Mots-clés

Une branche : activité 3. **Les lois d'additivité :** bilan. **Les lois d'unicité :** bilan.

Je modélise

Dans les circuits électriques, y a-t-il une relation entre les tensions ? Et entre les intensités ?

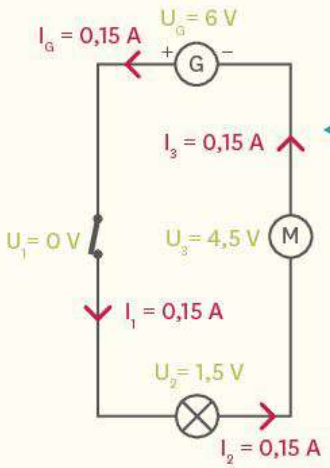


Toutes les lampes branchées dans le même circuit ont la même tension, et l'intensité diminue peu à peu.

Tu es sure ? Regarde les résultats de l'expérience.



Que disent les Scientifiques ?

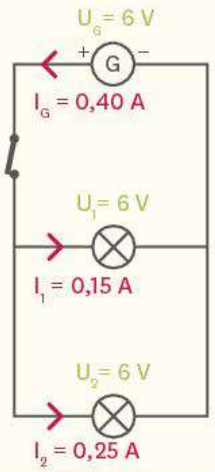


Circuit en série

- Loi d'unicité de l'intensité $I_G = I_1 = I_2 = I_3$
- Loi d'additivité des tensions $U_G = U_1 + U_2 + U_3$

Circuit en dérivation

- Loi d'additivité des intensités $I_G = I_1 + I_2$
- Loi d'unicité de la tension $U_G = U_1 = U_2$



L'expérience nous dit que :

En série, les intensités sont identiques les tensions s'additionnent. En dérivation, les intensités s'additionnent et les tensions sont identiques.

Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Mesurer les tensions et les intensités dans un circuit en série et dans un circuit en dérivation.	1 2 3	9 10 11 12
✔ Proposer et mettre en œuvre un protocole pour mesurer les tensions et les intensités dans un circuit.	1 2 3	30
✔ Utiliser les relations mathématiques qui régissent les tensions et les intensités dans un circuit en série ou dans un circuit en dérivation.	1 2	14 22 23 27
✔ Être attentif à la limite d'intensité d'une multiprise pour ne pas provoquer d'incendie.	4	25

Je me TESTE

Je sais

1 **Dans un circuit en série fermé, la tension du générateur est égale :**

1. aux tensions aux bornes des autres dipôles.
2. à zéro.
3. à la somme des tensions aux bornes des autres dipôles.
4. aux produits des tensions aux bornes des autres dipôles.

2 **Dans un circuit en dérivation fermé, l'intensité de la branche principale est :**

1. égale à la somme des intensités dans des branches dérivées.
2. multipliée par le nombre des intensités des branches dérivées.
3. divisée par le nombre des intensités les branches dérivées.

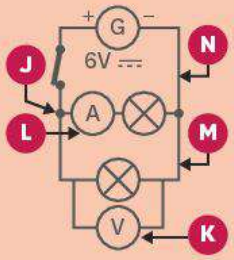
3 **Dans un circuit en dérivation fermé, la tension de la branche principale est :**

1. égale à la somme des tensions aux bornes des branches dérivées.
2. multipliée par le nombre des tensions aux bornes des branches dérivées.
3. divisée par le nombre des tensions aux bornes des branches dérivées.
4. la même qu'aux bornes des branches dérivées.

4 **Le circuit en dérivation.**

1. Légende le circuit ci-contre avec les mots suivants :

ampèremètre - nœud - voltmètre - branche principale - branche dérivée.



5 **Relie chaque loi avec le bon circuit.**

Loi d'additivité des intensités	Circuit en série
Loi d'unicité des tensions	Circuit en dérivation
Loi d'unicité de l'intensité	
Loi d'additivité des tensions	

6 **Dans un circuit en série fermé, l'intensité est :**

1. nulle partout.
2. la même en tout point.

Je sais faire

7 **Pour mesurer une intensité, on utilise :**

1. une balance.
2. un voltmètre.
3. un mètre.
4. un ampèremètre.

8 **Pour mesurer une tension, on utilise :**

1. un ampèremètre.
2. un voltmètre.
3. un pressiomètre.
4. un anémomètre.

9 **Dans un circuit en série, brancher un seul voltmètre suffit.**

1. vrai.
2. faux.

10 **Dans un circuit en série, brancher un seul ampèremètre suffit.**

1. vrai.
2. faux.

11 **Dans un circuit en dérivation, brancher un seul voltmètre suffit.**

1. vrai
2. faux.

12 **Dans un circuit en dérivation, brancher un seul ampèremètre suffit.**

1. vrai.
2. faux.

Exercice CORRIGÉ

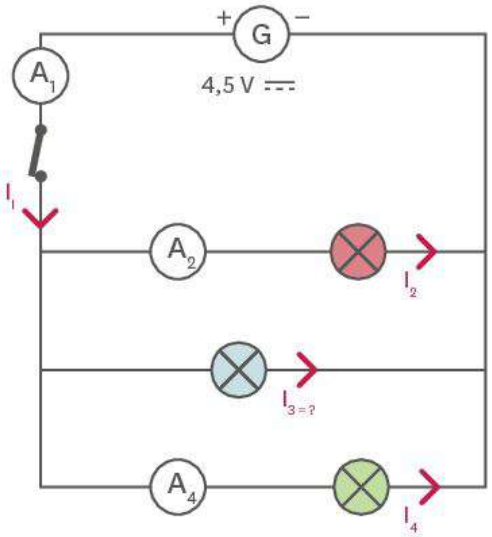
COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

13 **Romain et le sapin de Noël.**

Romain a un mini sapin de Noël décoré de trois guirlandes lumineuses alimentées par une pile de 4,5 V. Il mesure les intensités dans le circuit mais son ampèremètre tombe en panne avant qu'il ait pu mesurer l'intensité I_3 qui traverse la guirlande bleue.

1. Comment peut-il s'y prendre pour déterminer I_3 sans la mesurer ? Quelle valeur trouvera-t-il ?

Données : $I_1 = 450$ mA, $I_2 = 150$ mA, $I_4 = 125$ mA.



Étapes de la méthode

1. Repérer le type de circuit (série ou dérivation), et le type de grandeur recherchée (intensité ou tension).
2. Citer la loi correspondante.
3. Appliquer la loi à l'exercice (écrire les bons symboles avec les bons indices).
4. Résoudre l'équation mathématique de façon littérale.
5. Faire l'application numérique (AN).
6. Souligner le résultat avec la bonne unité.

Corrigé :

1. On a un circuit en dérivation et on mesure des intensités.

Ainsi, d'après la loi d'additivité des intensités, on a :

$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$

Soit $I_3 = I_1 - I_2 - I_4$

AN : $I_3 = 450 - 150 - 125 = 175$ mA.

Exercice similaire

14 **Amandine et la salle des fêtes.**

Amandine a branché trois guirlandes colorées (jaune, bleue et rouge) pour décorer la salle des fêtes. Elle mesure avec un ampèremètre les intensités I_1, I_2, I_3 mais celui-ci n'a plus de batterie. Amandine veut connaitre, sans la mesurer, l'intensité I_4 qui traverse la guirlande bleue.

1. Comment doit-elle s'y prendre ?
2. Quelle valeur trouvera-t-elle ?

Données :

- intensité dans la branche principale : $I_1 = 250$ mA ;
- intensité dans la guirlande rouge : $I_2 = 50$ mA ;
- intensité dans la branche des lampes jaunes : $I_3 = 125$ mA.

Numérique

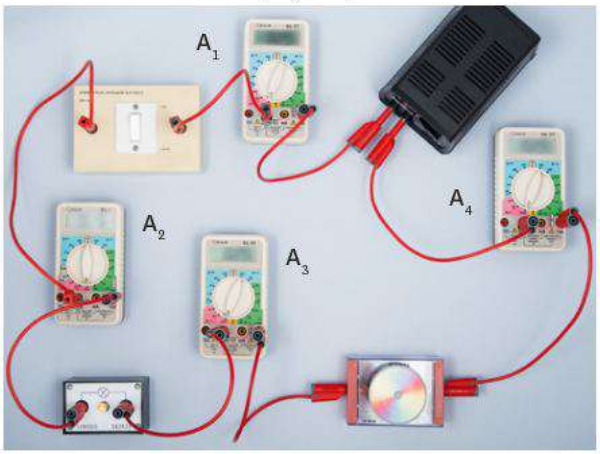
Découvre d'autres exercices corrigés sur www.lelivrescolaire.fr

Je m'ENTRAINE

15 Circuit série et intensité.

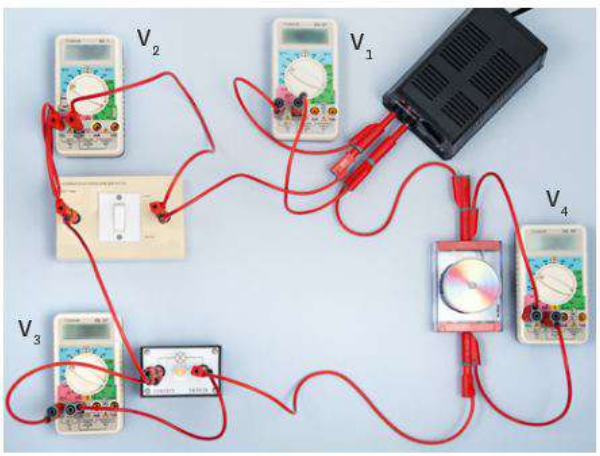
COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

1. Trace le schéma normalisé du circuit ci-dessous. Repère dessus les intensités I_1 à I_4 qui sont mesurées par les ampèremètres A_1 à A_4.
2. L'ampèremètre A_3 mesure une intensité I_3 de 0,250 A. Que valent I_1, I_2 et I_4 ?



16 Circuit série et tension.

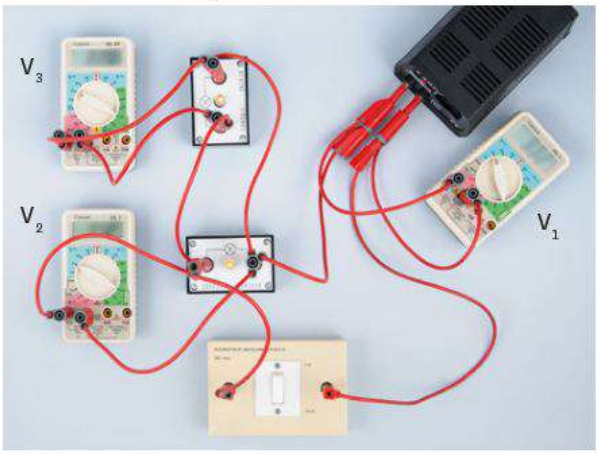
1. Trace le schéma normalisé de ce circuit.
2. Que vaut la tension U_2 mesurée aux bornes de l'interrupteur ?
3. Le voltmètre V_3 mesure une tension U_3 de 2,5 V, le voltmètre V_4 mesure une tension U_4 de 3 500 mV. Que vaut la tension U_1 mesurée aux bornes du générateur ?



17 Circuit dérivation et tension.

COMPÉTENCE Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

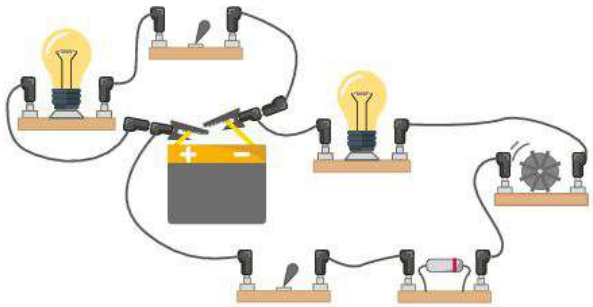
1. Trace le schéma normalisé de ce circuit.
2. Le voltmètre V_3 mesure une tension U_3 de 6,05 V, le voltmètre V_1 mesure une tension U_1 de 6,07 V. Que vaut la tension U_2 mesurée aux bornes de la lampe ?



18 Branches et nœuds.

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

1. Trace le schéma normalisé du circuit ci-dessous.
2. Indique avec des couleurs différentes les branches qui le composent.
3. Indique les nœuds.

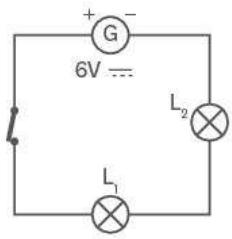


19 Lois d'additivité de l'électricité.

1. Énonce la loi d'additivité des intensités.
2. Énonce la loi d'additivité des tensions.

20 Intensités différentes ?

Maud vient de réaliser le circuit électrique ci-contre.



Elle ferme l'interrupteur et observe que la lampe L_1 brille plus que la lampe L_2. Elle se dit que l'intensité dans la lampe L_2 doit être moins grande que celle dans L_1.

1. En utilisant la bonne loi électrique, explique à Maud pourquoi elle se trompe.

21 Des mots pour une phrase.

■ **COMPÉTENCE Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté**

Utilise les mots suivants pour retrouver les lois des intensités et des tensions.

1. *circuit série - intensité - identique.*
2. *circuit dérivation - tension - branches dérivées - branche principale.*

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

22 Tension dans un circuit en série.

Une voiture électrique

Le père de Léana vient de lui offrir, pour son anniversaire, une petite voiture électrique.
Mais Léana est très curieuse. Elle se demande quel est le circuit électrique utilisé dans sa nouvelle voiture. Elle démonte alors la voiture et trouve un circuit en série composé d'une batterie, d'un moteur, de deux DEL et d'un interrupteur.
Elle fait fonctionner sa voiture et mesure la tension aux bornes du moteur (8 V) et des deux DEL (1 V pour chaque DEL). Elle remonte sa voiture et se rend compte qu'elle n'a pas mesuré la tension aux bornes de la batterie. Léana se dit qu'elle vaut environ 5 V (valeur intermédiaire entre 8 V et 1 V).

1. Dessine le schéma normalisé du circuit.
2. Rajoute sur le schéma, en les nommant, les trois voltmètres et les trois tensions mesurées.
3. Applique la loi d'additivité des tensions.
4. Calcule la tension aux bornes de la batterie.

Un pistolet à bulles

Le père de Léo vient de lui offrir, pour son anniversaire, un pistolet à bulles.
Mais Léo est très curieux. Il se demande quel est le circuit électrique utilisé dans son pistolet.
Il démonte alors son pistolet et trouve un circuit en série composé d'une batterie, d'un moteur, d'une DEL et d'un interrupteur. Il fait fonctionner son pistolet et mesure la tension aux bornes du moteur (3 V) et de la DEL (1,5 V). Il remonte son pistolet et se rend compte qu'il n'a pas mesuré la tension aux bornes de la batterie et de l'interrupteur. Léo se dit qu'elle vaut environ 4,5 V.

1. Schématise le circuit.
2. Explique pourquoi Léo n'avait pas besoin de mesurer la tension aux bornes de l'interrupteur.
3. Calcule la tension de la batterie en utilisant la bonne loi.

La lampe frontale

Le père de Karim vient de lui offrir, pour son anniversaire, une lampe frontale.
Mais Karim est très curieux. Il se demande quel est le circuit électrique de sa nouvelle lampe.
Il démonte alors sa lampe et trouve un circuit en série composé d'une batterie, d'une DEL, d'une résistance et d'un interrupteur. Il fait fonctionner sa lampe et mesure la tension aux bornes de la résistance (2,25 V) et de la DEL (2,25 V). Il remonte sa lampe et se rend compte qu'il n'a pas mesuré la tension aux bornes de la batterie. Karim se dit qu'elle vaut 2,25 V.

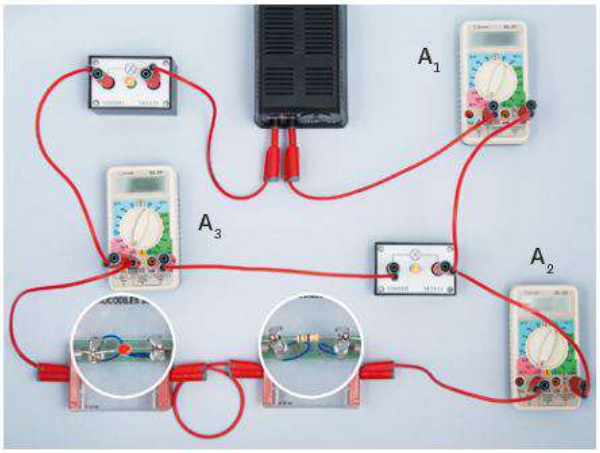
1. Calcule la tension de la batterie et indique si Karim s'est trompé ou non.

J'APPROFONDIS

23 Circuit en dérivation et intensité.

■ **COMPÉTENCE** **Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques**

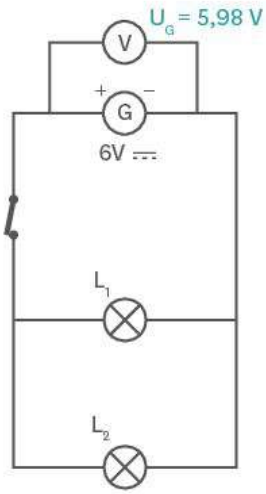
1. Trace le schéma normalisé de ce circuit et précise en quelles branches du circuit circulent les intensités I_1 et I_3 mesurées par les ampèremètres A_1 et A_3.
2. L'ampèremètre A_1 mesure une intensité I_1 de 0,325 A. L'ampèremètre A_2 mesure une intensité I_2 de 45 mA. Que vaut I_3 ?



24 Grillée ou pas ?

Léonie réalise le montage du schéma ci-après. Cependant la lampe L_2 ne brille pas.

1. Propose une explication au fait que L_2 ne brille pas.
2. On remplace la lampe L_2 par une autre lampe L_3. Quelle sera la tension aux bornes de la lampe L_3 ?



25 Le sapin de Noël de Valentin.

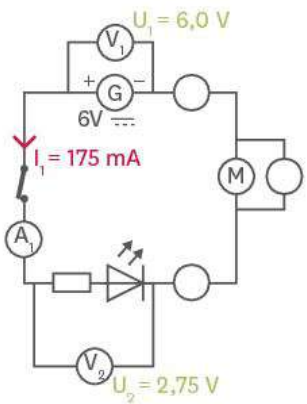
■ **COMPÉTENCE** **Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques**

Valentin veut illuminer son sapin avec plusieurs guirlandes électriques identiques. Par ailleurs, il a lu qu'une surintensité pouvait entrainer un incendie. Il branche alors ses guirlandes sur une multiprise. En bon scientifique, il va mesurer dans la branche principale l'intensité qui traverse la multiprise, pour voir s'il y a ou non des risques. Il récapitule ses mesures dans le tableau ci-dessous.

I (mA)	N (nombre de guirlandes)
0	0
550	1
1 100	2
1 650	3
2 200	4
2 750	5
3 300	6

1. Trace le graphique représentant le nombre de guirlandes en fonction de l'intensité I.
2. Quelle courbe obtiens-tu ?
3. Donne la relation mathématique qui lie I et N.
4. Le fusible qui protège la multiprise a une valeur de 16 A. Combien de guirlandes peut-il brancher ?

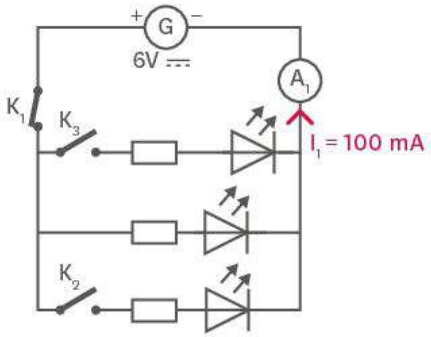
26 Intensité et tension dans un circuit en série.



1. Recopie et complète le schéma.
2. Que valent les intensités qui traversent la DEL et le moteur ?
3. Que vaut la tension aux bornes du moteur ?

27 Plus ou moins de boucles.

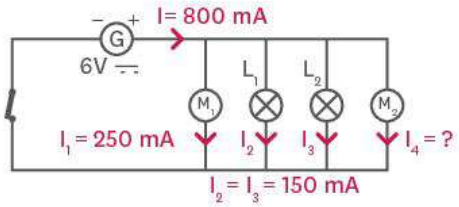
Voici le schéma d'un circuit qui comporte plusieurs branches dérivées. Toutes les DEL et les résistances sont identiques. On ferme K_1. K_2, K_3 étant ouverts, I_1 vaut alors 100 mA.



1. Recopie le schéma et surligne la branche principale et les branches dérivées avec des couleurs différentes.
2. Place et nomme les intensités dans chaque branche.
3. K_1 et K_3 étant fermés et K_2 ouvert, que vaut I_1 ? Justifie ta réponse.
4. K_1, K_2, K_3 étant fermés, que vaut I_1 ?

28 Drone en panne.

Le drone de Guillaume est en panne : l'un des deux moteurs ne fonctionne plus. Guillaume veut le remplacer par celui de sa vieille voiture télécommandée qui fonctionne bien et dont les valeurs nominales sont 6 V et 300 mA. Le générateur ne pouvant fournir que 800 mA, Guillaume veut s'assurer que le drone pourra vraiment refonctionner : il mesure les intensités dans les autres branches du circuit du drone où figurent également deux lampes. Schéma normalisé du circuit du drone :



1. Le générateur pourrait-il faire fonctionner le drone ainsi réparé ?

29 Les autos-tamponneuses.

Inès et Antoine sont à la fête foraine. Ils se demandent comment fonctionnent les auto-tamponneuses. Inès dit que c'est un circuit en série ; Antoine prétend que c'est un circuit en dérivation.

1. Qui a raison ? Justifie avec un schéma normalisé.

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

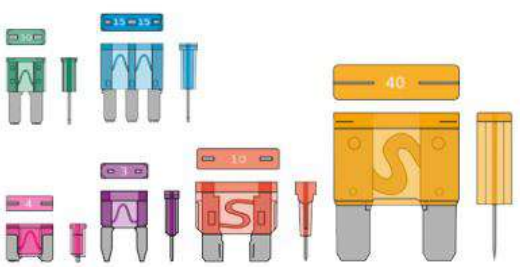
Par mégarde, on a remplacé un fusible de 5 A par un fusible de 10 A dans le tableau électrique de la voiture. Qu'a-t-il pu arriver à la voiture Tesla pour qu'elle prenne feu ?



Doc. 1 Voiture électrique Tesla S®.

« Une voiture du fabricant américain de véhicules électriques *Tesla Motors* (modèle S90 D) a pris feu spontanément ce lundi à Bayonne à l'occasion d'une journée promotionnelle. »

Doc. 2 D'après *L'Est Républicain*, 17 aout 2016.



Doc. 3 Schéma de différents fusibles à lames.

Pour protéger les circuits électriques des véhicules, on utilise des fusibles. Ceux-ci fondent en cas d'intensité trop forte : le circuit électrique est alors ouvert.

30 Quel schéma ?

Nathan doit réaliser le compte rendu de l'expérience de la semaine dernière. En ouvrant son cahier de brouillon, il ne trouve que le tableau de valeurs.

1. Propose un schéma normalisé qui pourrait correspondre à ces données et rédige le protocole pour obtenir ces mesures.

Dipôles	Générateur	L_1	L_2	L_3	L_4
U (V)	6,0	2,5	1,5	2,0	3,5

31 Phares de voiture.

Tom remarque en prenant sa voiture qu'un phare à DEL ne fonctionne plus. Très bricoleur, il décide d'en fabriquer un en associant des DEL de tension nominale 2 V en série.

1. Sachant que sa voiture a une batterie de 12 V, de combien de DEL pourra-t-il faire fonctionner ?
2. Quel est l'inconvénient de son montage ?
3. Quelle amélioration peut-il apporter ?

32 Environnement et citoyenneté.

COMPÉTENCE Effectuer des recherches documentaires

À l'été 2003, la France a subi une canicule qui entraina le décès d'environ 15 000 personnes. Suite à cette tragédie, l'État français décida de lancer une vaste campagne de sensibilisation de la population à ces épisodes météorologiques.

L'une des conséquences est que les Français s'équipent de plus en plus de climatiseurs, ce qui pose à EDF un gros problème de production électrique.

1. Fais une recherche internet pour expliquer ce que nous risquons du point de vue de la production électrique, quand la France subit une succession de saisons sèches et chaudes.

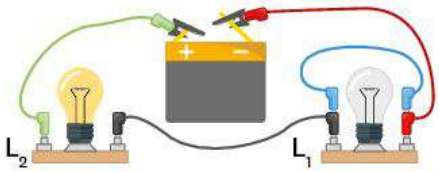
Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Agir de façon responsable, respecter les règles de sécurité

La lampe L_1 ne brillant pas, Michaël propose de relier le fil bleu entre la borne rouge de L_1 et la borne verte de L_2. Cependant, Mélanie l'en empêche...

› Explique pour quelles raisons Mélanie a arrêté Michaël.



Niveau 1

Je connais les règles de sécurité.

Coup de pouce : Explique ce qu'est un court-circuit.

Niveau 2

Je comprends les conséquences de mes actes sur la sécurité, la santé et l'environnement.

Coup de pouce : Mélanie savait qu'il ne faut pas mettre les générateurs en court-circuit. Pouvait-elle laisser faire Michaël ?

Niveau 3

Je respecte les règles de sécurité seul ou en groupe.

Coup de pouce : Comment éviter les courts-circuits involontaires en travaux pratiques ?

Niveau 4

J'explique mon comportement en matière de sécurité, de santé et d'environnement.

Coup de pouce : Quelles sont les conséquences d'un court-circuit ?

Réaliser des mesures, des préparations ou des observations

Je sais faire si :

- ✔ Je lis attentivement le protocole expérimental, ou j'écris moi-même un protocole précis à partir des consignes.
- ✔ Je connais le matériel à utiliser, ou je sais lequel sélectionner.
- ✔ Je prépare et positionne le matériel de façon à ce que chaque objet soit facilement accessible et que l'ensemble soit organisé.
- ✔ Je mets scrupuleusement en œuvre le protocole expérimental et je réalise les manipulations avec soin.

Un exercice pour S'ENTRAINER

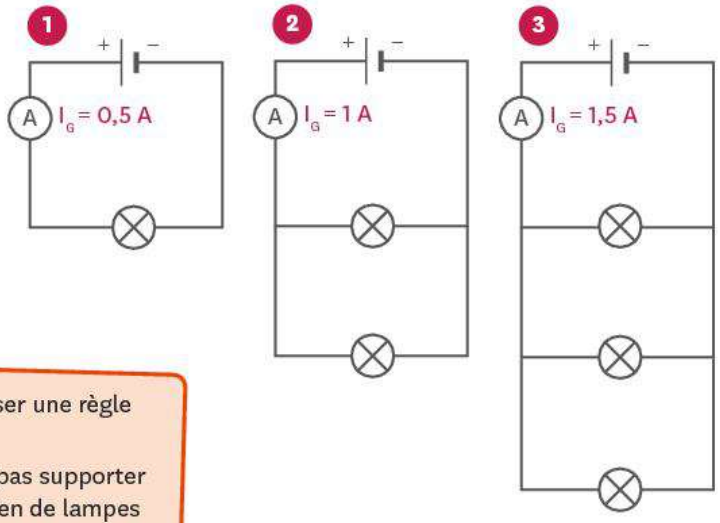
Utilisation des multiprises.

Les multiprises sont bien pratiques mais il faut les utiliser avec discernement. En effet, l'intensité qu'elles peuvent supporter est limitée. Au-delà d'une valeur maximale, les risques de fusion et d'incendie sont importants. Dans les multiprises (comme partout dans la maison), les appareils sont branchés en dérivation. Nous allons déterminer la règle qui permet de calculer l'intensité totale qui passe dans une multiprise en fonction des appareils qui y sont branchés.

On réalise les trois montages ci-contre avec des lampes identiques et dans chacun des cas, on mesure l'intensité dans la branche du générateur.

Aide à la résolution

1. Chercher une relation simple au fur et à mesure que le nombre de lampes augmente.
2. Si l'on ajoute des lampes identiques, l'augmentation de l'intensité est la même à chaque ajout de lampe. On peut donc prévoir les intensités qui circuleront pour un nombre croissant de lampes jusqu'à dépasser la limite que supporte le générateur. Le nombre de lampes maximal qu'il peut alimenter est donc le nombre de lampes précédent.



Questions

1. Utilise les valeurs mesurées pour proposer une règle sur le calcul de l'intensité.
2. Supposons que le générateur ne puisse pas supporter une intensité supérieure à 3,2 A. Combien de lampes identiques au maximum peut-on brancher ?

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

André-Marie Ampère

André-Marie Ampère est un mathématicien et physicien français, né à Lyon en 1775 et mort à Marseille en 1836. S'il a abordé des sujets allant de la botanique à la poésie, il est surtout connu pour ses travaux en physique.



Ampère est un des premiers à faire de la physique en utilisant pleinement le potentiel des mathématiques. Pour la première fois, il ne se contente pas d'observer les phénomènes mais il utilise les mathématiques pour faire des prédictions théoriques. On lui doit également l'étude du magnétisme et de l'électricité. Il a uniformisé le vocabulaire avec les termes de « courant » et « d'intensité ».

Doc. 1 André-Marie Ampère et la physique.

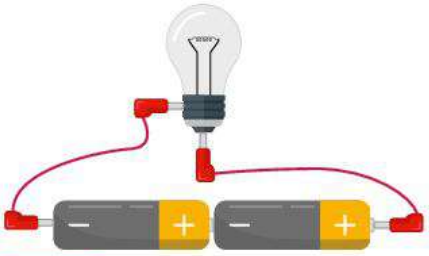
Questions

1. Ampère est connu comme l'un des derniers « savants universels ». À quoi ce terme fait-il allusion ?
2. À quoi Ampère a-t-il donné son nom ?

La Physique-Chimie au quotidien

Esprit scientifique

Et si tu utilisais plusieurs piles au lieu d'une seule ?



Doc. 1 Montage à deux piles AA.



Doc. 2 Intérieur de piles vendues dans le commerce.

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 186.
- Réalise le montage à deux piles (cf schéma).
- Insère une troisième pile entre les deux précédentes, posée dans le même sens.

› Des questions à se poser :

1. Qu'observes-tu en ajoutant des piles ?
2. Quelle grandeur physique utilise-t-on pour signifier que la pile est de plus en plus « forte » ?
3. Connais-tu son unité officielle ? Comment la mesurer ?

Explication scientifique

La lampe brille de plus en plus fort car, en ajoutant des piles, la tension électrique à ses bornes est de plus en plus grande.

La tension (U) se mesure en volt (V) à l'aide d'un voltmètre.

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

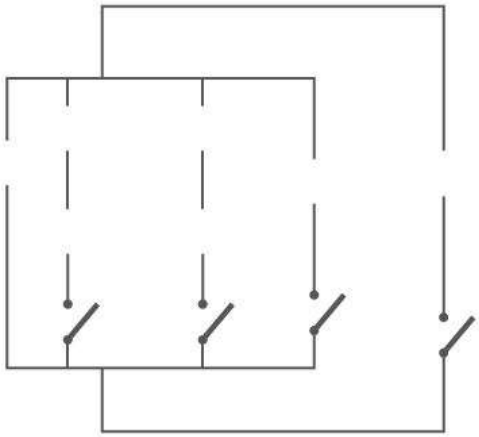
Conçois un circuit de téléphone !

La conception d'un circuit de téléphone doit prendre en compte plusieurs contraintes : certains éléments doivent fonctionner tout le temps, d'autres seulement lorsqu'on les allume ; certains demandent une grande tension, d'autres une grande intensité, etc.

Ce que l'utilisateur attend de son téléphone

- Il doit fonctionner avec une batterie.
- Il doit pouvoir l'éteindre complètement grâce à un interrupteur.
- Dès qu'il allume son téléphone, le processeur doit se mettre en marche et ne s'éteindre que lorsque le téléphone est complètement éteint.
- Le flash doit pouvoir s'allumer seul, sans avoir d'influence sur les autres composants.
- L'écran doit s'allumer en même temps que le ventilateur et indépendamment de tous les autres composants.
- Le micro et le hautparleur doivent s'allumer en même temps et indépendamment des autres composants.

Doc. 1 Contraintes imposées par l'utilisateur au circuit de son téléphone.



Doc. 2 Schéma du circuit, sans les composants.

	Micro* : U = 2 V I = 0,03 A		Flash* : U = 3,5 V I = 0,02 A
	Ventilateur : U = 0,5 V I = 0,2 A		Écran : U = 3 V I = 0,2 A
	Processeur : U = 3,5 V I = 0,1 A		Hautparleur* : U = 1,5 V I = 0,03 A
	Batterie : U = 3,5 V I = 0,35 A max		

* forme miniaturisée

Doc. 3 Différents composants utiles à la conception du téléphone.

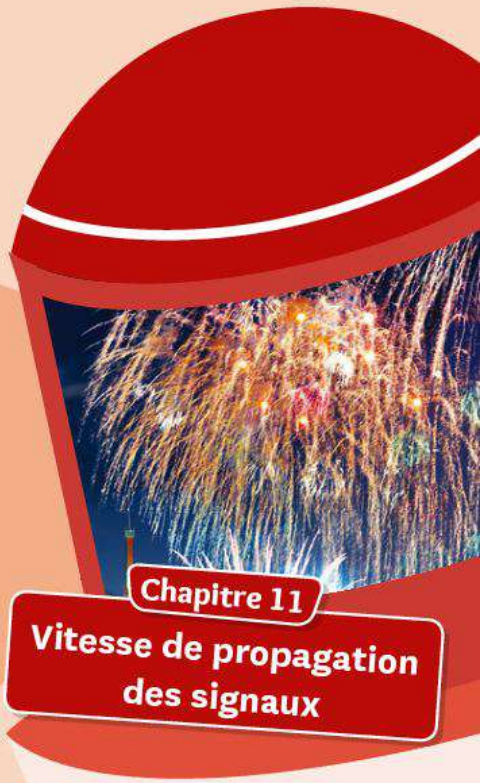
Questions

1. Trouve l'interrupteur général. Il doit commander la batterie !
2. Quel autre composant fonctionne dès que cet interrupteur est branché ? Où doit-il être placé ?
3. Tu peux attribuer leurs emplacements aux autres composants ! Pense à vérifier que les lois de l'électricité sont bien respectées et que chaque composant a la tension et l'intensité qu'il lui faut.

Thème 04

Des signaux pour observer et communiquer

Un signal est la répercussion à distance d'un évènement ayant eu lieu. La connaissance des différentes formes de signaux et de leurs propriétés est donc un enjeu très important : cela permet de recevoir ou d'émettre de l'information, c'est-à-dire communiquer. Or, dans le règne vivant en général, et dans le monde des humains en particulier, c'est une activité vitale !



Chapitre 11
Vitesse de propagation des signaux



Vitesse de propagation



Esprit scientifique

Observe la propagation d'une onde dans un ressort !

Découvre la suite de l'expérience p. 223



▲ Un ressort de type *Ondamania*.

Matériel

- Un grand ressort.
- Un complice.

Je sais déjà

1. Comment appelle-t-on un objet qui émet sa propre lumière ?

a. un soleil.
b. une source primaire.
c. une lampe.
d. du feu.

2. Comment appelle-t-on un objet qui renvoie la lumière qu'il reçoit dans toutes les directions ?

a. un objet diffusant.
b. un écran.
c. une lune.
d. un disperseur.

3. Quelle condition faut-il pour qu'un objet soit vu ?

a. il faut que l'œil émette de la lumière vers l'objet.
b. il faut qu'il y ait du soleil.
c. il faut que la lumière diffusée ou émise par l'objet pénètre dans l'œil.

4. Quelle est la relation entre vitesse, durée et distance ?

a. $v = \frac{d}{t}$. b. $t = d \times v$. c. $v = \frac{t}{d}$.

des signaux

CHAPITRE 11



Feux d'artifice à Montréal. Entend-on toujours l'explosion en même temps que l'on voit les bouquets lumineux paraitre ?

Au CYCLE 3, j'ai vu... (6e)

- ✔ L'énergie lumineuse
- ✔ Le système solaire
- ✔ Les éclipses

Au CYCLE 4, j'ai vu... (5e)

- ✔ L'audition et la nature physique du son
- ✔ Les sources de lumière et le mécanisme de la vision
- ✔ Le modèle du rayon de lumière

Je vais apprendre à...

- ✔ Retrouver la vitesse de la lumière
- ✔ Retrouver la vitesse du son
- ✔ Utiliser une nouvelle unité de distance
- ✔ Choisir le meilleur signal pour détecter un obstacle

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

1 La lumière a-t-elle une vitesse infinie ?

Eliot découvre dans une revue scientifique la valeur de la vitesse de la lumière : 300 000 000 m/s. Il la trouve stupéfiante et se dit que ça ne fait pas de réelle différence avec une vitesse vraiment infinie.

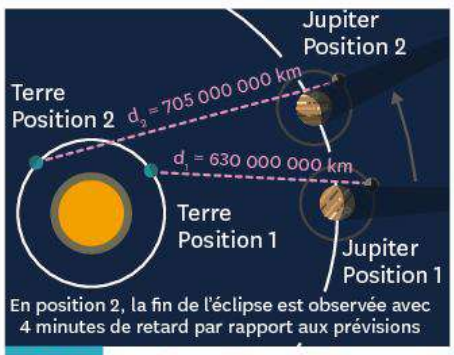
Comment les scientifiques ont-ils prouvé que la lumière n'a pas une vitesse infinie ?

La lumière met environ 1 milliardième de seconde pour aller de ce texte à votre œil. À cause de la difficulté à mesurer une durée si courte, les scientifiques ont cru pendant des siècles que la lumière se propageait instantanément. Au début du XVIIe siècle, Galilée pense le contraire mais n'arrive pas à le prouver. C'est Ole Römer qui y parviendra en 1676. De nos jours on sait que la vitesse de la lumière vaut exactement 299 792 458 m/s.

Doc. 1 Une vitesse vertigineuse.

En 1676, Ole Römer étudie les **éclipses** d'Io. Ce satellite de Jupiter n'est plus visible lorsqu'il traverse la zone d'ombre de Jupiter. Ces éclipses sont bien connues mais ne respectent bizarrement pas toujours les horaires prévus par les calculs… Römer prouve que ces variations ne peuvent correspondre qu'au temps supplémentaire que met la lumière d'Io pour nous parvenir quand Jupiter et elle sont plus éloignées de la Terre : la lumière a donc une vitesse finie !

Doc. 2 Ole Römer prouve le caractère fini de la vitesse de la lumière.



Römer ne connaissait pas précisément les distances indiquées sur ce schéma et préféra donc ne pas calculer la vitesse de la lumière en risquant d'être imprécis.

Doc. 3 Des dispositions différentes d'une fin d'éclipse à l'autre.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc.1** Qui est le premier scientifique à avoir voulu prouver que la lumière n'a pas une vitesse infinie ?
2. **Doc. 2 et 3** En position 2, la lumière diffusée par Io doit parcourir une distance plus grande pour atteindre la Terre. Calcule la différence par rapport à la position 1.
3. Calcule la vitesse de la lumière qu'aurait obtenu Römer avec les données disponibles sur le schéma.

Synthèse

4. Quel pourcentage d'erreur sur la vitesse de la lumière aurait fait Römer avec de telles données ?

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Vocabulaire

Une éclipse : inobservabilité momentanée d'un astre dans le ciel.

Pour réussir cette activité

- ✔ **J'ai compris l'origine des variations d'horaires des éclipes d'Io.**
- ✔ **J'ai calculé une valeur approximative de la vitesse de la lumière.**

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

2 L'éclair et le tonnerre, à chacun sa vitesse

Après avoir vu un éclair au loin, Alison entend le tonnerre quelques secondes plus tard. Elle fait remarquer à Lucie que le son doit être beaucoup plus lent que la lumière, étant donné le décalage entre les deux. Lucie lui répond que, pourtant, lorsqu'elles discutent ensemble, elles s'entendent instantanément.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, quelle peut être la valeur approximative de la vitesse du son dans l'air ?

Un puissant flash lumineux, une **détonation** : la foudre n'est pas discrète ! Du fait de la vitesse très élevée de la lumière, l'éclair est perçu instantanément. Le son lui, est bien moins rapide. On évalue à quelle distance (en km) la foudre est tombée en comptant le nombre de secondes qui s'écoulent entre l'éclair et le tonnerre puis en divisant ce nombre par trois.

Doc. 1 Une astuce pour déterminer la distance d'un éclair.

De nuit, en juin 1822, le physicien Arago a procédé à la mesure de la vitesse du son dans l'air. Il s'est organisé pour chronométrer la durée séparant la perception de la lumière puis celle du son d'un coup de canon éloigné de 18 612 m. Répétée plusieurs fois, l'expérience donna une durée moyenne de 54,6 secondes.

D'après le sujet du bac S,
« La nuit du 21 juin 1822 », sept. 2010.

Doc. 2 Mesure de la vitesse du son dans l'air.

Recherche de données

2. Doc. 2 À quelle distance le chronomètre se trouvait-il du canon, dans l'expérience d'Arago ?

3. Doc. 2 Quelle a été la durée de propagation du son du canon jusqu'au porteur du chronomètre ?

Analyse des données

4. Doc. 1 et 2 Pour quelle raison considère-t-on que la lumière de l'éclair ou du canon est perçue instantanément ?

5. Calcule en mètres la distance que parcourt le son en une seconde puis convertis-la en kilomètres. Ton hypothèse était-elle exacte ?

Conclusion

6. Doc. 1 et 2 Pourrait-on reproduire l'expérience d'Arago sur la Lune, qui est dépourvue d'atmosphère ? Explique ta réponse.

7. Doc. 1 Montre que l'astuce présentée permet d'estimer la distance d'un orage.

Vocabulaire

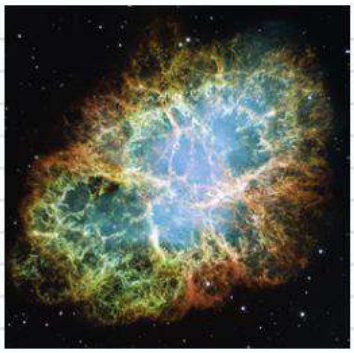
Une détonation : bruit plus ou moins violent produit par une explosion ou qui rappelle celle-ci.

Pour réussir cette activité

✔ **J'ai calculé la vitesse du son dans l'air.**

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

3 Quelle est la taille de la nébuleuse du Crabe ?



Julien et Émilie font une recherche sur la nébuleuse du Crabe. Ils lisent que cette nébuleuse mesure 100 000 000 000 000 de kilomètres de diamètre.

Quelle est l'unité la plus adaptée pour exprimer les distances hors du système solaire ?

NUMÉRIQUE Coup de pouce

Le 4 juillet 1054, une « étoile » apparait soudainement dans le ciel. Visible en plein jour, elle est 100 fois plus lumineuse que les autres étoiles. Elle perd son éclat en quelques mois, disparait, et n'est redécouverte que plusieurs siècles plus tard. Il s'agissait en réalité, à 6 500 années-lumière de nous, de l'explosion d'une étoile. Ses restes filamenteux s'étendent sur plusieurs années-lumière et constituent aujourd'hui la **nébuleuse** du Crabe.

D'après Serge Brunier, « Hubble observe une nébuleuse bien plus jeune que l'humanité », science-et-vie.com, mai 2016.

Doc. 1 La naissance de la nébuleuse du Crabe.

Dans l'espace, l'unité « kilomètre » fait intervenir des nombres difficiles à manipuler car trop grands. Les distances Terre-Lune ou Terre-Soleil restent à peu près parlantes (400 000 et 150 000 000) exprimées en kilomètres. Hors du système solaire, une distance de référence plus grande devient nécessaire : l'année-lumière.

Malgré son nom, il s'agit bien d'une distance : celle que parcourt la lumière dans le vide en une année. Par exemple, la galaxie Andromède est si lointaine que sa lumière met 2,5 millions d'années à nous atteindre. On dit qu'Andromède est à 2,5 millions d'années-lumière.

Doc. 2 L'année-lumière : unité de temps ou de distance ?

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 2** L'année-lumière est-elle une unité de distance ou de temps ?
2. Calcule en kilomètres la distance parcourue par la lumière en une année.
3. Quel est le diamètre de la nébuleuse du Crabe en années-lumière ?

Synthèse

4. Calcule, en kilomètres, la distance à laquelle nous sommes d'Andromède.
5. Quel est l'intérêt d'utiliser l'année-lumière plutôt que le kilomètre ?



Doc. 3 La galaxie Andromède, à environ 2,5 millions d'années-lumière de nous.

Vocabulaire

Une nébuleuse : nuage de gaz et de poussières interstellaires.

Pour réussir cette activité

- ✔ J'ai compris à quelle grandeur correspond l'année-lumière.
- ✔ J'ai calculé la valeur en km d'une année-lumière.
- ✔ J'ai exprimé une distance astronomique en année-lumière.

COMPÉTENCE Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

4 Quel signal pour la voiture autonome ?

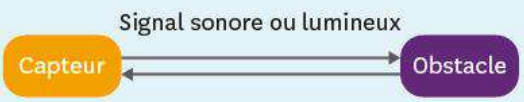


Mehdi se renseigne sur les voitures autonomes. Il est étonné qu'une voiture puisse rouler sans conducteur. Il se demande comment les capteurs comme le lidar ou le sonar arrivent à repérer les obstacles à temps pour stopper la voiture avant l'accident.

TA MiSSion

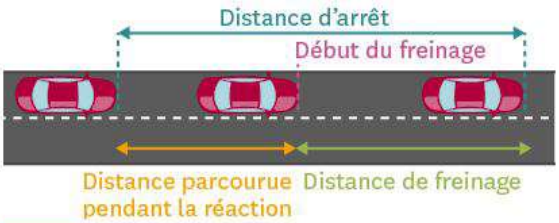
Une voiture roule par temps de pluie à la vitesse de 30 km/h, quand surgit un obstacle à 16 m d'elle. De l'œil humain, du lidar ou du sonar, quel(s) capteur(s) n'est (ne sont) pas en mesure d'empêcher l'accident ? Justifie ta réponse à l'aide de calculs.

Le lidar et le sonar fonctionnent sur le même principe. Le lidar utilise la lumière (laser) et le sonar le son. Le signal lumineux ou sonore est émis puis réfléchi par l'obstacle lorsqu'il le rencontre et revient jusqu'au capteur.



La mesure du temps mis par la lumière ou par le son pour effectuer l'aller-retour entre la source et l'obstacle permet ensuite de calculer la distance à laquelle se trouve l'obstacle. Si nécessaire, l'ordinateur de bord actionne le freinage en moins d'une milliseconde.

Doc. 1 Le lidar et le sonar.



Doc. 2 Distance d'arrêt d'un véhicule.

La distance d'arrêt d'un véhicule est la somme de la distance parcourue pendant le temps de réaction et de la distance de freinage. Le temps de réaction est la durée nécessaire pour que le conducteur perçoive et interprète l'information, prenne une décision et agisse. En moyenne, cette durée vaut une seconde. La distance de freinage est la distance parcourue entre le début du freinage et l'arrêt complet du véhicule.

Vitesse du véhicule (en km/h)	Distance de freinage sur sol sec (en m)	Distance de freinage sur sol humide (en m)
30	10,2	15,5
50	42,1	60,4
90	52,2	76,7

Doc. 3 Les distances de freinage sur sols sec et humide.

Pour accomplir ma mission

- ✔ **J'ai compris comment la distance d'arrêt est liée aux paramètres qui jouent sur elle.**
- ✔ **J'ai calculé, en tenant compte des spécificités de chaque capteur, la distance d'arrêt qui lui correspond dans les conditions données.**
- ✔ **J'ai identifié le(s) capteur(s) incapable(s) d'éviter la collision.**

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 La lumière, une vitesse finie

- La lumière ne se propage pas de manière instantanée mais possède une vitesse mesurable.
- La vitesse précise de la lumière dans le vide est presque la même dans l'air et est de 299 792 458 m/s.
- La vitesse de la lumière n'est pas la même dans tous les milieux (par exemple elle vaut 225 000 000 m/s dans l'eau et 124 000 000 m/s dans le diamant).

2 Vitesse du son dans l'air

- La vitesse du son dans l'air à 15 °C est de 340 m/s.
- Cette valeur, exprimée en km/s, est proche de 1/3. Diviser la durée qu'un son met à nous parvenir par trois permet de connaitre approximativement la distance de sa source.
- Le son ne peut pas se propager dans le vide.

3 L'année-lumière

- **L'année-lumière** (a.l.) est une unité de distance.
- Une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année, à la vitesse de 299 792 458 m/s.
- 1 a.l. ≈ 10 000 000 000 000 000 m = 10^{16} m.
- Les distances dans l'univers sont extrêmement grandes. Exprimées en années-lumière, ces distances correspondent à des nombres faciles à utiliser, alors que l'utilisation du km fait manipuler des nombres si grands qu'ils deviennent difficiles à utiliser.

4 Signaux et détection

- La lumière peut être utilisée pour mesurer des distances et transmettre des informations très rapidement.
- Pour calculer une durée, on utilise la relation $d = v \times t$
  - la vitesse v est exprimée m/s ;
  - la distance d est exprimée en m ;
  - la durée t est obtenue en s .
- Dans le cas des détections par réflexion, le signal parcourt deux fois la distance entre l'émetteur et l'obstacle puisqu'il fait un aller-retour.

Mot-clé

Une année-lumière : activité 3.

L'essentiel !

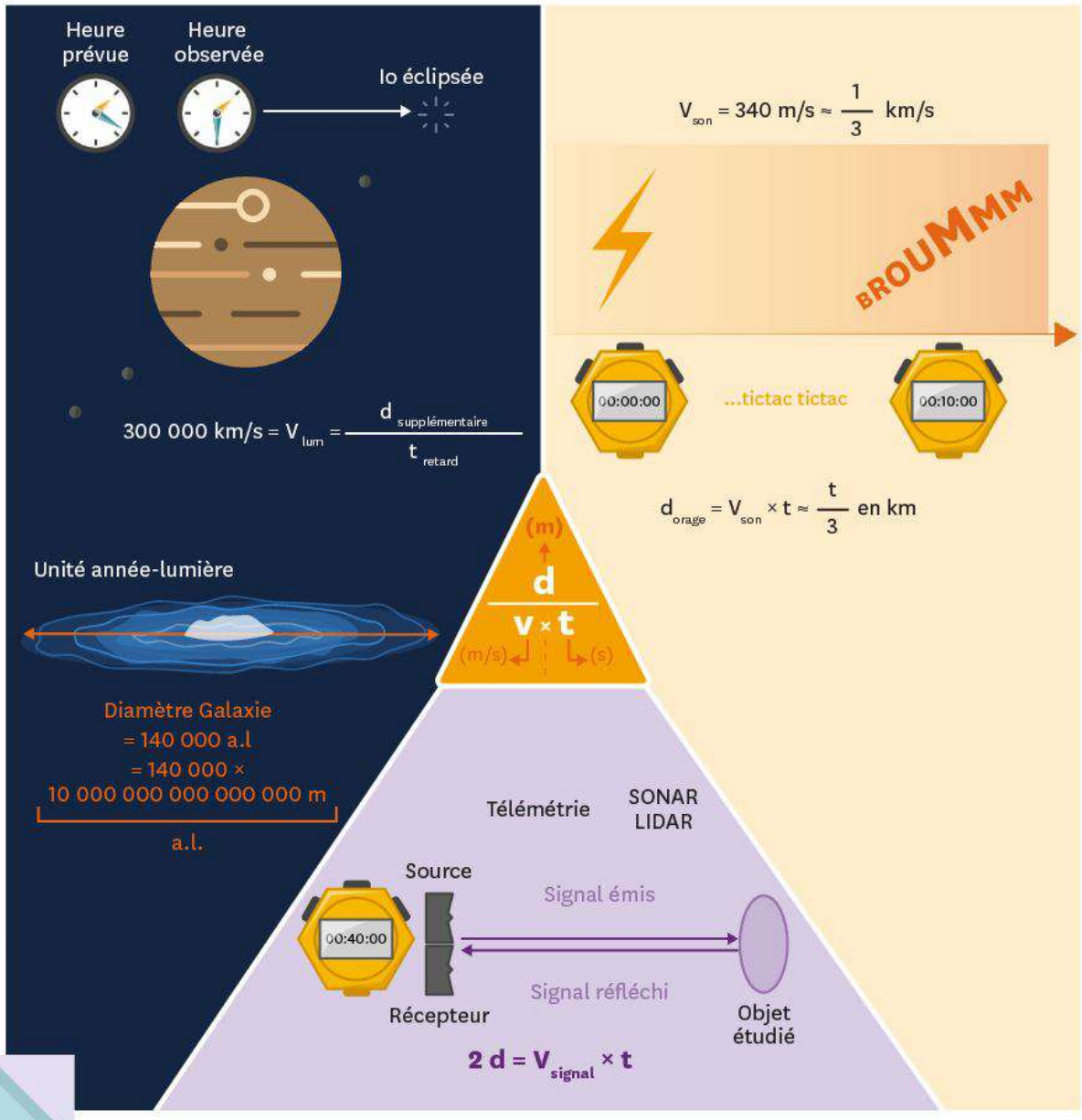
La vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air vaut environ 300 000 km/s.

La vitesse du son dans l'air est de 340 m/s.

Les distances dans l'Univers s'expriment en années-lumière. Cette unité correspond à la distance parcourue par la lumière en une année.

La vitesse très importante de la lumière fait de celle-ci un outil de communication et de mesure de distance performant à l'échelle terrestre.

Je retiens par l'image



Ce que je dois savoir faire	Activités	Exercices
✔ Déterminer la durée de propagation d'un signal si je dispose de la distance et de la vitesse du signal.	1 2	21 22 24 26
✔ Utiliser l'année-lumière comme unité de distance.	3	14 15 20 25
✔ Déterminer la vitesse d'un signal si je dispose de la distance et de la durée du parcours.	4	17
✔ Déterminer une distance si je dispose de la durée et de la vitesse du signal.	4	11 18 25

Je me TESTE

Je sais

1 **L'unité de vitesse du système international est :**

1. le mètre.
2. le mètre par heure.
3. le mètre par seconde.
4. la seconde.

2 **La vitesse du son dans l'air est d'environ :**

1. 340 m/s.
2. 300 000 m/s.
3. 340 km/h.
4. 100 m/s.

3 **La vitesse de la lumière dans le vide est d'environ :**

1. 340 m/s.
2. 300 000 km/s.
3. 340 km/s.
4. 300 m/s.

4 **Pour exprimer les grandes distances de l'univers, on utilise :**

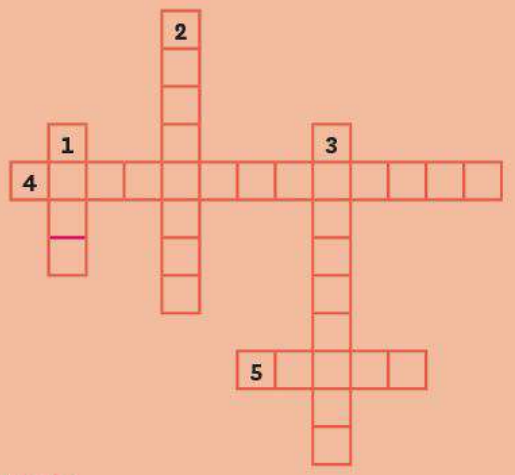
1. le kilomètre.
2. le mètre.
3. l'année-lumière.

5 **Ordres de grandeur de quelques vitesses.**

1. Associe à chacun de ces mobiles ou signaux sa vitesse de déplacement dans l'air.

Lumière	•	• 340 m/s
Son	•	• 25 m/s
Voiture	•	• 89 m/s
TGV	•	• 10,4 m/s
Usain Bolt	•	• 300 000 000 m/s

6 **Complète la grille de mots-croisés.**



Vertical :

1. Milieu dans lequel le son a une vitesse d'environ 340 m/s.
2. Grandeur égale au rapport de la distance parcourue et de la durée du parcours. Elle s'exprime en m/s.
3. Se dit d'un milieu dans lequel le son peut se propager.

Horizontal :

4. Unité de longueur correspondant à la distance parcourue par la lumière en une année.
5. Milieu dans lequel la vitesse de la lumière est d'environ 300 000 km/s.

Je sais faire

7 **La lumière met environ quatre ans pour nous parvenir de l'étoile Proxima du Centaure. À quelle distance de la Terre est-elle située ?**

1. 4 000 000 km.
2. 4 a.l.
3. 4 ans.
4. 1 année-lumière.

8 **La distance entre la Terre et l'étoile Rigel est estimée à 863 années-lumière. Combien de temps la lumière met-elle pour parcourir la distance entre Rigel et la Terre ?**

1. 863 siècles.
2. 863 jours.
3. 863 000 km.
4. 863 ans.

9 **La lumière met environ 1,28 s pour parcourir la distance Terre-Lune. À quelle distance de la Terre la Lune se situe-t-elle environ ?**

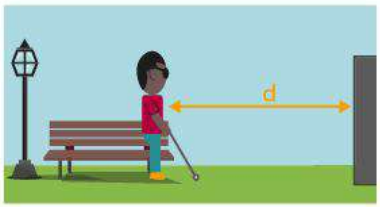
1. 384 000 km.
2. 384 km.
3. 350 000 km.
4. 128 000 km.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

10 **Télémétrie sonore.**

Ben Underwood est un non-voyant qui a la capacité de détecter à distance la présence d'un obstacle sur son chemin. Son attention auditive est telle qu'il perçoit le léger décalage entre le moment où il produit un son (par exemple un claquement de la langue) et celui où l'écho lui revient. L'habitude lui permet de déduire de cette durée la distance à laquelle se trouve l'obstacle qui a généré l'écho. Supposons que Ben entende l'écho de son claquement de langue 47 ms après l'avoir émis.



1. Convertis 47 ms en s.
2. Calcule en mètres la distance parcourue par ce son.
3. Cette distance est-elle celle à laquelle l'obstacle se situe de Ben, sachant que le son fait un aller-retour entre lui et l'obstacle ?
4. Calcule en mètres la distance entre le non-voyant et l'obstacle.

Étapes de la méthode

1. Pour convertir des millisecondes en secondes, on peut utiliser le tableau de conversion :

s			ms

2. Pour effectuer l'application numérique, on remplace la vitesse v (en m/s) et la durée du trajet t (en s) par leurs valeurs.
3. Les sons parcourent la distance d entre Ben et l'objet puis de nouveau la distance d pour revenir de l'objet à Ben.
4. Pour calculer la distance d, on divise la distance d' par le nombre de fois que les sons parcourent la distance d.

Corrigé :

1. 1 ms = 0,001 s donc 47 ms = 0,047 s.
2. La vitesse du son dans l'air est 340 m/s. En notant d' la distance demandée, on a la relation $d' = v \times t$. On peut donc calculer la distance d' parcourue par le son : $d' = 340 \times 0{,}047 = 16$ m. La distance parcourue par le son est 16 m.
3. Le son effectue un aller-retour. Il parcourt donc 2 fois la distance d à laquelle se trouve l'obstacle. D'où $d' = 2d$.
4. $d' = 2d$ et donc $d = \dfrac{d'}{2}$.

   D'où l'application numérique : $d = \dfrac{16}{2} = 8$ m.

   La distance entre Ben et l'obstacle est 8 m.

Exercice similaire

11 **Télémétrie laser.**

Le télémètre laser permet de mesurer des distances. Il mesure la durée nécessaire à la lumière pour faire l'aller-retour entre l'objet réflecteur et lui. Il calcule ensuite la distance qui les sépare.
Soit une situation pour laquelle cette durée est de 0,1 µs.

Donnée : 1 µs = 0,000 001 s.

1. Convertis 0,1 µs en s.
2. Calcule en mètres la distance qu'a parcourue cette lumière.
3. Cette distance est-elle celle à laquelle l'objet se situe du télémètre, sachant que la lumière fait un aller-retour entre lui et l'objet ?
4. Calcule la valeur en mètres de la distance entre le télémètre et l'objet.

Je m'ENTRAINE

12 Grandeurs et unités.

1. Quelle relation existe-t-il entre la vitesse v, la distance d et la durée de parcours t ?
2. Quelles sont les unités respectives de v, d et t dans le Système international d'unités ?

13 Unités de temps.

L'unité de durée dans le Système international d'unités est la seconde, mais on en utilise d'autres dans la vie quotidienne.

1. Combien y a-t-il de secondes dans une minute ?
2. Combien y a-t-il de minutes dans une heure ?
3. Combien y a-t-il d'heures dans une journée ?
4. Combien y a-t-il de secondes dans une journée ?

14 Conversions de longueurs.

Convertis les valeurs suivantes :

1. 1 a.l. = ... km.
2. 5,28 km = ... m.
3. 935 882 m = ... km.
4. 7,9 a.l. = ... km.
5. 0,3 a.l. = ... m.
6. 3 000 000 000 000 km = ... a.l.

15 L'année-lumière.

L'année-lumière est une unité utilisée pour exprimer les très grandes distances de l'Univers.

1. Quelle est la vitesse de la lumière dans le vide ?
2. Sachant qu'il y a 86 400 s dans une journée, calcule en kilomètres la distance à laquelle correspond une année-lumière.

16 Conversions de durée.

Convertis les valeurs suivantes :

1. 360 s = ... min.
2. 4,5 h = ... min.
3. 2 h = ... s.
4. 8 min 12 s = ... s.
5. 1 h 23 min = ... min.
6. 2 h 10 min = ... s.

17 Vitesse du son.

Dans l'air, un son parcourt 20 400 m en une minute.

1. Rappelle la relation entre la vitesse, la distance parcourue et la durée du trajet.
2. Calcule la vitesse du son dans l'air en m/s.

18 Vitesse de la lumière.

Dans l'eau, la lumière se propage plus lentement que dans le vide : 225 000 km/s.

1. Rappelle la relation entre la vitesse, la distance parcourue et la durée du trajet.
2. Calcule la distance parcourue par la lumière dans l'eau en 20 ms.

19 Unités de vitesse.

1. Dans le tableau suivant, précise les unités de distance et de durée pour que le résultat du calcul $v = \frac{d}{t}$ soit dans l'unité de vitesse indiquée.

Vitesse	Distance	Temps
50 m/s	200 ...	4 ...
78 km/h	202,8 ...	2,6 ...
678 km/s	2 779,8 ...	4,1 ...
45 cm/s	90 ...	2 ...
37 827 m/h	245 875,5 ...	6,5 ...

20 Utiliser les puissances de 10.

■ **COMPÉTENCE Présenter mon résultat avec l'unité adaptée**

La Terre est située à environ $1,5 \times 10^8$ km du Soleil. Cette distance a été choisie pour définir l'unité astronomique U.A.

1 U.A. = $1,5 \times 10^8$ km.



1. L'étoile Rigel est située à environ 860 a.l. de la Terre. Calcule la distance entre la Terre et Rigel en U.A.
2. Pour quelle raison l'année-lumière est-elle l'unité la plus adaptée pour exprimer cette distance ?

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Conclure, valider ou non l'hypothèse

21 **Utiliser la relation entre vitesse, distance et durée.**

Des feux d'artifice

Comme pour l'orage, pour savoir à quelle distance un feu d'artifice explose, on compte le nombre de secondes qui séparent la vision de l'explosion et son bruit puis on divise ce nombre par 3 : on obtient alors, en km, la distance qui nous sépare de l'explosion. Vérifions la validité de ce calcul avec un exemple. Une fusée explose à 4 km d'un observateur. La lumière se propage à 300 000 km/s, le son se propage à 340 m/s.

1. Rappelle la relation mathématique qui permet de calculer la vitesse de propagation v en fonction de la distance d parcourue pendant une durée t.
2. Déduis-en la relation mathématique qui permet de relier la durée t à la distance d et la vitesse de propagation v.
3. Identifie et recopie les valeurs des vitesses $v_{lumière}$ et v_{son}, et de la distance d. Écris-les sous la forme $v_{lumière} = \ldots$; $v_{son} = \ldots$; $d = \ldots$.
4. Calcule la durée du trajet de la lumière de l'explosion jusqu'à l'observateur.
5. Calcule la durée du trajet du son de l'explosion jusqu'à l'observateur.
6. Calcule la différence de durée entre t_{son} et $t_{lumière}$. Ce résultat est-il très différent de t_{son} ?
7. Calcule la distance que l'on obtiendrait avec cette durée par la méthode de la division par 3, puis indique si cette méthode te parait acceptable.

Le sémaphore



Le sémaphore est un moyen de communication inventé à la fin du XVIIIe siècle par les frères Chappe. Il consiste en une suite de relais placés les uns après les autres. Les messages sont transmis par le biais de symboles formés par une structure au sommet d'une tour.
En 1792, la première ligne de sémaphores permet de transmettre le premier symbole d'un message en 9 minutes (540 secondes) sur une distance de 193 km par l'intermédiaire de 15 postes-relais. La lumière se propage à 300 000 km/s, le son se propage à 340 m/s.

1. Rappelle la relation mathématique qui permet de calculer la durée du trajet t en connaissant la distance d et la vitesse de propagation v.
2. Calcule la durée t_{son} que mettrait le son à parcourir cette distance.
3. Calcule la durée $t_{lumière}$ que mettrait la lumière à parcourir cette distance.
4. Compare la durée de propagation du symbole à celle du son.
5. Formule une hypothèse pour expliquer le fait que la durée de propagation du symbole est inférieure à celle du son.

La foudre et le tonnerre



Pour estimer en kilomètres la distance à laquelle la foudre tombe de notre position, on compte le nombre de secondes qui séparent la vision de l'éclair et le bruit du tonnerre puis on divise ce nombre par 3. On obtient alors en kilomètres la distance à laquelle est l'orage. Vérifions la validité de cette méthode. La foudre est tombée à 3 km d'un observateur qui a compté 9 s avant d'entendre le tonnerre. On rappelle que la lumière se propage à 300 000 km/s, tandis que le son se propage à 340 m/s.

1. Calcule la différence entre les durées mises par la lumière et le son du tonnerre pour parcourir 3 km.
2. En utilisant la méthode de la division par 3, quelle distance l'observateur va-t-il trouver pour l'orage ? La méthode de la division par 3 est-elle valide dans ce cas ?

J'APPROFONDIS

22 Attends-moi !

Enzo et Bilal font une balade en vélo. Enzo a pris un peu d'avance. Bilal crie pour qu'il l'attende. Le son de la voix de Bilal met 2 s pour atteindre Enzo.

1. Quelle est la valeur moyenne de la vitesse du son dans l'air ?
2. Calcule la distance qui sépare Enzo et Bilal.

23 Le mur du son.

Lorsqu'un avion vole à une vitesse supérieure à la vitesse du son dans l'air, on dit qu'« il franchit le mur du son ». On entend alors un bang supersonique.

1. À quelle vitesse minimale en m/s l'avion doit-il voler pour franchir le mur du son dans l'air ?
2. Quelle distance en mètres l'avion parcourt-il en 1 h à cette vitesse ?
3. Convertis cette distance en km.
4. Déduis-en la vitesse minimale en km/h d'un avion en vol supersonique.

24 Sirius.

L'étoile Sirius est l'étoile la plus brillante lorsqu'on observe le ciel. Elle est située à environ 86 000 000 000 000 km de la Terre.

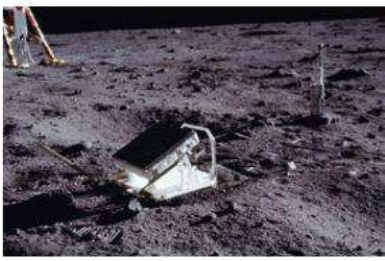
1. À combien d'années-lumière Sirius est-elle située de la Terre ?
2. Quelle durée la lumière de Sirius met-elle pour nous parvenir ?

25 Jupiter.

Jupiter peut être confondue avec une étoile lorsqu'on observe le ciel nocturne à l'œil nu. Pourtant, il s'agit bien d'une planète qui nous renvoie la lumière du Soleil.
La distance maximale entre la Terre et Jupiter est d'environ 965 000 000 km.

1. Quelle durée en minutes la lumière met-elle pour nous parvenir de Jupiter ?
2. Calcule la distance entre la Terre et Jupiter en années-lumière.
3. L'année-lumière te semble-t-elle être une unité bien adaptée pour exprimer la distance entre la Terre et Jupiter ?

26 Mesure de la distance Terre-Lune.



Lors des missions Apollo et Lunokhod, des réflecteurs ont été déposés à la surface de la Lune. Ils permettent de déterminer la distance Terre-Lune en dirigeant un faisceau laser sur eux. L'expérience est réalisée, entre autres, à l'observatoire de la Côte d'Azur.

1. Rappelle la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide.
2. La durée nécessaire à la lumière pour effectuer l'aller-retour Terre-Lune est en moyenne de 2,5 s. Calcule la distance parcourue par la lumière puis la distance Terre-Lune.

27 Exoplanète.

Une exoplanète est une planète située en dehors de notre système solaire, en orbite autour d'une étoile autre que le Soleil.

La planète Kepler-438b est située à 470 a.l. de la Terre.

1. Combien d'années faudrait-il pour se rendre sur Kepler-438b depuis la Terre en voyageant à la vitesse de la lumière ?
2. Quelle est la distance en kilomètres séparant la Terre de Kepler-438b ?

28 Parsec.

■ **COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral**

Les astronomes ont une autre unité à leur disposition, pour exprimer les très grandes distances de l'Univers. Cette unité est le parsec. Son nom vient de la méthode de mesure historiquement utilisée pour déterminer les distances entre la Terre et les astres lointains étudiés.
1 parsec (pc) vaut environ 3,26 années-lumière.

1. L'étoile Proxima du Centaure est située à 4,22 a.l. de la Terre. Convertis cette distance en parsecs.
2. Rappelle la valeur d'une année-lumière en kilomètres.
3. Exprime un parsec en kilomètres.

29 Astronomique !

Lorsque les astronomes ont commencé à étudier le système solaire, ils ont utilisé une unité adaptée à l'expression des distances rencontrées : l'unité astronomique (notée U.A.). Une unité astronomique est égale à la distance Terre-Soleil.

Donnée : distance maximale entre la Terre et Jupiter d = 965 000 000 km

1. Sachant que la lumière met 8 min 12 s pour parcourir la distance Terre-Soleil, calcule la valeur d'une unité astronomique en mètres.
2. Convertis cette valeur en kilomètres.
3. Exprime la distance maximale entre la Terre et Jupiter en U.A.

30 Sonar.

Joachim accompagne son père, pêcheur, sur son bateau qui est équipé d'un sonar. C'est un dispositif utilisé pour repérer les bancs de poissons. Le sonar émet un son dans l'eau qui se réfléchit sur le banc de poissons puis repart vers le dispositif. La mesure de la durée du trajet du son permet de calculer la distance entre le bateau et le banc de poissons. Ce jour-là sur le bateau du père de Joachim, la durée mesurée est de 5 ms.

Donnée : vitesse du son dans l'eau = 1 500 m/s.

1. Convertis cette durée en s.
2. Calcule la distance parcourue par le son pour effectuer l'aller-retour entre le sonar et le banc de poissons.
3. Calcule la distance entre le bateau et les poissons.

31 Feux d'artifice.

■ **COMPÉTENCE** **Émettre des hypothèses**

Le soir du 14 juillet, Kelly a décidé de regarder les feux d'artifice de chez elle. Malgré la colline qui sépare sa maison du stade d'où sont tirés les feux, elle peut en voir la plus grande partie.

1. Kelly constate que la détonation des feux d'artifice lui parvient 4 s après qu'elle a vu la lumière. On considère que les feux sont tirés à la verticale du stade. Calcule en km la distance entre le stade et la maison de Kelly.
2. À un moment, Kelly ne voit pas de lumière mais entend le crépitement des feux. Elle suppose que ce sont des feux qui tourbillonnent au niveau du sol. Pourquoi Kelly ne peut-elle plus voir les feux d'artifice à ce moment-là ?

Je résous un PROBLÈME

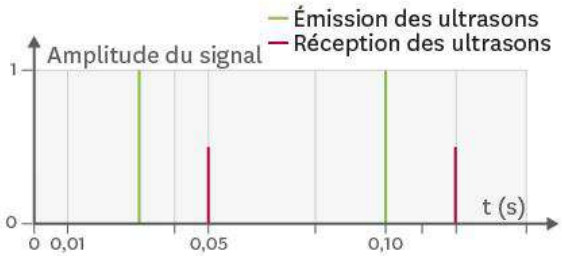
■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

Les dauphins utilisent l'écholocation pour se repérer dans leur milieu aquatique. Détermine à quelle distance du fond se trouve un dauphin, sachant que le son se déplace à environ 1 500 m/s dans l'eau.

Les dauphins sont des mammifères de la famille des cétacés. Ils sont capables d'émettre et de capter des sons afin de sonder leur environnement : c'est l'écholocation. Cela leur permet de localiser leurs proies. Les dauphins n'émettent pas les sons en continu mais par salves, c'est-à-dire pendant un bref instant et plusieurs fois de suite à intervalles de temps réguliers. Le temps entre chaque émission et la durée de la salve dépendent de la situation (chasse ou localisation).

Sujet Bac S, « Les sons chez les dauphins », Liban, 2005.

Doc. 1 **Écholocation des dauphins.**



Doc. 2 **Émission et réception des sons par un dauphin.**

L'émission de la salve est repérée en vert, la réception est repérée en rouge. On peut donc lire sur le graphique la durée du trajet des ultrasons.

32 Proxima b.

Proxima b est la planète la plus proche de la Terre en dehors de notre système solaire. Cette planète est remarquable car elle se trouve dans la zone habitable de l'étoile autour de laquelle elle gravite. Proxima b est située à 4,2 a.l. de la Terre.

La vitesse maximale d'une navette spatiale est actuellement d'environ 28 000 km/h.

1. Calcule en km la distance entre la Terre et Proxima b, en utilisant les puissances de 10.
2. Combien d'années faudrait-il actuellement à une navette spatiale pour aller de la Terre à Proxima b si elle pouvait maintenir sa vitesse maximale tout au long du trajet ?

33 Fibre optique.

L'utilisation d'internet nécessite des flux de données de plus en plus importants. La fibre optique est en cours de déploiement dans de nombreuses villes.

Une fibre optique est constituée de plusieurs couches. Au centre, on trouve un tube de verre très fin dans lequel se propage le signal lumineux.

Données :

- vitesse de la lumière dans le verre de la fibre optique = 200 000 km/s ;
- distance entre Paris et Lyon : environ 470 km.

1. Calcule la durée nécessaire à un signal pour être transmis par fibre optique de Paris à Lyon.
2. Un courriel met environ 10 secondes pour être transmis entre deux utilisateurs situés respectivement à Paris et à Lyon.
   a. Compare cette durée à celle de la transmission du signal calculée à la question précédente.
   b. La durée de transmission des informations est-elle limitée par celle du traitement des données ou par celle de la transmission du signal ?

Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Émettre des hypothèses

Un 14 juillet, à la tombée du jour, un pilote de chasse curieux passe au-dessus du site d'un feu d'artifice. Une bombe d'artifice éclate juste derrière son avion. Son supérieur lui reproche par radio de prendre des risques, mais le pilote estime qu'il n'était pas si proche, car bien qu'ayant vu l'éclat il n'a pas entendu la bombe.

› Quelle hypothèse permet d'expliquer que le pilote n'a pas entendu le son de la détonation ?

Niveau 1

Je sais ce qu'est une hypothèse.

Coup de pouce : Pourquoi le supérieur a-t-il fait des reproches au pilote ?

Niveau 2

Je comprends l'hypothèse qui m'est proposée.

Coup de pouce : Pour expliquer qu'il n'a pas entendu l'explosion, quelle hypothèse le pilote fait-il à propos du niveau sonore perçu et de la distance entre l'émetteur et le récepteur du son ?

Niveau 3

Je propose une hypothèse en lien avec le problème.

Coup de pouce : Propose une hypothèse impliquant le fait que l'avion se déplace pour expliquer que le pilote n'ait pas entendu l'explosion tout en étant très proche d'elle.

Niveau 4

Je formule clairement l'hypothèse que j'ai émise pour me permettre de la valider.

Coup de pouce : Utilise la comparaison de la vitesse d'un signal avec celle du récepteur de ce signal pour proposer une explication aux observations du pilote.

Interpréter des résultats et en tirer des conclusions

Je sais faire si :

- ✔ J'utilise des connaissances déjà acquises dans le même domaine que celui de l'expérience ou dans un autre domaine.
- ✔ Je peux visualiser le résultat de l'expérience, ou en faire une représentation simple et visuelle (schéma, courbe, etc.).
- ✔ Je peux analyser la signification d'une courbe et comprendre l'influence de la grandeur en abscisse sur celle en ordonnée. En particulier, je comprends que :
  - la seconde augmente ou diminue ou reste constante quand la première augmente ;
  - la variation de la seconde est proportionnelle à la variation de la première.
- ✔ J'utilise une règle connue ou je la déduis de l'expérience en généralisant mes résultats.
- ✔ Je propose une conclusion pertinente et liée à l'expérience et à ses résultats.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Communication des baleines.

Deux baleines munies de balises GPS sont suivies par des scientifiques. Éloignées de 150 km, elles se dirigent subitement l'une vers l'autre. La première entame son trajet 1 minute et 40 secondes avant l'autre.

Questions

1. Quel signal ces animaux marins peuvent-ils avoir utilisé pour « se donner rendez-vous » tout en étant si éloignés l'un de l'autre ?
2. Quelle est la vitesse du signal que les baleines ont utilisé pour communiquer ?
3. Une baleine voyage à une vitesse d'environ 25 km/h. Combien de temps faudra-t-il aux baleines pour se retrouver ?
4. L'activité humaine en mer est souvent très bruyante (moteurs, sonars, etc.). Quel risque cela peut-il avoir pour les animaux qui utilisent l'écholocation ?

Aide à la résolution

1. La lumière étant absorbée après quelques centaines de mètres de propagation dans l'eau, quel autre signal les baleines peuvent-elles avoir utilisé ?
2. Utilise la relation $v = \frac{d}{t}$.
3. Pour la question concernant les durées, utilise la relation entre la vitesse, la distance et le temps. Tiens aussi compte du fait que les deux baleines se déplacent.
4. Pour comprendre l'éventuel problème rencontré par les cétacés, pense à ce qui se passe lorsque tu discutes avec des amis et que quelqu'un met de la musique très fort à côté de vous.

Numérique

Des fiches AP supplémentaires et des exercices d'entrainement sur www.lelivrescolaire.fr

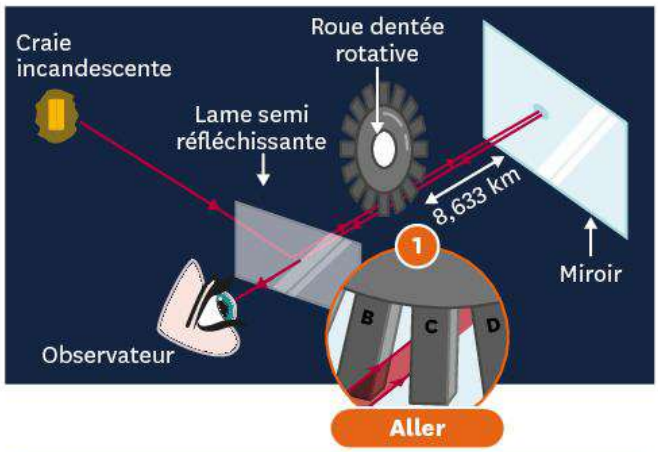
Histoire des sciences

Fizeau mesure la vitesse de la lumière

En 1849, on sait depuis bientôt deux siècles que la vitesse de la lumière n'est pas infinie, mais on échoue à la mesurer avec précision. Pour tenter de la déterminer, le jeune Hippolyte Fizeau met au point une méthode innovante, sans recourir à des observations astronomiques.

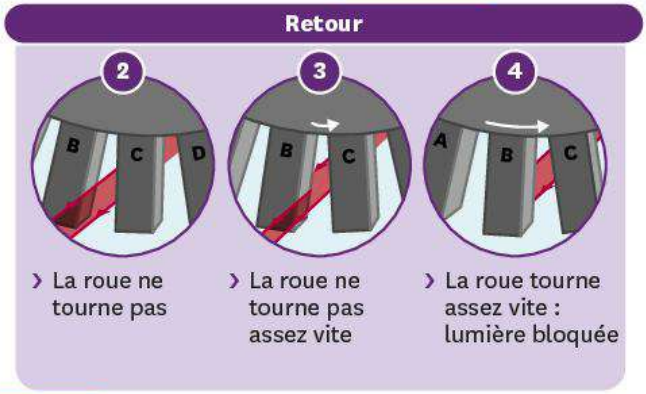
Fizeau organise l'aller-retour de la lumière d'une bougie entre son balcon de Suresne et Montmartre situé à 8 km de là. Au départ et à l'arrivée, il fait passer la lumière par les encoches d'une roue dentée. Il fait alors tourner cette roue de plus en plus vite. Lorsqu'elle atteint la bonne vitesse, la lumière se trouve bloquée à son retour, l'encoche empruntée à l'aller ayant été remplacée par la dent voisine.

Doc. 1 L'expérience mise au point par Fizeau.



Fizeau a obtenu l'extinction de l'éclat du faisceau lorsque la roue tournait à 12,6 tours/s, une dent de la roue prenant alors exactement la position de l'encoche qui la précède en 54,76 µs (0,00005476 s). La distance entre la roue et le miroir était estimée à 8,633 km : Fizeau en a conclu que la vitesse de la lumière valait 315 300 km/s.

Doc. 2 Les résultats de Fizeau.



Doc. 3 Schéma de l'expérience mise au point par Fizeau.

Questions

1. Pour vérifier que tu as compris l'expérience, tu peux expliquer le trajet suivi par le faisceau lumineux, depuis la source jusqu'à l'œil de Fizeau.
2. Seras-tu capable de retrouver le calcul qui permet à Fizeau de déterminer que la vitesse de la lumière vaut environ 315 000 km/s ?
3. Selon toi, quelles peuvent être les sources d'imprécision dans cette expérience ?
4. Un physicien contemporain de Fizeau proposa une autre méthode pour mesurer la vitesse de la lumière : son ami Léon Foucault. Tu peux chercher sur internet quel est le principe de sa méthode.

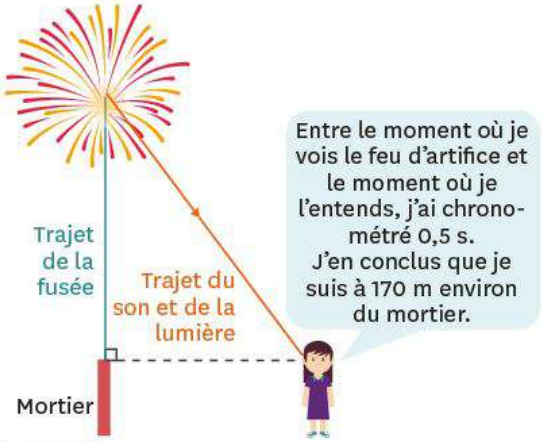
AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr

Objet d'étude

Feux d'artifice : géométrie et distance de sécurité

Pendant un feu d'artifice, Louise se demande si elle s'est installée assez loin des mortiers de lancement.



Doc. 1 Position de Louise admirant le feu d'artifice.

Feu d'artifice du 14 juillet - village de Prébon :
- Hauteur moyenne atteinte par les fusées : 150m
- Rester loin des mortiers. Distance minimale : 100m

Doc. 2 Consigne de sécurité du feu d'artifice.

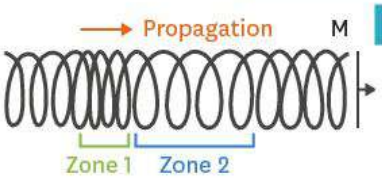
Questions

1. Comment Louise a-t-elle trouvé la distance de 170 m ? Pourquoi n'est-ce pas réellement la distance qui la sépare des mortiers ?
2. Utilise le théorème de Pythagore pour montrer que Louise est trop proche des mortiers.

Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

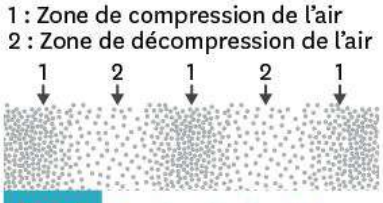
Observe la propagation d'une onde dans un ressort !



Doc. 1 Propagation d'une onde de compression dans un ressort.

Zone 1 : compression des spires.

Zone 2 : « décompression », écartement des spires.



Doc. 2 Représentation de la propagation d'une onde sonore dans l'air.

› Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 206.
- Après avoir étiré le ressort, comprime quelques spires comme sur le Doc. 1 puis lâche-les d'un coup.
- Observe la propagation de l'onde.

› Une question à se poser :

1. D'après les Doc. 1 et 2, quel point commun il y a-t-il entre une onde de compression dans un ressort et une onde sonore ?

Explication scientifique

À l'image de ce qui se produit pour le ressort, la compression d'une tranche d'air se répercute sur la tranche d'air voisine en « appuyant » sur elle. La zone de compression se propage ainsi de proche en proche.

EPI

Enseignements pratiques interdisciplinaires

Retrouvez les activités détaillées sur www.lelivrescolaire.fr



Thème 1 : corps, santé, bien-être et sécurité

Menez une enquête policière !

Vous allez réaliser une enquête policière au sujet d'un meurtre qui a eu lieu dans les environs du collège.

Physique-Chimie - Éducation musicale - SVT

Lien avec le programme : organisation et transformations de la matière



Thème 2 : culture et création artistiques

Le mouvement dans les arts

Vous allez créer un musée virtuel avec des œuvres artistiques représentant le mouvement.

Physique-Chimie - Arts plastiques - Français

Lien avec le programme : mouvements et interactions



Thème 3 : transition écologique et développement durable

Végétalisez la ville !

Vous allez créer un espace végétalisé au sein du collège pour le bien-être de tous.

Physique-Chimie - Technologie - SVT

Lien avec le programme : organisation et transformations de la matière



Thème 4 : information communication citoyenneté

À vous les studios !

Par groupes, vous allez rédiger et animer un bulletin météo !

Physique-Chimie - SVT - Histoire-Géographie

Lien avec le programme : l'énergie et ses conversions



Thème 5 : langues et cultures de l'Antiquité

Raconter l'Univers

Vous allez réaliser une capsule vidéo ou une lettre à l'attention des terriens pour leur raconter vos voyages en vous appuyant sur les récits des grands savants antiques dans le système solaire et des scientifiques modernes sur l'Univers.

Physique-Chimie - SVT - Latin-Grec

Lien avec le programme : organisation et transformations de la matière



Thème 6 : langues et cultures étrangères ou, le cas échéant, régionales

Le vocabulaire des scientifiques

En lien avec d'autres classes européennes, vous allez faire votre toute première communication scientifique !

Physique-Chimie - Anglais - SVT

Lien avec le programme : l'énergie et ses conversions



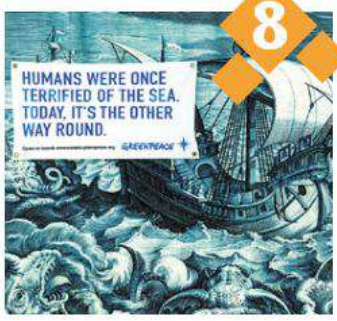
Thème 7 : monde économique et professionnel

Votre mini-entreprise dans les technologies vertes

Ingénieur(e)s en herbe, à vous de jouer ! Créez un concours d'objets ou de services visant à faire des économies d'énergie et utilisant des énergies renouvelables.

Physique-Chimie - Anglais - SVT

Lien avec le programme : l'énergie et ses conversions



Thème 8 : sciences, technologie et société

Sous les océans

Vous allez réaliser un jeu de plateau sur le thème des océans. Le but du jeu est de parcourir et d'explorer les territoires maritimes, tout en les préservant !

Physique-Chimie - Histoire-Géographie - SVT

Lien avec le programme : organisation et transformations de la matière

A

Action localisée : action s'exerçant sur une partie très réduite de l'objet qui la subit, assimilable à un point.

Action répartie : action s'exerçant sur une partie importante ou la totalité de l'objet qui la subit.

Année-lumière : distance que la lumière parcourt en une année. 1 a.l. = v × t c'est-à-dire $3{,}0 \times 10^8 \times 365{,}25 \times 24 \times 3\,600 = 9{,}5 \times 10^{15}$ m.

Atomes : les particules dont sont constituées les molécules.

C

Carence : situation d'apport inférieur aux besoins.

Circuit fermé : un circuit est fermé si le générateur est relié au récepteur par une chaine de conducteurs qui se referme sur elle-même en formant une boucle.

Circuit ouvert : un circuit est ouvert si le générateur est relié au récepteur par une chaine de conducteurs qui ne se referme pas sur elle-même.

Coefficient : nombre placé devant les formules des molécules dans une équation de réaction, pour rendre compte de leur proportion.

Combustible : corps qui se combine avec le dioxygène lors d'une combustion.

Combustion : transformation chimique qui libère de l'énergie thermique et dont le dioxygène est un réactif.

Compression : réduction du volume d'un gaz.

Conditions normales de température et de pression : conditions d'expérimentation et de mesures qui permettent de comparer des résultats T = 0 °C et P = 1 013 hPa.

Convertisseur d'énergie : dispositif qui convertit l'énergie d'une forme à une autre.

Corps céleste : tout objet se déplaçant dans l'espace.

Corrosion du fer : transformation chimique qui donne de la rouille.

Cosmos : synonyme de l'Univers.

D

Dégradation : action d'endommager, d'abimer.

Détente : augmentation du volume d'un gaz.

Détonation : bruit plus ou moins violent produit par une explosion ou qui rappelle celle-ci.

Distillation : technique de séparation des constituants d'un mélange, par vaporisation puis liquéfaction.

E

Éclipse : inobservabilité momentanée d'un astre dans le ciel.

Énergie : valeur calculée par les scientifiques pour tout objet ou situation, afin de pouvoir les comparer.

Équation de réaction : bilan de transformation dans lequel les réactifs et les produits sont notés grâce à leur formule chimique.

Équation équilibrée : équation de réaction qui tient compte de la conservation des atomes au cours de la transformation.

Étoile : astre qui produit de la lumière.

G

Galaxie : regroupement très vaste d'étoiles et de matière interstellaire.

Grandeur : information qui peut être mesurée, s'exprime à l'aide d'un nombre et d'une unité.

H

Hors tension : un appareil est hors tension lorsque la tension entre ses bornes est nulle.

I

Interaction : couple d'actions réciproques qui s'exercent entre deux objets.

Ion : espèce chimique constituant les sels minéraux, se formant entre autres à partir de certaines molécules.

L

Laser : appareil fournissant un rayonnement lumineux produit par amplification de la lumière.

M

Masse : grandeur liée à la quantité de matière, qui se mesure avec une balance. L'unité dans le système international est le kilogramme (kg).

Masse volumique : masse d'une substance pour 1 m^3 (ou 1 L) de celle-ci.

Modéliser : simplifier une situation pour n'en retenir que l'essentiel.

N

Nébuleuse : nuage de gaz et de poussières interstellaires, a partir de laquelle se forment parfois une ou des étoiles.

Négligeable : qui n'a que très peu d'effet ; dont on peut ne pas tenir compte.

Newton (N) : unité de mesure de l'intensité d'une action mécanique.

O

Objet : en physique, désigne n'importe quelle chose matérielle. Personnes, gaz, animaux, objets fabriqués, planètes, etc.

P

Planète : astre sphérique assez grand pour avoir nettoyé son orbite autour d'une étoile.

Planète géante gazeuse : planète très massive et volumineuse.

Polluant : substance ayant, au-delà d'un certain seuil, des impacts négatifs sur les écosystèmes, l'environnement ou la santé.

Produit : espèce chimique dont la quantité augmente lors d'une transformation chimique.

R

Réactif : espèce chimique dont la quantité diminue lors d'une transformation chimique.

Réaction chimique : modélisation (description simplifiée) du phénomène de transformation chimique.

Réservoir (d'énergie) : système qui possède de l'énergie pouvant être transférée.

S

Satellite : astre orbitant autour d'une planète.

Solution : mélange homogène contenant un solvant (souvent l'eau) et une substance dissoute.

Système : en mécanique, un système désigne tout ensemble d'objets ou de matière jouant un rôle dans la situation étudiée.

T

Transfert (d'énergie) : passage d'une quantité d'énergie d'un système à un autre.

Transformation chimique : processus de disparition et d'apparition combinée d'espèces chimiques.

U

Unité : valeur de référence à laquelle est comparée une grandeur lors de sa mesure.

Unité astronomique : distance moyenne Terre-Soleil. 1 UA ≈ $1{,}5 \times 10^8$ km.

Univers : ensemble de tout ce qui existe.

V

Valeur nominale : valeur prévue par le constructeur pour le fonctionnement normal d'un appareil.

Vitesse moyenne : moyenne des vitesses instantanées à chaque instant d'un trajet.

Volume : grandeur qui caractérise l'espace occupé. Son unité dans le système international est le m^3.

THÈME 1 : Organisation et transformations de la matière

Chapitre 1 : p. 20

Je sais déjà : 1. b 2. c 3. b 4. b

Je me TESTE : 1. 3 2. 1 3. Soleil = Étoile ; Jupiter = Planète ; Nepture = ; Terre = Planète ; Sirius = Étoile ; Mercure = Planète ; Proxima du Centaure = Étoile
4. 1 = Lune ; 2 = Terre ; 3 = Galaxie ; 4 = Soleil ; 5 = Reflecteurs ; 6 = Univers ; 7 = Étoile 5. 1 6. Kilogramme 7. 3 8. 4 9. 4

Chapitre 2 : p. 38

Je sais déjà : 1. b 2. c 3. b 4. a

Je me TESTE : 1. 2 2. 2 3. 1 = Thermomètre ; 2 = Colonne à distiller ; 3 = Chauffe-ballon ; 4 = Réfrigérant ; 5 = Distillation 4. 3 5. 1 = Distillation ; 2 = Fumée ; 3 = Dioxygène ; 4 = Pollution ; 5 = Diazote 6. 3 7. 3

Chapitre 3 : p. 56

Je sais déjà : 1. c 2. b 3. b

Je me TESTE : 1. 3 2. 2 3. 3 4. 3 ; 4 5. Monoxyde de carbone 6. 1 = Combustion ; 2 = Masse ; 3 = Produit ; 4 = Combustible ; 5 = Réactif 7. 2 8. 2

Chapitre 4 : p. 74

Je sais déjà : 1. a 2. a 3. d

Je me TESTE : 1. 2 2. 4 3. 2 4. 4 5. 1 = Molécule ; 2 = Équation ; 3 = Atome ; 4 = Formule 6. 3 7. 1 8. 2 9. 1

Chapitre 5 : p. 92

Je sais déjà : 1. a 2. c 3. a 4. b

Je me TESTE : 1. 2 2. 2 ; 3 3. 2 4. 2 5. Un bâton flotte sur l'eau car le bois = a une masse volumique inférieure à celle de l'eau. ; Le volume d'un liquide = se mesure avec une éprouvette graduée. ; La masse d'un objet = se mesure avec une balance. ; La masse volumique d'une substance = s'exprime en kg/m3. 6. 3 7. 3 8. A = ménisque ; B = volume initial d'eau ; C = volume total ; D = éprouvette ; E = volume du caillou

THÈME 2 : Mouvement et interactions

Chapitre 6 : p. 112

Je sais déjà : 1. c 2. d 3. c 4. b

Je me TESTE : 1. 3 2. 1 3. 3 4. Hélice d'un avion prêt pour le décollage = Circulaire uniforme ; Chute d'une goutte d'eau dans l'huile = Rectiligne uniforme ; Chute d'un sauteur à l'élastique = Rectiligne non uniforme 5. Volume 6. 1 = Mouvement ; 2 = Relatif ; 3 = Uniforme ; 4 = Vitesse ; 5 = Moyenne 7. 2 8. 1 9. 4

Chapitre 7 : p. 130

Je sais déjà : 1. a ; b ; c 2. a 3. c

Je me TESTE : 1. 3 2. 1 3. 3 4. 1 ; 4 5. 1 = Mécanique ; 2 = Système ; 3 = Modèle ; 4 = Interaction ; 5 = Newton 6. 1 ; 2 ; 3 7. 3

THÈME 3 : L'énergie et ses conversions

Chapitre 8 : p. 150

Je sais déjà : 1. c 2. a 3. d 4. b

Je me TESTE : 1. 3 2. 1 3. 2 4. 3 5. 1 = Réservoir ; 2 = Puissance ; 3 = Watt ; 4 = Joule ; 5 = Transfert 6. 1 7. 2 8. 1 9. 4

Chapitre 9 : p. 168

Je sais déjà : 1. a 2. a 3. c

Je me TESTE : 1. 3 2. 2 3. 4 4. Générateur = Boulangerie ; Fils de connexion = Rails et wagons ; Récepteur = Supermarché ; Tension : Différence de remplissage des wagons 5. 1 = Tension ; 2 = Ampère ; 3 = Voltmètre ; 4 = Dérivation ; 5 = Série ; 6 = Intensité 6. 2 7. 2 8. 3 9. 4

Chapitre 10 : p. 186

Je sais déjà : 1. c 2. a 3. d 4. c

Je me TESTE : 1. 3 2. 1 3. 4 4. J = Nœud ; K = Voltmètre ; L = Ampèremètre ; M = Branche dérivée ; N = Branche principale 5. Loi d'additivité des intensités = Circuit en dérivation ; Loi d'unicité des tensions = Circuit en dérivation ; Loi d'unicité de l'intensité = Circuit en série ; Loi d'additivité des tensions Circuit en série 6. 2 7. 4 8. 2 9. 2 10. 1 11. 1 12. 2

THÈME 4 : Des signaux pour observer et communiquer

Chapitre 11 : p. 206

Je sais déjà : 1. b 2. a 3. c 4. a

Je me TESTE : 1. 3 2. 1 3. 2 4. 3 5. Lumière = 300 000 000 m/s ; Son = 340 m/s ; Voiture = 25 m/s ; TGV = 89 m/s ; Usain Bolt = 10,4 m/s 6. 1 = Air ; 2 = Vitesse ; 3 = Matériel ; 4 = Année lumière ; 5 = vide 7. 2 8. 4 9. 1

1 Puissances de 10 et notation scientifique

A Écriture d'un nombre grâce aux puissances de 10

Quand un nombre s'écrit avec beaucoup de zéros, on peut rendre son écriture plus courte grâce aux puissances de 10. Il faut compter le nombre de zéros qui ont une signification pour déterminer quelle puissance de 10 on doit utiliser. Deux cas de figure peuvent se présenter :

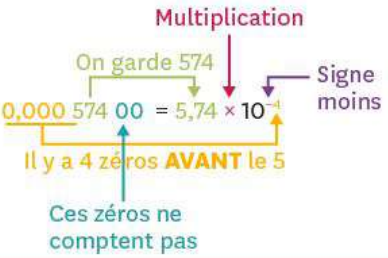
› **Nombres entiers**

Pour trouver l'exposant d'une puissance de 10 d'un nombre écrit sous forme décimale, il suffit de compter le nombre de zéros placés après le chiffre différent de zéro le plus à droite.

› **Nombres décimaux**

La puissance de 10 est négative. Elle correspond à nouveau au nombre de zéros. Elle est égale au nombre total de zéros placés à gauche du premier chiffre différent de zéro, y compris celui avant la virgule, mais elle est précédée du signe moins.

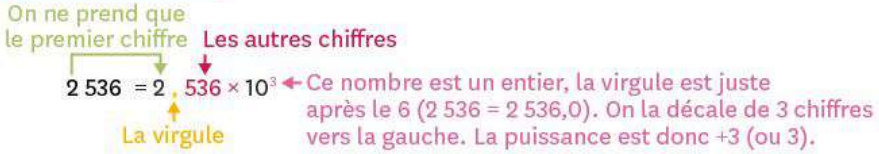




B Notation scientifique des nombres

Un nombre est écrit en notation scientifique s'il est écrit au format suivant : $a \times 10^n$ où « a » est un nombre décimal inférieur à 10. Il n'y a donc qu'un chiffre à gauche de la virgule.

Nombres entiers



Nombres décimaux



Exercice d'application

Écriture des notations scientifiques.

1. Écrire les nombres suivants en notation scientifique :

a. 3 000
b. 0,00 07
c. 651
d. 2 547,8
e. 0,03 904
f. 1 312,02
g. 0,05
h. 0607

2. Quelles propositions correspondent à un nombre correctement écrit en notation scientifique ?

a. $1,5 \times 10^{-2}$
b. 564×10^4
c. $009,8 \times 10^{-3}$
d. $-6,54 \times 10^7$
e. $36,1 \times 10^{-3}$

2 Déterminer ou utiliser une échelle

A Définition d'une échelle

La notion d'échelle est liée à la proportionnalité. Elle met en relation une grandeur « réelle » et une grandeur « représentée » à l'aide d'une distance sur la feuille.

Si A est la distance qui représente la grandeur, et B la grandeur réelle, l'échelle E est $\frac{A}{B}$.

Pour déterminer l'échelle en pourcentage, on multiplie E par 100.



Taille réelle B
28,2 cm

Échelle = $\frac{1,55}{28,2}$ = 0,055
soit 5,5 %



1,55 cm

Représentation A

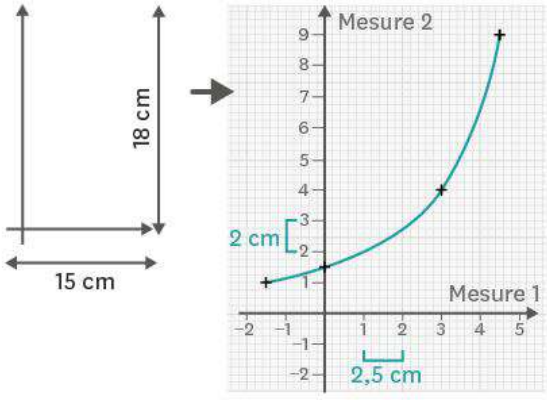
B Cas des graphiques

Le calcul de l'échelle est très important pour la construction de graphiques. Par exemple, si on dispose d'un espace de 15 cm de large et 18 cm de haut pour tracer le graphique d'un phénomène dont les résultats sont les suivants :

Grandeur 1	−1,5	0	3	4,5
Grandeur 2	1	1,5	4	9

L'axe horizontal fait au maximum 15 cm et l'axe vertical 18 cm.

Il faut calculer les échelles horizontale et verticale.



Calcul des échelles :

› écart horizontal : de −1,5 à 4,5. Cet écart de 6 unités doit être représenté sur 15 cm.

$\frac{15}{6}$ = 2,5 cm pour 1 unité de la grandeur 1 ;

› écart vertical : de 1 à 9. Cet écart de 8 unités doit être représenté sur 18 cm.

$\frac{18}{8}$ = 2,25 cm pour 1 unité de la grandeur 2 ;

› On prend donc 2 cm pour 1 unité (l'échelle doit être la plus simple possible).

Exercice d'application

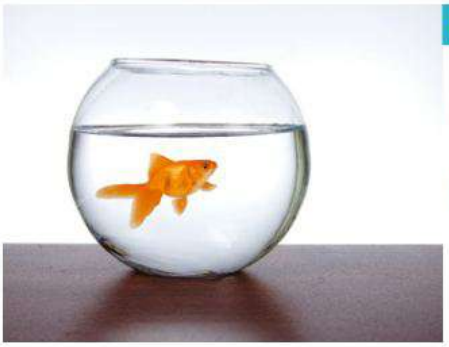
Quelques applications de la notion d'échelle.

1. Construire à l'échelle $\frac{1}{3}$ un triangle dont les côtés mesurent 12 cm, 18 cm et 24 cm.
2. Une voiture a une longueur de 4,670 m. Quelle est la longueur d'une miniature de cette voiture à l'échelle $\frac{1}{18}$?
3. Sur une carte au $\frac{1}{25\,000}$, la distance entre deux points est de 5,3 cm. Quelle est la distance réelle ?

3 Construire un diagramme objet-interaction (DOI)

A Qu'est-ce qu'un diagramme objet-interaction ?

Un diagramme objet-interaction met en relation un objet donné et tous les systèmes avec lesquels il interagit. Il est très important de bien définir cet objet.



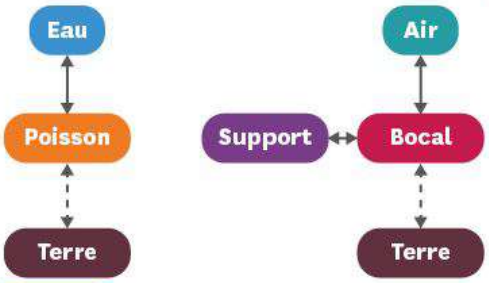
Doc. 1 Les interactions d'un poisson dans un bocal.

2 cas possibles :

- objet = poisson
  interactions : avec la Terre et avec l'eau ;
- objet = bocal (= récipient + eau + poisson)
  interactions : avec la Terre, avec la table sur laquelle le bocal est posé, avec l'air (souvent négligeable).

B Étapes de construction

- Au centre : le système étudié (encadré).
- Autour : tous les objets en interaction avec le système (encadrés un par un).
- On relie les objets et le système en traçant une double flèche en pointillés pour les interactions à distance ou en traits pleins pour les interactions de contact.



Doc. 2 DOI pour les deux cas du poisson dans un bocal.

Exercice d'application

Réalisation de diagrammes objet-interaction.

Construire les DOI :

1. de la planète Terre ;
2. d'une montgolfière en vol.

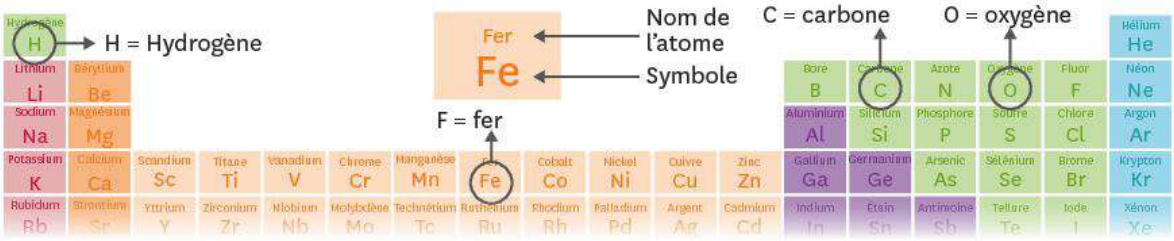


4 Écriture des atomes et des molécules

A Écriture des atomes

› Les atomes s'écrivent à l'aide de symboles chimiques (une ou deux lettres) et sont classés dans un tableau.

› Les molécules sont des assemblages d'atomes, de la même manière que les mots sont des assemblages de lettres.



Doc. 1 **Tableau partiel des atomes (il comporte 118 atomes en tout).**

Attention ! Les symboles des atomes ne sont pas toujours leur première lettre en français.

Exemple : potassium (K), azote (N), or (Au), cadmium (Cd) car cela peut être lié au nom en anglais, latin, etc.

B Écriture des molécules

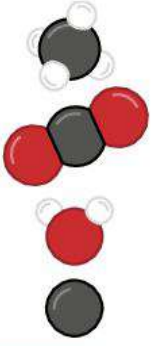
La formule chimique d'une molécule s'obtient en associant les symboles des atomes qui la constituent, avec indiqué en indice, le nombre de fois où cet atome est présent.

Par exemple, le méthane contient 4 atomes d'hydrogène et 1 atome de carbone.

Sa formule s'écrit donc CH_4 (on n'écrit pas le 1 en indice du carbone).

Inversement, pour connaitre les atomes d'une molécule, il suffit de lire sa formule chimique.

Exemple : L'éthanol a pour formule chimique C_2H_6O. Il est donc constitué de 2 atomes de carbone, 6 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène.



CH_4 1 atome de carbone, 4 atomes d'hydrogène

CO_2 1 atome de carbone, 2 atomes d'oxygène

H_2O 2 atomes d'hydrogène, 1 atome d'oxygène

C Carbone

Doc. 2 **Atomes et molécules.**

Exercice d'application

Quelques applications.

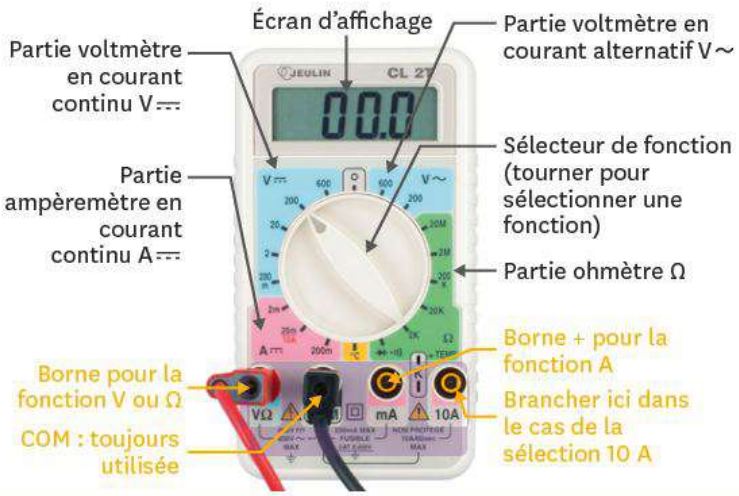
1. Écris les formules chimiques du saccharose (le sucre) qui contient 12 atomes de carbone, 22 atomes d'hydrogène et 11 atomes d'oxygène ; et de la chaux éteinte (hydroxyde de calcium) qui contient 1 atome de calcium, 2 atomes d'oxygène et 2 atomes d'hydrogène.
2. Donne la liste (noms et symboles) des atomes présents dans l'acide acétylsalicylique (aspirine) de formule $C_9H_8O_4$, puis du nylon $C_{12}H_{22}N_2O_2$.
3. Indique la formule chimique des molécules dessinées ci-dessous.



5 Mesures à l'aide d'un multimètre

A Le multimètre

› La mesure de l'intensité et de la tension électrique s'effectuent à l'aide d'un multimètre.



Doc.1 Description des fonctions d'un multimètre.

› Le multimètre possède plusieurs fonctionnalités. Nous nous intéressons ici à celles nommées ampèremètre et voltmètre.

› Un ampèremètre mesure une intensité.

› Un voltmètre mesure une tension.

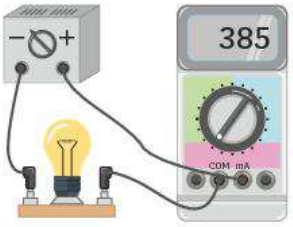
› L'unité du nombre affiché est celle du calibre sélectionné.

B Mesure de la tension et de l'intensité

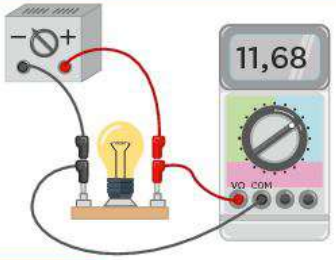
Pour mesurer l'intensité, l'ampèremètre est branché en série dans la branche étudiée.

› La valeur affichée est positive si le courant entre dans l'ampèremètre par la borne mA (ou A).

› On choisit au départ le calibre le plus grand et on décroit progressivement pour augmenter la précision.



Doc. 2 Mesure de l'intensité.



Doc. 3 Mesure de la tension.

Pour mesurer la tension, le voltmètre est branché en dérivation aux bornes entre lesquelles on souhaite la déterminer.

› La valeur affichée est positive si la borne V est branchée à la borne du dipôle par laquelle le courant arrive.

› On choisit au départ le calibre le plus grand et on décroit progressivement pour augmenter la précision.

Exercice d'application

Décrire les étapes pour effectuer une mesure.

Un circuit est réalisé avec un générateur de 12 V et deux lampes branchées en dérivation. Elles sont allumées.

Écrire précisément les différentes étapes pour mesurer :

1. l'intensité dans une des lampes ;
2. la tension aux bornes d'une des lampes.

6 Conversions d'unités

A Convertir des unités

L'exemple ci-dessous concerne une valeur en gramme (g), mais la méthode utilisée est la même quelles que soient la grandeur et l'unité considérées.
Pour convertir 2 357 g dans une autre unité, il faut commencer par écrire correctement cette valeur dans le tableau :

- on écrit le « chiffre des unités » du nombre, ici « 7 » dans la colonne de l'unité de mesure de départ, dans notre exemple « g » pour gramme ;
- le « chiffre des dizaines » doit être placé dans la colonne juste à gauche de celle des unités, puis celui des centaines dans la colonne encore à gauche, etc. ;
- le « chiffre des dixièmes » s'il y en a un, se place lui après la virgule, à droite du chiffre des unités. On continue ainsi pour les autres chiffres éventuels : centièmes, etc.

Il faut ensuite faire la lecture dans la nouvelle unité :

- le chiffre qui se trouve dans cette colonne est le « chiffre des unités » dans la nouvelle unité mesure ;
- si aucun chiffre n'est écrit dans la colonne de la nouvelle unité, il faut y inscrire un zéro, et compléter avec des zéros toutes les colonnes entre celle-ci et les autres dans lesquelles des chiffres sont écrits ;
- on peut alors faire la lecture de la nouvelle valeur.

Méga			Kilo	Hecto	Déca		Déci	Centi	Milli	
10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
			2	3	5	7	,			
			2	,	3	5	7			
0	,	0	0	2	3	5	7			

Doc. 1 Tableau de conversion.

2 357 g = 2,357 kg = 0,002 357 Mg

B Cas particulier

- Cas particulier de la conversion L ↔ dm^3 :
  Le tableau de conversion est le suivant (se souvenir que 1 L = 1 dm^3 = 1 dm × 1 dm × 1 dm) :

m^3			dm^3			cm^3			mm^3		
			hL	daL	L	dL	cL	mL			
				1	5						

Ainsi, on a par exemple 15 L = 1,5 daL = 15 dm^3 = 0 , 015 m^3.

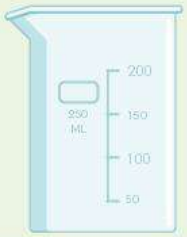
Exercice d'application

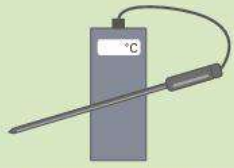
Quelques conversions pour s'entrainer.

Effectue les conversions suivantes (essaie de le faire sans le tableau) :

1. 250 m en km ; **2.** 325 kg en g ; **3.** 2 Mo en ko ; **4.** 25,3 m^3 en L ; **5.** 35 mL en dm^3 ; **6.** 61 mA en A ; **7.** 2 500 V en kV.

Le matériel en chimie

Outil	Infographie	Schéma
Ampoule à décanter		
Appareil de chauffage		
Balance		
Ballon		
Bécher		
Cristallisoir		
Verre à pied		

Outil	Infographie	Schéma
Fiole jaugée		
Erlenmeyer		
Thermomètre		
Entonnoir		
Tube à essai		
Verre de montre		
Éprouvette graduée		

Le matériel en physique

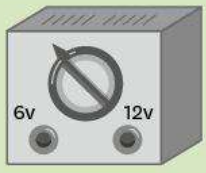
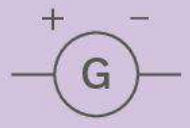
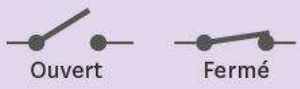
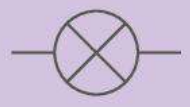
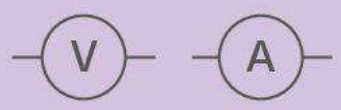
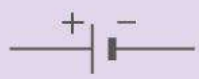
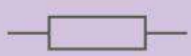
Outil	Infographie	Schéma
DEL		
Diode		
Fils de connexion		
Générateur		
Interrupteur		
Lampe		
Moteur		
Voltmètre Ampèremètre		
Pile		
Résistance		

Tableau des grandeurs

Grandeur	Unité (système international)	Symbole de l'unité	Instrument/appareil de mesure
Charge électrique	Coulomb	C	-
Distance	Mètre	m	Règle graduée
Durée	Seconde	s	Chronomètre
Énergie	Joule	J	-
Fréquence	Hertz	Hz	Fréquencemètre
Intensité du courant	Ampère	A	Ampèremètre
Intensité de force	Newton	N	Dynamomètre
Masse	Kilogramme	kg	Balance
Pression	Pascal	Pa	Manomètre/baromètre
Puissance	Watt	W	-
Résistance	Ohm	Ω	Ohmètre
Température	Kelvin	K	Thermomètre
Tension	Volt	V	Voltmètre
Vitesse	Mètre par seconde	m/s	Cinémomètre
Volume	Mètre-cube	m^3	Éprouvette graduée

Tableau de conversion

› Distance

Kilomètre (km)	Hectomètre (hm)	Décamètre (dam)	Mètre (m)	Décimètre (dm)	Centimètre (cm)	Millimètre (mm)
			1	0	0	0

› Masse

Kilogramme (kg)	Hectogramme (hg)	Décagramme (dag)	Gramme (g)	Décigramme (dg)	Centigramme (cg)	Milligramme (mg)
	1	0	0	0		

› Volume

Mètre-cube (m^3)			Décimètre -cube (dm^3)			Centimètre-cube (cm^3)
Kilolitre (kL)	**Hectolitre (hL)**	**Décalitre (daL)**	**Litre (L)**	**Décilitre (dL)**	**Centilitre (cL)**	**Millilitre (mL)**
			1	0	0	0

› Puissances de 10

Multiple	1 000 000	1 000	100	10	0,1	0,01	0,001	0,000 001	0,000 000 001
Préfixe	Méga	Kilo	Hecto	Déca	Déci	Centi	Milli	Micro	Nano
Puissance de 10	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}

CRÉDITS

Sommaire : 15 forplayday/iStock, vitormarigo/Shutterstock.

Thème 1 : 18 forplayday/iStock, Nataliya Hora/Alamy, 19 studio23/Shutterstock, Bernd Mellmann/Alamy, Jeffrey Rotman/Biosphoto.

Chapitre 1 : 20 Habib M'henni/Wikimedia, 21 forplayday/iStock, 22 ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), 23 ibreakstock/Shutterstock, 24 Tristan3D/Shutterstock, Stocktrek Images Inc./Alamy, Adam Evans/Wikimedia 25 NASA HQ, J-C.&D. Pratt/Photononstop, 29 Babak Tafreshi/National Geographic Creative/Bridgeman, Babak Tafreshi/National Geographic Creative/Bridgeman, 31 NASA, 33 NASA, 36 Interfoto/Alamy, 37 R. Hurt/Roberto Segnali all'Indiano/Wikimedia, NASA/European Space Agency/Noodle snacks/Wikimedia, Philippe Moussette.

Chapitre 2 : 38 Kim Wutimet/Shutterstock, 39 studio23/Shutterstock, 40 Adam Wasilewski/Shutterstock, 41 Dr. Bernd Gross/Wikimedia, 42 Ververidis Vasilis/Shutterstock, 47 Review News/Shutterstock, Zoonar GmbH/Alamy, 49 rtem/Shutterstock, 55 ymgerman/Shutterstock.

Chapitre 3 : 56 Floortje/iStock, 57 Nataliya Hora/Alamy, 58 Arnold Paul/Wikimedia, 59 Washington Imaging/Alamy, 60 Simon Knott, 65 Esmeralda Edenberg/Shutterstock, 66 Armen Iskandaryan/123RF, 67 Melanie Hobson/Shutterstock, 68 Aurora Photos/Alamy, 72 Hagley Museum & Library/Bridgeman, 73 Floortje/iStock.

Chapitre 4: 75 Bernd Mellmann/Alamy, 78 goodween123/fotolia, 83 Oleg Doroshin/123RF, Billion Photos/Shutterstock, 85 OhEngine/Shutterstock, Vit Kovalcik/123RF, 87 Wooden Owl/Shutterstock, 88 Gus Pasquarella/Wikimedia, 90 Bridgeman, 91 tim gartside usa america/Alamy.

Chapitre 5 : 92 A. Aubert, 93 Jeffrey Rotman/Biosphoto, 94 noaa.gov/Flickr/DR, A. Aubert, 97 Erwin Zwart/The Ocean Cleanup, 103 Konstantin Kirillov/Alamy, Chuthamat Ngaophrom/Shutterstock, 104 A. Aubert, 106 gibleho/Shutterstock, 108 Domenico Fetti/Wikimedia, 109 A. Aubert.

Thème 2 : 111 Trofimov Denis/Shutterstock, vitormarigo/Shutterstock.

Chapitre 6 : 112 The U.S. Army/Wikimedia, 113 Trofimov Denis/Shutterstock, 114 OLOS/Shutterstock, Colin Aitchison Bandleader/China Coast Jazzmen Ned Kelly's Last Stand Hong Kong, Traitements et Calculs : Géovoile, un service Hauwell Studios/www.vendeeglobe.org, 116 A. Aubert, 117 David Tadevosian/Shutterstock, 121 ClS/Shutterstock, 125 Jerry Lodriguss/Nasa, David Hardy/SPL/COSMOS, 129 The U.S. Army/Wikimedia.

Chapitre 7 : 130 sciencephotos/Alamy, 131 vitormarigo/Shutterstock, 132 kasto80/iStock, 133 AscentXmedia/iStock, 134 Alex Brylov/Shutterstock, 135 widephish/Pixabay, 139 Everything/Shutterstock, 140 MichaelGaida/Pixabay, Dawn Endico/Wikimedia, 141 nevenm/Shutterstock, 142 Maryland GovPics/Wikimedia, 143 skeeze/Pixabay, bungeeinternational0/Pixabay, 145 The U.S. Army/Wikimedia, 146 GL Archive/Alamy, sciencephotos/Alamy.

Thème 3 : 148 Suwit Ngaokaew/Shutterstock, 149 Fesus Robert/Shutterstock, Little Perfect Stock/Shutterstock.

Chapitre 8 : 150 Pavel Vakhrushev/Shutterstock, 151 Suwit Ngaokaew/Shutterstock, 153 airphoto.gr/Shutterstock, Scirocco340/Shutterstock, imacoconut/Shutterstock, Timofeev Vladimir/Shutterstock, Syda Productions/Shutterstock, 155 Dmytro Zinkevych/Shutterstock, 159 Ersler Dmitry/Shutterstock, 161 Doug McLean/Shutterstock, 162 bigblockbobber/Pixabay, 163 MARKA/Alamy, 165 Everett Historical/Shutterstock, 166 North Wind Picture Archives/Alamy, The Print Collector/Alamy.

Chapitre 9 : 169 Fesus Robert/Shutterstock, 171 A. Aubert, 172 A. Aubert, 173 A. Aubert, 175 A. Aubert, 179 A. Aubert, 180 A. Aubert, 181 A. Aubert, 184 Interfoto/Alamy.

Chapitre 10 : 186 gresei/Pixabay, 187 Little Perfect Stock/Shutterstock, 188 TheStoryteller/Shutterstock A. Aubert, 190 Lumos Helmet/lumoshelmet.com, A. Aubert, 191 Andre Gunthert/Flickr, A. Aubert, MaluStudio/Shutterstock, 196 A. Aubert, 198 A. Aubert, 199 Unsplash/Pixabay, Havarhen/Wikimedia, 202 ART Collection/Alamy, Lead holder/Wikimédia, 203 Tony Robinson/Shutterstock, Mr.Exen/Shutterstock, Igor Kovalchuk/Shutterstock, guteksk7/Shutterstock, Pongphan Ruengchai/Alamy, Fedorov Oleksiy/Shutterstock, 4ndrei/Shutterstock.

Thème 4 : 204 Laurent Lucuix/Alamy.

Chapitre 11 : 206 Superstock/Alamy, 207 Laurent Lucuix/Alamy, 209 John D Sirlin/Shutterstock, 210 WikiImages/Pixabay, Mavenvision/Shutterstock, 211 SiliconValleyStock/Alamy, 216 Alan Dyer/VWPics/Alamy, 217 Wikipedia, Sytilin Pavel/Shutterstock, 218 NASA/Wikipedia.

EPI : 224 Icons vector/Shutterstock, H. O. Havemeyer Collection, Bequest of Mrs. H. O. Havemeyer, 1929/Wikimedia/Wikimedia, AlejandroOrmad/Wikimedia, dolphfyn/Shutterstock, 225 NASA/Wikimedia, Regissercom/Shutterstock, Armin Kübelbeck/Wikimedia, Greenpeace

Méthode : 232 Elena Blokhina/Shutterstock, Thitisan/Shutterstock.

Direction éditoriale : Claire Bonnenfant, Anne Delattre et Margaux Péharpré.
Maquette : Alejandra Adeikalam et Morgane Gerbes.
Mise en page : Julie Meister, Alison Pilorge et Léa Vangheluwe.
Infographies : Charline Suc et Alejandra Adeikalam.
Illustrations : Clémentine Perney.
Photographies en laboratoire : Les Types-Elle - Andréa Aubert.
Retouches photo : Digital Image (Paris 19e) et Raphaël Taieb.
Relecture : Isabelle Dorland, Adeline Hartmann, Johanne Nicolas et Hélène Zaremba.
Coordination iconographique : Fanny Blanchard.
Iconographie : Jef Bussière, Erica D'Avanzo, Marlène Landon et Julien Seznec.

Avec la participation de : Émilie Blanchard et l'équipe des zinzincs de l'espace.
Remerciements : Mme Hélène Vaissière, proviseure du Lycée Saint-Just et Mme Christine Witkowski, proviseure du collège Ampère pour le prêt des locaux lors des séances photos.

Dépôt légal : mai 2017.
ISBN : 979-10-90910-99-7.
Imprimé en France par BLG.
Fabrication : Brigitte Bourgeas.

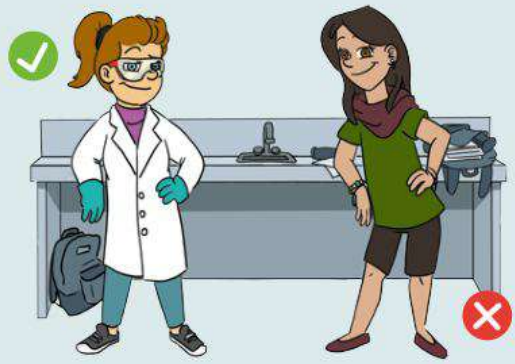
Lelivrescolaire.fr Éditions
14 rue Rhin Danube
69009 Lyon
contact@lelivrescolaire.fr

Les contenus créés par les auteurs du manuel sont sous licence creative commons.

Les consignes de sécurité dans le laboratoire

Avant la manipulation

Avant de commencer à manipuler tu dois avoir une tenue appropriée ainsi qu'une paillasse rangée.



Lors de la manipulation

La manipulation commence lorsque ton professeur te l'indique. Pour ta sécurité et celle de tes camarades, tu dois respecter les consignes et rester debout lors de ta manipulation. Pense à bien te mettre sous la hotte lorsque tu utilises des produits volatils.

Il est interdit de :



Diriger un tube que l'on chauffe vers son camarade



Poser des éléments ouverts au bord d'une paillasse



Toucher et regarder de près les produits chimiques



Sentir des produits chimiques

Après la manipulation

Une fois l'expérimentation terminée, pense à collecter les produits utilisés dans les flacons de recyclage mis à ta disposition, à laver le matériel, ainsi qu'à nettoyer et ranger ta paillasse.





Pictogrammes de sécurité

Matières inflammables



Explosifs ou autocréatifs



Comburants



Corrosifs



Toxicité aiguë ou mortelle



Danger pour l'environnement



Toxicité pour certains organes



Gaz sous pression



Physique Chimie 4e

Connectez-vous sur www.lelivrescolaire.fr



Gratuit pour le professeur

- **Contenu du manuel :** tout le manuel en libre accès sur internet.
- **Enrichissements :** des compléments pédagogiques, le corrigé des exercices. Des aides à la résolution et des schémas à télécharger.
- **Vidéoprojection :** retrouvez toutes les ressources du manuel et projetez-les en un clic. Zoomez sur les images, agrandissez les textes, etc.

Application tablette, connexion ENT, évaluation : beaucoup d'autres fonctionnalités sur abonnement !

www.lelivrescolaire.fr/abonnement

Gratuit pour l'élève

- **Révisions :** tout le contenu du manuel accessible en ligne pour réviser depuis son ordinateur, à la maison ou en salle informatique.
- **Exercices :** des milliers d'exercices interactifs pour s'entrainer en ligne.
- **Dyslexie :** un mode de lecture spécial, adapté aux dyslexiques.

IMPRIMÉ EN FRANCE

9 791090 910997