

Livre du professeur



Physique Chimie

Programme 2016

Sous la direction de **Dominique Meneret Noisette**

Nicolas Begin
Stéphanie Bullier
Fabien Durgeau
Martin Faure
Olympe Jouet
Hornelly Keuk
Corentin Le Bouquin
Julien Leroux
Sandra Montlouis-Calixte
Laurence Pihée
Wissam Sabra



MAGNARD

Édition : Marilyn Maisongrosse, Audrey Poulat, Alice Lecomte

Couverture : François Supiot

Maquette intérieure : Barbara Tamadonpour

Mise en page : APS-Chromostyle

Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs. Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération. En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite. Aux termes du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre Français d'exploitation du droit de Copie (CFC) – 20, rue des Grands-Augustins – 75006 PARIS - tél. : 01 44 07 47 70 – fax : 01 46 34 67 19.

© Magnard – Paris, 2017 – 5 allée de la 2^e D.B., 75015 Paris

ISBN : 978-2-210-11005-2

Sommaire

Avant-propos	p. 4
Programme de Physique Chimie Cycle 4	p. 6

Thème A. Organisation et transformations de la matière

Chapitre 1. Transformation chimique	p. 13
Chapitre 2. Molécules, atomes et ions	p. 21
Chapitre 3. De l'infiniment petit à l'infiniment grand	p. 29

Thème B. Mouvement et interactions

Chapitre 4. Vitesse et interactions	p. 37
Chapitre 5. Interaction gravitationnelle	p. 47

Thème C. L'énergie et ses conversions

Chapitre 6. Puissance et énergie	p. 55
Chapitre 7. Électricité : aspect énergétique	p. 63

Thème D. Des signaux pour observer et communiquer

Chapitre 8. Signaux sonores et lumineux	p. 75
Chapitre 9. Signal et information	p. 83

Besoin d'aide ?	p. 91
Tableaux à compléter	p. 111
Schémas à compléter	p. 119

AVANT-PROPOS

Débutées dès les premières heures de la vie, l'observation, l'exploration du monde et l'expérimentation sont des activités spécifiques des êtres humains qui, pour peu qu'on veille à les accompagner, vont permettre le développement de la curiosité, de la créativité mais aussi de la rigueur, de l'habileté manuelle et surtout de l'esprit critique. Telle est donc l'ambition tant du manuel de cycle que des manuels de niveaux de cette collection de Physique Chimie qui vont, tout au long du cycle, permettre aux élèves de progressivement accéder à des représentations plus complexes des objets et des phénomènes, d'une part pour mieux comprendre le monde qui les entoure et, d'autre part, pour sortir du champ des croyances et acquérir une posture scientifique constitutive de l'identité de citoyen libre.

L'élève qui, au cours des cycles précédents, a pu consolider les outils de la lecture et de l'écriture de la langue française et qui a commencé à utiliser des représentations variées des objets et des phénomènes, va pouvoir réinvestir ces acquisitions dans le cadre de la Physique Chimie.

« *Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement. Et les mots pour le dire arrivent aisément* » écrivait le poète Nicolas Boileau en 1674. C'est pour atteindre cette fluidité et cette clarté de l'expression, signe de l'appropriation des notions, que la rubrique « **Les bons mots pour le dire** » est la première de chaque série d'exercices tandis que beaucoup d'activités ont pour objectif la construction des notions à travers des activités langagières. L'activité intellectuelle de **discussion** au sens « d'envisager le pour et le contre, examiner des éléments contradictoires » est très souvent proposée, notamment dans les chapitres qui traitent de **l'énergie**. Les professeurs trouveront, dans les corrigés, de nombreuses pistes permettant d'accompagner les élèves dans la validation ou l'invalidation de leurs hypothèses.

De la même façon, les activités de **modélisation**, inspirées des résultats de recherche en didactique, ont été privilégiées. Le **passage de la réalité au dessin puis au schéma normalisé** est beaucoup travaillé dans le cadre de l'électricité. De nombreuses situations sont proposées, illustrées par des photos, des schémas ou des extraits de copies d'élèves pour aider, tout au long du cycle, à la construction d'une **représentation opérationnelle du courant électrique**. De façon plus générale, quel que soit le domaine scientifique, dessins, schémas et graphiques sont régulièrement proposés ou demandés puis discutés pour déterminer dans quelle mesure ils peuvent constituer une représentation du réel. Car il ne s'agit pas toujours de proposer individuellement des modèles, mais d'affiner progressivement des représentations qui peuvent être fort complexes, par exemple lorsqu'il s'agit de la **représentation microscopique de la matière**.

Au cours du cycle 4, il convient de ne pas être trop ambitieux, ou plutôt, en étant très ambitieux à long terme, de prendre le temps de construire les bases notionnelles solides qui sont indispensables à la poursuite des études au lycée. Ainsi le choix a-t-il été fait de s'en tenir strictement au programme, en ce qui concerne, par exemple, les notions de force et de puissance, ou encore de masse volumique.

En ce qui concerne la **force**, il n'est pas question de vecteur force. On introduit très progressivement la notion d'interaction, puis on s'intéresse à un objet particulier dont on construit le diagramme objet interaction (DOI). Les exercices, nombreux et variés, sont assez originaux (lorsque, par exemple, on part d'un DOI pour demander à l'élève d'imaginer la situation décrite). La notion de force n'est introduite qu'en fin de cycle, comme modélisation de l'une des deux actions que l'on peut définir à partir d'une interaction. Sa représentation par un segment de droite orienté ayant pour origine le point d'application, alors que l'intuition commune y placerait plutôt l'extrémité portant la flèche, est particulièrement travaillée.

La même **approche spiralaire** a été choisie pour introduire les grandeurs quotients sous la forme la plus signifiante pour les élèves et manipuler, en fin de cycle, les relations mathématiques afin d'utiliser, selon les besoins, $b = a : c$ ou $c = a : b$ ou $a = b \times c$.

Par exemple, en ce qui concerne la **masse volumique**, on constate, en début de cycle, que deux échantillons de même masse peuvent occuper des volumes très différents puis que deux échantillons de même volume peuvent avoir des masses différentes. On apprend ensuite à calculer la valeur de la grandeur quotient avant de l'utiliser, en fin de cycle et au lycée, pour prélever des échantillons de matière. Au contraire, la notion de puissance est, quant à elle, introduite directement, de façon très empirique, non pas comme une grandeur quotient ($P = E : t$) mais comme une grandeur qui, caractéristique d'un appareil, permet au consommateur de déterminer sa consommation énergétique grâce à la relation $E = P \times t$. Ce n'est qu'en fin de cycle que l'écriture $P = E : t$ prend sens.

La **modélisation mathématique** des phénomènes par une équation (loi d'Ohm, expression de la force gravitationnelle, équation chimique...) est beaucoup questionnée. Il ne s'agit pas de savoir seulement « restituer » l'équation. Remplacer une lettre par un nombre est encore difficile pour beaucoup d'élèves de collège qui peuvent savoir utiliser une relation mathématique pour une application numérique, sans pour autant en avoir saisi le sens. *A fortiori*, proposer une équation susceptible de représenter un phénomène n'a rien d'évident. La rubrique **j'apprends à apprendre** permet, à plusieurs reprises, de travailler ce passage du réel à la modélisation mathématique, notamment dans le cadre de la **modélisation de la transformation chimique par une équation**. Ce même souci d'interroger systématiquement les relations mathématiques dans le cadre d'un **travail sur l'erreur** est présent, par exemple, pour proposer une introduction originale de l'expression de la **force gravitationnelle** (choix critique d'expressions numériques) ou mémoriser les définitions des énergies cinétique ou potentielle de position. L'objectif est de préparer l'élève au lycée en l'habituant à systématiquement questionner l'expression numérique, les unités, les ordres de grandeur.

Les propositions d'**investigation** et les **tâches complexes** sont nombreuses. La formulation des questions y est généralement très ouverte. L'essentiel nous a semblé de fournir des documents, y compris des documents non directement liés à la tâche proposée, pour permettre au professeur un questionnement varié, éventuellement différent de celui qui était prévu par les auteurs. Le livre du professeur donne des pistes d'exploitation et des réponses très précises. L'objectif est ici de dégager le professeur de la nécessité de constituer lui-même systématiquement un corpus, et d'offrir les moyens de stimuler la curiosité des élèves et de développer des compétences liées à la sélection et à la structuration des informations.

L'acquisition d'une véritable **culture scientifique** est l'un des grands objectifs, tant du manuel de cycle que des manuels de niveau. Une grande place est laissée aux retombées originales, voire étranges, des derniers développements de la recherche dans les domaines scientifiques explorés par le programme (Quel message envoyer à d'éventuels extraterrestres ; comment communiquer avec eux ? Comment chauffer une piscine avec les pertes thermiques d'un complexe informatique ? etc.). Les activités et les exercices permettent de donner des ordres de grandeurs. Surtout, ils sont contextualisés pour stimuler le **goût pour les sciences**. Le quotidien des élèves est très présent (Quelle pourrait bien être la vitesse d'un ver qui se déplace sur une pomme ? De quoi pourrait bien être constitué un petit « gadget » qui vérifie le respect de la chaîne du froid ? A-t-on le temps de pédaler jusqu'au lieu du tir d'un feu d'artifice quand on entend la première fusée ? Comment choisit-on l'élastique pour un saut ? etc.) Les questions socialement vives sont abordées de façon moins spécifique, puisque des activités à part entière y sont rarement consacrées, mais elles sont très fréquemment convoquées dans les exercices et problèmes pour que l'activité scolaire fasse toujours sens.

Plus concrètement, on constatera en feuilletant les manuels que partant de l'application de cours très cadrée « Je travaille des méthodes » (avec exercices résolus, exercices d'application, et surtout pédagogie différenciée), « J'apprends à apprendre », « Je me teste », l'élève va disposer de tous les outils nécessaires pour une progression fluide. Dans la rubrique « Je travaille des notions », le professeur dispose d'un vaste choix d'exercices pour, dès le début ou en fin de spirale, proposer aux élèves les plus avancés des exercices plus ouverts incluant des « tâches complexes » et des sujets pour préparer le brevet des collèges. La plupart des **sujets de type brevet** sont structurés en trois parties indépendantes traitant, bien entendu, du chapitre en cours, mais s'ouvrant aussi sur un autre domaine, très souvent avec une dimension interdisciplinaire. Le professeur pourra choisir deux blocs pour rester dans la limite des 30 minutes. Aux élèves plus à l'aise pourra être proposée la totalité du sujet puisque, dans le cadre de l'évaluation de fin de chapitre, le temps d'appropriation est moindre que lors d'une évaluation terminale.

Les auteurs

PROGRAMME DE PHYSIQUE CHIMIE CYCLE 4

Les sciences expérimentales et d'observation, dont font partie la physique et la chimie, explorent la nature pour en découvrir et expliciter les lois, acquérant ainsi du pouvoir sur le monde réel. Les finalités de leur enseignement au cours du cycle 4 sont de permettre à l'élève :

- d'accéder à des savoirs scientifiques enracinés dans l'histoire et actualisés, de les comprendre et les utiliser pour formuler des raisonnements adéquats ;
- de saisir par une pratique concrète la complexité du réel en observant, en expérimentant, en mesurant, en modélisant ;
- de construire, à partir des faits, des idées sur le monde qui deviennent progressivement plus abstraites et puissantes ;
- d'appréhender la place des techniques et des sciences de l'ingénieur, leur émergence, leurs interactions avec les sciences ;
- de percevoir les liens entre l'être humain et la nature ;
- d'expliquer les impacts engendrés par le rythme et la diversité des actions de l'être humain sur la nature ;
- d'agir en exerçant des choix éclairés, y compris dans ses choix d'orientation ;
- de vivre et préparer une citoyenneté responsable, en particulier dans les domaines de la santé et de l'environnement :
 - en construisant sa relation au monde, à l'autre, à son propre corps ;
 - en intégrant les évolutions économiques et technologiques, pour assumer en citoyen les responsabilités sociales et éthiques qui en découlent.

Au cours du cycle 4, l'étude des sciences – physique, chimie, sciences de la vie et de la Terre – permet aux jeunes de se distancier d'une vision anthropocentrée du monde et de leurs croyances, pour entrer dans une relation scientifique avec les phénomènes naturels, le monde vivant, et les techniques. Cette posture scientifique est faite d'attitudes (curiosité, ouverture d'esprit, remise en question de son idée, exploitation positive des erreurs...) et de capacités (observer, expérimenter, mesurer, raisonner, modéliser, ...). Ainsi, l'élève comprend que les connaissances qu'il acquiert, mémorise et qui lui sont déjà utiles devront nécessairement être approfondies, révisées et peut-être remises en cause tant dans la suite de sa scolarité que tout au long de sa vie.

Les objectifs de formation du cycle 4 en physique et chimie s'organisent autour de quatre thèmes :

- Organisation et transformations de la matière
- Mouvements et interactions
- L'énergie et ses conversions
- Des signaux pour observer et communiquer

Ces thèmes forment l'ossature d'une lecture scientifique du monde naturel, ils participent de la culture scientifique et technique, ils permettent d'appréhender la grande variété et l'évolution des métiers et des formations ainsi que les enjeux économiques en relation avec les sciences, notamment la physique et la chimie. La diversité des talents et des intelligences des élèves est mise en valeur dans le choix des activités, de la place donnée au concret ainsi qu'à l'abstrait. Ainsi est facilitée une orientation raisonnée des élèves au sein du parcours Avenir ou du parcours d'éducation artistique et culturelle.

La connaissance et la pratique de ces thèmes aident à construire l'autonomie du futur citoyen par le développement de son jugement critique, et lui inculquent les valeurs, essentielles en sciences, de respect des faits, de responsabilité et de coopération.

Ces quatre thèmes ont vocation à être traités tout au long du cycle 4. Ils sont interdépendants et font l'objet d'approches croisées, complémentaires et fréquentes, reprenant et approfondissant les notions tout au long du cycle. Il est possible d'atteindre les attendus de fin de cycle par différentes programmations sur les trois années du cycle, en partant d'observations d'objets ou de phénomènes pour aller vers des modèles plus élaborés, en prenant en compte la progressivité dans la présentation des notions abordées dans d'autres disciplines, notamment les mathématiques, les sciences de la vie et de la Terre et la technologie.

Compétences travaillées

Pratiquer des démarches scientifiques

- Identifier des questions de nature scientifique.
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique. Concevoir une expérience pour la ou les tester.
- Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.
- Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.
- Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations et mettre en œuvre des démarches propres aux sciences.

Domaine du socle : 4

Concevoir, créer, réaliser

- Concevoir et réaliser un dispositif de mesure ou d'observation.

Domaine du socle : 4, 5

S'approprier des outils et des méthodes

- Effectuer des recherches bibliographiques.
- Utiliser des outils numériques pour mutualiser des informations sur un sujet scientifique.
- Planifier une tâche expérimentale, organiser son espace de travail, garder des traces des étapes suivies et des résultats obtenus.

Domaine du socle : 2

Pratiquer des langages

- Lire et comprendre des documents scientifiques.
- Utiliser la langue française en cultivant précision, richesse de vocabulaire et syntaxe pour rendre compte des observations, expériences, hypothèses et conclusions.
- S'exprimer à l'oral lors d'un débat scientifique.
- Passer d'une forme de langage scientifique à une autre.

Domaine du socle : 1

Mobiliser des outils numériques

- Utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données, de simulations et de modèles numériques.
- Produire des documents scientifiques grâce à des outils numériques, en utilisant l'argumentation et le vocabulaire spécifique à la physique et à la chimie.

Domaine du socle : 2

Adopter un comportement éthique et responsable

- Expliquer les fondements des règles de sécurité en chimie, électricité et acoustique. Réinvestir ces connaissances ainsi que celles sur les ressources et sur l'énergie, pour agir de façon responsable.
- S'impliquer dans un projet ayant une dimension citoyenne.

Domaine du socle : 3, 5

Se situer dans l'espace et dans le temps

- Expliquer, par l'histoire des sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société.
- Identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers.

Domaine du socle : 5

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.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Décrire la constitution et les états de la matière	
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. <ul style="list-style-type: none">• 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 $m = \rho \cdot V$	Dans la continuité du cycle 2 au cours duquel l'élève s'est initié les différents états de la matière, ce thème a pour but de lui faire découvrir la nature microscopique de la matière et le passage de l'état physique aux constituants chimiques. Mise en œuvre d'expériences simples montrant la conservation de la masse (mais non conservation du volume) d'une substance lors d'un changement d'état. Si l'eau est le principal support expérimental – sans en exclure d'autres – pour l'étude des changements d'état, on pourra exploiter des données pour connaître l'état d'un corps dans un contexte fixé et exploiter la température de changement d'état pour identifier des corps purs. L'étude expérimentale sera l'occasion de mettre l'accent sur les transferts d'énergie lors des changements d'état. L'intérêt de la masse volumique est présenté pour mesurer un volume ou une masse quand on connaît l'autre grandeur mais aussi pour distinguer différents matériaux. Un travail avec les mathématiques sur les relations de proportionnalité et les grandeurs-quotients peut être proposé.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges. Estimer expérimentalement une valeur de solubilité dans l'eau. <ul style="list-style-type: none"> • Solubilité. • Miscibilité. • Composition de l'air. 	Ces études seront l'occasion d'aborder la dissolution de gaz dans l'eau au regard de problématiques liées à la santé et l'environnement. Ces études peuvent prendre appui ou illustrer les différentes méthodes de traitement des eaux (purification, désalinisation...).
Décrire et expliquer des transformations chimiques	
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. <ul style="list-style-type: none"> • 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. <ul style="list-style-type: none"> • Dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone. 	Cette partie prendra appui sur des activités expérimentales mettant en œuvre différents types de transformations chimiques : combustions, réactions acide-base, réactions acides-métaux. Utilisation du tableau périodique pour retrouver, à partir du nom de l'élément, le symbole et le numéro atomique et réciproquement.
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^- . <ul style="list-style-type: none"> • Ions H^+ et OH^-. • Mesure du pH. • Réactions entre solutions acides et basiques. • Réactions entre solutions acides et métaux. 	Ces différentes transformations chimiques peuvent servir de support pour introduire ou exploiter la notion de transformation chimique dans des contextes variés (vie quotidienne, vivant, industrie, santé, environnement). La pratique expérimentale et les exemples de transformations abordées sont l'occasion de travailler sur les problématiques liées à la sécurité et à l'environnement.
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. <ul style="list-style-type: none"> • Galaxies, évolution de l'Univers, formation du système solaire, âges géologiques. • Ordres de grandeur des distances astronomiques. Connaître et comprendre l'origine de la matière. Comprendre que la matière observable est partout de même nature et obéit aux mêmes lois. <ul style="list-style-type: none"> • La matière constituant la Terre et les étoiles. • Les éléments sur Terre et dans l'univers (hydrogène, hélium, éléments lourds : oxygène, carbone, fer, silicium...). • Constituants de l'atome, structure interne d'un noyau atomique (nucléons : protons, neutrons), électrons. 	Ce thème fait prendre conscience à l'élève que l'Univers a été différent dans le passé, qu'il évolue dans sa composition, ses échelles et son organisation que le système solaire et la Terre participent de cette évolution. L'élève réalise qu'il y a une continuité entre l'infiniment petit et l'infiniment grand et que l'échelle humaine se situe entre ces deux extrêmes. Pour la formation de l'élève, c'est l'occasion de travailler sur des ressources en ligne et sur l'identification de sources d'informations fiables. Cette thématique peut être aussi l'occasion d'une ouverture vers la recherche, les observatoires et la nature des travaux menés grâce aux satellites et aux sondes spatiales.

Repères de progressivité

Du cycle 2 au cycle 3, l'élève a appréhendé par une première approche macroscopique les notions d'état physique et de changement d'état d'une part et les notions de mélange et de constituants d'un mélange d'autre part. Le cycle 4 permet d'approfondir, de consolider ces notions en abordant les premiers modèles de description microscopique de la matière et de ses transformations, et d'acquérir et d'utiliser le vocabulaire scientifique correspondant.

Dès la classe de 5^e, les activités proposées permettent de consolider les notions d'espèce chimique, de mélange et de corps pur, d'état physique et de changement d'état, par des études quantitatives : mesures et expérimentations sur la conservation de masse, la non conservation du volume et la proportionnalité entre masse et volume pour une substance donnée. L'introduction de la grandeur quotient masse volumique se fait progressivement à partir de la classe de 4^e.

Les notions de miscibilité et de solubilité peuvent être introduites expérimentalement dès le début du cycle.

L'utilisation d'un modèle particulière pour décrire les états de la matière, les transformations physiques et les transformations chimiques peut être développée à partir de la classe de 5^e, même si le nom de certaines espèces chimiques a pu être rencontré antérieurement.

Les activités proposées permettent d'introduire expérimentalement des exemples de transformations chimiques dès la classe de 5^e, avec des liens possibles avec l'histoire des sciences d'une part, et les situations de la vie courante d'autre part.

L'utilisation d'équations de réaction pour modéliser les transformations peut être initiée en classe de 4^e dans des cas simples.

Le tableau périodique est considéré à partir de la classe de 4^e comme un outil de classement et de repérage des atomes constitutifs de la matière, sans qu'il faille insister sur la notion d'élément chimique. La description de la constitution de l'atome et de la structure interne du noyau peut être réservée à la classe de 3^e, et permet un travail sur les puissances de dix en lien avec les mathématiques.

La partie « Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers » peut être abordée tout au long du cycle comme objet d'étude et comme champ d'application pour le thème du programme « Organisation et transformations de la matière », ainsi que pour les thèmes « Mouvement et interactions » et « Des signaux pour observer et communiquer ». Elle permet aussi une articulation avec le programme de sciences de la vie et de la Terre.

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.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Caractériser un mouvement	
Caractériser le mouvement d'un objet. Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme. <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	L'ensemble des notions de cette partie peut être abordé à partir d'expériences simples réalisables en classe, de la vie courante ou de documents numériques. Utiliser des animations des trajectoires des planètes, qu'on peut considérer dans un premier modèle simplifié comme circulaires et parcourues à vitesse constante. Comprendre la relativité des mouvements dans des cas simples (train qui démarre le long d'un quai) et appréhender la notion d'observateur immobile ou en mouvement.
Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur	
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. <ul style="list-style-type: none"> • Action de contact et action à distance. • Force : point d'application, direction, sens et valeur. • Force de pesanteur et son expression $P = m g$. 	L'étude mécanique d'un système peut être l'occasion d'utiliser les diagrammes objet-interaction. Expérimenter des situations d'équilibre statique (balance, ressort, force musculaire). Expérimenter la persistance du mouvement rectiligne uniforme en l'absence d'interaction (frottement). Expérimenter des actions produisant un mouvement (fusée, moteur à réaction). Pesanteur sur Terre et sur la Lune, différence entre poids et masse (unités). L'impesanteur n'est abordée que qualitativement.

Repères de progressivité

L'étude d'un mouvement a commencé au cycle 3 et les élèves ont appris à caractériser la vitesse d'un objet par une valeur. Le concept de vitesse est réinvesti et approfondi dès le début du cycle 4 en introduisant les caractéristiques direction et sens. Les notions de mouvement et de vitesse sont régulièrement mobilisées au cours du cycle 4 dans les différentes parties du programme comme « Décrire l'organisation de la matière

dans l'Univers » et « Des signaux pour observer et communiquer ».

Que ce soit dans des situations d'objets en mouvement ou au repos, la notion d'interaction de contact ou à distance peut être abordée de manière descriptive dès le début du cycle 4. Progressivement et si possible dès la classe de 4^e, ces interactions sont modélisées par la notion de force caractérisée par une valeur, une direction, un sens et un point d'application.

En fin de cycle 4, un élève sait exploiter l'expression de la force de gravitation universelle quand son expression lui est donnée et la relation $P = mg$ tant au niveau expérimental que sur le plan formel.

La progressivité des apprentissages peut être articulée avec celle du programme de mathématiques dans les parties « Utiliser le calcul littéral » (thème A) et « Résoudre des problèmes de proportionnalité » (thème B).

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.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie Utiliser la conservation de l'énergie	
<p>Identifier les différentes formes d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cinétique (relation $E_c = \frac{1}{2}mv^2$), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse. <p>Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.</p> <p>Établir un bilan énergétique pour un système simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sources. • Transferts. • Conversion d'un type d'énergie en un autre • Conservation de l'énergie. • Unités d'énergie. <p>Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notion de puissance 	<p>Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante</p> <p>Les activités proposées permettent de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables.</p> <p>Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, énergies renouvelables.</p>
Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité	
<p>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.</p> <p>Exploiter les lois de l'électricité.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Mettre en relation les lois de l'électricité et les règles de sécurité dans ce domaine.</p> <p>Conduire un calcul de consommation d'énergie électrique relatif à une situation de la vie courante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puissance électrique $P = U.I$. • Relation liant l'énergie, la puissance électrique et la durée. 	<p>Les exemples de circuits électriques privilégient les dispositifs rencontrés dans la vie courante : automobile, appareils portatifs, installations et appareils domestiques.</p> <p>Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux économies d'énergie pour développer des comportements responsables et citoyens.</p>

Repères de progressivité

La notion d'énergie est présente dans d'autres thèmes du programme de physique-chimie et d'autres disciplines ; les chaînes d'énergie sont notamment étudiées en technologie. Il est donc souhaitable de veiller à une bonne articulation entre les différentes approches disciplinaires de l'énergie pour construire efficacement ce concept. L'étude du thème de l'énergie gagne à être présente chaque année.

La classe de 5^e est l'occasion de revenir sur les attendus du cycle 3 concernant les sources et les conversions de l'énergie. Progressivement, au cycle 4, les élèves font la différence entre sources, formes, transferts et conversions et se construisent ainsi une idée cohérente du délicat concept d'énergie.

La comparaison d'ordres de grandeur d'énergies ou de puissances produites ou consommées par des dispositifs peut être introduite dès la classe de 5^e.

La pleine maîtrise de la relation entre puissance et énergie est un objectif de fin de cycle. Elle s'acquiert en s'appuyant sur des exemples de complexité croissante.

L'expression littérale de l'énergie cinétique peut être réservée à la classe de 3^e. La pleine maîtrise de la notion de conservation de l'énergie est également un objectif de fin de cycle.

Le thème de l'électricité, abordé au cycle 2, ne fait pas l'objet d'un apprentissage spécifique au cycle 3. Certains aspects auront pu être abordés par les élèves au travers de l'étude d'une chaîne d'énergie simple ou du fonctionnement d'un objet technique.

Dès la classe de 5^e, la mise en œuvre de circuits simples visant à réaliser des fonctions précises est recommandée. L'étude des propriétés du courant électrique et de la tension peut être abordée dès la classe de 5^e notamment pour prendre en compte les représentations des élèves. En classes de 4^e et de 3^e, elle sera reprise avec le formalisme requis.

En classes de 4^e et de 3^e, les différentes lois de l'électricité peuvent être abordées sans qu'un ordre précis ne s'impose dans la mesure où la progression choisie reste cohérente. Les aspects énergétiques peuvent être réservés à la classe de 3^e.

Des signaux pour observer et communiquer

Attendus de fin de cycle

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

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<p>Signaux lumineux 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation, année lumière. • Modèle du rayon lumineux. 	<p>L'exploitation de la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux peut conduire à travailler sur les ombres, la réflexion et des mesures de distance. Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux risques d'emploi des sources lumineuses (laser par exemple). Les élèves découvrent différents types de rayonnements (lumière visible, ondes radio, rayons X...).</p>
<p>Signaux sonores Décrire les conditions de propagation d'un son. Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de propagation. • Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons. 	<p>Les exemples abordés privilégient les phénomènes naturels et les dispositifs concrets : tonnerre, sonar... Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux risques auditifs.</p>
<p>Signal et information</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre que l'utilisation du son et de la lumière permet d'émettre, de transporter un signal donc une information. 	

Repères de progressivité

À la fin du cycle 3, les élèves savent identifier un signal lumineux ou sonore et lui associer une information simple binaire. Au cycle 4, il s'agit d'enrichir les notions en introduisant les signaux et les informations analogiques permettant d'en caractériser une plus grande variété. Chaque situation mettant en œuvre une mesure sera l'occasion d'enrichir l'association signal-information en montrant comment l'exploitation d'un signal permet d'en extraire

de l'information. C'est aussi l'occasion d'utiliser la relation entre distance, vitesse et durée (en introduction ou en réinvestissement si elle a été vue dans la partie « Mouvement et interactions »). La maîtrise de la notion de fréquence est un objectif de fin de cycle.

Cet enrichissement peut être conçu en articulation avec la partie « Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet » du programme de technologie qui introduit les notions de nature d'un signal et d'une information.

Croisements entre enseignements

Quelques exemples de thèmes qui peuvent être travaillés avec plusieurs autres disciplines sont proposés ci-dessous. Cette liste ne vise pas l'exhaustivité et n'a pas de caractère obligatoire. Dans le cadre des enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI), monde économique et professionnel la diversité des métiers de la science peut être explorée.

Corps, santé, bien-être et sécurité

- En lien avec les SVT, la technologie
- Sécurité, de la maison aux lieux publics :** usage raisonné des produits chimiques, pictogrammes de sécurité, gestion et stockage des déchets chimiques au laboratoire, risque électrique domestique. Sécurité pour soi et pour autrui : risque et gestion du risque.

- En lien avec l'EPS, les SVT, les mathématiques, la technologie.

Chimie et santé : fabrication des médicaments, prévention.

Culture et création artistiques

- En lien avec les arts plastiques, l'éducation musicale, les SVT.

Son et lumière : sources, propagation, vitesse.

- En lien avec les arts plastiques, les SVT, les mathématiques.

Lumière et arts : illusion d'optiques, trompe-l'œil, *camera obscura*, vitrail (de la lumière blanche aux lumières colorées).

- En lien avec les arts plastiques, l'histoire des arts, le français.

Chimie et arts : couleur et pigments, huiles et vernis, restauration d'œuvres d'art.

- En lien avec les arts plastiques, la technologie, l'histoire, le français, les mathématiques

Architecture et actions mécaniques : architecture métallique (Tour Eiffel...).

Transition écologique et développement durable

- En lien avec les SVT, la technologie, les mathématiques, l'histoire et la géographie et le français

Chimie et environnement : transformations chimiques : sources de pollution, dépollution biochimique, chimie verte.

Recyclage des matériaux : tri des déchets, protection de l'environnement.

Qualité et traitement des eaux (purification, désalinisation...) : potabilité de l'eau, techniques d'analyse, protection et gestion de l'eau, station d'épuration.

L'eau : ressource ; vivant ; exoplanètes ; formes de vie ; vapeur d'eau et effet de serre naturel ; risques naturels (grêle, inondations, ...) ; barrages et énergie hydroélectrique.

Gestion des ressources naturelles : gestion et consommation d'eau, d'énergie ; exploitation des ressources par les êtres humains (eau, matériaux, ressources énergétiques...); découverte et utilisation : les rapports à l'eau, aux richesses minières.

Énergie : production, consommation, pertes, gaspillage, économie, énergies renouvelables.

Information, communication, citoyenneté

- En lien avec la technologie, l'EMI.

Information et communication : signaux sonores (émetteurs et récepteurs sonores : micro...) signaux lumineux, signaux électriques.

- En lien avec l'EMI, les SVT, les mathématiques, le français, des travaux peuvent être proposés sur la distinction entre les connaissances et les croyances, la sécurité pour soi et pour autrui.

Langues et cultures de l'Antiquité

- En lien avec les langues de l'Antiquité, l'histoire, les mathématiques, la technologie

Histoire des représentations de l'Univers : les savants de l'école d'Alexandrie (Ératosthène et la mesure de la circonférence de la Terre, Hipparque et la théorie des mouvements de la Lune et du Soleil, Ptolémée et le géocentrisme, Aristote et la rotondité de la Terre...), les instruments de mesure (astrolabe, sphère armillaire...).

- En lien avec les langues de l'Antiquité, l'histoire, les mathématiques, la technologie.

Sciences et Antiquité : héritage de la Grèce antique dans la construction de la science.

Langues et cultures étrangères ou, le cas échéant, régionales

- En lien avec les langues vivantes, des thèmes sont possibles autour de la question de l'universalité de la science.

Monde économique et professionnel

- En lien avec la technologie, les SVT, des travaux sont possibles sur les applications des recherches en physique et en chimie impactant le monde économique : industrie chimique (médicaments, purification de l'eau, matériaux innovants, matériaux biocompatibles...), chaînes de production et de distribution d'énergie, métrologie...

Sciences, technologie et société

- En lien avec l'histoire, les mathématiques, la SVT, la technologie.

Histoire du monde : de l'Antiquité à Kepler.

- En lien avec les mathématiques, l'histoire, la géographie, la technologie, des projets peuvent être proposés sur les instruments scientifiques, les instruments de navigation.

Présentation du chapitre

La transformation chimique est introduite dès le cycle 3 comme la conséquence d'un mélange donnant lieu à la disparition de certaines substances : les réactifs, et à l'apparition de nouvelles substances : les produits. Depuis le début du cycle 4, le modèle particulaire de la matière a permis de modéliser la transformation chimique comme une réaction amenant un réarrangement des atomes et cela a pu être détaillé par l'exemple de combustions.

En début de 3^e, on pourra éventuellement, par l'activité 1, revoir les notions de mélange, de transformation physique et chimique, mais très vite on présentera des transformations mettant en jeu les solutions acides introduites dans les classes précédentes.

L'activité 2 propose, sous forme d'investigation, un cas concret, celui du jus de citron dont on souhaite diminuer l'acidité. L'activité 3 a pour contexte le laboratoire où l'augmentation de température et la variation du pH sont les indicateurs de l'existence d'une transformation acidobasique faisant suite au mélange de solutions acide et basique.

Présentées sur une double page, les activités 4 et 5 offrent l'occasion d'interpréter complètement une expérience et de consolider la notion d'ions, l'entité étant simplement citée dans les classes précédentes sans être manipulée : après avoir mis en présence du fer et de l'acide chlorhydrique, les produits de la réaction sont caractérisés (activité 4) puis une représentation s'appuyant sur le modèle particulaire de la matière est recherchée (activité 5).

Les exercices vont permettre de consolider les compétences liées à la réalisation, la description et l'interprétation des expériences : règles de sécurité, tests, descriptions à l'oral ou à l'écrit. Ils sont aussi l'occasion de faire le lien entre ce qui est appris en classe et observé dans la vie quotidienne : avec quel produit nettoyer un bibelot en métal (exercice 23) ? Le séchage d'une peinture est-il une transformation physique (exercice 28) ? Etc.

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► Une fragrance est une odeur. Une odeur est perçue parce que les molécules caractéristiques viennent stimuler les récepteurs olfactifs. Quand on crée une fragrance, on veut, en général, dire que l'on a associé différentes molécules pour créer un tout perçu comme un parfum (par exemple, on mélange une odeur de vanille avec une odeur de framboise). Les molécules présentes dans les parfums, et qui leur donnent leur odeur, peuvent être d'origine naturelle (vanilline présente dans les gousses de vanille) ou artificielle (molécule qui n'a pas été trouvée dans la nature, mais qui a été synthétisée, par exemple l'éthylvanilline). Des chimistes travaillent avec des parfumeurs pour créer de nouvelles molécules dont l'odeur est intéressante et qui n'existent pas dans la nature.

Remarque : une molécule qui existe dans la nature peut, par ailleurs, être synthétisée, c'est-à-dire obtenue en laboratoire parce que les ressources naturelles sont insuffisantes ou trop coûteuses à exploiter. Un chimiste travaillant pour un parfumeur peut essayer de synthétiser une molécule extraite d'une plante rare.

Activité 1 Transformation chimique, transformation physique ou mélange ?

Réponse aux questions

1.

		Situation								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
Au début de l'expérience	Nom de la ou des substance(s)	Pâte de verre	Fusain Dioxygène	Sucre Eau	Calcaire Vinaigre	Huile Vinaigre	Eau	Eau salée	Vapeur d'eau	Jus de raisin
	État(s) physique(s) observé(s)	Liquide	Solide Gazeux	Solide Liquide	Solide Liquide	Liquide	Liquide	Liquide	Gazeux	Liquide
À la fin de l'expérience	Nom de la ou des substance(s)	Verre	Dioxyde de carbone	Eau sucrée	Dioxyde de carbone	Vinai-grette	Cristaux de glace	Eau Sel	Rosée	Vin
	État(s) physique(s) observé(s)	Solide	Gazeux	Liquide	Gazeux	Liquide	Solide	Liquide Solide	Liquide	Liquide

2. Mélanges : c, e, g.

Transformation physique : a, f, h.

Transformation chimique : b, d, i.

Remarque : l'obtention de neige avec un canon à neige est en toute rigueur le résultat d'un mélange d'eau et d'air. En France, l'ajout d'autres substances est interdit pour des raisons écologiques.

Activité 2 Comment diminuer l'acidité d'une boisson ?

INVESTIGATION

Réponse à la consigne

Les résultats des tests au papier pH sont les suivants :

- Jus de citron seul (de pH égal à 2) : le jus de citron est acide. Ce test sert de témoin.
- Sucre (le pH reste égal à 2) : l'ajout de sucre ne change rien.
- Eau (le pH augmente jusqu'à 3-4) : l'acidité est diminuée.
- Bicarbonate de sodium (la valeur du pH monte à 6) : l'acidité est diminuée.

On voit qu'ajouter du bicarbonate de sodium est le plus efficace pour augmenter le pH de la boisson.

Remarque : après ajout de bicarbonate de sodium, le jus de citron est le siège d'une réaction chimique qui consomme des ions H^+ ; l'acidité de la solution diminue.

Commentaires pédagogiques

- Les élèves peuvent tester les différentes solutions grâce au papier pH.

Ils peuvent tester d'autres solutions proposées en classe.

- On peut faire remarquer que l'introduction de faibles quantités de sucre ou de bicarbonate de sodium peut faire beaucoup varier le pH.

Activité 3 Quelles sont les conséquences d'un mélange acido-basique ?

Réponse aux questions

1. a. Les pictogrammes de sécurité signifient que les solutions sont corrosives et peuvent provoquer des brûlures de la peau et des blessures graves aux yeux. Elles sont aussi corrosives pour les métaux.

b. Il faut donc porter des gants et des lunettes.

2. a. pH = 1

b. C'est une solution acide car le pH est inférieur à 7.

3. a. pH = 12

b. C'est une solution basique car le pH est supérieur à 7.

4. Après l'ajout d'un peu de soude, la température s'élève de 19,9 °C à 24,5 °C. Au cours de la transformation chimique, la température augmente. Puis, si l'on continue à ajouter de la soude, la température n'augmente plus mais diminue : c'est l'effet de l'ajout d'une grande quantité de liquide froid, alors qu'il n'y a plus de réactif et que la transformation chimique ne peut plus avoir lieu.

5. Entre (b) et (c), le pH augmente considérablement. On passe de 0,69 à 12,46.

6. Lors des premiers ajouts de soude, le pH augmente très peu. Puis, on observe un saut de plus de 11 unités de pH. Enfin, lors des ajouts de soude ultérieurs, le pH ne varie pratiquement plus.

La réaction acide/base est une transformation chimique.

Activité 4 Quelle est l'action d'une solution acide sur le métal ?

Réponse aux questions

1. Les ions mis en évidence sont les ions Fe^{2+} et H^+ .

2. Les réactifs sont le fer et l'acide chlorhydrique.

3. Les bulles indiquent qu'il y a une transformation chimique. Un gaz apparaît qui n'était pas présent au départ.

4. Les produits de la transformation chimique sont : les ions fer II (chlorure de fer II) et le dihydrogène.

5. Acide chlorhydrique + fer \rightarrow ions fer II (chlorure de fer II) + dihydrogène

6. Il semble possible d'endommager les barreaux en fer d'une prison avec de l'acide, mais les détruire complètement nécessiterait une grande quantité d'acide et demanderait beaucoup de temps.

De plus, les barreaux de prison sont généralement en acier qui est un alliage beaucoup plus résistant à la corrosion que ne l'est le fer.

Activité 5 Comment modéliser une transformation chimique ?

Réponse aux questions

1. Dans l'acide chlorhydrique, il y a des ions hydrogène H^+ , des ions chlorure Cl^- et des molécules d'eau, H_2O . Les ions responsables de l'acidité sont les ions H^+ .

2. Les ronds gris représentent des atomes de fer. Ils sont collés les uns aux autres pour représenter un état compact ordonné, l'état solide. Il reste des ronds gris après 40 minutes car tout le fer n'a pas réagi.

3. Les ronds blancs représentent les atomes d'hydrogène. Ils sont groupés par deux car ils ont formé des molécules de dihydrogène.

4. Les groupes de ronds blancs sont espacés les uns des autres car les molécules de dihydrogène se trouvent à l'état gazeux, état désordonné et dispersé.

5. Les réactifs sont les ions hydrogène et les atomes de fer. Les produits sont le dihydrogène et les ions fer II.

6. $2 H^+ + Fe \rightarrow Fe^{2+} + H_2$

Remarque : on notera que, dans la réalité, le nombre d'entités chimiques intervenant dans la transformation est bien plus important que ce qui est représenté : de l'ordre de la mole (notion qui sera introduite au lycée seulement), c'est-à-dire de 10^{23} .

Corrigés des exercices

J'apprends à apprendre

1. S'interroger et chercher si les produits du quotidien sont acides ou basiques

Les produits acides du quotidien sont, par exemple : le shampoing de Déborah, le citron, la terre de bruyère.

Les produits basiques sont : le déboucheur de la douche ou le bicarbonate de sodium.

Je me teste

3. Associer chaque pictogramme à sa signification



↔ Corrosif



↔ Explosif



↔ Dangereux pour l'environnement



↔ Inflammable



↔ Hautement toxique

4. Classer des solutions acido-basiques de la plus basique à la plus acide

Eau de Javel, eau de mer, sang, jus de pomme.

5. Expliquer les dangers

1. Réponse **a.** ou **b.**

2. Réponse **a.**

3. Réponse **a.** ou **b.**

6. Choisir le bon terme

1. *augmente* / 7

2. *augmente*

7. Retrouver la ou les bonne(s) proposition(s)

1. Réponse **a.**

2. Réponses **b.** et **c.**

3. Réponse **c.** (on peut bien sûr aussi réaliser les autres tests mais ils seront négatifs).

4. Réponse **c.**

5. Réponse **a.**

8. Vrai ou faux ?

a. Vrai

b. Faux

c. Vrai

Je travaille des compétences

9. Décrire oralement une expérience

Groupe A

Lorsque Julie verse de l'acide chlorhydrique dans un tube à essai contenant un clou en fer, il se produit un dégagement gazeux (effervescence). À la fin de la transformation, la solution a changé de couleur (jaunâtre).

Si l'on approche une flamme de l'ouverture du tube à essai, la flamme s'éteint et il se produit une légère détonation. Ces observations sont caractéristiques de présence du dihydrogène et l'expérience réalisée constitue un test de présence du dihydrogène (de formule H_2). En versant quelques gouttes de soude dans la solution finale, Julie observe un précipité vert : la solution contient donc des ions fer II (de formule Fe^{2+}).

De nouvelles espèces chimiques se sont formées : il s'agit donc d'une transformation chimique.

Groupe B

1. On place un clou en fer dans un tube à essai avant d'y verser de l'acide chlorhydrique.

2. On observe alors un dégagement gazeux au niveau du clou tandis que la solution se colore en vert.

Lorsque l'on approche une flamme du tube on entend une légère détonation et la flamme est soufflée. Il y a donc eu un dégagement de dihydrogène.

3. Lorsque l'on ajoute quelques gouttes de soude dans le tube, on observe la formation d'un précipité vert : la solution contient donc des ions fer II (de formule Fe^{2+}).

Groupe C

1. Pour réaliser la transformation chimique :

a. Julie a utilisé de l'acide chlorhydrique.

b. Julie a utilisé un clou en fer.

2. Lorsque l'on met en contact les deux réactifs, on observe un dégagement gazeux au niveau du clou tandis que la solution se colore en vert.

3. 4. et 5. À la fin de l'expérience, Julie fait deux tests pour mettre en évidence les produits de la réaction.

• Elle approche une allumette enflammée de l'ouverture du tube à essai, la flamme s'éteint et on entend une légère détonation : du dihydrogène s'est formé. Julie a donc réalisé le test du dihydrogène.

• Lorsqu'elle ajoute de la soude dans la solution finale, un précipité vert se forme : la solution contient donc des ions fer II. Julie a réalisé le test des ions fer II.

10. Comprendre les règles de sécurité

Groupe A

1. On ne doit pas mélanger l'eau de javel avec un autre produit ménager : « Attention ! Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits. Peut libérer des gaz dangereux (chlore). »

2. Lorsque l'on mélange des produits ménagers, une transformation chimique peut avoir lieu. Un nouveau produit peut se former (un gaz toxique, par exemple). Il faut donc bien lire les étiquettes des produits et connaître les pictogrammes de sécurité.

Groupe B

1. Lorsque l'on mélange des produits ménagers, une transformation chimique peut avoir lieu. Un nouveau produit peut se former (un gaz toxique par exemple). Il faut donc bien lire les étiquettes des produits et connaître les pictogrammes de sécurité.

2. « Utiliser un produit en combinaison avec un autre » veut dire « utiliser deux produits en même temps ».

Groupe C

1. On peut lire sur l'étiquette : « *Attention ! Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits. Peut libérer des gaz dangereux (chlore).* »

On ne peut donc pas mélanger l'eau de Javel et un autre produit ménager.

2. Les solutions acides ou basiques présentent des dangers indiqués par les pictogrammes de sécurité : produits corrosifs, irritants...

Lorsqu'on mélange des produits ménagers, une transformation chimique peut avoir lieu.

Un nouveau produit peut se former (un gaz toxique par exemple).

Il faut donc bien lire les étiquettes des produits et connaître les pictogrammes de sécurité.

Je travaille des notions

11. Décrire l'aspect d'un constituant

- ① Limpide
- ② Effervescence
- ③ Hétérogènes
- ④ Précipité
- ⑤ Trouble
- ⑥ Homogène
- ⑦ Incolore
- ⑧ Incandescence

12. Choisir le mot ou le groupe de mots qui convient le mieux

1. Le *monoxyde* de carbone est un gaz *toxique* quelle que soit la dose alors que l'on absorbe sans être malade du *dioxyde de carbone* chaque fois que l'on boit une boisson pétillante.

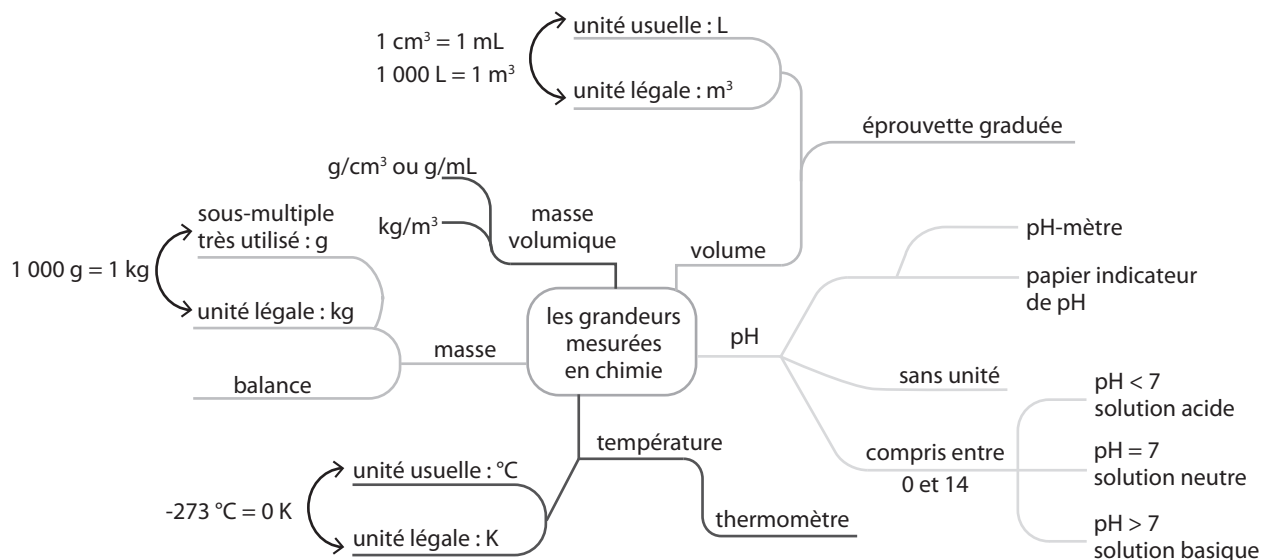
2. La vipère est un animal dangereux. S'en approcher c'est courir un risque.

3. On écrit « *je conclus* » car le verbe « *concluer* » n'existe pas.

4. Lorsqu'on fait brûler du bois, le dioxygène est *le comburant*.

13. Réviser à l'aide d'une carte mentale

Exemple de carte mentale :



14. Bracelets lumineux

1. Lorsque l'on plie le collier, la capsule en verre entourant le liquide A se rompt. Les deux liquides se mélangent et réagissent.

2. Les colliers ne brillent plus le lendemain car la transformation s'est produite jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de l'un des réactifs.

3. Il s'agit d'une transformation chimique car une nouvelle substance est apparue, la transformation s'accompagnant de dégagement d'énergie lumineuse.

Au bout d'un certain temps, il y a arrêt de la transformation (l'arrêt lui-même montre qu'il y a bien eu transformation avant) pour la raison explicitée à la question 2.

15. Acide, neutre ou basique ?

Pour savoir si une solution est acide, neutre ou basique, il faut mesurer son pH.

Pour cela, on peut utiliser du papier indicateur de pH. On coupe un petit morceau de papier que l'on dépose dans une soucoupe.

À l'aide d'un agitateur en verre, on prélève une goutte de la solution à tester, que l'on dépose sur le papier. La couleur prise par le papier indicateur de pH permet alors d'estimer la valeur du pH de la solution.

16. Acid-free paper

1. *Acidic* : acide. *Alkaline* : alcalin, basique.

2. Yanis achètera sans doute du papier dit « acid-free » (sans utilisation d'acide pour le blanchiment) car ce papier peut se conserver plus longtemps.

17. Solution acide ou basique ?

Solutions acides : jus de pamplemousse, soda, vinaigre

Solutions basiques : soude, eau de mer

Solutions neutres : lait, eau distillée

18. Bois de chauffage

1. La masse de la buche est de 1,9 kg. L'énoncé donne la valeur du diamètre qui est le double du rayon du cylindre. La longueur correspond à la hauteur du cylindre. Le rayon et la hauteur du cylindre doivent être convertis en mètres.

$$r = \frac{d}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m} \text{ et } h = \ell = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

On remplace les valeurs dans la formule :

$$V = \pi \times r^2 \times h = \pi \times 0,05^2 \times 0,3 \approx 2,36 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

2. a. La formule reliant la masse volumique, la masse et le volume est : $\rho = \frac{m}{V}$.

b. La masse volumique de la buche est :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,9}{2,36 \times 10^{-3}} \approx 805 \text{ kg/m}^3$$

3. L'essence de bois de la buche de Maya est donc du hêtre (c'est la valeur de masse volumique la plus proche).

19. L'aquarium

1. Comme 1 L d'eau pèse 1 kg, 112 L d'eau pèseront 112 kg. Si l'on remplit l'aquarium, on dépasse donc la masse maximale de 80 kg que le meuble peut supporter.

2. Masse d'eau maximale m_{eau} que Lucas peut verser dans l'aquarium : $m_{\text{eau}} = m_{\text{MAX}} - m_{\text{aquarium}} = 80 - 28,5 = 51,5 \text{ kg}$.

3. Comme 1 litre d'eau pèse 1 kg, le volume maximal d'eau que Lucas peut verser sans endommager le meuble est de 51,5 L.

20. Analyser un graphique

1. La grandeur représentée en abscisses est le volume de soude versé en mL.

2. La grandeur représentée en ordonnées est le pH.

3. Le titre de ce graphique pourrait être « Variation du pH de la solution en fonction du volume de soude versé ».

4. La valeur du pH au début de l'expérience correspond à l'ordonnée à l'origine, c'est-à-dire 2.

5. La valeur du pH à la fin de l'expérience est d'environ 11,5.

6. Pour avoir un pH égal à 7, il est difficile de dire quel volume il faut verser car le pH varie très rapidement dans cette zone. La lecture est difficile sur le graphe. En pratique, cependant, on peut essayer de verser la soude goutte à goutte à partir d'un volume de 18 mL.

Remarque : *il n'est pas certain que l'on pourra « bloquer » le pH à 7.*

21. L'eau des poissons

1. Seuls (b) et (c) permettent d'évaluer si le pH est compris entre 7,0 et 7,4. Cela est impossible avec du papier pH gradué de 1 en 1.

2. Pour (b) : après avoir mis en contact le pH-mètre et l'eau, on lit directement la mesure de pH.

Pour (c) : après avoir mis en contact le papier pH et l'eau, on compare la couleur à l'échelle de pH présente sur la boîte de papier pH.

3. L'espèce dissoute responsable d'un pH trop acide est l'ion H^+ .

4. On peut augmenter le pH en ajoutant de l'eau donc le pH est moins acide que celui de l'eau de l'aquarium.

22. Lave-vaisselle et métaux

1. L'ion responsable du caractère acide du liquide de rinçage est l'ion hydrogène.

2. La formule de l'ion fer II est Fe^{2+} .

3. On peut mettre en évidence la formation de dihydrogène en approchant une allumette enflammée : on entend alors une détonation.

4. Les réactifs de la transformation chimique sont l'acide et le fer.

5. Les produits de cette transformation sont l'ion fer II et le dihydrogène.

6. Les produits de rinçage sont acides pour qu'ils réagissent avec le calcaire et évitent sa formation.

23. Acide et métaux

1. a. L'aluminium et le zinc réagissent manifestement avec l'acide chlorhydrique puisque l'on observe une effervescence.

b. Le gaz formé est sans doute du dihydrogène.

c. On peut tester cette hypothèse grâce au test à l'allumette. En approchant une allumette du dihydrogène, la flamme s'éteint et on entend une légère détonation.

Corrigés des problèmes

24. La bouteille bleue

1. L'étape 1 de cette expérience correspond à un mélange.

Remarque : *on ne fait, à l'échelle de temps de quelques secondes, qu'introduire les différents constituants. Par contre, si l'on attend pour observer, on est dans l'étape 2 et une transformation a eu lieu.*

2. L'étape 2 correspond à une transformation chimique car la couleur bleue disparaît : il y a au moins les réactifs responsables de la couleur bleue qui disparaissent.

3. Lorsque l'on secoue le ballon, on mélange de l'air à la solution qui change de couleur : des produits responsables de la couleur bleue apparaissent, c'est donc que le mélange donne lieu à une transformation chimique de ses constituants initiaux.

Remarque : comme le suggère le paragraphe B, on dissout le dioxygène présent dans l'air, c'est le dioxygène de l'air qui réagit pour redonner la couleur bleue à la solution. Lorsque l'on a fait apparaître la couleur bleue plusieurs fois, il n'y a plus de dioxygène dans le ballon et le « tour de magie » n'est plus possible.

25. Proportionnalité

1. a. L'air est composé de 78 % de diazote, 21 % de dioxygène et 1 % d'autres gaz.

b. Pour 50 g de butane, il faut 140 L de dioxygène soit 0,140 m³.

m ³			dm ³ (ou L)		
			1	4	0

Il faut 0,14 m³ de dioxygène pour brûler 50 g de butane. Or, l'air contient environ 20 % de dioxygène.

$$\text{Donc : } V_1 = 0,14 \times 100 : 20 = 0,7 \text{ m}^3$$

Il faut donc 0,7 m³ d'air pour brûler 50 g de butane.

2. 1 L = 1 dm³ = 0,001 m³ donc d'après la réponse à la question 1., il faut 700 L d'air pour brûler 50 g de butane. Alors pour brûler le contenu de 13 kg (soit 1300 g) de butane, il faut :

$$V_2 = 1\,300 \times 700 : 50 = 18\,200 \text{ L soit } 18,2 \text{ m}^3$$

Il faut donc 18,2 m³ d'air pour brûler le contenu d'une bouteille de 13 kg de butane.

3. On calcule du volume d'air contenu dans la pièce :

$$V_3 = 6 \times 4 \times 2,50 = 60 \text{ m}^3$$

Le volume d'air nécessaire pour brûler 13 kg de butane représente 1/3 de l'air contenu dans la pièce.

Il faut donc bien aérer la pièce au cours de cette transformation chimique qui consomme 1/3 de l'air contenu dans la pièce.

26. Composition d'une météorite

Pour vérifier que le métal de cette météorite est du fer, on peut approcher un aimant : s'ils sont attirés l'un vers l'autre, cela signifie qu'il y a du fer dans la météorite !

On peut aussi ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique sur un échantillon de métal. On obtiendra ainsi un dégagement gazeux de dihydrogène (que l'on peut caractériser en approchant une allumette enflammée) et une solution ionique.

Ainsi, on peut faire un test de précipitation sur la solution obtenue.

Si le précipité est vert, cela prouve la présence d'ions fer II, et donc de fer dans la météorite.

27. Combustion du butane

1. Aristide pense que l'expérience est une combustion complète du butane et qu'il se forme du dioxyde de carbone (et de l'eau).

2. Le protocole est le suivant :

- Utiliser une pince pour maintenir un bécher au dessus de la flamme du briquet à l'aide d'une pince.
- Retourner le bécher et y introduire immédiatement de l'eau de chaux.

3. Observations : Les parois du bécher se recouvrent de gouttelettes liquides incolores. L'eau de chaux se trouble dans le tube à essai.

Interprétation : Comme l'eau de chaux se trouble, il y a du dioxyde de carbone.

Conclusion : Le dioxyde de carbone est un produit de la combustion du butane.

Remarque : les gouttelettes liquides incolores sont des gouttelettes d'eau. Ces dernières peuvent être mises en évidence à l'aide de sulfate de cuivre anhydre.

28. Peinture à l'eau ou peinture à l'huile ?

1. Lorsqu'on laisse une solution aqueuse de sucre à l'air pendant quelques jours, l'eau s'évapore et le sucre se cristallise. On retrouve à l'état solide le sucre qui s'était dissous dans l'eau.

2. Le solvant de la peinture sert à dissoudre les pigments.

3. Guillaume pense que lorsqu'on étale la peinture sur la surface à peindre, le solvant permet de répartir les pigments avant de s'évaporer. Dans le cas d'une peinture à l'eau, il pense qu'il reste simplement sur le mur, après séchage, c'est-à-dire évaporation de l'eau, une fine couche solide de pigments, et qu'ils vont facilement se dissoudre dans tout nouvel apport d'eau.

Remarque : c'est ce qui se produit avec de la gouache, ces pigments restent solubles dans l'eau s'ils ne se sont pas trop incrustés dans la surface peinte (si elle était lisse et non rugueuse comme du papier).

4. Katia pense qu'il y a également une transformation chimique qui se produit. Il ne s'agit donc pas d'un simple séchage mais d'une transformation chimique. L'eau sert à étaler les pigments mais une transformation chimique se produit aussi au contact de l'air. Lorsque l'eau s'évapore (et une partie reste d'ailleurs emprisonnée dans la peinture « sèche ») ce qui reste n'est pas simplement les pigments, mais une nouvelle substance qui, elle, n'est pas soluble dans l'eau.

Remarque : pour beaucoup de peinture, cette nouvelle substance peut être récupérée comme une pellicule un peu élastique qui se détache de la surface peinte lorsqu'on gratte.

29. Ocean acidification

1. Le phénomène qui menace les espèces marines est l'acidification des océans.

2. L'espèce la plus menacée est le corail.

3. L'augmentation de l'acidité est due à la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau.

Le dioxyde de carbone étant de plus en plus produit par les activités humaines.

30. Des brûlures d'estomac

1. Bicarbonate de soude.

2. « Neutraliser un acide » : augmenter son pH pour qu'il s'approche de la valeur 7.

3. Elle mesure le pH de la solution obtenue après ajout de bicarbonate de sodium.

4. Le bicarbonate de sodium peut réduire la sensation de brûlures d'estomac en augmentant le pH de l'estomac.

31. Comment réaliser une gravure à l'eau forte ?


L'acide nitrique est un oxydant très puissant qui peut réagir de manière explosive avec des métaux.


Il est remplacé par le perchlorure de fer qui est un réactif moins toxique.

Corrigés du Sujet Brevet

Sujet 3. Produits ménagers : quels dangers ?

1. Signification des pictogrammes :

	<ul style="list-style-type: none">- Corrosif, pouvant provoquer des brûlures de la peau et des blessures graves aux yeux- Également corrosif pour les métaux
--	---

	<ul style="list-style-type: none">- Hautement toxique (dangereux)- Provoque une sensibilisation cutanée ou une irritation de la peau ou des yeux- Irritant pour les voies respiratoires- Narcotique, provoque une somnolence ou des vertiges- Dangereux pour la couche d'ozone
--	--

2. Produit corrosif pour les métaux, provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.

3. Les précautions à prendre sont :

- Utiliser des gants.
- Porter des lunettes.
- Se vêtir d'une blouse.
- Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits.

4. L'utilisation d'un détartrant est une transformation chimique car le tartre réagit avec l'acide pour former un nouveau produit : le dioxyde de carbone. On observe aussi une effervescence lors de la transformation chimique.

5. Les protocoles sont les suivants :

Avec un pH-mètre :

- Mettre dans un bécher le produit ménager à tester.
- Plonger le pH-mètre dans le produit à tester et lire la valeur de pH indiquée.

Avec du papier pH :

- Verser un peu du produit ménager à tester dans un bécher puis en prélever un peu à l'aide d'une pipette.
- Déposer une goutte de produit ménager sur une bandelette de papier pH.
- Comparer la teinte obtenue avec l'échelle de pH disponible sur la boîte de papier pH.

6. Le détartrant est acide donc son pH est inférieur à 7. Seule la valeur 2 est inférieure à 7 donc le pH du détartrant vaut 2.

$$7. \rho = \frac{m}{V} \text{ donc } m = \rho \times V$$

$$m = 1,01 \times 1 = 1,01 \text{ kg}$$

On peut donc considérer que la masse de 1 L d'acide chlorhydrique est de 1 kg.

8. Le détartrant contient de l'acide chlorhydrique à 23 % donc 100 g de solution contient 23 g de chlorure d'hydrogène dissout.

Donc pour 1 000 g, soit 1 kg, on a 230 g de chlorure d'hydrogène dissout.

$$M = 1\,000 \times 23 : 100 = 230 \text{ g}$$

La masse de chlorure d'hydrogène dissout dans une bouteille de 1 L est de 230 g.

$$9. 1\,000 - 230 = 770 \text{ g.}$$

La masse d'eau contenue dans cette même bouteille est de 770 g.

10. Il y a eu une transformation chimique car il y a une effervescence.

11. Le produit ménager ne convient pas pour nettoyer la statuette de Carl car il réagit avec le fer.

12. Fer + détartrant → dihydrogène (+ autres produits).

Présentation du chapitre

Ce chapitre a pour objectif d'achever la structuration des notions introduites dans le contexte du thème « Organisation et transformations de la matière ». On pourra le traiter en tant que tel, ou bien proposer des activités ou des exercices qui en seront extraits selon les besoins ressentis pour consolider et approfondir ce qui aura été vu antérieurement.

Les notions de masse et de volume sont reprises pour terminer de construire la notion de masse volumique dans l'activité 1 ; les exercices permettent, en classe de 3^e, de rendre complètement opératoire l'expression $m = \rho \times V$.

Le vocabulaire permettant de désigner les différentes entités chimiques qui ont pu être manipulées dans le cadre scolaire ou citées plus ordinairement dans la vie quotidienne, est ensuite repris de façon plus systématique. L'activité 2 revient sur la classification de Mendéléïev. Présentées en double page, les activités 3 et 4 permettent de lister les espèces chimiques présentes dans les solutions aqueuses, en rappelant leur origine fréquente, la dissolution d'un solide. Leur contexte est celui de la santé puisqu'il s'agit d'étudier les solutions de réhydratation orale et de s'interroger sur la potabilité des eaux. Les tests des ions métalliques sont présentés dans l'activité 5 et le caractère acide ou basique des solutions est interprété en terme d'abondance relative en ions OH⁻ ou H⁺.

Ce chapitre peut aussi être l'occasion d'attirer l'attention des élèves sur les usages courants des différents termes. Ainsi, on dit fréquemment « du nitrate d'argent » ou « du sulfate de cuivre » dans une sorte de métonymie (figure de style qui fait désigner le tout par une de ses parties) qu'il conviendrait d'éviter pour plutôt parler de « solution de nitrate d'argent » ou « solution de sulfate de cuivre ».

On notera à ce sujet qu'il est en revanche incorrect de parler de « solution de soude » ou de « solution d'acide chlorhydrique ». La soude désigne la solution d'hydroxyde de sodium dans l'eau et l'acide chlorhydrique désigne la solution de chlorure d'hydrogène.

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► Ce lac est très acide et pourrait provoquer des « brûlures chimiques ». On appelle brûlures chimiques des lésions de la peau dues aux transformations chimiques qui ont lieu entre la peau et les substances avec lesquelles elle entre en contact comme ici les espèces chimiques responsables de l'acidité du lac.

Activité 1 Peut-on transporter tout ce sable dans la voiture ?

1. Définition de la masse volumique :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\frac{m}{V} = \rho$$

$$V \times \frac{m}{V} = \rho \times V$$

$$m = \rho \times V$$

2. Masse volumique du sable sec : 160 kg/m³.

3. Masse maximale que la voiture peut transporter = Poids total autorisé en charge – Poids à vide = 640 kg
La voiture transporte le sable ET le conducteur.
La masse de sable que l'on peut transporter en 1 voyage est 640 – 80 = 560 kg.
La masse maximale de sable sec que l'on peut transporter en un seul voyage est de 560 kg.

4. $V = \frac{m}{\rho} = \frac{560}{1600} = 0,35 \text{ m}^3$

Le volume maximal que l'on peut transporter lors d'un seul voyage est de 0,35 m³.

5. Pour réaliser la terrasse, 1,4 m³ de sable est nécessaire. À chaque voyage les parents de Marion peuvent transporter dans la voiture 0,35 m³ de sable.

$$\text{Nombre de voyages} = \frac{\text{volume total de sable nécessaire}}{\text{volume de sable transporté lors d'un voyage}}$$

$$\text{Nombre de voyages} = \frac{1,4}{0,35} = 4$$

Les parents de Marion devront donc faire 4 voyages pour transporter tout le sable dans la voiture.

6. La masse volumique des différents matériaux étant donnée en kg/m³, on va calculer le volume de la jardinière en m³.

Toutes les longueurs doivent donc être exprimées en mètres.

$$h = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \quad \ell = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \quad L = 1 \text{ m}$$

$$V_{\text{jardinière}} = L \times \ell \times h = 1 \times 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ m}^3$$

La masse de 0,09 m³ de terre végétale est :

$$m = \rho \times V = 1250 \times 0,09 = 113 \text{ kg.}$$

Cette masse est bien inférieure à la masse maximale que peut transporter la voiture (560 kg).

Activité 2 La classification de Mendeleïev est-elle toujours la même qu'en 1869 ?

Réponse aux questions

1. Le sens de la classification est inversé. Les colonnes de la classification de Mendeleïev sont aujourd'hui des lignes.

2. Mendeleïev n'a mentionné aucun de ces gaz rares mis en évidence par Cavendish. Il classait les éléments par propriétés chimiques semblables et un gaz qui ne réagissait pas (d'où le nom d'« inerte ») n'était pas classable.

3. Le nihonium est le premier élément mis en évidence par des chercheurs asiatiques. Son numéro atomique est le 115.

4. Le classement actuel de la classification périodique est fait par numéro atomique croissant et non par masse croissante.

Remarque : Mendeleïev avait lui-même inversé quelques éléments afin que les éléments ayant les mêmes propriétés se trouvent bien l'un en dessous de l'autre (si on se repère

dans le tableau actuel : comprendre « l'un à côté de l'autre » pour le tableau de l'époque dont les lignes sont aujourd'hui des colonnes).

Activité 3 Comment un petit sachet peut-il sauver des vies ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

Les espèces chimiques présentes dans le mélange ainsi préparé sont des molécules et des ions.

Nom	Espèce	Formule
Glucose	molécule	$C_6H_{12}O_6$
Ion sodium	ion	Na^+
Ion chlorure	ion	Cl^-
Ion citrate	ion	$C_6H_5Na_3O_7^{3-}$
Ion potassium	ion	K^+
eau	molécule	H_2O

Activité 4 Toutes les eaux minérales sont-elles potables ?

Réponse aux questions

1. Un cation est un ion qui a une charge positive, un anion est un ion qui a une charge négative. Un ion polyatomique est un assemblage d'atomes ayant perdu ou gagné un ou des électrons, un ion monoatomique est un atome ayant perdu ou gagné un ou des électrons.

2.

Concentration des ions (en mg/L)	Eau A Saint-Amand	Eau B Contrex	Vichy saint Yorre	Quezac	Evian	Mont Roucous	NORME
F^-	1,3	-	9	2,1	0,1	-	1,5
Cl^-	37	-	322	38	9	3,2	250
NO_3^-	< 0,5	-	-	-	3,7	2,3	50
SO_4^{2-}	372	1 121	174	143	13	3,3	250
Na^+	28	9,4	1 708	255	3	2,8	200
NH_4^+	-	-	-	-	-	-	0,1

3. Les eaux minérales qui respectent la norme de potabilité sont l'Evian et la Mont Roucous.

4. L'eau Evian et l'eau Mont Roucous peuvent être utilisées pour réaliser des biberons.

Activité 5 Comment identifier des ions métalliques ?

Réponse aux questions

1.

Ion à tester	Ion fer II	Ion fer III	Ion cuivre II	Ion zinc II	Ion aluminium III	Ion chlorure
Formule de l'ion	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Al^{3+}	Cl^-
Réactif testeur	Chlorure de sodium	Chlorure de sodium	Chlorure de sodium	Chlorure de sodium	Chlorure de sodium	Nitrate d'argent
Couleur du précipité	vert	rouille	bleu	blanc	blanc	blanc qui noircit à la lumière

La solution de nitrate d'argent, permet de mettre en évidence l'ion chlorure.

Remarque : on appelle, par abréviation « nitrate d'argent » la solution de nitrate d'argent.

3. Le précipité change de couleur car il réagit avec la lumière.

4. On ne peut pas savoir de quel ion il s'agit car deux ions forment un précipité blanc avec l'hydroxyde de sodium (l'ion zinc et l'ion aluminium).

5. Comme une solution est électriquement neutre, les ions chlorure seront 3 fois plus présents dans la solution que les ions fer III.

Activité 6 Comment identifier les ions responsables du pH ?

Réponse aux questions

1. Le pH de l'eau pure vaut 7, le pH de l'acide chlorhydrique vaut 2, celui de la soude vaut 12.

2. Dans l'eau pure, il y a autant d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde.

3. Dans l'acide chlorhydrique, il y a 10 000 000 000 de fois plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. Dans la soude, il y a 10 000 000 000 de fois plus d'ions hydroxyde que d'ions hydrogène.

4. L'ion majoritaire qui est responsable de l'acidité d'une solution est l'ion hydrogène.

5. L'ion majoritaire qui est responsable de la basicité d'une solution est l'ion hydroxyde.

6. Si, dans une solution de pH = 2 il y avait 30 ions HO⁻, il y aurait 300 000 000 000 ions H⁺.

Activité 7 Comment retrouver un meurtrier ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

• Les expériences réalisées sur la pièce à conviction nous indiquent :

- pH = 5 : présence d'ions hydrogène H⁺ ;
- précipité blanc suite au test à l'hydroxyde de sodium : présence d'ions zinc II (Zn²⁺) ou d'ions aluminium III (Al³⁺) ;
- pas de précipité suite au test au nitrate d'argent : pas d'ions chlorure (Cl⁻).

• *Mme Bordeaux* : elle utilise de la bouillie bordelaise qui contient des ions cuivre II (Cu²⁺). Si elle avait été coupable, on aurait obtenu un précipité bleu avec le test à l'hydroxyde de sodium.

Or le précipité est blanc : elle n'est pas coupable.

• *Mme Senbon* : elle fabrique du savon. L'un des réactifs est la soude qui est de l'hydroxyde de sodium.

Les ions hydroxyde sont prédominants dans une solution basique (pH > 7).

Or, ici le pH est de 5 : elle n'est pas coupable.

• *M. Sodique* : il entretient les routes en répandant du sel. Le sel contient des ions sodium et des ions chlorure.

Or les ions chlorure forment un précipité blanc avec le nitrate d'argent.

La pièce à conviction nous indique qu'il n'y a pas d'ions chlorure (test négatif) : il n'est pas coupable.

• *M. Toupropre* : il travaille dans une blanchisserie qui utilise les ions Fer II (Fe²⁺). S'il avait été coupable, on aurait obtenu un précipité vert avec le test à l'hydroxyde de sodium.

Or le précipité est blanc : il n'est pas coupable.

• *M. Métal* : il travaille dans une usine d'électrozingage. On réalise cette électrolyse dans une solution qui contient des ions zinc II (Zn²⁺). Le précipité obtenu avec le test à l'hydroxyde de sodium est blanc. Cela peut prouver la présence soit d'ions zinc II, soit d'ions aluminium (Al³⁺). M. Métal est le seul à utiliser un de ces types d'ions : c'est lui le coupable !

Corrigés des exercices

Je me teste





3. De la molécule à la transformation

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

4. Classification périodique

1. Réponse **a**.
2. Réponse **b**.
3. Réponse **a**.

5. Représenter un atome

Nom	Hydrogène	Azote	Oxygène	Carbone
Symbole	H	N	O	C
Modèle				

6. Choisir les bonnes réponses

1. Acide – inférieure – hydrogène.
2. Basique – supérieure – hydroxyde.

7. Associer la formule chimique au nom des ions suivants :

- Fe²⁺ ↔ ion fer II
H⁺ ↔ ion hydrogène
Fe³⁺ ↔ ion fer III
Cu²⁺ ↔ ion cuivre II,
Cl⁻ ↔ ion chlorure,
HO⁻ ↔ ion hydroxyde.

8. Remplir le tableau

Ion testé	Réactif testeur		Couleur du précipité			
	Nitrate d'argent	Hydroxyde de sodium (soude)	blanc	bleu	vert	rouille
Ion aluminium		×	×			
Ion chlorure	×		×			
Ion cuivre II		×		×		
Ion fer II		×			×	
Ion fer III		×				×

Je travaille des compétences

9. Interpréter des résultats expérimentaux

Groupes A, B et C

J'observe que, quand j'ajoute quelques gouttes de soude dans la solution inconnue, un précipité rouille se forme. Or, je sais que, quand une solution contient des ions fer III (Fe^{3+}) et que j'ajoute de la soude, j'obtiens un précipité rouille.

Donc, j'en déduis que la solution inconnue contient des ions fer III (Fe^{3+}).

10. Utiliser la langue française

Groupe A et B

1 molécule de diazote réagit avec 3 molécules de dihydrogène pour former 2 molécules d'ammoniac.

Je travaille des notions

11. Utiliser le bon vocabulaire

- a. particules / atomes b. sphères c. atomes
d. symboles e. formules

12. Remettre les mots dans l'ordre

Si on observe un précipité bleu, alors la solution contient des ions Cu^{2+} .

Or, on n'observe aucun précipité, donc la solution ne contient pas d'ions Cu^{2+} .

13. Vrai ou faux ?

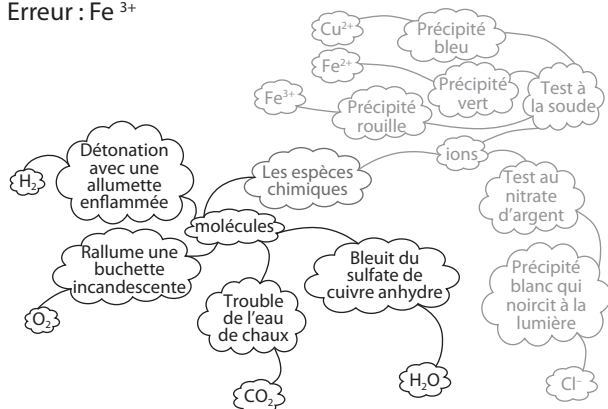
- a. Vrai. b. Faux.

14. Vrai ou faux ?

- a. Vrai. b. Faux.

15. Réviser à l'aide d'une carte mentale

Erreur : Fe^{3+}



16. Masse d'un lingot

Il faut convertir les masses volumiques en kg/dm^3 .

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ dm}^3$$

$$\text{Donc : } \rho_{\text{cuivre}} = 9\,000 \text{ kg}/\text{m}^3 = 9 \text{ kg}/\text{dm}^3$$

$$\text{et } \rho_{\text{or}} = 20\,000 \text{ kg}/\text{m}^3 = 20 \text{ kg}/\text{dm}^3$$

Masse de 3 dm^3 de cuivre :

$$m_{\text{cuivre}} = \rho_{\text{cuivre}} \times V_{\text{cuivre}} = 9 \times 3 = 27 \text{ kg}$$

Masse de 6 dm^3 d'or :

$$m_{\text{or}} = \rho_{\text{or}} \times V_{\text{or}} = 20 \times 6 = 120 \text{ kg}$$

Masse du lingot :

$$m_{\text{lingot}} = m_{\text{cuivre}} + m_{\text{or}} = 27 + 120 = 147 \text{ kg}$$

Volume du lingot :

$$V_{\text{lingot}} = V_{\text{cuivre}} + V_{\text{or}} = 3 + 6 = 9 \text{ dm}^3$$

Masse volumique du lingot :

$$\rho_{\text{lingot}} = \frac{m_{\text{lingot}}}{V_{\text{lingot}}} = \frac{147}{9} = 16,333 \text{ kg}/\text{dm}^3 \approx 16\,333 \text{ kg}/\text{m}^3$$

17. Masse d'acétone

$$m_1 = \frac{783}{10} = 78,3 \text{ g}$$

$$V_2 = 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L} = \frac{1}{100} \text{ L}$$

$$m_2 = \frac{783}{100} = 7,83 \text{ g}$$

$$V_3 = 10 \text{ cm}^3 = 10 \text{ mL} = V_2$$

$$m_2 = m_3 = 7,83 \text{ g}$$

18. Masse d'huile

1. Anaïs a besoin de 120 mL d'huile de pépin de raisin.
120 mL = 0,12 L

2. On applique la formule : $m = \rho \times V = 920 \times 0,12 \approx 110 \text{ g}$.
Anaïs a besoin de 110 g d'huile de pépin de raisin pour fabriquer sa crème hydratante.

3. Anaïs va utiliser sa balance. Elle devra poser le récipient sur la balance et appuyer sur le bouton « tare ».

L'écran indiquera alors la valeur de 0 g. Ensuite, Anaïs devra verser l'huile dans le récipient jusqu'à ce que valeur de 110 g s'affiche sur l'écran.

19. Identifier un liquide

1. Valeur de la masse volumique du liquide :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{20,24}{22} = 0,92 \text{ g}/\text{mL}$$

2. C'est de l'huile d'olive.

20. Dessus ou dessous ?

1. a. Valeur de la masse volumique du liquide A :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{220}{318} = 0,69 \text{ g/mL}$$

b. En comparant avec les valeurs du tableau on conclut qu'il s'agit d'essence.

c. La valeur de la masse volumique de l'eau de mer est de 1,03 g/mL.

d. L'eau de mer et l'essence ne sont pas miscibles. Si on laisse reposer un mélange d'eau de mer et d'essence, on observe que les deux liquides se séparent : l'essence, dont la masse volumique est plus faible, surnage.

21. Identifier une huile essentielle

1.

Pour l'éprouvette ① : $\rho = \frac{15,95}{17,5 \times 10^{-3}} \approx 911 \text{ g/L}$

Pour l'éprouvette ② : $\rho = \frac{7,60}{8,55 \times 10^{-3}} \approx 888 \text{ g/L}$

Pour l'éprouvette ③ : $\rho = \frac{21,90}{23 \times 10^{-3}} \approx 952 \text{ g/L}$

Éprouvette ① ↔ HE Eucalyptus

Éprouvette ② ↔ HE Lavande

Éprouvette ③ ↔ HE Basilic

2. Le prix des huiles essentielles est de l'ordre de 5 € pour 10 mL.

3. La méthode de Bastien est discutable car les huiles essentielles sont reconnaissables à l'odeur.

22. Les ions

Cu^{2+} , MnO_4^- , HO^- , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$, Fe^{2+} , NO_3^- , H^+

23. Atome, ion et molécule

1.

Atomes	Molécules	Ions
Fe	CO	Cu^{2+}
F	C_2H_6	MnO_4^-
S	H_2O	HO^-
Cu	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Fe^{3+}
K		SO_4^{2-}
Mn		$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$
Co		Fe^{2+}
		NO_3^-
		H^+

2. Un anion est un ion négatif, par exemple l'ion hydroxyde HO^- .

Un cation est un ion positif, par exemple l'ion cuivre II : Cu^{2+} .

Un ion monoatomique est un ion qui est formé à partir d'un seul atome, par exemple l'ion fer II, Fe^{2+} .

Un ion polyatomique est un ion qui est formé à partir de plusieurs atomes, par exemple l'ion permanganate MnO_4^- .

24. L'eau déminéralisée

1. Une eau déminéralisée est une eau qui a été débarrassée de ses minéraux.

2. Les particules chargées présentes dans les eaux minérales ou dans l'eau du robinet s'appellent des ions.

3. Les ions sont présents partout dans le corps humain.

4. La consommation d'eau déminéralisée ne permet pas à l'organisme d'absorber suffisamment de minéraux.

25. Précipités et soude

a. Ion fer II : Fe^{2+} . b. Ion fer III : Fe^{3+} . c. Ion cuivre II : Cu^{2+} .

26. Acide sulfurique et métaux

1. Le gaz qui se dégage est du dihydrogène.

2. L'expérience qui permet de le caractériser est d'approcher une allumette enflammée : la flamme s'éteint et on entend une légère détonation.

3. Les deux ions caractérisés sont :

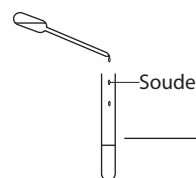
- Test au nitrate d'argent : ion chlorure Cl^- .
- Test avec de la soude : ion fer II : Fe^{2+} .

4. Le métal est du fer, son symbole est Fe.

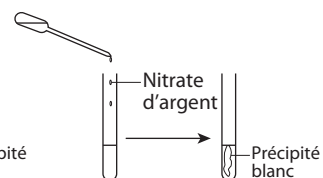
27. Réaliser un test d'identification

1. Pour tester la présence des ions, on utilise deux réactifs : l'hydroxyde de sodium et le nitrate d'argent. Dans un premier tube à essai, on verse une petite quantité de la solution à tester. On ajoute ensuite quelques gouttes d'hydroxyde de sodium. Dans un autre tube à essai, on verse une petite quantité de la solution à tester. On ajoute alors quelques gouttes de nitrate d'argent.

2. Test à la soude

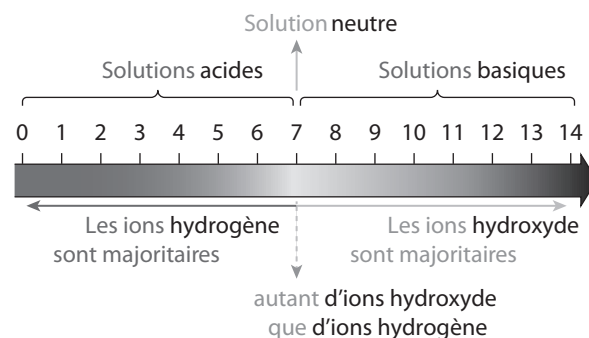


Test au nitrate d'argent



3. Lorsqu'on fait le test au nitrate d'argent, on observe la formation d'un précipité blanc. On peut donc en déduire qu'il y a des ions chlorure dans la solution. Lors du test à la soude, le précipité formé est de couleur verte. Cela nous permet d'en déduire qu'il y a des ions fer II dans la solution.

28. Acide ou basique



29. pH de solutions

1. L'une de ces solutions (l'eau de mer) est basique car la valeur de son pH est supérieure à 7.
2. Plus une solution est acide, plus la valeur du pH est proche de 0. Le vinaigre est donc plus acide que le thé.
3. Les solutions acides contiennent plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. Donc, dans le vinaigre et dans le thé, il y a plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde.
4. La formule des ions hydrogène est : H^+ .

30. Masse volumique des briques de construction

1. Le volume V occupé par 15 briques est :
$$V = 156 - 130 = 24 \text{ mL}$$
2. La masse volumique du plastique est :
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{24,9}{24} \approx 1,04 \text{ g/mL}$$
3. Le plastique est de l'ABS (acrylonitrile butadiène styrène).
4. On souhaite mesurer le volume des briques par déplacement de liquide. L'écart entre la masse volumique de l'eau (1,00 g/mL) et celle du plastique dans lequel sont fabriquées les briques (1,04 g/L) est trop faible pour que les briques puissent couler. Si on utilise de l'alcool (0,83 g/mL), l'écart entre la masse volumique du liquide et celle du plastique est suffisant pour que les briques coulent facilement.

31. Couleur des hortensias

1. Le pH du vinaigre et de la solution de sulfate d'aluminium est environ de 2.
2. Lorsqu'on fait le test à la soude avec le vinaigre, aucun précipité ne se forme. Avec le sulfate d'aluminium, on observe la formation d'un précipité blanc.
3. Pour obtenir la couleur bleue des hortensias, la valeur du pH n'est pas suffisante, il faut aussi lui apporter des ions aluminium.

32. Eau oxygénée

1. La formule de la molécule d'eau oxygénée est : H_2O_2 .
2. Un atome d'oxygène est souvent relié à 1 atome (par exemple CO) ou 2 autres atomes (par exemple H_2O).
3. Voici une représentation de la molécule d'eau oxygénée possible :



4. Le préfixe « *per* » veut dire « excès » en latin. Le nom de peroxyde d'hydrogène a été proposé par Thomson en 1807.
5. Le nom usuel d'eau oxygénée suggère l'excès d'oxygène (un atome de plus que pour la molécule d'eau), ce que traduit aussi le nom savant « peroxyde d'hydrogène ».

33. Des ballons pour communiquer, se déplacer et s'informer

1. **a.** Comme l'air est un gaz, l'opposition « à gaz » et « à air » n'a pas de sens.
b. L'air et le gaz d'éclairage sont des mélanges.
2. **a.** Comme l'hélium est un gaz rare, aussi appelé gaz inerte, il ne réagit avec aucun composé. Il ne peut pas brûler, il n'est donc pas dangereux. Il n'a pas été utilisé lors des premiers essais de vol en ballon car ils n'ont été découverts qu'à la fin du XIX^e siècle.
b. Les réactifs sont le dihydrogène et le dioxygène. Le produit est l'eau. Avant la transformation chimique, il y a :
$$2 \times 2 = 4 \text{ atomes d'hydrogène et } 2 \text{ atomes d'oxygène.}$$
Après la transformation chimique, il y a :
$$2 \times 2 = 4 \text{ atomes d'hydrogène et } 2 \text{ atomes d'oxygène.}$$
Le nombre d'atomes de chaque sorte est conservé, les coefficients sont donc correctement ajustés.
3. **a.** On peut mettre en évidence l'ion hydrogène dans l'acide sulfurique.
b. La quantité d'ions hydrogène a diminué entre le début et la fin de l'expérience.
c. Pour montrer que la coloration est due à la présence d'ions fer II, on prélève un échantillon de solution dans un tube à essai, on ajoute quelques gouttes de soude. On observe alors un précipité vert. On a ainsi prouvé qu'il y a des ions fer II dans la solution.

34. Quelle est l'usine responsable de la pollution ?

1. Le responsable de stage pourrait lui demander de refaire ses tests et d'en garder une trace écrite afin de s'en souvenir plus facilement par la suite.
2. L'usine responsable de la pollution est l'usine verte, celle qui produit des cristaux de chlorure de fer II. En effet, lors du test par précipitation avec la soude, un précipité vert a été obtenu. Le précipité vert en présence de soude est caractéristique des ions fer II.

35. Les chaînes moléculaires

Les deux autres chercheurs qui partagent le prix Nobel de chimie 2016 sont :

- Sir James Fraser Stoddart, de nationalité britannique, pour ses travaux sur des machines moléculaires pouvant être employées comme « interrupteurs » ou « moteurs » moléculaires.
- Bernard Lucas Feringa, de nationalité néerlandaise, pour ses travaux sur le premier moteur moléculaire mis en route par la lumière, et sur la voiture moléculaire dite « nanocar », entraînée par des impulsions électriques.

Corrigés du Sujet Brevet

Sujet 4. La couronne est-elle en or ?

1. Le roi a pris la précaution de peser l'or avant de le confier à l'orfèvre.

- 2. a.** La grandeur mesurée est la masse.
b. La valeur de la masse est bien celle qui était attendue. Hiéron ne prend pas son orfèvre en défaut lors de la première vérification.
- 3.** La constatation d'Archimède est que : « la quantité d'eau qui débordait correspondait précisément au volume de son corps immergé ».
- 4. a.** Si l'on immergeait la couronne dans un bécher de taille suffisante, de l'eau déborderait du bécher. La quantité d'eau qui déborderait correspondrait exactement au volume de la couronne.
b. Le vase à débordement permet de récupérer l'eau qui déborde pour pouvoir en mesurer le volume qui est précisément égal au volume de l'objet immergé.
- 5. a.** La grandeur mesurée sera le volume de la couronne.
b. On veut connaître cette caractéristique afin de pouvoir mesurer la masse volumique de la couronne. Si cette valeur est la même que la valeur de la masse volumique de l'or, alors la couronne est bien constituée d'or.

6. Archimède peut vérifier qu'il lui a confié autant d'or que d'argent en mesurant leur masse.

7. Comme la masse d'or est la même que la masse d'argent, et que la masse volumique se calcule avec la formule $\rho = \frac{m}{V}$, on peut comparer les volumes.

Plus la valeur du volume d'eau déplacée sera grande, plus la valeur de la masse volumique sera faible.

Comme le volume d'eau qui déborde avec l'argent est presque deux fois plus grand qu'avec l'or, la masse volumique de l'argent est environ deux fois plus faible que celle de l'or.

8. Le volume d'eau recueilli est plus faible avec la couronne qu'avec la même masse d'or : cela indique que la masse volumique de la couronne est plus faible que la masse volumique de l'or.

Ainsi, Archimède peut en déduire que la couronne n'est pas constituée d'or pur.

Présentation du chapitre

Ce chapitre, qui ne sera pas forcément étudié en tant que tel mais dont les activités pourront être proposées en fonction des besoins des élèves et de la progression choisie, contribue à l'acquisition d'une culture scientifique.

On y trouve une entrée historique de la notion d'atome (activité 1), on s'interroge sur le sens des observations de l'Univers (activité 2 : Observer l'espace, est-ce voir dans le passé ?). C'est l'occasion de travailler l'écriture scientifique des valeurs numériques pour constater que ni l'infiniment grand ni l'infiniment petit ne peuvent se représenter par des maquettes à l'échelle (activités 3 et 4).

Des recherches sur l'infiniment petit pour modéliser l'atome (activité 5) à celles qui interrogent l'espace (activité 6 : Ne sommes-nous que poussières d'étoiles ? ; activité 7 : Pourquoi chasser les météorites dans le désert ?), l'interrogation devient métaphysique : d'où venons-nous, que sommes-nous, où allons-nous ? C'est l'interrogation de Gauguin que reprend le CERN dans son espace d'accueil du public pour retracer grâce aux expériences du LHC l'histoire de l'Univers de l'instant du Big Bang à aujourd'hui (activité 6).


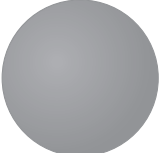
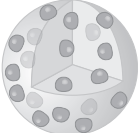
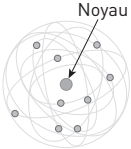
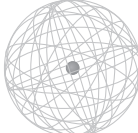
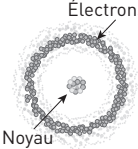
Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► Le détecteur de particules du CERN peut détecter des particules de l'ordre de 10^{-15} m.

Activité 1 Quelle est l'histoire de la représentation de l'atome ?

INVESTIGATION

Réponse à la consigne

Démocrite	Dalton	Thomson	Rutherford et Bohr	Schrödinger	Chadwick
					

Commentaires pédagogiques

- Cette activité permet aux élèves de se rendre compte que les modèles évoluent au fur et à mesure des découvertes et des avancées technologiques.
- Elle permet de travailler plus particulièrement les compétences langagières.

Activité 2 Observer l'espace, est-ce voir dans le passé ?

Réponse aux questions

1. La lumière se déplace à 300 000 km/s, elle parcourt donc :

- $300\,000 \times 60 = 1,8 \times 10^7$ km en une minute ;
- $300\,000 \times 60 \times 60 = 1,8 \times 10^7 \times 60 = 1,08 \times 10^9$ km en une heure ;
- $300\,000 \times 60 \times 60 \times 24 = 1,08 \times 10^9 \times 24 = 2,59 \times 10^{10}$ km en une journée ;
- $300\,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365,25 = 2,59 \times 10^{10} \times 365,25 = 9,47 \times 10^{12}$ km en une année.

2. Puisque un milliard vaut 10^9 , ce résultat peut s'écrire : $9,47 \times 10^3 \times 10^9 = 9,47$ mille milliards de kilomètres, soit, en arrondissant à l'unité la plus proche, 10 mille milliards de kilomètres, ce qui est donné comme valeur de l'année-lumière dans le document 3. C'est ce qui était attendu puisque l'on vient de calculer la distance que parcourt la lumière en une année.

3. 22 millions d'années.

4. Elle se situe donc à 22 millions d'années-lumière puisque la lumière a mis 22 millions d'années à parcourir la distance qui nous sépare de la supernova. La Galaxie fait 100 000 a.l de diamètre.

Cette supernova n'appartient donc pas à notre Galaxie (22 millions est bien supérieur à 100 000).

Pour convertir cette distance en km, on peut écrire :

- $1 \text{ a.l.} = 9,47 \times 10^{12} \text{ km}$
- $22 \times 10^6 \text{ a.l.} = 9,47 \times 10^{12} \times 22 \times 10^6 = 2,08 \times 10^{20} \text{ km}$

5. Si la supernova était plus proche, on l'aurait observée plus tôt car la lumière aurait mis moins de temps à nous parvenir.

6. L'explosion correspondant à cette supernova s'est produite il y a 2 millions d'années. On a donc observé en 2011 un évènement s'étant produit dans le passé (22 millions d'années plus tôt). Si on observe des objets moins lointains, on observe des évènements d'un passé plus récent : plus on observe « loin » et plus on observe des évènements anciens, plus on « voit dans le passé ».

Activité 3 Pourquoi dit-on que la matière a une structure lacunaire ?

Réponse aux questions

1. La taille d'un atome est de 1 dixième de milliardième de mètre $d = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$.
2. L'atome est composé d'un noyau et d'électrons.
3. Entre le noyau et l'atome, il y a un rapport de plusieurs dizaines de milliers. Un atome est donc environ 100 000 fois plus grand qu'un noyau.
4. La matière possède une structure lacunaire car elle est constituée d'atomes eux-mêmes constitués d'un noyau et d'électrons. Or, la taille du noyau est environ 100 000 fois plus petite que celle de l'atome. Entre le noyau et les électrons, il n'y a rien : l'espace est vide. La matière est donc principalement vide.
5. $d = 6,5 \times 10^{-2} \times 10^5 = 6,5 \times 10^3 \text{ m} = 6,5 \text{ km}$.

Activité 4 Comment représenter les distances dans l'Univers ?

INVESTIGATION

Réponse à la consigne

Les distances et les diamètres (ou rayons) des astres doivent être recherchés par les élèves sur Internet. Ils doivent prendre en compte deux contraintes : les planètes ne doivent pas être trop petites (leurs tailles ne doivent pas être inférieures à 1 mm sauf, peut-être, celle de Mercure) et la distance séparant Mars et le Soleil ne doit pas être supérieure à la distance maximale disponible dans la cour.

On a supposé ici que cette distance est de 40 m.

Échelle : 1 m pour 5,75 millions de km.

	Distances / diamètres réel(le)s (en km)	Échelle réduite (en m)
Distance Mercure – Soleil	$5,80 \times 10^7$	$1,01 \times 10^1$
Distance Vénus – Soleil	$1,10 \times 10^8$	$1,91 \times 10^1$
Distance Terre – Soleil	$1,50 \times 10^8$	$2,61 \times 10^1$
Distance Mars – Soleil	$2,30 \times 10^8$	40
Diamètre du Soleil	1 391 400	$2,42 \times 10^{-1}$
Diamètre Mercure	4 900	$8,52 \times 10^{-4}$
Diamètre Vénus	12 200	$2,12 \times 10^{-3}$
Diamètre Terre	12 750	$2,22 \times 10^{-3}$
Diamètre de Mars	6 760	$1,18 \times 10^{-3}$

Le Soleil sera représenté par le ballon de basket, Vénus et la Terre par des boules en aluminium de 2 mm de diamètre, Mars par un « gros » grain de sable de 1 mm de diamètre et Mercure par un petit grain de sable un peu plus petit que le précédent.

Activité 5 De quoi un atome est-il constitué ?

Réponse aux questions

1. a. Les particules chargées positivement sont les protons.
b. Les particules chargées négativement sont les électrons.
c. Les particules non chargées sont les neutrons.
 2. Un atome a autant de protons (de charges positives) que d'électrons (de charges négatives). Il est donc neutre.
 3. Les carbones 12, 13 et 14 portent le même nom car ils ont le même nombre de protons, nombre caractéristique de l'élément chimique. L'atome de béryllium possède 4 protons, 4 électrons et 5 neutrons.
 4. L'isotope 14 du carbone est utilisé pour dater des éléments anciens, en particulier en archéologie.
- Remarque :** la radioactivité est, bien sûr, hors programme, mais on peut mentionner que le carbone 14 se « détruit » spontanément et que, par exemple, plus un échantillon de bois est vieux, moins il contient de carbone 14.

Activité 6 Comment l'Univers s'est-il formé ?

Réponse aux questions

1. L'Univers était, au début, beaucoup plus petit, plus dense et chaud (« très petit, incroyablement chaud et dense »).

Remarque : on pourra préciser qu'on ne sait pas comment était l'Univers avant le Big Bang. La description qui vient d'être faite correspond à l'état au moment où commence le Big Bang.

2. Les éléments chimiques qui constituent aujourd'hui le Système solaire viennent des étoiles.

3. Les éléments chimiques les plus lourds sont formés dans les étoiles à partir de l'hélium et de l'hydrogène. Dans les prochains milliards d'années, la formation de ces éléments va se poursuivre. Puis, lorsque ces deux éléments auront été consommés, l'Univers sera complètement noir.

4. L'hélium et l'hydrogène constituent la majorité (près des trois quarts) de la matière visible dans l'Univers.

Remarque : on pourra ici préciser que les chercheurs postulent l'existence d'une matière noire, invisible, mais dont la masse serait beaucoup plus importante que celle de la matière visible.

Activité 7 Ne sommes-nous que poussières d'étoiles ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

L'ensemble des particules fondamentales ont été produites lors du Big Bang. Les atomes se sont ensuite constitués grâce à l'assemblage de ces particules.

L'atome d'hydrogène s'est d'abord formé. Au cœur des étoiles, des fusions successives ont abouti à la formation d'un plus grand nombre d'éléments : deux atomes d'hydrogène ont fusionné pour former l'hélium puis d'autres fusions ont formé l'oxygène, le fer, le carbone... Ces éléments, ensuite dispersés pour se rassembler de nouveau en d'autres étoiles, sont les éléments qui constituent le corps humain.

On peut donc dire que le corps humain est bien « poussières d'étoiles ».

Commentaires pédagogiques

- Cette activité permet de comprendre que la matière est la même au cœur des étoiles que sur Terre ou dans le corps humain.
- La difficulté peut se trouver dans l'analyse et la mise en relation des différents documents.
- Les aides peuvent permettre aux élèves de structurer leur réflexion et leur rédaction.

Activité 8 Pourquoi chasser les météorites dans le désert ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

Monsieur le Principal,

Chaque heure du jour et de la nuit, plusieurs météorites s'écrasent sur notre Terre bienaimée. Si la majorité de ces débris extraterrestres finissent au fond de la mer, un certain nombre percutent nos villes, nos campagnes et nos forêts. Leur récupération constitue un enjeu vital car leur étude permettrait de faire avancer nos connaissances sur l'Univers et la formation de notre planète.

À cet effet, l'Institut de mécanique céleste français a lancé un vaste programme national – FRIPON – pour tenter de retrouver un maximum de météorites. En effet, on estime aujourd'hui qu'on en retrouve seulement une tous les dix ans. C'est avec cet élan scientifique en tête que je prends la peine de vous écrire aujourd'hui. J'aimerais en effet que nous organisions un voyage scolaire au sud du Maroc, là où naît le Sahara.

Dans cette région du monde, les étendues de sable à perte de vue permettent, en effet, de mettre la main plus facilement sur les météorites.

Parce que ces roches rouges, parfois rouillées, détonnent au milieu du désert, il y a peu de risques de les confondre avec des pierres d'origine terrestre, alors que le Maroc n'est pas réputé pour ses gisements en fer. Ainsi, en arrivant sur place avec l'ensemble de mes camarades de classe, munis d'un aimant, nous pourrions facilement repérer les météorites métalliques. Le fer qui les compose est, en effet, le seul métal commun qui soit attiré par un aimant. Vous comprendrez donc, Monsieur le Principal, que cette démarche qui est la mienne a pour seul but de nous permettre, à mes camarades et moi-même, de contribuer à la Science.

Restant à votre disposition pour de plus amples détails.

Cordialement,

Mattéo,

4^e 1.

Corrigés des exercices

J'apprends à apprendre

1. Apprendre avec un moyen mnémotechnique

La première lettre de chaque mot correspond à la première lettre du nom des planètes, de la plus proche à la plus éloignée du Soleil.

Remarque : dans la phrase « My very erratic monkey just sent us nuts » le verbe « send » signifie envoyer par la poste (qui est différent du verbe « throw » qui signifie « lancer »).

Quelques exemples, en plus :

- Mon Voisin Troubadour Me Jette Sous Un Noisetier.
- Marcos Viene Tranquilamente Marchar Junto a Sofia Uniquement de Noche.
- Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unseren Nachthimmel.

Je me teste

3. Associer chaque élément de matière à la bonne charge

Neutron ↔ Électriquement neutre

Proton ↔ Chargé positivement

Électron ↔ Chargé négativement

Atome ↔ Électriquement neutre

4. Connaître les constituants d'un atome

1. Réponse a.

2. Réponse b.

5. Légèrer un schéma

Proton en rouge.

Neutron en bleu.

Électron en vert.

6. Atomes et nucléons

Symbole de l'atome	${}^2\text{He}$	${}^6\text{C}$	${}^{12}\text{Mg}$	${}^{26}\text{Fe}$	${}^{92}\text{U}$
Numéro atomique	2	6	12	26	92
Nombre de protons	2	6	12	26	92
Nombre d'électrons	2	6	12	26	92

On fera remarquer que les colonnes sont composées de nombres identiques.

7. Calculer avec les années-lumière

1. Réponse b. Un vaisseau voyageant à la vitesse de la lumière mettrait un peu plus de quatre ans, donc s'il voyage à la moitié de cette vitesse il mettra deux fois plus de temps, soit un peu plus de 8 ans.

2. Réponse a.

8. La distance Terre-Soleil

1. 150 millions de km.

$$2. v = \frac{d}{t} = \frac{1,5 \times 10^8}{8 \times 60 + 20} = 3 \times 10^5 = 300\,000 \text{ km/s.}$$

9. Connaître l'organisation de l'Univers

1. Réponse a.

2. Réponse b. (les « points lumineux » peuvent être très éloignés les uns des autres).

Je travaille des compétences

10. Extraire des informations d'un texte

La quête des alchimistes est une quête vaine car, pour transformer le plomb en or, il faudrait être capable de transformer chaque noyau d'atome de plomb en atome d'or.

Remarque : la consigne pour le groupe A demande aux élèves de faire l'analyse et le lien entre deux documents. Celle pour le groupe B, l'analyse du premier document puis le lien avec le deuxième. La consigne pour le groupe C permet aux élèves d'être guidés dans la compréhension du texte.

11. Classer des objets du plus petit au plus grand

Noyau de l'atome de carbone < atome de carbone < molécule d'ADN < noyau d'une cellule < cellule < acariens < fourmi < morceau de sucre.

Remarque : cet exercice oblige les élèves à comparer des valeurs dont l'unité est différente. Il faut qu'ils pensent à mettre toutes les valeurs dans la même unité avant de les comparer.

Je travaille des notions

12. Vrai ou faux ?

1. Faux.

2. Vrai.

3. Faux (par exemple, il y a des molécules d'eau dans une solution aqueuse).

13. Corriger une copie

1. « Macroscopique » doit être remplacé par « microscopique ».

« Inertes » doit être remplacé par « neutres ».

« lons » doit être remplacé par « électrons ».

2. « Inerte » signifie qu'il ne réagit pas. Un gaz inerte est un gaz qui ne réagit pas.

3. À l'échelle microscopique, il y a les atomes qui sont neutres parce que leur noyau est positif et que les électrons qui sont autour sont négatifs.

14. Associer chaque personne à la description de son métier

Astrologue ↔ Donne une interprétation de la position des astres sur la vie des gens.

Astronaute ↔ Navigue à bord d'un vaisseau spatial.

Astronome ↔ Observe et étudie le mouvement, la composition, l'origine des astres.

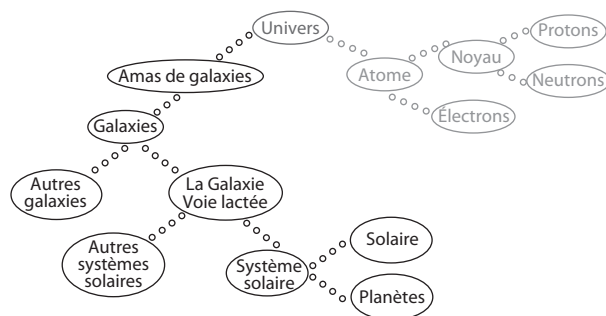
15. Choisir la proposition qui convient

a. Galaxie / galaxie / Univers

b. galaxie

c. terre / Terre / Lune / lune

16. Réviser à l'aide d'une carte mentale



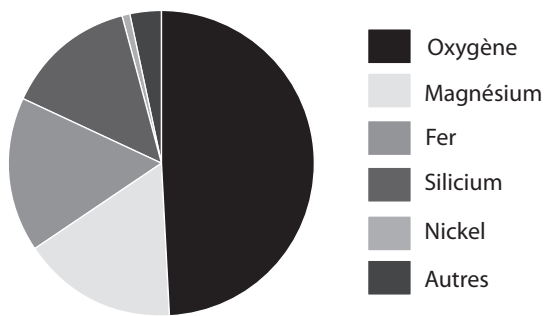
17. Les éléments du Soleil

1. Les 5 éléments les plus abondants dans le Soleil sont l'hydrogène, l'hélium, l'azote, le carbone et l'oxygène.
2. L'élément qui est environ 1 000 fois moins abondant que l'hélium dans le Soleil est le silicium.
3. Les éléments métalliques contenus dans le Soleil sont le silicium, le fer et le magnésium.
4. On peut dire que le Soleil est constitué d'hydrogène et d'hélium car tous les autres éléments sont présents en quantité inférieure à 0,1 %.

18. Les éléments de la Terre

1. et 2.

Élément	Symbole	Z	Pourcentage (en nombre d'atomes)	Angle (en degrés)
Oxygène	O	8	48,8	176
Magnésium	Mg	12	16,5	59
Fer	Fe	26	16,1	58
Silicium	Si	14	13,8	50
Nickel	Ni	28	0,8	3



4. Le pourcentage des autres éléments est de 4 %.
5. L'élément le plus abondant sur Terre est l'oxygène.
6. Les autres éléments ne sont pas négligeables par rapport à l'oxygène car leur pourcentage de présence est supérieur à 0,5 %.

19. Convertir des distances

a. Le menuisier :

$$230 \text{ mm} = 0,230 \text{ m} ; 0,67 \text{ m} = 670 \text{ mm}$$

b. Le maçon :

$$230 \text{ cm} = 2,30 \text{ m} ; 0,012 \text{ m} = 1,2 \text{ cm} ; 12 \text{ m} = 1\,200 \text{ cm}$$

c. L'installateur de câble de téléphone :

$$4 \text{ km} = 4\,000 \text{ m} ; 1 \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \text{ km} ; 1,8 \text{ km} = 1\,800 \text{ m}$$

d. L'astronome :

$$0,003 \text{ a.l} = 300\,000 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 0,003 \\ = 2,8 \times 10^{11} \text{ km} = 2,8 \times 10^{14} \text{ m} ;$$

$$4,0 \times 10^9 \text{ m} = \frac{4,8 \times 10^9}{300\,000 \times 365 \times 24 \times 3\,600} = 5 \times 10^{-4} \text{ a.l}$$

20. Trouver l'échelle

1. Pour déterminer l'échelle du schéma, on doit chercher à quelle distance réelle correspond 1 cm. La distance Terre-Soleil vaut 150 millions de km et, sur le schéma, on mesure une distance de 6 cm.

Donc 1 cm correspond à une distance six fois plus petite, soit $2,5 \times 10^7 \text{ km}$.

- $150 \times 10^6 \text{ km} \rightarrow 6 \text{ cm}$
- $2,5 \times 10^7 \text{ km} \rightarrow 1 \text{ cm}$

Remarque : on peut également présenter la réponse sous forme d'un produit en croix très simple pour les élèves qui souhaiteraient une méthode systématique (voir la question suivante).

2. On mesure sur le schéma que la distance Soleil-Mercure vaut 2,3 cm.

- $2,5 \times 10^7 \text{ km} \rightarrow 1 \text{ cm}$
- $d_{\text{Soleil-Mercure}} \rightarrow 2,3 \text{ cm}$

Par produit en croix :

$$d_{\text{Soleil-Mercure}} = \frac{2,5 \times 10^7 \times 2,3}{1} = 5,75 \times 10^7 \text{ km.}$$

3. Mercure est environ trois fois plus proche du Soleil que la Terre, il fait donc beaucoup plus chaud à sa surface.

4. Le schéma n'est pas à l'échelle : les distances entre les objets célestes ne sont pas respectées.

Remarque : le dessin de cet exercice est une partie du dessin de la p. 65 du manuel : il montre les différentes planètes représentées, en ce qui concerne leur taille, à la même échelle.

En raison de la structure lacunaire de la matière en général, et de l'espace en particulier, on ne peut utiliser la même échelle pour positionner les objets les uns par rapport aux autres sur une feuille de papier (voir activité 4 p. 59).

21. Symbole d'un noyau

1. La grandeur Z s'appelle le numéro atomique.

2. Cette information nous donne le nombre de protons présents dans l'atome. Elle donne également le nombre d'électrons car un atome est électriquement neutre.

22. De quoi sont faits les diamants ?

1. La charge totale d'un atome de carbone est nulle.

2. L'atome de carbone possède 6 protons.

3. L'atome de carbone possède 6 électrons.

4. Le carbone 13 possède 6 protons et 7 neutrons.

Le carbone 14 possède 6 protons et 8 neutrons.

23. Noyau d'uranium

1. Le symbole de l'uranium est U. Son numéro atomique est 92.

2. Dans un noyau, il y a des neutrons et des protons.

3. Il y a 92 protons présents dans un noyau d'uranium.

4. Dans un noyau, il y a 235 nucléons. Or, il y a 92 protons donc il y a $235 - 92 = 143$ neutrons.

24. 10 km à la vitesse de la lumière

1. Sachant que la vitesse $v = \frac{d}{t}$, alors le temps t nécessaire à la lumière pour parcourir 10 km est :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{10}{300\,000} = 3,3 \times 10^{-5} \text{ s.}$$

Remarque : on peut aussi utiliser le produit en croix. Sachant que la lumière parcourt 300 000 km en une seconde :

300 000 km	1 s
10 km	t

$$\bullet t = \frac{10 \times 1}{300\,000}$$

2. Cette durée est tellement faible que, pendant longtemps, on n'a pas eu les moyens techniques de la mesurer. On croyait donc que la propagation était instantanée.

25. Utiliser un graphique

1. La droite passe par l'origine O, elle correspond donc à une fonction linéaire.

2. Pour calculer le coefficient directeur d'une droite représentant les variations d'une fonction linéaire, on utilise la relation donnée dans l'exercice en choisissant pour points A et B un point A quelconque de la droite et le point O :

Remarque : on ne prend pas un point expérimental qui n'est pas sur la droite. Plus le point choisi est éloigné de l'origine, meilleure est la précision :

$$a = \frac{y_A - 0}{x_A - 0}$$

Dans ce graphique, y_A correspond à la distance parcourue par la lumière, et x_A à la durée t_A du parcours.

Cette relation peut donc s'écrire :

$$a = \frac{d_A}{t_A}$$

Le coefficient a correspond donc à la distance parcourue par la lumière sur la durée, ce qui correspond à la définition de la vitesse de la lumière.

3. On peut, par exemple, choisir le point de coordonnées (3 ; 900 000). On obtient :

$$c = \frac{900\,000}{3} = 300\,000 \text{ km/s}$$

26. Comparer un noyau à la Terre

1. Un noyau est 100 000 fois plus petit que l'atome. Si l'atome d'hydrogène avait la taille de la Terre, alors son noyau mesurerait :

$$d = \frac{6\,400}{100\,000} = 0,064 \text{ km} = 64 \text{ m}$$

2. L'atome est 100 000 fois plus grand que le noyau. Si le noyau de l'atome d'hydrogène avait la taille d'un ballon de football, alors l'atome d'hydrogène mesurerait :

$$d' = 22 \times 100\,000 = 2\,200\,000 \text{ cm} = 22\,000 \text{ m} = 22 \text{ km}$$

L'atome d'hydrogène serait alors environ 80 fois plus grand que le stade de France.

27. Échelle de dimension

1. **c.** Le noyau est 100 000 fois plus petit que l'atome.

2. On qualifie la structure de la matière de lacunaire car il y a principalement du vide dans un atome.

28. Création d'une étoile

1. On pourra voir cette étoile lorsque sa lumière nous parviendra, soit dans 25 ans.

2. La Galaxie fait 100 000 a.l de diamètre. Cette étoile se situe donc nécessairement dans la Galaxie.

3. $d = 25 \times 9\,460\,528\,000\,000 = 2,3 \times 10^{14} \text{ km}$.

Corrigés des problèmes

29. Volume d'un atome d'hydrogène

1. Si l'on effectue ce calcul, on obtiendra le volume maximal car les électrons sont plus petits que 10^{-22} m .

2. Un noyau de l'atome d'hydrogène est composé d'un proton.

3.

$$V_{\text{noyau}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{proton}}^3 = \frac{4}{3} \pi \times (0,84 \times 10^{-15})^3$$

$$= 2,48 \times 10^{-45} \text{ m}^3$$

4.

$$V_{\text{atome}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{atome}}^3 = \frac{4}{3} \pi \times (50 \times 10^{-12})^3$$

$$= 5,24 \times 10^{-31} \text{ m}^3$$

5.

$$r = \frac{V_{\text{noyau}}}{V_{\text{atome}}} = \frac{2,48 \times 10^{-45}}{5,24 \times 10^{-31}} = 4,74 \times 10^{-15}$$

6. a.

7.

$$V_{\text{électron}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{électron}}^3 = \frac{4}{3} \pi \times (10^{-22})^3$$

$$= 4,19 \times 10^{-66} \text{ m}^3$$

Un atome est donc essentiellement vide.

Remarque : le noyau occupe un millionième de milliardième de l'atome. Qu'est-ce qui occupe le reste ? L'électron. Cet électron est, certes, en mouvement très rapide mais, en employant un langage courant anthropomorphique, on peut dire qu'il va « avoir du mal à occuper tout l'espace » !

30. La révolution copernicienne

1. « Hélios » signifie « Soleil » en grec et « géo » signifie « Terre ». « Héliocentrisme » signifie donc centré sur le Soleil, et « géocentrisme » signifie centré sur la Terre.

2. Aristote pense que la Terre est au centre de l'Univers (géocentrisme) tandis que Copernic pense que ce n'est qu'une planète comme les autres et qu'elle tourne autour du Soleil (héliocentrisme).

Remarque : le géocentrisme correspond à un point de vue selon lequel la Terre, et donc l'Homme, est au centre de l'Univers ; l'héliocentrisme relativise la position des êtres humains.

3. La première raison est l'opposition de l'église catholique, la deuxième raison est la rivalité avec ses collègues qui s'étaient déjà opposé à lui sur d'autres sujets.

4. Après une recherche internet on peut, par exemple, écrire :

Nicolas Copernic, moine polonais (1473-1543), a été le premier à proposer une interprétation du mouvement des planètes, astres ainsi nommés dans l'Antiquité parce qu'ils semblaient errer.

Pour expliquer le mouvement observable depuis la Terre, il a fait l'hypothèse que les planètes ne tournaient pas autour de la Terre mais autour du Soleil. Galilée (1564-1642) a défendu le point de vue de Copernic en s'opposant à beaucoup d'autres savants de son époque et à l'église catholique qui, par principe, souhaitait que la Terre habitée par l'Homme reste au centre de l'Univers.

La lunette de Galilée, en permettant d'observer les satellites de Jupiter en orbite autour d'une autre planète que la Terre, a favorisé le changement de point de vue. C'est finalement Newton (1643-1727) qui a fait l'unité autour de l'héliocentrisme, deux siècles après que Copernic avait proposé son modèle.

31. Formation de la Lune

1. Une formation par accréation correspond à une accumulation de matière : de la matière vient « se coller » à ce qui est déjà présent. Une boule de neige se forme par accréation lorsque la neige fraîche se colle à la neige plus compactée.

2. Les données permettent de voir que la composition de la Lune et de la Terre sont très proches. Ce qui permet d'en déduire que la Lune s'est formée avec une partie de la Terre. La bonne hypothèse semble donc être la 2^e : impact avec Théia.

32. La constellation du cygne

1. On peut supposer que ces étoiles sont trop éloignées de nous pour que l'on puisse les observer à l'œil nu. On peut cependant les observer à l'aide de télescopes.

2. On ne peut pas observer Cygnus X-1 car aucune lumière ne s'en échappe.

33. Voyager

1. D'après le texte, ces deux sondes ont permis l'exploration de zones du Système solaire où aucune autre n'était allée avant.

Remarque : en faisant quelques recherches sur internet, les élèves pourront facilement trouver les photos extraordinaires prises par ces deux sondes.

2. Il est impossible que cette image soit une véritable photographie car la sonde y est visible.

34. L'Atomium de Bruxelles

L'atome de fer est 72 milliards de fois plus petit qu'une sphère de l'atomium.

$$\begin{aligned} \text{Diamètre de l'atome de fer} &= \frac{\text{taille d'une sphère}}{72 \times 10^9} \\ &= \frac{18}{72 \times 10^9} \\ &\approx 2,5 \times 10^{-10} \text{ m} \end{aligned}$$

35. Le plus petit fil de cuivre du monde

Le fil formé de diamantoïdes est composé de 3 atomes. Il a donc un diamètre de 600 pm. Or, un cheveu a une dimension de 60 μm.

$$n = \frac{60 \times 10^{-6}}{600 \times 10^{-12}} = 100\,000$$

On pourrait mettre 100 000 fils en diamantoïde dans un cheveu.

Corrigés des Sujets Brevet

Sujet 5. Mesurer la vitesse de la lumière

1. a. Pour enclencher ou éteindre la clepsydre, il faut la retourner.

b. Il faut donc 6 μs à la lumière pour parcourir la distance séparant les deux expérimentateurs. Cette durée est tellement faible qu'elle n'est pas mesurable à l'aide d'une clepsydre. Pour Galilée, la lumière semble instantanée !

2. a. Lorsque la Terre et Jupiter sont au plus proche (premier schéma du doc 4) et qu'elles se déplacent pour être dans la configuration du schéma 2 (environ 6 mois plus tard), la distance supplémentaire les séparant correspond au diamètre de l'orbite terrestre.

b. La distance supplémentaire que doit parcourir la lumière entre le moment où Jupiter est la plus proche et le moment où elle est la plus éloignée vaut un diamètre de l'orbite terrestre, soit 300 000 000 km = 3 × 10⁸ km.

Le retard de 20 min correspond à la durée nécessaire à la lumière pour parcourir ces 1,5 × 10⁹ km supplémentaires. On peut donc calculer la vitesse de la lumière :

$$\begin{aligned} d &= 3 \times 10^8 \text{ km} \\ t &= 20 \text{ min} = 1\,200 \text{ s} \\ v &= \frac{3 \times 10^8}{1\,200} = 250\,000 \text{ km/s} \end{aligned}$$

Remarque : cette vitesse est différente de celle que l'on connaît aujourd'hui. En effet, la durée du retard de l'éclipse n'est pas donnée avec précision.

3. La principale différence est que la distance sur laquelle on réalise cette mesure est extrêmement grande, ce qui permet d'avoir une durée mesurable à l'aide d'instruments de faible précision.

Sujet 6. Lavoisier et la conservation de la matière

1. Légende du schéma :

- A : le bouchon de liège
- BC : le fil de fer
- DEFG : la bouteille

2. L'amadou est un champignon parasite des arbres qui est inflammable. On l'utilise afin d'amorcer la combustion.

3. Ce que Lavoisier appelle « l'air dépouillé de sa partie non respirable » est aujourd'hui nommé dioxygène.

4. Un réactif est une substance chimique qui est consommée au cours d'une transformation chimique.

5. Dans la transformation chimique étudiée par Lavoisier, les réactifs sont le fer et le dioxygène.

6. On fait le bilan des atomes avant la transformation chimique :

- 3 atomes de fer et 2 × 2 = 4 atomes d'oxygène.

On fait le bilan après la transformation chimique :

- 3 atomes de fer et 4 atomes d'oxygène.

Il y a bien le même nombre d'atomes avant et après la transformation chimique, les coefficients sont correctement ajustés.

7. La masse de fer qui a réagi avec l'air est de 100 grains.

$$\begin{aligned}100 \text{ grains} &= 100 \times \frac{1}{72} \text{ gros} = 100 \times \frac{1}{72} \times \frac{1}{8} \text{ once} \\ &= 100 \times \frac{1}{72} \times \frac{1}{8} \times \frac{1}{16} \text{ livre} \\ &= 100 \times \frac{1}{72} \times \frac{1}{8} \times \frac{1}{16} \times 489,5 \text{ g} = 5,3 \text{ g}\end{aligned}$$

8. Si on part de 100 grains de fer, on obtient 135 à 136 grains d'éthiops. Cela veut dire qu'on a une augmentation de 35 à 36 grains ($135 - 100 = 35$).

On peut utiliser les mêmes proportions, mais cette fois-ci exprimées en livres.

Pour 100 livres de fer, on obtient 135 à 136 livres d'éthiops. Cela veut dire qu'on a une augmentation de 35 à 36 livres. Comme un quintal correspond à 100 livres, avec un quintal de fer on obtient une augmentation de 35 à 36 livres, ce qui nous permet de vérifier l'affirmation de Lavoisier.

Sujet 7. Et si on regardait les fourmis ?

1. Sur la photo, la fraise des bois mesure 2 cm. Or, on sait qu'une fraise des bois a une dimension réelle de 1,2 cm. De plus, sur la photo, la fourmi a une taille de 1,2 cm. En faisant un tableau de proportionnalité, on obtient :

2 cm	1,2 cm
1,2 cm	$d = ?$

$$d = \frac{1,2 \times 1,2}{2} = 0,72 \text{ cm} = 7,2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

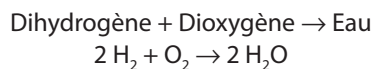
2. a. Le modèle moléculaire nous indique qu'il y a 1 atome de carbone, 2 atomes d'oxygène et 2 atomes d'hydrogène. Sa formule chimique sera donc CH_2O_2 .

b. Puisqu'il s'agit d'un acide, on peut en déduire que la valeur de son pH est comprise entre 0 et 7.

3. a. La transformation de l'acide formique en dihydrogène est une transformation chimique car il y a formation de nouveaux produits.

b. Les réactifs qui permettent d'obtenir de l'acide formique sont le dihydrogène et le dioxyde de carbone.

c. L'équation de transformation chimique de la pile à combustible est :



Présentation du chapitre

Ce chapitre permet d’approfondir les connaissances et les compétences associées à la caractérisation d’un mouvement. Les activités 1 et 2 rappellent que le mouvement dépend de l’observateur et comment le caractériser. Dans les activités 3 et 4 on utilise la formule $v = \frac{d}{t}$. Ces activités peuvent être données en parallèle, en fonction du niveau des élèves.

Si l’activité 4 traite de la vitesse d’un moyen de transport, d’un sportif ou d’un animal, l’activité 3 suppose que l’élève soit capable de transférer ce qu’il a appris pour construire une nouvelle notion, celle de « débit volumique ». Dans ce chapitre, très détaillé, on construit la notion de force en tant que modélisation d’une action. L’activité 5 rappelle les différents types d’interactions et comment les modéliser par des diagrammes objet interaction. Dans l’activité 6, on interprète, après avoir retravaillé les DOI en exercices, le percement d’un tissu par une aiguille poussée par un doigt par un diagramme éclaté. En ce qui concerne la seule aiguille, on extrait deux actions dont l’une, celle du doigt, a un effet plus important que l’autre, celle du tissu. L’activité 7 peut permettre, par exemple dans le cadre d’un EPI ou d’une simple collaboration avec la technologie, de réinvestir l’activité 6 pour analyser le mouvement d’une fusée en termes d’interactions et de forces. Dans un contexte toujours ludique, il est enfin proposé d’expérimenter pour découvrir le principe d’inertie (Activité 8).

On notera enfin que les forces sont représentées par des segments de droite orientées mais que la notion de vecteur n’est pas utilisée.

Réponse à la question d’ouverture du chapitre

► En étudiant les différentes interactions de cette situation, on comprend que l’air expulsé par les réacteurs exerce une force sur la fusée. L’intensité de cette force étant plus importante que celle qu’exerce la Terre sur la fusée, celle-ci décolle.

Activité 1 Qu’est-ce que la relativité du mouvement ?

Réponse aux questions

1. Dans le document 1, l’observateur se trouve sur le quai, c’est-à-dire à l’extérieur du train.
2. Dans le document 2, l’observateur se trouve dans le train.
3. L’observateur immobile dans le train peut dire que les arbres bougent, il les voit défiler.

Personnage	Mouvement par rapport à Dimitri			
	avance*	recole	est immobile	on ne peut pas dire
Anna		X		
Dimitri				
Élina	X			
Collins			X	
Bélinda		X		

Personnage	Mouvement par rapport à Bélinda			
	avance*	recole	est immobile	on ne peut pas dire
Anna				X
Dimitri	X			
Élina	X			
Collins	X			
Bélinda				

* Dans le sens du mouvement du train.

Activité 2 Quelles sont les caractéristiques de la vitesse ?

Réponse aux questions

1. Pour le joueur, le palet n’est pas immobile puisqu’il se déplace sur l’écran. Cependant, la photo qui est un instantané, ne peut pas être utilisée pour savoir si le palet était en mouvement au moment de la photo.
2. La chronophotographie permet de visualiser à intervalles réguliers les positions successives, et donc d’étudier le mouvement (variation de vitesse et trajectoire) du palet.
3. Sur le document 3, le palet se déplace suivant l’axe « horizontal » avant le rebond, puis suivant l’axe « vertical » après le rebond. La direction de la vitesse n’est donc pas la même avant et après la raquette.
4. Le palet arrivant perpendiculairement sur le bord de l’écran, sa vitesse sera de même direction mais de sens opposé après le rebond.

Activité 3 Quelle est la vitesse d’écoulement d’une pompe à essence ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

Les étapes de la réponse suivent l’aide p. 266 du manuel.

1. Le volume du réservoir est de 110 litres.

2. Le temps nécessaire pour faire le plein d'essence est de 9 secondes.

$$3. t = 9 \text{ s} = \frac{9}{60} = 0,15 \text{ min}$$

4. La formule permettant de calculer un écoulement est $v = \frac{d}{t}$ où d correspond à un volume.

$$v = \frac{d}{t} = \frac{110}{0,15} = 733,34 \text{ L/min}$$

La vitesse d'écoulement d'une pompe à essence de Formule 1 est de 730 L/min.

Remarque : en notation scientifique, et en respectant les règles d'arrondi exigibles en fin de lycée, on garderait 1 chiffre significatif (valeur la moins précise de l'énoncé : 9 s) ce qui donnerait $7 \times 10^2 \text{ L}$.

Activité 4 Comment calculer une vitesse ou une durée ?

Réponse aux questions

1. Expression de la vitesse : $v = \frac{d}{t}$

Expression de la distance : $d = vt$

Expression du temps : $t = \frac{d}{v}$

2. La distance à parcourir est : $d = 326 \text{ km}$

La vitesse d'un dauphin est : $v = 60 \text{ km/h}$.

Le temps de parcours est donc :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{326}{60} = 5,4 \text{ h soit } 5 \text{ h et } 24 \text{ min.}$$

3. Le temps de parcours est : $t = 49,44 \text{ s}$

La vitesse d'une gazelle est : $v = 22 \text{ m/s}$.

La distance parcourue est donc :

$$d = t \times v = 49,44 \times 22 = 1087,7 \text{ m soit } 1 \text{ km et } 87,7 \text{ m.}$$

4. et 5. En partant le soir à 21 h et en arrivant le matin à 6 h, le ferry met 9 h pour arriver en Corse.

Le dauphin, qui ne met que 5 heures et 24 minutes pour parcourir la même distance, est plus rapide que le ferry.

En 49,44 s une gazelle parcourt plus d'un kilomètre tandis que Shaunae Miller parcourt 400 m. La gazelle est donc plus rapide que la sprinteuse des Bahamas.

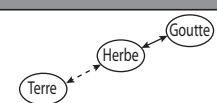
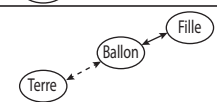
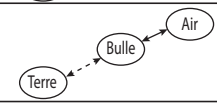
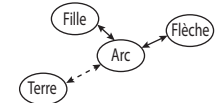
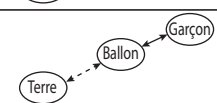
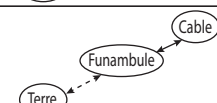
Le record de Marie-Josée Pérec sur 400 m est de 48,25 s. Shaunae Miller est donc moins rapide que la sprinteuse française.

Activité 5 Comment représenter des interactions ?

Réponse aux questions

1. Il existe un lien physique pour les interactions de contact entre les deux objets en interaction, ce n'est pas le cas pour les interactions à distance. Les interactions à distance sont toujours réparties.

2. On peut, dans les situations proposées, s'intéresser à l'arc, à l'herbe, au ballon, au funambule etc. On donne quelques exemples de réponses possibles :

Situation	Objet en interaction	Type d'interaction	DOI
a	Goutte – herbe Goutte – Terre	Contact Distance	
b	Bulle – Air Bulle – Terre	Contact Distance	
c	Ballon – Fille Ballon – Terre	Contact Distance	
d	Arc – fille Arc – Terre Arc – Flèche	Contact Distance Contact	
e	Ballon – Garçon Ballon – Terre	Contact Distance	
f	Funambule – Câble Funambule – Terre	Contact Distance	

Remarque : on aurait pu faire d'autres choix et s'intéresser, par exemple, à la jeune fille qui tire à l'arc et qui est aussi en interaction de contact avec le sol et à distance avec la Terre, ou au garçon qui tire au but et qui est en interaction à distance avec la Terre (il est en train de sauter et n'est plus en interaction directe avec le sol).

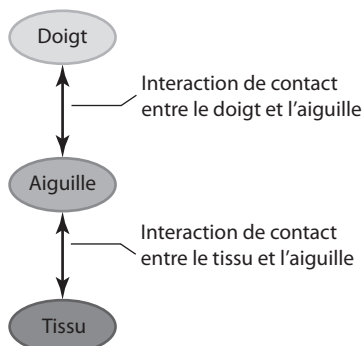
3. L'action de la force qu'exerce la fille déforme l'arc.

Remarque : l'action de la force qu'exerce le garçon modifie la trajectoire du ballon.

Activité 6 L'aiguille percera-t-elle le tissu ?

Réponse aux questions

1.



2. L'effet de l'action de l'aiguille est une marque en forme de pique sur le doigt de Martin.

Si Martin n'appuie pas assez fort, l'aiguille ne traversera pas le tissu.

Le tissu maintient l'aiguille hors du tissu.

3. La valeur de la force qu'exerce le doigt est supérieure à la valeur de la force qu'exerce le tissu.

Les longueurs des flèches sont proportionnelles aux valeurs des forces.

4. L'aiguille va traverser le tissu.

Le segment orienté qui représente l'action du tissu sur l'aiguille est plus court que le segment orienté qui représente l'action du doigt sur l'aiguille.

5. Il faut modifier les longueurs des flèches dans les documents 2 et 4.

Les interactions restent les mêmes mais les valeurs des forces exercées changent.

La résistance du tissu étant supérieure à celle du doigt, les flèches qui représentent les forces entre l'aiguille et le tissu doivent être plus grandes que celles qui représentent les forces entre l'aiguille et le doigt.

Activité 7 Comment réaliser une fusée ?

Réponse aux questions

1. Le vinaigre et le bicarbonate de sodium réagissent entre eux, ce qui entraîne un dégagement gazeux. Sous l'effet des gaz, le bouchon saute et la fusée est propulsée vers le ciel.

Remarque : on veillera à ne pas utiliser le mot *pression* (notion qui n'est pas au programme). Cela n'est pas demandé, mais si l'on veut interpréter l'observation, on pourra dire que :

- le gaz produit est en interaction avec le bouchon ;

- le bouchon est en interaction avec le goulot de la bouteille ;
- lorsque l'action de la bouteille sur le bouchon devient moins importante que l'action du gaz sur le bouchon, le mouvement du bouchon est modifié. Il était au repos puis il acquiert une vitesse non nulle : en étant propulsé, il laisse échapper les réactifs et les produits de la réaction à grande vitesse.

2. La fusée est en interaction avec la Terre (poids) et avec les gaz qu'elle expulse.

Remarque : le poids et la force des gaz sur la fusée ont des effets opposés. Le poids est orienté vers le sol et son effet serait de faire tomber la fusée alors que la force exercée par les gaz sur la fusée est orientée vers le haut, et aurait pour effet de faire monter la fusée. Le raisonnement proposé ne considère pas que le système fusée comprend les réactifs : ils sont « extérieurs » au système fusée et peuvent donc, lorsqu'ils sont transformés en un produit gazeux, exercer une force sur la fusée.

3.

Force	Terre / Fusée	Gaz / Fusée
Point d'application	Centre de gravité de la fusée	Sortie des réacteurs
Direction	Verticale	Verticale
Sens	Vers le bas	Vers le haut

4. Lors du décollage, la force exercée par les gaz sur la fusée a la plus grande valeur. En effet, la force la plus importante est celle qui est dirigée vers le haut, au moment où la fusée accélère et prend de l'altitude.

Activité 8 Peut-il y avoir un mouvement sans forces ?

INVESTIGATION

Réponse à la consigne

Il n'y a pas de mauvaise réponse pour cette activité. Il serait intéressant de discuter du cas idéal et du cas réel avec les élèves.

• Le cas idéal

Le palet étant sur la glace, aucun frottement n'est exercé sur lui et il ne ralentira pas durant le trajet.

Quentin a raison : s'il lance le palet dans la bonne direction celui-ci arrivera à la maison.

• Le cas réel

Il existe des frottements (même sur la glace) qui auront pour effet de ralentir le palet au cours de son trajet.

Jade a raison : même si les frottements sont très faibles, même en donnant une vitesse colossale au palet, celui-ci n'atteindra pas la maison.

Par ailleurs, si le palet doit « prendre » un virage pour arriver à la maison, il est impossible de le lancer de façon à ce qu'il l'atteigne sauf s'il y a assez de frottements pour que, si l'on « donne de l'effet » au palet, il ne suive pas une ligne droite.

L'expérience qu'il est intéressant de faire réaliser avec un glaçon, est que, quelle que soit la façon de le lancer, on ne peut lui faire « prendre de tournant » sans le toucher de nouveau.

Remarque : on peut réaliser un film. Pour cela, mettre du colorant dans l'eau avant de la faire prendre en glaçon. Celui-ci sera plus visible à l'écran.

Corrigés des exercices

Je me teste

3. Manipuler la formule de la vitesse

Réponses **c.**, **d.**, et **e.**

4. Calculer une vitesse

Réponses **a.**, **c.** et **d.** (3,6 km en une heure c'est 3 600 m en 1 heure soit 3600 m en 3600 s et donc 1 m par seconde).

5. Calculer un temps

Réponse **b.** (2 h 30 c'est « deux heures et demie » et l'on peut, mentalement, effectuer le calcul suivant : 2 fois la distance parcourue en une heure, soit $2 \times 120 = 240$ km, + la distance parcourue en une demi-heure, 60 km, c'est-à-dire un total de $240 + 60 = 300$ km).

6. Représenter une interaction

Réponse **c.**

7. Caractériser une vitesse

1. **a.**
2. Aucune réponse
3. **a.** et **b.**

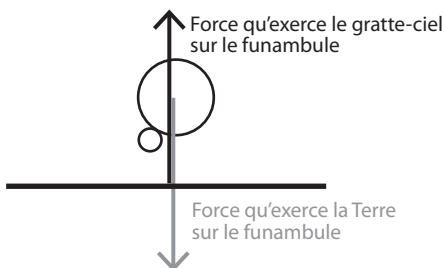
8. Représenter une force

1. (1) $\leftrightarrow F_{\text{support/balle}}$
- (2) $\leftrightarrow F_{\text{club/balle}}$
- (3) $\leftrightarrow F_{\text{Terre/balle}}$
2. (1) $\leftrightarrow B$
- (2) $\leftrightarrow D$
- (3) $\leftrightarrow C$

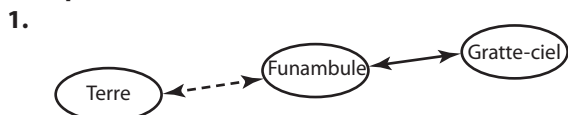
Je travaille des compétences

9. Passer d'une forme de langage scientifique à une autre

Groupe A

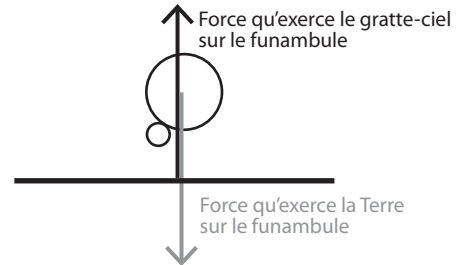


Groupe B



2.

Force	Point d'application	Direction	Sens
Force exercée par la Terre sur le funambule	Centre de gravité du funambule (nombril)	Verticale	Vers le bas
Force exercée par le gratte-ciel sur le funambule	Contact entre le gratte-ciel et le funambule (mains)	Verticale	Vers le haut

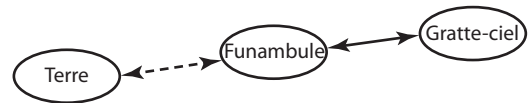


3.

Groupe C

1. Les objets en interaction avec le funambule sont le gratte-ciel et la Terre.

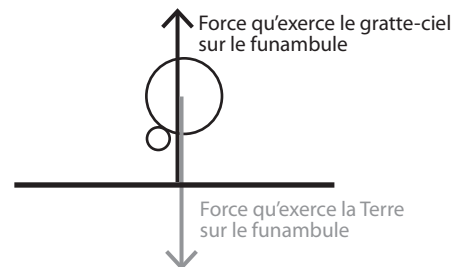
2.



3.

Force	Point d'application	Direction	Sens
Force exercée par la Terre sur le funambule	Centre de gravité du funambule (nombril)	Verticale	Vers le bas
Force exercée par le gratte-ciel sur le funambule	Contact entre le gratte-ciel et le funambule (mains)	Verticale	Vers le haut

4. Si les forces n'avaient pas la même valeur, le funambule verrait son mouvement modifié et il se mettrait en mouvement. Les deux forces doivent être de la même valeur (flèches de même longueur) pour qu'elles se compensent et que le funambule soit immobile.



Remarque : dans cet exercice, on aura bien présent à l'esprit que le funambule est, selon la formulation qui sera utilisée au lycée, immobile et donc soumis à deux forces qui se compensent.

L'inverse n'est pas exact : on a vu dans l'activité 11 le cas du glaçon qui est soumis à des forces qui se compensent et qui se trouve en mouvement rectiligne uniforme.

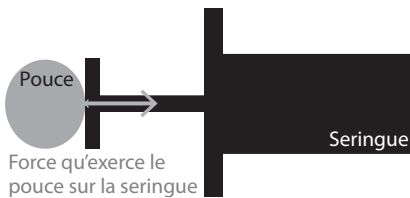
10. Passer d'une forme de langage scientifique à une autre

Groupe C



2.

Point d'application	Direction	Sens	Valeur
Point de contact entre le pouce et la seringue	Horizontale	Vers la seringue	Arbitraire

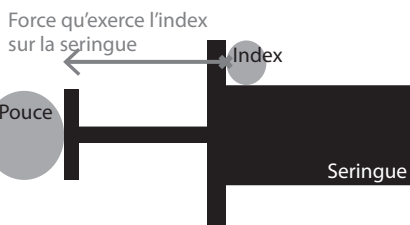


Groupe B

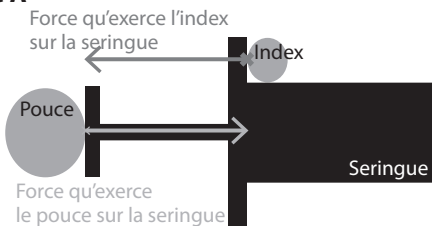


2.

Point d'application	Direction	Sens	Valeur
Point de contact entre l'index et la seringue	Horizontale	Vers le pouce	Arbitraire



Groupe A



Remarque : la longueur de la flèche représentant la force qu'exerce le pouce doit être plus grande que celle qu'exerce l'index lors d'une compression. Dans cet exercice on ne représente que les forces liées au DOI pour simplifier la situation.

Je travaille des notions

11. Reconnaître une vitesse

Réponses a. et b.

12. Vrai ou faux ?

a. Vrai.

b. Faux (exemple : le mouvement circulaire uniforme : la valeur de la vitesse est constante mais la direction de la vitesse change à chaque instant).

c. Vrai (il conviendrait en toute rigueur de préciser la référence choisie : un objet est immobile par rapport à un autre).

13. Compléter la phrase

Réponse a.

Au moment où deux cabines de téléphériques se croisent, leurs vitesses ont même valeur et même direction.

Remarque : leur sens sont opposés.

14. Corriger les phrases

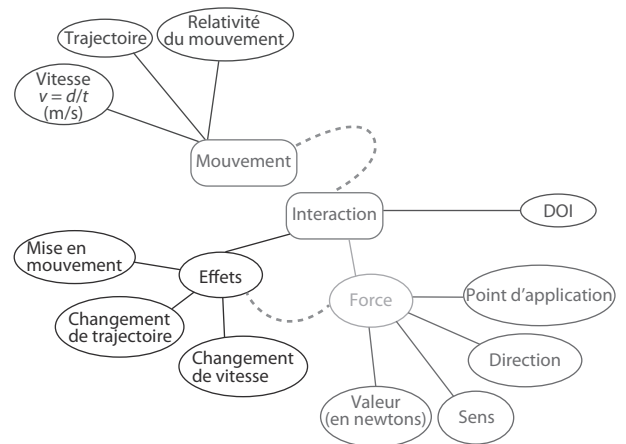
a. La voiture accélère entre le panneau et l'arbre.

b. La trajectoire de la voiture est une droite.

c. Le mouvement de la voiture est rectiligne entre le panneau et la boîte aux lettres.

d. Le mouvement est uniforme entre l'arbre et la boîte aux lettres.

15. Réviser à l'aide d'une carte mentale



16. Reconnaître un mouvement

1. Sur cette chronophotographie, la distance qui sépare deux positions successives du kitesurfeur est la même. La vitesse du kitesurfeur est donc constante.

2. Le mouvement du kitesurfeur est uniforme (il est difficile de dire s'il est circulaire : cela est du reste peu probable ; il n'est d'ailleurs en mouvement uniforme que sur une phase assez courte de son mouvement).

17. Nommer des mouvements

Phase 1 : mouvement rectiligne uniforme.

Phase 2 : mouvement rectiligne ralenti.

Phase 3 : mouvement circulaire uniforme.

Phase 4 : mouvement rectiligne accéléré.

Phase 5 : mouvement rectiligne uniforme.

18. L'escalator et l'escalier

- Noé, Claire et Nathan sont en mouvement par rapport à Quentin.
- Noé et Quentin sont en mouvement et Nathan est immobile par rapport à Claire.
- Oui, Noé est en mouvement par rapport à Quentin même s'il est immobile pour l'affiche. Il faut définir l'observateur avant de décrire un mouvement.
- Oui, l'affiche est en mouvement pour Claire, Nathan (elle s'en rapproche) et Quentin (elle s'en éloigne). Le mouvement dépend de l'observateur.

19. Calculer une vitesse

$$1. v = \frac{d}{t}$$

- La vitesse v est en kilomètres par heure (km/h). La distance parcourue d est en kilomètres (km). La durée t est en heure (h).

$$3. d = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$t = 1,412 \text{ s} = \frac{1,412}{3600} = 0,00039 \text{ h} = 3,9 \times 10^{-4} \text{ h}$$

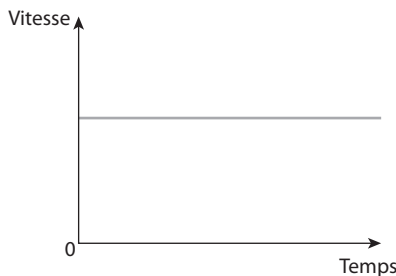
$$v = \frac{d}{t} = \frac{0,100}{3,9 \times 10^{-4}} = 255 \text{ km/h}$$

Remarque : le résultat du calcul du temps doit avoir 4 chiffres significatifs, donc en principe on doit donner comme résultat $3,922 \times 10^{-4} \text{ h}$ et finalement, pour v , 254,957... qui s'arrondit à 255,0 km/h car il faut comprendre 100 mètres comme 100,0 m (sur une piste de 100 m la précision du marquage au sol est bien de la dizaine de centimètres).

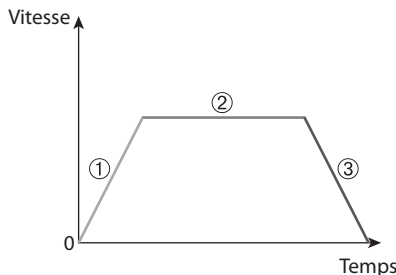
Un résultat de 250 km/h peut être considéré comme correct au niveau du collège même si l'on fait remarquer aux élèves que s'il s'agit de battre un record du monde, une plus grande précision est requise : celui qui a la vitesse de 255,0 km/h passe devant celui qui a la vitesse de 254,9 km/h.

20. Prévoir l'allure d'une courbe

1.



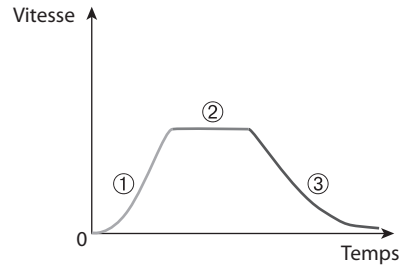
2.



Lors du décollage, la vitesse de l'avion augmente (phase ①).

La vitesse de croisière est constante (phase ②). Au cours de l'atterrissage, l'avion décélère (phase ③), sa vitesse diminue jusqu'à l'arrêt (vitesse nulle).

Remarque : la courbe ci-dessous, plus complexe mais plus réaliste, peut être proposée par certains élèves.



21. Calculer distance et temps

- Le rayon de l'orbite est de 6 800 mètres (6 400 + 400).
 $d = 2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 6\,800 = 42\,725,67 \text{ km}$
 La longueur de l'orbite est donc de 42 725 km.

$$2. t = \frac{d}{v} = \frac{42\,725}{27\,600} = 1,55 \text{ h}$$

L'ISS fait le tour de la Terre en 1,55 h.

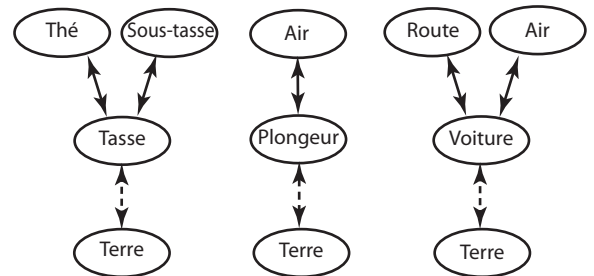
$$3. n = \frac{24}{1,55} = 15,5$$

L'ISS fait plus de 15 fois le tour de la Terre en un jour.

22. Reconnaître des interactions

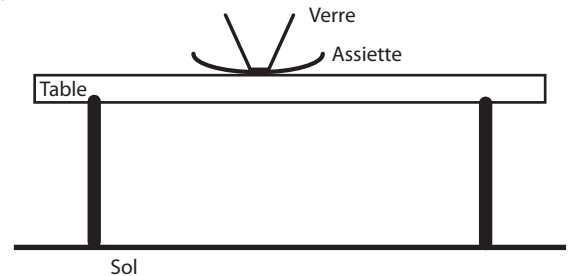
- Les situations **a** (interaction doigt-tablette) et **c** (interactions parapente-air et parapente-parapentiste) présentent des interactions de contact.
- Les situations **b** (interaction aimant-Terre), et **c** (interactions parapentiste-Terre et Terre-Soleil) présentent des interactions à distance.

23. Construire un DOI



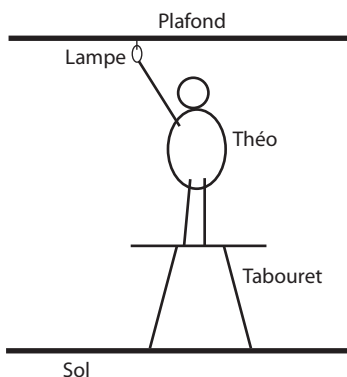
24. Retrouver une situation

1.



La situation décrite par ce DOI est : une assiette posée sur une table avec un verre à l'intérieur.

2.



La situation décrite par ce DOI est : Théo sur un tabouret change une ampoule fixée au plafond.

25. Vrai ou faux ?

- a. Vrai, la balle n'est plus en interaction avec la raquette.
- b. Faux, une balle lancée n'est soumise qu'à l'attraction de la Terre mais ne possède pas un mouvement rectiligne, elle finit par retomber au sol.
- c. Vrai, s'il est loin d'une planète et que ses réacteurs sont coupés.

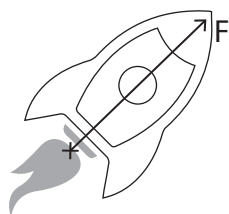
26. C'est trop léger !

Point d'application	Direction	Sens	Valeur
Point de contact entre la main et la ficelle	Verticale	Vers le haut	2,4 N (1,2 cm ↔ 2,4 N)

27. Le grab

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

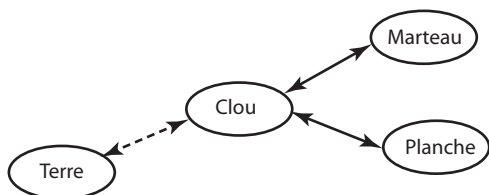
28. Les gaz brûlés



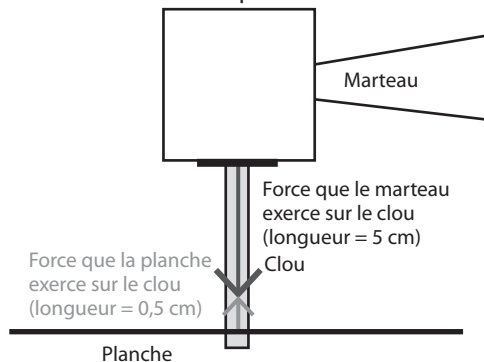
1 cm ↔ 200 000 N
La longueur de la flèche doit être de 2,5 cm.

29. Le coup de marteau

1.



2. Attention le dessin n'est pas à l'échelle.



3. La valeur de la force exercée par le marteau est supérieure à celle exercée par la planche, le clou va donc s'enfoncer dans la planche.

Remarque : *il s'agit exactement du même cas que celui de l'aiguille s'enfonçant dans le tissu. Le marteau joue le rôle du doigt. La valeur de la force exercée par le marteau sur le clou est par ailleurs égale à celle de la force que le clou exerce sur le marteau. De même, la valeur de la force que le clou exerce sur la planche est égale à la valeur de la force que la valeur exerce sur le clou.*

30. Le joueur de hockey

Un palet sur la glace n'est soumis qu'à des forces qui se compensent. Le seul mouvement possible pour un palet est un mouvement rectiligne uniforme. Mike ne pourra donc pas marquer.

31. La trousse qui ne tombe pas

Réponse b. Le livre et la Terre.
Ces deux actions se compensent, la trousse reste immobile.

32. Pourquoi ne bouge-t-il pas ?

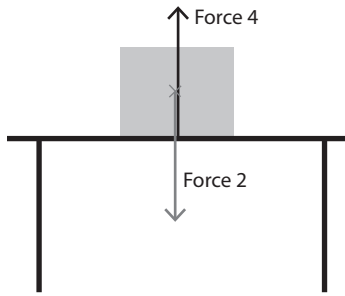
1.

Force	Force 1	Force 2	Force 3	Force 4
Nom	Force qu'exerce le cube sur la Terre	Force qu'exerce la Terre sur le cube	Force qu'exerce le cube sur la table	Force qu'exerce la table sur le cube
	$F_{\text{Cube/Terre}}$	$F_{\text{Terre/Cube}}$	$F_{\text{Cube/Table}}$	$F_{\text{Table/Cube}}$

2. Les forces qui s'exercent sur le cube sont la force 2 et la force 4.

Force	Point d'application	Direction	Sens	Valeur
Force 2 $F_{\text{Terre/Cube}}$	Centre de gravité du cube	Verticale	Vers le bas	Le cube est immobile, les valeurs sont identiques (les deux flèches auront, sur le schéma, la même longueur).
Force 4 $F_{\text{Table/Cube}}$	Centre de la surface de contact entre la table et le cube.	Verticale	Vers le haut	

3.

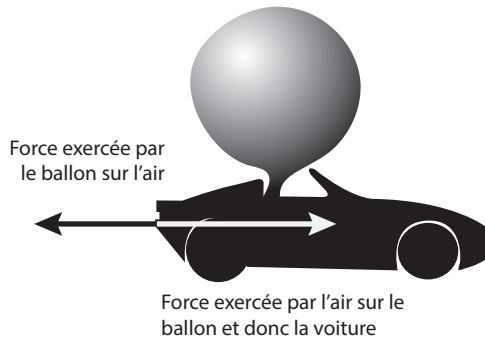


33. Le ballon de baudruche et la voiture

En se dégonflant, le ballon de baudruche expulse de l'air par l'arrière de la voiture. Le ballon exerce donc une action sur l'air en l'expulsant.

Or, on sait que si le ballon a une action sur l'air, l'air a une action de même direction mais de sens opposé sur le ballon. L'air exerce donc une action sur le ballon, et donc sur la voiture. Cette action a pour effet de faire avancer la voiture.

Remarque : comme dans le cas de la fusée, il faut considérer l'air qui est dans le ballon comme un système extérieur : l'air exerce une force sur le ballon.

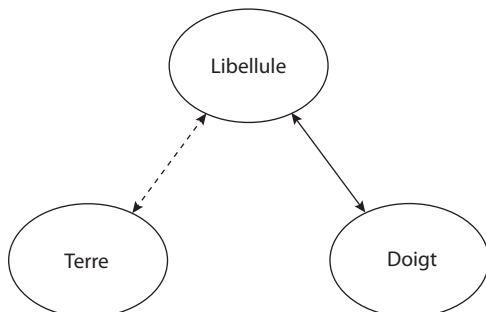


34. La libellule : un équilibre qui interroge !

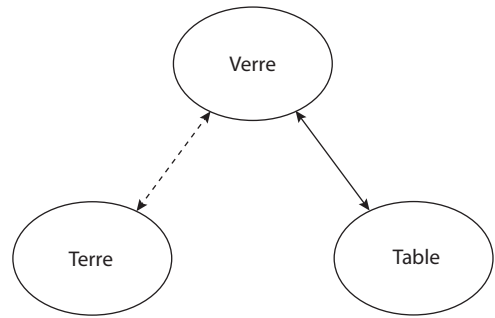
1. Non, la libellule n'est pas en apesanteur car elle est en interaction avec le doigt et la Terre.

2. La libellule est en interaction à distance avec la Terre et en interaction de contact avec le doigt.

3.



4. Ce DOI est le même que celui d'un objet sur une table :



Corrigés des problèmes

35. Grande vitesse

1. Le TGV parcourt 200 km en 40 min lorsqu'il roule à la vitesse maximale.

$$v = 300 \text{ km/h et } t = 40 \text{ min} = \frac{40}{60} \text{ h}$$

$$d = v \times t = 300 \times \frac{40}{60} = 200 \text{ km/h}$$

Remarque : il est préférable, pour avoir la meilleure précision, de ne pas effectuer les calculs de conversion au fur et à mesure. Il peut être plus simple de faire un simple produit en croix en revenant à la définition de la vitesse :

200 km	40 minutes
?	60 minutes

2. Le temps mis par le conducteur pour vérifier ses compteurs vaut $1,0 \text{ s} = \frac{1}{3600} \text{ h}$.

La distance parcourue par le TGV pendant cette durée vaut :

$$d = v \times t = 300 \times \frac{1}{3600} = 0,083 \text{ km soit } 83 \text{ m.}$$

On peut aussi écrire :

1,0 s	?
3 600 s = 1 heure	300 km

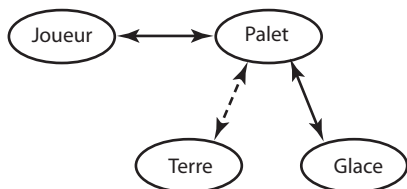
3. $t = 30 \text{ s} = \frac{30}{3600} \text{ h}$ et $v = 300 \text{ km/h}$

$d = v \times t = 300 \times \frac{30}{3600} = 2,5 \text{ km}$. Le TGV parcourt 2,5 km en 30 s lorsqu'il roule à vitesse maximale.

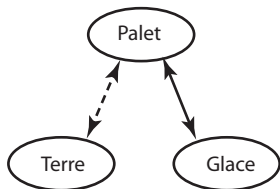
4. Les trains moins rapides parcourent en 1 min à peu près la même distance que le TGV en 30 s. On peut supposer que le choix du réglage est plutôt fait à partir de la valeur de la distance parcourue sans vigilance plutôt que de la « non vigilance » du conducteur.

36. Le curling

1.



2.

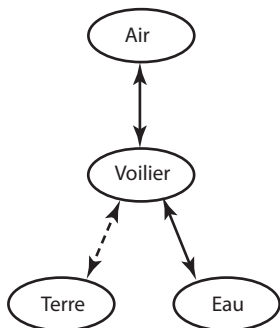


3. Au milieu de sa course, le palet est en mouvement rectiligne uniforme : il est alors soumis à deux forces qui se compensent, c'est-à-dire dont les effets s'annulent. Il peut donc y avoir un mouvement sans force.

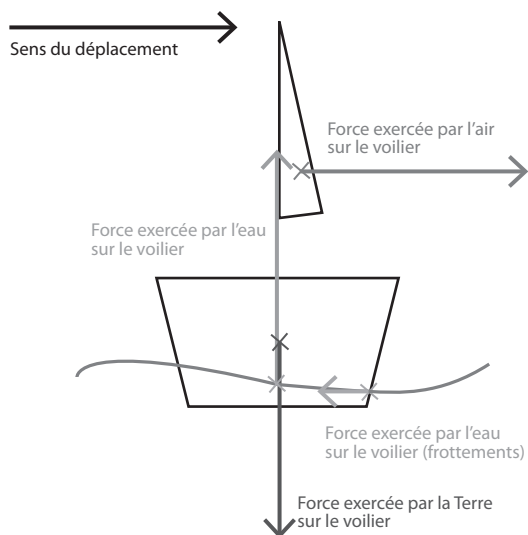
37. Un voilier qui avance

1. Le voilier est en interaction avec l'air, l'eau et la Terre.

2.



3.

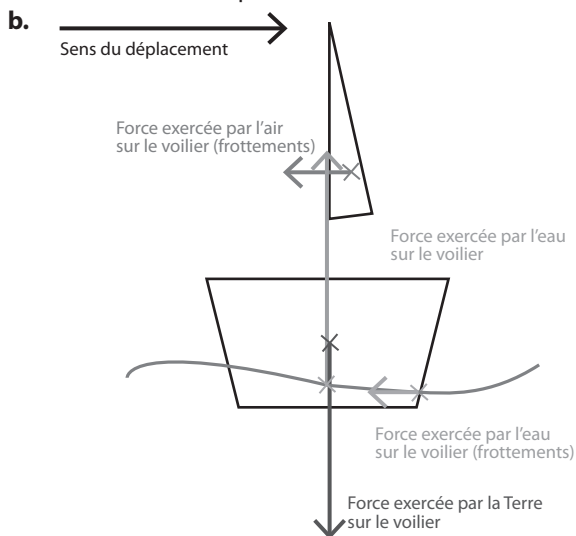


4. Les forces exercées par l'eau et la Terre se compensent, c'est-à-dire que leurs effets s'annulent.

Par contre, la force exercée par l'air sur le voilier n'est pas entièrement compensée par les frottements de l'eau sur le voilier.

Le bateau se met donc en mouvement, il accélère dans le sens du vent.

5. a. Non le DOI n'est pas modifié.



Les forces exercées sur le bateau dues aux frottements avec l'eau et l'air s'opposent au mouvement : le bateau ralentit.

38. Immobile ou très rapide ?

La vitesse de Bertrand est nulle par rapport à l'axe de la Terre car il se trouve au pôle Nord (sur l'axe).

La distance parcourue par Maria, en un jour (soit 24 h), par rapport à l'axe de la Terre est :

$$d_M = 2\pi \times R_t = 2\pi \times 6400 = 40212 = 4,02 \times 10^4 \text{ km}$$

$$v_M = \frac{d_M}{t_M} = \frac{4,02 \times 10^4}{24} = 1676 \text{ km/h}$$

La vitesse de Maria à Quito est donc de 1676 km/h par rapport à l'axe de la Terre.

La distance parcourue par Bertrand en 365 jours (soit 8760 h), par rapport au Soleil est :

$$d_B = 2\pi \times D = 2\pi \times 150000000 = 2\pi \times 1,5 \times 10^8 \\ = 942477796 = 9,42 \times 10^8 \text{ km}$$

$$v_M = \frac{d_B}{t_B} = \frac{9,42 \times 10^8}{8760} = 107534 \text{ km/h}$$

La vitesse de Bertrand autour du Soleil est donc de 107534 km/h.

Remarque : pour habituer les élèves à la prise en compte des chiffres significatifs, on arrondira à 1700 km/h et 108 000 km/h. En toute rigueur, les résultats correctement exprimés sont $1,68 \times 10^3$ km/h et $1,08 \times 10^5$ km/h.

Pour le premier calcul, 24 est un nombre entier. La valeur la moins précise a trois chiffres significatifs (4,02).

Pour le second calcul : la valeur la moins précise a trois chiffres significatifs (9,42).

39. Rentrer à pied depuis l'espace

On peut décomposer ce saut en quatre phases :

1^{re} phase : début du saut, sans vitesse initiale le sauteur accélère jusqu'à sa vitesse maximale.
Le mouvement est *rectiligne accéléré*.

2^e phase : elle débute lorsque la vitesse maximale du sauteur est atteinte. Il garde cette vitesse jusqu'à l'ouverture de son parachute.
Le mouvement est *rectiligne uniforme*.

3^e phase : elle débute lorsque le sauteur ouvre son parachute.
Sa vitesse diminue.

Le mouvement est *rectiligne ralenti*.

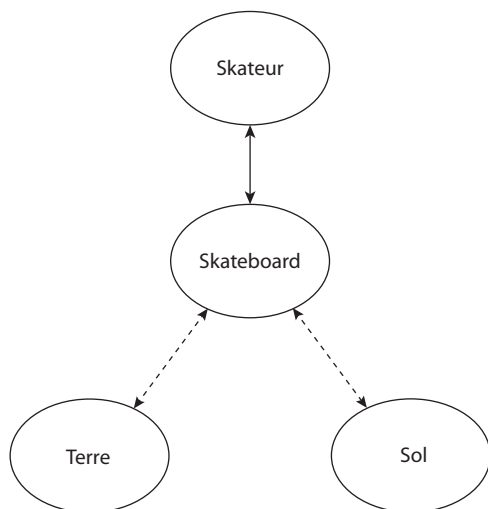
4^e phase : C'est la dernière phase. Le sauteur finit sa chute, à faible vitesse, il est suspendu à son parachute.
Le mouvement est *rectiligne uniforme*.

Corrigés du Sujet Brevet

Sujet 8. Le skateboard du futur

1. Le skateboard est en interaction à distance avec la Terre et avec le sol, et en interaction de contact avec le skateur.

2.



3. L'azote lorsqu'il refroidit le skateboard passe de l'état liquide à l'état gazeux : c'est une vaporisation

Remarque : le skateboard fournit à l'azote liquide de l'énergie thermique qui lui permet de se vaporiser.

4. L'air au-dessus du supraconducteur se refroidit, la vapeur d'eau présente dans l'air passe de l'état gazeux à l'état liquide sous l'effet de la baisse de température. Des gouttelettes d'eau liquide se forment : un petit nuage apparaît.

5. $d = 400$ km

$v = 603$ km/h

$t = \frac{d}{v} = \frac{400}{603} = 0,66$ h soit environ 40 minutes.

Le Maglev reliera les villes de Tokyo et d'Osaka en 40 minutes.

Présentation du chapitre

L'interaction gravitationnelle est la première occasion pour l'élève de collège de manipuler une expression littérale compliquée où il va devoir, pour effectuer les applications numériques, identifier trois grandeurs, utiliser des puissances de 10 et finalement comprendre comment la valeur de chacune de ces grandeurs influence le résultat final. L'activité 1 introduit donc l'expression de la force gravitationnelle et propose, par un dépistage de fautes, une manière originale de comprendre comment on mène une application numérique. L'activité 2 met en évidence, par comparaison entre le fonctionnement d'une balance à plateaux et d'un pèse-bagages, la différence entre poids et masse. Plus ludiques mais complexes, les tâches proposées dans les activités 3 et 4 permettent de décrypter finalement ce qu'on appelle pesanteur et apesanteur. Pour mieux expliquer cette sensation de « ne pas se sentir peser » parce qu'on est animé du même mouvement que l'objet dans lequel on se trouve (ISS, avion zéro g...), on peut regarder quelques vidéos de NOVSPACE. L'activité 5, sous forme d'une énigme à résoudre, permet de retravailler la relation $P = mg$.

Remarque : *il n'est pas fait ici de distinction entre le poids et l'interaction gravitationnelle. Le professeur peut garder à l'esprit que l'interaction gravitationnelle correspond à la seule expression numérique travaillée dans l'activité 1 alors que la force de pesanteur tient compte d'autres contributions : ainsi, en raison de la rotation de la Terre sur elle-même, le poids varie-t-il légèrement avec la latitude.*

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► En étudiant les forces que subit ce satellite, on comprend qu'il est à la fois attiré par la Terre pour ne jamais s'en éloigner et qu'il possède une vitesse suffisante pour ne jamais la percuter. Comme la Lune, il n'en finit pas de tomber sur la Terre.

Activité 1 Quelle est la valeur de la force gravitationnelle ?

1. L'expression de la valeur de la force à la force qu'exerce la Terre sur un dictionnaire de 2 kilos.

F_1 correspond à :

$$F_1 = F_3 = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 2}{(6,4 \times 10^6)^2} = 19,62 \text{ N.}$$

2. F_2 est la valeur de la force qui s'exerce entre la Terre et la Lune.

3. L'élève a utilisé la masse du Soleil et non celle de la Terre pour faire son calcul, et il n'a pas pris en compte l'altitude (400 km) de l'ISS.

$$F_3 = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 4,5 \times 10^5}{(6,8 \times 10^6)^2} = 3,9 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$4. F_4 = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 1,99 \times 10^{30}}{(149,6 \times 10^9)^2} = 3,5 \times 10^{22} \text{ N}$$

5. La force que le dictionnaire exerce sur la Terre a la même valeur que la force que la Terre exerce sur le dictionnaire : $F_1 = F'_1 = 20 \text{ N}$.

Cependant, l'effet de cette force sur la Terre n'est pas visible, la Terre a une trop grande masse pour être mise en mouvement par une force de valeur 20 N.

6. Emilie Du Châtelet, grande femme de sciences, a traduit les *Principa mathamatica* de Newton en 1749.

Activité 2 Masse ou poids, quelle différence ?

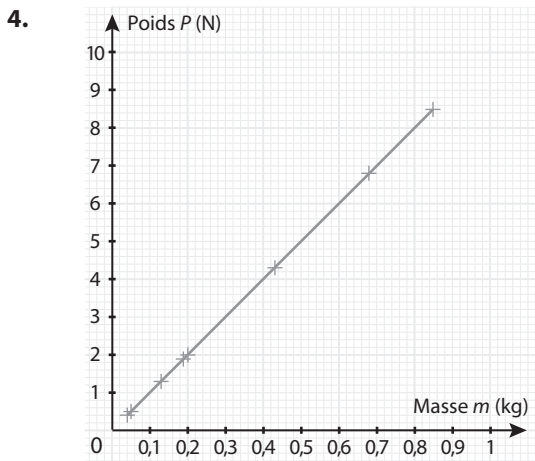
Réponse aux questions

1. La balance permet la mesure d'une masse alors qu'on mesure un poids avec un dynamomètre.

2. Le pèse-bagages mesure en réalité un poids. L'allongement du ressort est un effet de la force qui s'exerce sur le crochet (cette force est le poids de l'objet accroché au crochet).

3. **Remarque :** *pour la question 3, le tableau ci-dessous ne comporte que les trois premières colonnes. La dernière colonne est ajoutée à la question 5 si l'on ne choisit pas la méthode graphique.*

	M Masse (en kg)	P Poids (en N)	g Intensité de pesanteur (en N/kg) $g = P / m$
Clé	0,0406	0,4	9,85
Trousse vide	0,0523	0,5	9,56
Trousse à moitié remplie	0,134	1,3	9,70
Trousse pleine	0,2046	2	9,77
Gourde vide	0,19	1,9	10
Gourde un peu remplie	0,431	4,3	9,97
Gourde remplie	0,685	6,9	10,07
Gourde pleine	0,85	8,6	10,11
		Moyenne g	9,88



5. La courbe obtenue est une droite qui passe par l'origine. P et m sont donc deux grandeurs proportionnelles. On retrouve la formule $P = m \times g$, si on appelle g le coefficient directeur de la droite. Le calcul de g s'effectue suivant la méthode présentée p. 256 du manuel.

On peut aussi ajouter une colonne au tableau réalisé à la question 3 pour calculer le rapport $\frac{P}{m}$.

La moyenne de ces valeurs est proche de la valeur de g .

6. La masse et le poids sont deux grandeurs proportionnelles. Pour graduer un dynamomètre en kg, il faut simplement changer sa graduation en la divisant par g :
 $P = m \times g$ donc $m = \frac{P}{g}$.

Activité 3 Comment déterminer la masse d'un spationaute ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

- On détermine le coefficient directeur de la droite du document 3 en choisissant deux points A(0; 0) et B(75; 120) :

$$\text{Coefficient directeur} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{120 - 0}{75 - 0} = 1,6$$

Le coefficient directeur de la droite, qui correspond à l'intensité de pesanteur sur la Lune, est de 1,6 ($g_{\text{Lune}} = 1,6 \text{ N/kg}$).

- On utilise la relation $P = m \times g$ pour déterminer la masse du spationaute :

$$P = m \times g \text{ donc } m = \frac{P}{g} = \frac{116,8}{1,6} = 73 \text{ kg.}$$

La masse du spationaute est de 73 kg.

- On compare la masse du spationaute avec sa masse initiale : $75 - 73 = 2 \text{ kg}$.
- Jules n'a perdu que 2 kg lors de la mission, il n'a donc pas trop maigri.

Commentaires pédagogiques

- Il est possible de résoudre cette tâche complexe de deux manières différentes :
 - en suivant l'aide page 266, la méthode qui passe par la détermination d'un coefficient directeur ;

- en utilisant directement le graphique. En effet, une simple lecture graphique permet d'obtenir la masse du spationaute.

- Une aide supplémentaire peut être apportée en fournissant l'équation de la droite : $P = 1,6 \times m$.

Activité 4 Dans quelles circonstances est-on en impesanteur ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

Après une bosse, Aliou ne ressent plus les effets de l'attraction terrestre alors qu'il est toujours attiré par la Terre : d'après la définition du document 3, il est en impesanteur parce qu'il est en interaction avec la Terre sans ressentir les effets de cette interaction.

Remarque : l'illustration du document 1 permet de comprendre le ressenti d'Aliou décrit dans le document 2.

Le document 4 propose une analogie entre la situation d'Aliou au cours de certaines phases de son mouvement et la situation d'un astronaute dans l'ISS.

On insistera sur le fait que l'apesanteur ne peut pas s'observer au voisinage de la Terre.

Commentaires pédagogiques

L'objectif de cette activité est l'utilisation d'un vocabulaire riche et précis en sciences. Les termes de « pesanteur », « impesanteur » et « apesanteur » sont souvent confondus dans le langage courant, cette activité permet de clarifier et d'apporter des précisions entre ces mots de vocabulaire.

Activité 5 Comment retrouver le docteur Hirimo ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

Le docteur Hirimo se situe sur Jupiter.

- On détermine le nombre de pièces que le docteur a utilisées :

$$2 + 0,5 + 0,2 = 2,70 \text{ soleils.}$$

Le docteur Hirimo a utilisé trois pièces : une de 2 soleils, une de 0,5 soleils et une de 0,2 soleils.

- On détermine la masse de ces pièces :

Les masses sont données dans le document 2.

$$m = 150 + 200 + 20 = 370 \text{ g.}$$

La masse des trois pièces est de 370 grammes.

- On détermine le poids de ces pièces :

Le poids de ces trois pièces est affiché sur le dynamomètre, soit 9,18 N.

On utilise la relation $P = m \times g$ pour déterminer g .

$$P = m \times g \text{ donc } g = \frac{P}{m} = \frac{9,18}{0,370} = 24,8 \text{ N/kg.}$$

Commentaires pédagogiques

- Attention, certains élèves confondent encore le g de gramme et le g de l'intensité de pesanteur.
- L'aide p. 266 du manuel donne toutes les étapes du raisonnement. Pour apporter une aide supplémentaire, vous pouvez indiquer les documents à utiliser pour chaque étape.

Corrigés des exercices

J'apprends à apprendre

1. Apprendre sur le chemin du collège

Les élèves pourront également penser à ce type d'exemples :

- le filet d'eau qui sort du pommeau de douche est en interaction à distance avec la Terre ;
- mon vélo est en interaction de contact avec le sol ;
- mon cartable est en interaction de contact avec mon dos ;
- le stylo du professeur est en interaction de contact avec mon carnet de correspondance ;
- le camarade que j'assure en escalade est en interaction à distance avec la Terre.

Je me teste

3. Vrai ou faux ?

- Faux.
- Vrai.

4. Choisir la(les) bonne(s) réponse(s)

- Réponses **a.**, **b.**, **c.**, et **d.**

Remarque : « planètes éloignées » ne signifie pas exoplanètes. Par ailleurs, la valeur de la force exercée sur une exoplanète serait calculable mais infiniment petite. Elle est donc considérée comme nulle.

- Réponses **a.**, **b.**, **c.**, et **d.**

Remarque : c'est la force gravitationnelle exercée par la Terre qui explique que les astronautes, qui tournent en même temps que l'ISS, aient cette sensation d'impesanteur. La force gravitationnelle que les planètes exercent les unes sur les autres permet d'interpréter les trajectoires observées qui sont différentes de celles qu'elles auraient si elles étaient soumises à la seule force gravitationnelle du Soleil. C'est d'ailleurs pour expliquer la trajectoire d'Uranus que l'on a été amené à rechercher une autre planète car les perturbations de Jupiter et Saturne ne suffisaient pas : on a ainsi découvert Neptune.

5. Choisir la (les) bonne(s) réponse(s)

- Réponses **a.** et **c.**
- Réponse **c.**

6. Choisir la bonne réponse

- Réponse **c.**
- Réponse **c.**

7. Choisir la bonne unité et le bon outil

- Masse ↔ g
Poids ↔ N
Intensité de pesanteur ↔ N/kg

- un dynamomètre.
- une balance.

8. Manipuler la formule du poids

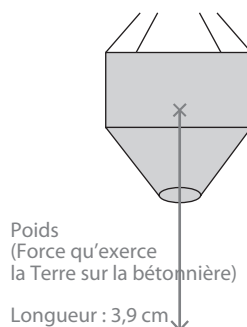
- b.
- c.
- e.

9. Choisir la bonne représentation

La bonne représentation est celle du milieu (ballon orange).

Je travaille des compétences

10. Passer d'une forme de langage à une autre Groupe A



Remarque : attention, le dessin n'est pas à l'échelle.

Groupes B et C

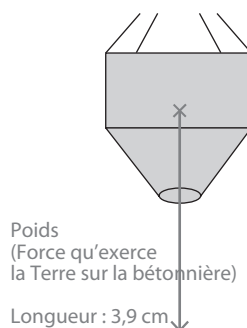
- $P = m \times g \rightarrow m = \frac{P}{g}$.
- $P = m \times g = 200 \times 9,81 = 1962 \text{ N}$.

3.

	Point d'application	Direction	Sens	Valeur
Force exercée par la Terre sur la bétonnière (Poids)	Centre de gravité de la bétonnière	Verticale	Vers le bas	1962 N

4.

500 N	1 m
1962 N	$\frac{1962}{500} = 3,9 \text{ cm}$



Remarque : attention, le dessin n'est pas à l'échelle.

11. Utiliser une formule pour résoudre un problème

Groupe A

Calcul de l'intensité de pesanteur :

$$P = m \times g \text{ donc } g = \frac{P}{m} = \frac{3\,710}{1} = 3\,710 \text{ N/kg.}$$

• $g_{\text{Mars}} = 3,71 \text{ N/kg}$, il y a bien une erreur...

Soit Paul a oublié une virgule ($P = 3,710 \text{ N}$), soit il s'est trompé dans l'unité ($P = 3\,710 \text{ mN}$).

Groupe B

$$1. g = 3,71 \text{ N/kg et } P = 0,19 \text{ N.}$$

$$2. P = m \times g \text{ donc } m = \frac{P}{g}.$$

$$3. m = \frac{P}{g} = \frac{0,19}{3,71} = 0,05 \text{ kg soit } 50 \text{ g.}$$

Groupe C

$$1. m = 75 \text{ kg et } g = 9,81 \text{ N/kg.}$$

$$2. P = m \times g = 75 \times 9,81 = 736 \text{ N.}$$

Je travaille des notions

12. Entourer la proposition qui convient

- Lune / terre / Terre
- Lune / Terre

13. Choisir la bonne réponse

- Réponse **b**. Faux (dans l'espace éloigné de tout astre, on peut être en apesanteur).
- Réponse **a**. impesanteur (elle reste attirée par la Terre au cours de son saut).

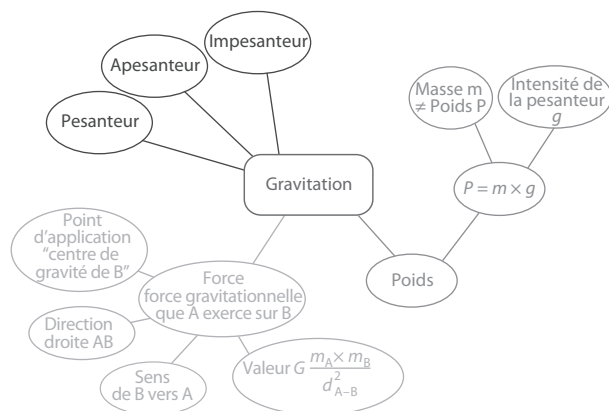
14. Décrire chaque force par une phrase

- La force 1 est la force que la Terre exerce sur C.
- La force 2 est la force qu'exerce C sur A.
- La force 3 est la force qu'exerce A sur B.
- La force 4 est la force qu'exerce la Terre sur B.
- La force 5 est la force que la main exerce sur B.

15. Choisir la (les) bonne(s) réponse(s)

Réponses **a**. et **c**.

16. Réviser à l'aide d'une carte mentale



17. Vrai ou faux ?

- a.** Vrai. **b.** Vrai. **c.** Faux. **d.** Vrai.

18. Le bon d !

$$1. m_2 = 2\,000 \text{ kg et } d = R_{\text{Terre}} + \text{Altitude}_{\text{satellite}} = 6\,400 + 500 = 6\,900 \text{ km.}$$

$$2. F = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 2 \times 10^3}{(6,9 \times 10^6)^2} = 1,67 \times 10^4 \text{ N}$$

19. Sur la Lune et sur la Terre

1. La masse de l'échantillon sur la Lune comme sur Terre était de 21,7 kg.

$$2. F_{\text{surLune}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 21,7}{(6,371 \times 10^6)^2} = 212,9 \text{ N}$$

$$3. F_{\text{surTerre}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,4 \times 10^{22} \times 21,7}{(1,737 \times 10^6)^2} = 35,5 \text{ N}$$

20. Le bon outil

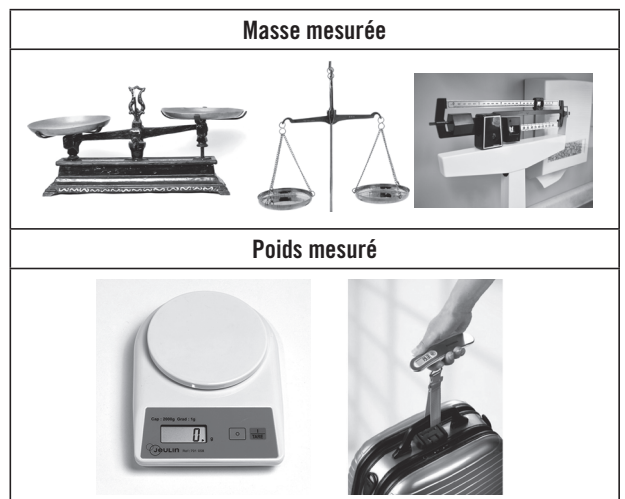
- Cet appareil est un dynamomètre.
- Le cadran est gradué en newtons (N).
- Cet appareil permet de mesurer le poids (force exercée par un astre sur un objet).
- Le poids de l'objet mesuré est de 0,48 N.

21. Balance ou dynamomètre ?

La balance électronique et le pèse-bagages à poignée mesurent des poids. Les autres appareils mesurent des masses.

Remarque : les balances comparent les masses placées sur les plateaux, ou bien la masse placée sur l'unique plateau aux « contrepoids » que l'on déplace le long des réglettes. En toute rigueur, en utilisant ces balances, on compare les poids, mais comme ces poids sont proportionnels aux masses, on mesure bien des masses. Sur la Lune ou sur Terre ces trois appareils donnent la « bonne valeur » de masse. Sur la Lune, la valeur affichée par le pèse bagage ou la balance électronique sera plus faible que sur Terre (ils mesurent $P = mg_{\text{Lune}}$ avec une valeur g_{Lune} plus faible que g_{Terre}).

1.



2.

Exemple : la balance de Roberval.

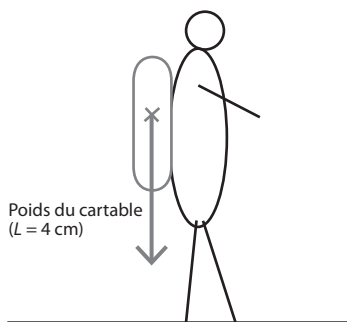
La balance de Roberval mesure une masse. La masse se mesure par comparaison avec des objets de masse connue, appelés masses marquées.

22. Étude de marché

Le fabricant a exprimé le poids des roues en grammes, la bonne unité pour le poids est le newton (N).

23. C'est trop lourd !

1.



2. 20 N est représenté par 1 cm donc 80 N est représenté par $\frac{80}{20} = 4$ cm

La taille réelle de la flèche sera donc de 4 cm (ici elle est représentée à l'échelle 1/2).

24. La Terre ou la Lune ?

Réponses **b.** et **c.**

25. La danseuse de l'opéra

1. Être en impesanteur signifie ne plus ressentir les effets de l'attraction terrestre tout en subissant l'attraction.

2. Lors de ces sauts, elle est en impesanteur car aucun objets (support) ne lui permet de ressentir l'attraction de la Terre.

3. Oui, tout comme la danseuse, mais elle ne pourra pas dire qu'elle est en apesanteur.

26. Apesanteur ou impesanteur ?

1. Non, toutes ces situations sont sur Terre donc on est soumis à la force gravitationnelle.

2. La seule situation où l'on ne ressent plus les effets de la pesanteur serait le cas où l'avion ferait quelques secondes de chute libre (et encore, car l'avion photographié ne vole pas si haut pour qu'il ne soit pas en interaction avec l'air. Ce pourrait aussi être le cas si le parapentiste n'a pas ouvert le parapente au début de la chute).

Remarques :

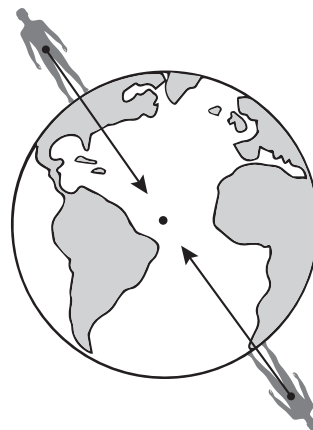
- On appelle « chute libre » une chute où la seule interaction est celle de l'objet ou de la personne avec la Terre ; la seule force en jeu est le poids. Il n'y a donc chute libre que si le parapente n'est pas ouvert, et ce à condition de négliger les frottements de l'air.

- L'impesanteur est le fait de ne pas ressentir les effets de l'attraction de la Terre.

- L'apesanteur est le fait de n'être soumis à aucune force de nature gravitationnelle.

27. Les pieds sur Terre

1.



2. Le sens « vers le bas » et le sens « vers le haut » sont définis par rapport au centre de la Terre. Le sens « vers le bas » est celui qui pointe vers le centre de la Terre. Comme la Terre nous attire vers son centre, nous sommes tous attirés « vers le bas » et nous avons donc tous la tête en haut.

28. Le sens de la formule

1. $P = m \times g$

2. • P , le poids en newtons (N) ;

• m , la masse en kilogrammes (kg) ;

• g , l'intensité de la pesanteur sur l'astre considéré en neutrons par kilogramme (N/kg).

29. Le poids du cartable

$P = m \times g = 7 \times 10 = 70$ N.

Le poids du cartable d'Antonin est de 70 N.

30. Poids et altitude

1.

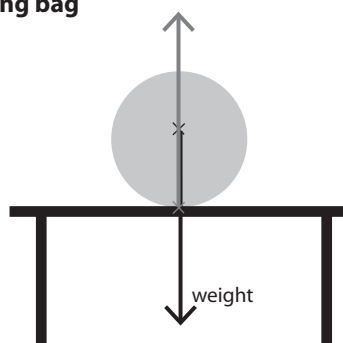
Lieu	Poids de Laurent
Katmandou	$P = m \times g = 95 \times 9,809\ 3 = 931,88$ N
Camp de base	$P = m \times g = 95 \times 9,797\ 8 = 930,79$ N
Everest	$P = m \times g = 95 \times 9,786\ 4 = 929,71$ N

2. L'intensité de la pesanteur dépend de l'altitude : plus on est éloigné du centre de la Terre, moins la Terre nous attire.

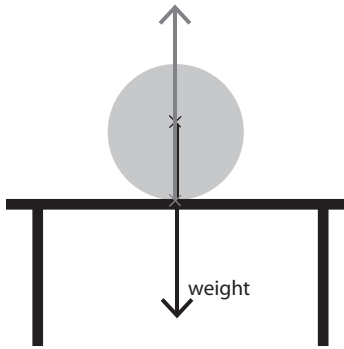
Corrigés des problèmes

31. Shopping bag

1.



2.



3. $P = m \times g = 4 \times 9,8 = 39,2$ N. The value of the weight of the ball is 39,2 N.

32. Immobile ou pas ?

1.

Force	Force 1	Force 2
Point d'application	Point de contact entre le ressort et la bille	Centre de gravité de la bille
Direction	Verticale	Verticale
Sens	Vers le haut	Vers le bas
Valeur	Longueur de la flèche = 1,4 cm Soit 3,5 N	Longueur de la flèche = 0,7 cm Soit 1,75 N

2. La force 1 est exercée par le ressort.

La force 2 est exercée par la Terre.

3. La valeur de la force exercée par le ressort est plus grande que celle exercée par la Terre. La bille va donc se mettre en mouvement vers le haut.

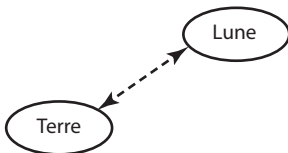
4. Pour calculer la masse de la bille, il faut utiliser la force exercée par la Terre (poids). Il faut donc utiliser la force 2 de valeur 1,75 N.

5. $P = m \times g$ donc $m = \frac{P}{g} = \frac{1,75}{9,8} = 0,179$ kg.

La masse de la bille est de 179 grammes.

33. Pourquoi la Lune ne cesse-t-elle pas de tomber ?

1.



2. Une balle lancée suffisamment fort pourrait faire le tour de la Terre. En réalité, la balle est freinée par l'air, perd de sa vitesse et finit par toucher le sol sous l'effet de l'attraction terrestre.

Comme le montre le DOI de la Lune, celle-ci n'est pas en interaction avec l'air, elle n'est pas freinée et ne perd donc pas de vitesse. La vitesse de la Lune est suffisamment élevée pour lui permettre de faire le tour de la Terre sans jamais s'en rapprocher.

34. Maniement du balai

1.

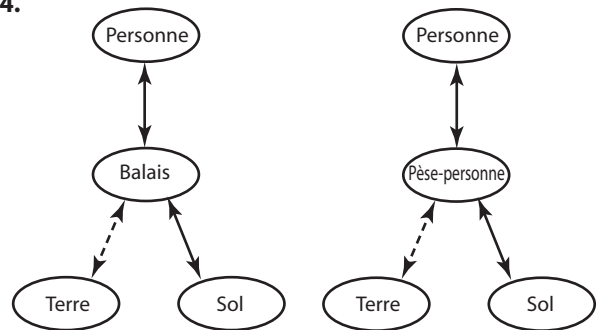
Situation	Affichage
1	87,2 kg
2	Pèse-personnes 1 et 2 : < 87,2 kg
3	< 87,2 kg
4	87,2 kg
5	> 87,2 kg

2. La valeur 87,2 kg représente la masse de la personne.

3. Au fur et à mesure que l'on appuie sur le balai, l'affichage du pèse-personne 1 augmente, alors que l'affichage du pèse-personne 2 diminue.

La somme des affichages ne peut dépasser la valeur de 87,2 kg.

4.



5. Un pèse-personne est en réalité un dynamomètre, il mesure la force qu'exerce la Terre sur ce qui se trouve sur le plateau.

Dans la situation 1, le poids du balai et de la personne sont mesurés par le pèse-personne.

Dans la situation 3, le balai étant en interaction directe avec le sol, une partie de son poids n'est plus mesurée par le pèse-personne, d'où la différence d'affichage.

6. Lorsque quelqu'un exerce une force sur le plafond, celui-ci exerce également une force sur lui.

Cette force, qui s'ajoute au poids, est également mesurée par le pèse-personne.

La valeur augmente en fonction de l'intensité de l'action sur le plafond.

35. Lecture graphique

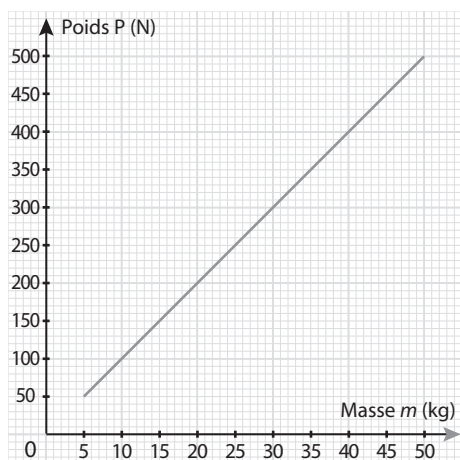
1. Le poids d'un objet de masse 2,5 kg est de 25 N.
2. Un objet n'a pas le même poids sur les trois astres car l'intensité de la pesanteur n'y est pas la même. La différence d'intensité de pesanteur est due à la différence de masse et de diamètre des astres.
3. D'après la relation $P = m \times g$, nous savons que le coefficient directeur de la droite qui représente la variation du poids en fonction de la masse correspond à l'intensité de pesanteur g . Plus le coefficient directeur (la pente) de la courbe est grand, plus l'intensité de pesanteur de l'astre est grande. L'astre 1 a donc la plus grande intensité de pesanteur.
4. Astre 1 : Terre.
Astre 2 : Vénus.
Astre 3 : Lune.

36. Analyse d'un graphique

1. $P = m \times g$ est la relation qui lie le poids, la masse et l'intensité de pesanteur.
2. Le coefficient directeur de la droite qui représente la variation du poids en fonction de la masse correspond à l'intensité de pesanteur g .
3. On utilise les points A(0; 0) et B(5; 45) pour calculer le coefficient directeur $= \frac{P_B - P_A}{m_B - m_A} = \frac{45 - 0}{5 - 0} = 9$.
L'intensité de la pesanteur de cet astre est de 9 N/kg.
4. Notre résultat correspond à l'intensité de la pesanteur de Vénus, qui est précisément de 8,9 N/kg.

37. Construction graphique

1.



2. Cette courbe est une droite.
3. On utilise les poids A (7 ; 69) et B (545 ; 441) pour calculer le coefficient directeur $= \frac{P_B - P_A}{m_B - m_A} = \frac{441 - 69}{545 - 7} = 9,79$.
4. L'intensité de la pesanteur g est égale au coefficient directeur de la droite.
5. L'intensité de la pesanteur de la Terre est de 9,81 N/kg, les mesures ont donc été faites sur Terre.

38. La gravimétrie

1. Les variations de g peuvent s'expliquer par la variation localisée de la densité du sol (existence de grottes ou différences entre les types de roches constituant le sous-sol).
2. Une densité plus faible correspond à une masse plus faible de la matière située à proximité du détecteur et donc une moins grande attraction gravitationnelle et finalement une intensité de pesanteur plus faible. En creusant au lieu 2, on peut espérer trouver du pétrole ou du charbon.

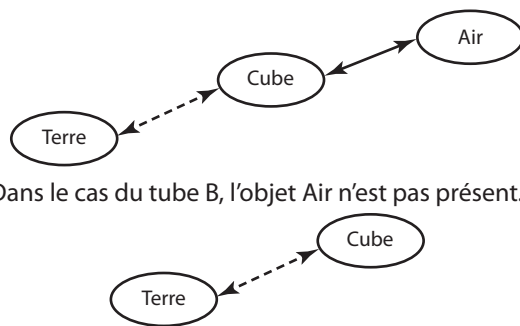
39. Les frondes gravitationnelles

Voyager 2 n'a pu utiliser que les deux seules planètes se situant entre Jupiter et Neptune, c'est-à-dire Saturne puis Uranus.

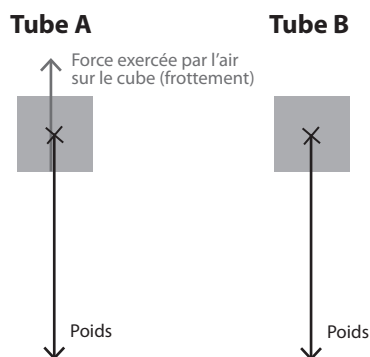
Corrigés des Sujets Brevet

Sujet 9. Le tube de Newton

1. On détermine la masse du cube en calculant son volume et en utilisant sa masse volumique :
 - Volume du cube : $V_c = 2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8 \text{ cm}^3$.
 - Masse du cube : $m_c = \rho \times V_c = 2,5 \times 8 = 20 \text{ g}$ soit 0,020 kg.
 - Poids du cube : $P_c = m \times g = 10 \times 0,020 = 0,2 \text{ N}$.
2. À l'intérieur du tube A, le cube est en interaction avec l'air et la Terre.
3. Le cube est uniquement en interaction avec la Terre (interaction à distance) dans le tube B.



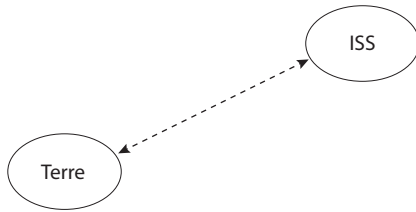
4. Dans le cas du tube B, l'objet Air n'est pas présent.
5. D'après le document 4, l'objet tombe plus vite dans le tube B.
6. Les frottements de l'air s'opposent à la chute du cube dans le tube A et ralentissent sa chute. Dans le tube B, le cube subit uniquement l'attraction de la Terre, il tombe plus vite.



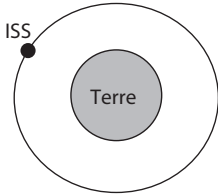
Sujet 10. Thomas Pesquet, un Français à bord de l'ISS.

1. Le phénomène de gravitation est à l'origine de la force appliquée sur l'ISS.

2.



3. Le mouvement de l'ISS autour de la Terre est circulaire uniforme.



4. $R_{\text{orbite}} = R_{\text{Terre}} + \text{Altitude}_{\text{ISS}} = 6\,400 + 400 = 6\,800 \text{ km}$

5. $d = 2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 6\,800 = 42\,725,67 \text{ km}$

La longueur de l'orbite est donc de 42 725 km.

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{42\,725}{27\,600} = 1,55 \text{ h.}$$

L'ISS fait le tour de la Terre en 1,55 h.

Remarque : 1,55 h signifie ici non pas 1 h et 55 minutes mais un peu plus de 1 h et 30 minutes.

6. Thomas Pesquet est animé, du fait de l'attraction terrestre, du même mouvement que l'ISS autour de la Terre. De ce fait, il ne ressent pas les effets de la pesanteur : il est en impesanteur. Il n'est pas du tout en apesanteur puisqu'il est soumis à l'attraction gravitationnelle de la Terre.

7. $P_{\text{Terre}} = m \times g_{\text{Terre}} = 85 \times 9,81 = 833,85 \text{ N}$

Le poids de Thomas Pesquet était de 833 N avant son départ.

8. La masse est une grandeur représentant la quantité de matière, elle ne varie donc pas en fonction du lieu où l'on se trouve. Thomas Pesquet faisait donc toujours 85 kg dans l'ISS.

9. $P_{\text{ISS}} = m \times g_{\text{ISS}} = 85 \times 8,70 = 739,5 \text{ N}$

Le poids correspond à la force qu'exerce un astre sur un objet ; le poids de Thomas Pesquet représente la force que la Terre exerce sur lui. Or, cette force dépend de la distance qui sépare l'objet du centre de la Terre.

En prenant en compte l'altitude de l'ISS, l'intensité de pesanteur est légèrement plus faible, 8,70 N/kg exactement.

Le poids de Thomas Pesquet n'est plus que de 739,5 N.

Remarque : dans le contexte du programme de collège le poids est assimilé à la force gravitationnelle.

Sujet 11. Comment choisir l'emplacement d'une caméra ?

1. Le mouvement de M. Doo est circulaire uniforme.

2. a. Le mouvement de la caméra ② entre les points H et F est rectiligne uniforme.

b. Pour déterminer la vitesse de la caméra ② nous devons calculer le temps mis par M. Doo pour parcourir la distance qui sépare le point C et E :

$$t = t_{\text{CD}} + t_{\text{DE}} = 7 + 0,5 = 7,5 \text{ s}$$

$d =$ largeur de la piscine = 22 m

$$v_{\text{M}} = \frac{d}{t} = \frac{22}{7,5} = 2,9 \text{ m/s.}$$

La vitesse de la caméra ② doit être de 2,9 m/s.

La caméra doit se déplacer à la vitesse de 3 m/s pour suivre les acteurs.

3. Lors d'une scène dynamique, le spectateur a l'impression d'être l'acteur, ce qui est le cas si la caméra suit les acteurs. Il faut donc choisir la caméra ②.

Remarque : un choix différent peut-être accepté s'il est argumenté.

Présentation du chapitre

Ce chapitre a pour objectif de consolider les notions de puissance et d'énergie en insistant dans un second temps sur la conservation de l'énergie à travers la réalisation de bilans.

Les conversions d'énergie potentielle de position en énergie cinétique, et réciproquement, sont réabordées de manière très quantitative. L'activité 1 propose à travers l'expérience de Leibniz un travail sur la proportionnalité qui amène à constater qu'augmenter la masse et diviser l'altitude dans les mêmes proportions a les mêmes effets en terme d'énergie. On calcule, dans l'activité 2, que l'énergie cinétique d'un pot de fleurs tombant du deuxième étage d'un immeuble, est voisine de celle de la tête d'un marteau enfonçant un clou.

Avec l'exemple du skateur roulant sur une rampe, l'activité 3 analyse la transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique et introduit la représentation de la conservation de l'énergie par un diagramme en bâtons qui sera, si nécessaire, reprise dans l'activité 5. Les exercices permettront de revoir la notion de puissance, introduite en 5^e et surtout en 4^e dans le contexte de l'électricité, tandis qu'elle est, dans l'activité 4, élargie dans le cadre de la mécanique. Il ne s'agit plus seulement de relier la puissance à une consommation dépendant de la durée d'utilisation : on la relie, en dehors de toute préoccupation économique, à la durée nécessaire à l'acquisition d'une énergie cinétique donnée.

La dernière activité, proposée sous forme de tâche complexe, permet de réinvestir, pour une voiture électrique, la notion de perte à laquelle un chapitre était consacré en classe de 4^e.

Enfin, on notera que tout au long de ce chapitre, une grande rigueur est apportée à la construction de compétences liées à la réalisation de bilan d'énergie à partir de l'identification des conversions de l'énergie d'une forme dans une autre. Les exercices permettent de consolider et d'approfondir de façon différenciée la réalisation des diagrammes en bâtons, la construction de chaînes d'énergie et la réflexion sur des situations empruntées à la vie quotidienne.

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► L'énergie solaire convertie en énergie électrique par ces panneaux solaires ne suffit certainement pas à alimenter la télécabine.

Remarque : pour un calcul on peut trouver sur Internet les données suivantes :

Dénivelé : 534 m / 100 personnes (on prendra par exemple 100 personnes de 80 kg) / Temps de trajet : 340 secondes

$$P = \frac{E}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{[80 \text{ kg}] \times [100 \text{ personnes}] \times [10] \times [534 \text{ m}]}{[340 \text{ s}]} = 125 \text{ kW}$$

sans compter la cabine mais on peut considérer que sa masse est égale à celle de la cabine qui descend.

Si on produit 1 kW pour 10 m² de panneaux, il faut 1 000 m² ce qui semble bien supérieur à ce qui est visible sur la photo.

Activité 1 Qu'est-ce que l'énergie potentielle de position ?

Réponse aux questions

1. Le document 2 reprend les valeurs de l'expérience historique en arrondissant 489,5 g à 500 g et $4 \times 1,949$ m (4 toises) à 8 m.

2. a. $E_p(A) = m_A g h_A = 0,5 \times 9,81 \times 8 = 39,24 \text{ J}$

$E_p(B) = m_B g h_B = 2 \times 9,81 \times 2 = 39,24 \text{ J}$

b. Par le calcul, on voit que les résultats de E_p sont les mêmes pour les deux objets A et B, ce qui est cohérent avec les écrits de Leibniz.

3. $E_p(A) = E_p(B) = 0 \text{ J}$ car $h = 0 \text{ m}$ dans les deux cas.

L'énergie potentielle de position a été convertie en énergie cinétique

4. L'énergie potentielle de position des corps A et B est la même au départ.

Tout au long de la chute, elle se transforme en énergie cinétique et, lorsque leur énergie potentielle de position s'annule, les deux corps ont la même énergie cinétique. Au moment où ils touchent la planche, l'énergie cinétique des corps A et B est transmise aux corps C et D qui reçoivent donc, dans les deux cas, la même énergie cinétique. Tout au long de leur ascension, les corps C et D transforment cette énergie cinétique en énergie potentielle de position.

Lorsqu'ils atteignent l'altitude maximale, l'énergie potentielle de position des corps C et D est celle qu'avaient les corps A et B avant d'être lâchés. Elle vaut : $E_p(C) = E_p(D) = 39,24 \text{ J}$.

5. $E_p(C) = m_C g h_C$

$39,24 = m_C \times 9,81 \times 4,5$

$m_C = \frac{39,24}{9,81 \times 4,5} = 0,889 \text{ kg}$ (soit $8,9 \times 10^2 \text{ g}$ si l'on utilise la

notation scientifique et si l'on tient compte des chiffres significatifs, sans que cela soit exigible au niveau collège).

Activité 2 Comment un pot de fleurs peut-il devenir dangereux ?

Réponse aux questions

1. Une jardinière doit être posée à l'intérieur des garde-corps : elle ne risquera pas de tomber sur les passants.

Remarque : si le pot tombe du côté intérieur, il ne tombera pas de très haut et les dégâts seront moins importants.

$$2. E_p = 0,4 \times 9,81 \times 6 = 24 \text{ J}$$

$$3. E_c = \frac{1}{2} \times 0,3 \times 12^2 = 22 \text{ J}$$

L'énergie potentielle de position du pot de basilic est légèrement supérieure à celle du marteau de cette situation.

4. Le voisin a donc raison de s'inquiéter car, si le pot tombait, son énergie potentielle de position serait transformée en énergie cinétique et le voisin recevrait donc un coup équivalent à celui que peut donner un marteau de 0,3 kg.

Cela peut donc être très dangereux pour la personne qui reçoit le pot sur la tête.

Activité 3 Comment un skateur prend-il de la vitesse ?

Réponse aux questions

1. a. En position ① Hugo a de l'énergie potentielle de position car il se trouve en altitude, et pas d'énergie cinétique car il est sans vitesse avant de s'élancer.

Le graphique du document 1 le confirme.

1. b. En position ② Hugo possède de l'énergie cinétique. Mais il n'a pas d'énergie potentielle de position car son altitude est nulle.

Remarque : on prend comme référence des altitudes le bas de la rampe.

2. Lors de la descente, E_p diminue et E_c augmente d'après le graphique du document 3.

3. Lors d'une telle descente, la diminution de E_p correspond exactement à l'augmentation de E_c , ce qui traduit la conservation de l'énergie.

Toute l'énergie potentielle est transformée en énergie cinétique.

Activité 4 Quelle voiture permet le meilleur démarrage ?

Réponse aux questions

1. Voiture B (comparer les valeurs des puissances).

2. La puissance de la voiture A est de 60 chevaux (document 1), et 1 ch = 735,5 W (document 2).

On a donc :

$$P_A = 60 \times 735,5 = 44\,130 \text{ W.}$$

$$3. E_{cA} = \frac{1}{2} m v^2 = 0,5 \times 1\,000 \times \left(\frac{50\,000}{3\,600}\right)^2 = 96\,450,6 \text{ J.}$$

$$4. E_{cfinA} = P_A \times t \text{ donc } t = \frac{E_{cfinA}}{P_A} = \frac{96\,450,6}{44\,130} = 2,19 \text{ s.}$$

$$5. P_B = 75 \times 735,5 = 55\,162,5 \text{ W.}$$

$$E_{cB} = 0,5 \times 1\,500 \times \left(\frac{50\,000}{3\,600}\right)^2 = 144\,675,9 \text{ J.}$$

$$t = 2,62 \text{ s.}$$

6. OUI ou NON selon la réponse donnée au départ.

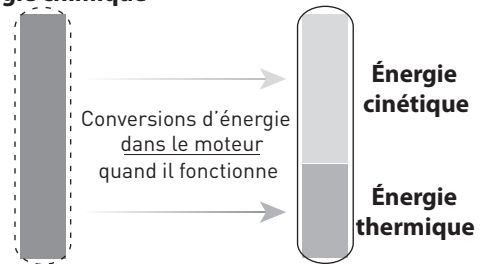
7. Si l'on suppose que le but est d'atteindre le plus rapidement possible la vitesse de 50 km/h, c'est la voiture B qui consomme le plus.

Activité 5 Qu'est-ce qu'un bilan d'énergie ?

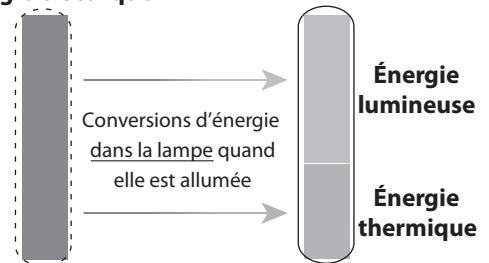
Réponse aux questions

1.

Énergie chimique



Énergie électrique



○ : quantité d'énergie au départ.

○ : quantité d'énergie à la fin de la conversion.

a. Le système étudié est le moteur pour le document a, c'est la lampe pour le document b.

b. La quantité d'énergie avant conversion est sous forme chimique (doc. a : bâton violet) ou électrique (doc. b : bâton orange).

Après conversion, ce qui représente l'énergie est une superposition de deux bâtons : l'énergie est sous forme cinétique ou thermique dans le cas du moteur (bâtons bleu et orange du doc. a) et sous forme lumineuse ou thermique dans le cas de la lampe (bâtons rose et orange du doc. b).

2. Ils sont globalement de dimensions identiques car l'énergie totale se conserve. Par exemple, pour le cas du moteur, l'énergie observée sous forme chimique est convertie soit sous forme d'énergie cinétique, soit sous forme d'énergie thermique. On a :

[énergie chimique avant conversion] = [énergie cinétique après conversion] + [énergie thermique après conversion].

3. a. Un bilan d'énergie rend compte de la répartition de l'énergie au cours d'une conversion.

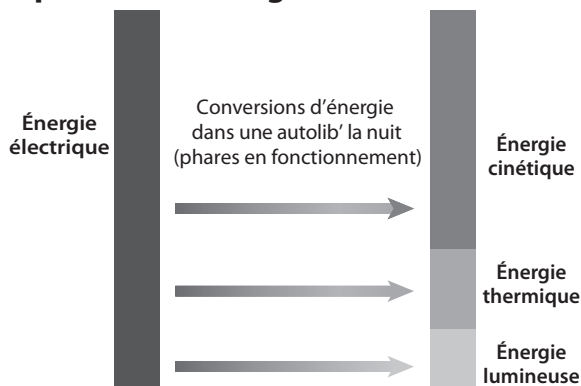
Remarque : le convertisseur (ici le moteur ou la lampe) est au centre du diagramme qui rend compte de la conversion.

b. Le bilan est quantitatif alors que ce n'est pas le cas de la chaîne. Idéalement, on pourrait faire un diagramme à l'échelle. La chaîne permet de préciser les différents systèmes entre lesquels l'énergie est échangée : l'air, récepteur de l'énergie thermique produite par le moteur, figure sur le diagramme qui représente la chaîne.

Activité 6 Quel est le bilan d'énergie d'une autolib' ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

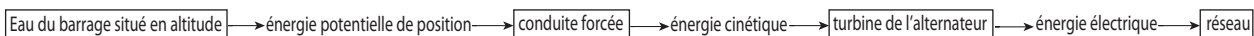


Commentaires pédagogiques

- Il peut être intéressant de laisser les élèves commencer le travail de façon individuelle afin de favoriser leur appropriation du sujet et des différents documents.
- Après ce travail individuel, il est possible de procéder par des mises en commun successives : tout d'abord en groupe de 3 ou 4 élèves puis par une mise en commun en classe et la comparaison des différentes productions des groupes pour arriver au bilan final.
- L'objectif est que les élèves s'approprient cette nouvelle forme de bilan en lien avec l'énergie en argumentant leurs choix. Le professeur doit veiller à faciliter le travail dans les petits groupes, puis dans le groupe classe, sans donner la réponse. En plus des aides p. 267 du manuel, il peut proposer aux élèves de regarder un autre exemple de bilan comme l'un de ceux de l'activité 6.

Je travaille des compétences

9. Construire une chaîne d'énergie



Corrigés des exercices

Je me teste

3. Distinguer source et forme d'énergie

Eau ↔ Source d'énergie

Énergie chimique ↔ Forme d'énergie

Vent ↔ Source d'énergie

Soleil ↔ Source d'énergie

Énergie thermique ↔ Forme d'énergie

Énergie cinétique ↔ Forme d'énergie

4. Utiliser des formules

1. Réponse d.

2. Réponse c.

3. Réponse a.

4. Réponse e.

5. Utiliser la conservation d'énergie

a. Faux.

b. Vrai.

c. Faux.

d. Vrai.

6. Distinguer grandeur, unité et symbole

Puissance P en watts (W).

Énergie E en joules (J).

Temps t en secondes (s).

7. Utiliser la relation reliant la puissance et l'énergie

$$1. \text{ Vitesse moyenne} = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{durée du parcours}} = \frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$$

$$2. \text{ Puissance} = \frac{E}{t} = \frac{\text{énergie fournie}}{\text{durée de l'effort}} = \frac{130\,000}{10} = 13\,000 \text{ W} = 13 \text{ kW}$$

8. Établir un bilan d'énergie pour un système simple

Le diagramme **a.** ne respecte pas la conservation de l'énergie (au cours du fonctionnement normal, le batteur ne peut fournir davantage d'énergie qu'il n'en reçoit sous forme électrique).

Le diagramme **b.** est le seul bilan correct.

Le batteur reçoit de l'énergie électrique qu'il convertit en énergie cinétique (rotation des fouets) et en énergie thermique (si on touche le corps du batteur, on constate un échauffement après usage).

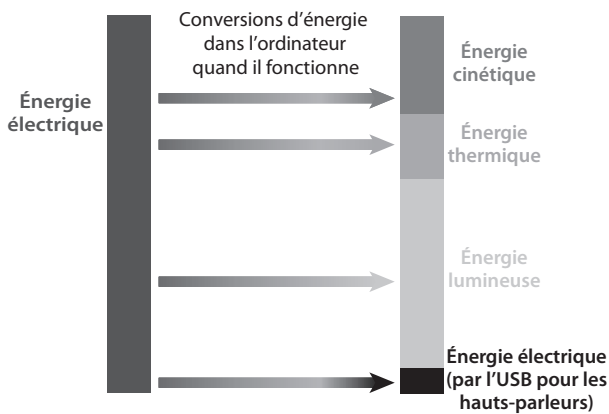
Le diagramme **b.** rend compte des deux conversions en respectant la conservation de l'énergie.

Le diagramme **c.** ne rend pas compte des deux conversions, mais seulement de la conversion utile.

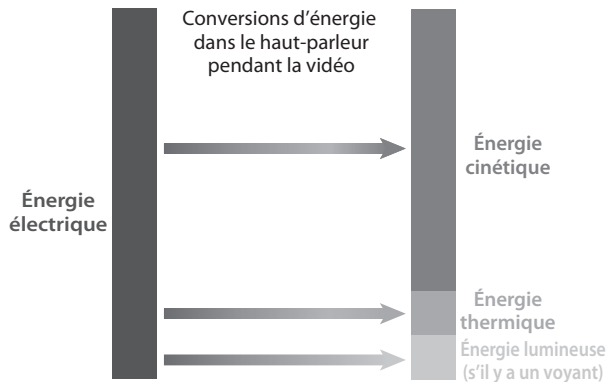
10. Établir le bilan d'énergie d'un ordinateur

Groupe A

Bilan d'énergie de l'ordinateur :

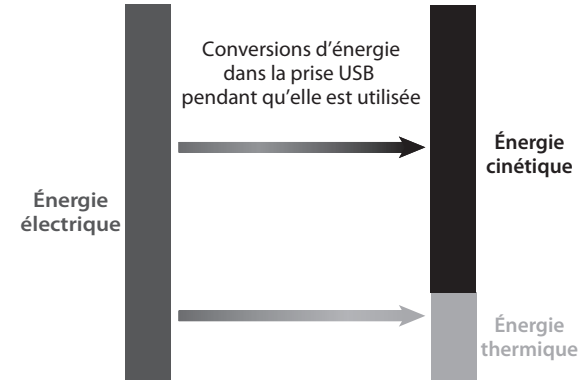


Bilan d'énergie pour un haut-parleur :

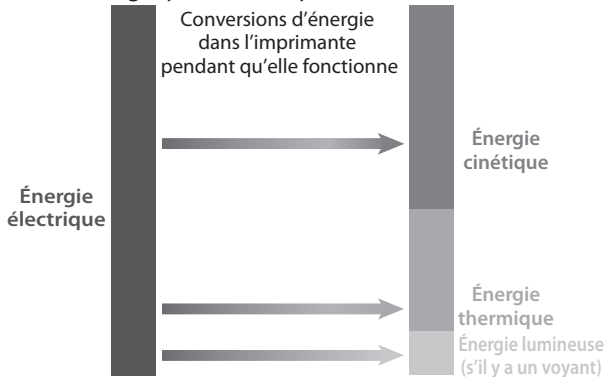


Groupe B

Bilan d'énergie pour une prise USB :

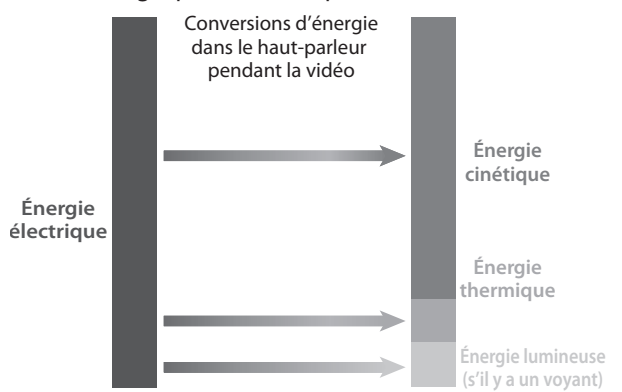


Bilan d'énergie pour une imprimante :



Groupe C

Bilan d'énergie pour un haut-parleur :



Remarque : il est possible de ne faire qu'une seule flèche entre les deux bâtons. Cette unique flèche représente alors l'ensemble des transferts et conversions.

Je travaille des notions

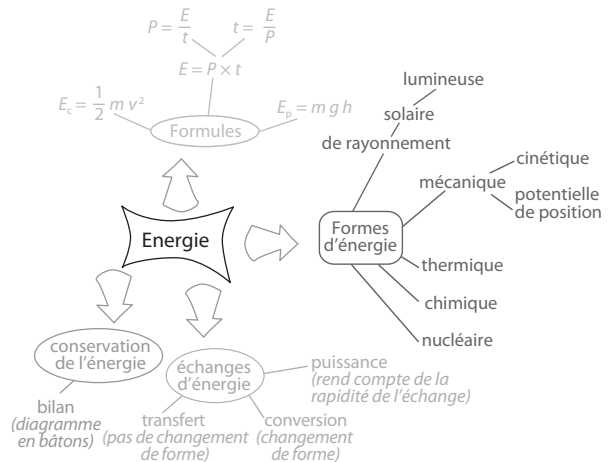
11. Utiliser le bon vocabulaire

1. L'expression mgh est l'expression *littérale* de l'énergie potentielle.
2. Un moteur qui convertit l'énergie électrique en énergie potentielle est un *convertisseur d'énergie*.
3. Le vent est une énergie *renouvelable*.

12. Chaleur ou énergie thermique ?

- l'énergie thermique
- la chaleur
- la chaleur

13. Réviser à l'aide d'une carte mentale



14. La production d'électricité française

1. Énergie nucléaire.
Énergie potentielle de position et énergie chimique.
Énergie cinétique.
Énergie chimique.
Énergie de rayonnement (énergie solaire).
Énergie chimique.

Énergie chimique (la bioénergie est dans la biomasse, c'est de l'énergie stockée sous forme chimique même si elle a pour origine l'énergie solaire qui a permis la photosynthèse).

2. La source la plus utilisée en 2015 est le nucléaire (48,8 %).

3. En 2015, la source d'énergie la plus utilisée était l'énergie d'origine hydraulique (19,7 %). Sa part ne varie pas significativement car les besoins totaux restent à peu près les mêmes et l'on n'a ni construit ni désaffecté de barrages.

4. Les sources d'énergie chimique sont : le gaz, le fioul, le charbon, les bioénergies.

5. C'est le vent qui permet de faire fonctionner une éolienne.

6. 129 310 MW est la puissance électrique totale disponible correspondant à la production d'électricité en France (n'est pas comprise la puissance éventuellement disponible par importation).

15. Comparer des énergies cinétiques

1. $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

2. **Remarque :** il pourra être intéressant d'inciter les élèves à se positionner. Le cas échéant, on peut faire lever les mains et regarder quelles tendances se dessinent en classe.

3. L'énergie cinétique du camion est :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \text{ avec } m = 8\,000 \text{ kg et } v = 10 \text{ m/s}$$

$$E_c = 400\,000 \text{ J} = 400 \text{ kJ}$$

L'énergie cinétique de la voiture est :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \text{ avec } m = 1\,000 \text{ kg et } v = 30 \text{ m/s}$$

$$E_c = 450\,000 \text{ J} = 450 \text{ kJ}$$

4. $E_c = 400 \text{ kJ}$ pour le camion.

$E_c = 450 \text{ kJ}$ pour la voiture.

$E_c = 7,5 \text{ kJ}$ pour le scooter.

16. Éviter l'omelette

1. Cet exercice est une énigme bien connue utilisée pour tester la créativité.

On laissera donc les élèves laisser libre cours à leur imagination. L'objectif dans le cadre de l'enseignement scientifique est ici de réfléchir à la façon dont l'énergie cinétique de l'œuf peut être, à la fin de la chute, suffisamment transférée à l'extérieur pour qu'elle ne serve pas à briser la coquille. L'énergie potentielle devient de l'énergie cinétique.

Cette énergie cinétique peut être transférée, par exemple, à une grande épaisseur d'ouate de très faible densité qui va progressivement ralentir l'œuf à la fin de la chute (au cours des frottements, l'énergie cinétique se transforme peu à peu en énergie thermique qui est dissipée dans le milieu). On peut monter l'œuf sur ressort et il va sauter, de moins en moins haut au fur et à mesure qu'il y aura amortissement, jusqu'à s'immobiliser (à chaque compression du ressort un peu d'énergie cinétique est transformée en énergie thermique).

Si l'on fait planer l'œuf dans une chute très lente, l'énergie cinétique se transforme au fur et à mesure en énergie thermique lorsque l'aile frotte sur l'air.

2. Quelle que soit la solution proposée, l'énergie potentielle est transformée en énergie cinétique, elle-même transformée en énergie thermique.

17. Calculer des valeurs d'énergie potentielle de position

1. Réponses a. et c. 2. Réponse b. 3. Réponse c.

18. Coup de marteau

Remarque : attention, les marteaux ont pour masses $m_A = 0,300 \text{ kg}$ et $m_B = 0,150 \text{ kg}$.

1. $E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0,300 \times 12^2 = 21,6 \text{ J}$

2. Pour avoir la même énergie, le marteau B de masse 0,300 kg doit être animé d'une vitesse telle que :

$$21,6 = \frac{1}{2} \times 0,150 \times v^2 \text{ soit } v^2 = \frac{21,6 \times 2}{0,150} = 288 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

et finalement $v = 17 \text{ m/s}$

19. À la recherche de l'origine de l'accident d'un drone

1. $E_p = mgh$

m : masse de l'objet en kg

g : intensité de la pesanteur en N/kg (sur Terre, $g = 9,81 \text{ N/kg}$)

h : altitude de l'objet en m.

2. $E_p = 0,063 \times 9,81 \times 4 = 2,47 \text{ J}$

3. a. Deux causes sont possibles pour expliquer l'accident du drone :

• **1^{re} hypothèse :** le drone n'avait plus suffisamment d'énergie électrique mais les données fournies ne permettent pas de valider cette hypothèse.

• **2^e hypothèse :** le drone était trop loin pour être à la portée du capteur donc toute l'énergie potentielle de position à 4 m s'est transformée en énergie cinétique.

b. Si la 2^e hypothèse est correcte, alors le drone est allé à plus de 4 m du capteur tenu par le pilote.

On calcule donc l'énergie cinétique du drone au moment de sa chute pour la comparer à celle de l'énergie potentielle de position à 5 m.

L'énergie cinétique est :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times 0,063 \times 10^2 = 3,15 \text{ J}$$

L'énergie potentielle de position est :

$$E_p = 0,063 \times 9,81 \times 5 = 3,09 \text{ J}$$

Compte tenu de toutes les approximations, la 2^e hypothèse peut être retenue car les deux valeurs sont assez proches.

20. Quels transferts d'énergies ?

Le radiateur chauffe la pièce → Transfert thermique.

Le chargeur alimente le smartphone → Transfert électrique.

Le vent entraîne le voilier → Transfert mécanique.

Les phares éclairent la route → Transfert par rayonnement.

21. Transfert ou conversion

1. Transfert d'énergie de rayonnement.
2. Transfert d'énergie cinétique.
3. Conversion d'énergie chimique en énergie électrique.

22. Le record du monde de Renaud Lavillenie

1. a. $m = 69 + 3 = 72 \text{ kg}$.
- b. $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = 3\,600 \text{ J}$.
2. $6,16 - 1,1 = 5,06 \text{ m}$.
3. $E_p = E_c = m_{RL} \times gh = 69 \times 9,81 \times h$
 $h = \frac{3\,600}{9,81 \times 69} = 5,31 \text{ m}$.

Remarque : la barre de saut horizontale ne monte pas en altitude donc on ne prend en compte que la masse de Renaud Lavillenie.

4. Le résultat théorique de la question 3 est très proche du record de Renaud Lavillenie (25 cm de différence). La quasi-totalité de l'énergie cinétique que possèdent le sauteur et sa perche juste avant le saut est déjà convertie en énergie potentielle de position de Renaud Lavillenie.

Remarques :

Cet exercice est basé sur une véritable préoccupation des entraîneurs de tous les perchistes dans le monde entier. Les records frôlent actuellement la limite théorique !

- On peut envisager quelques pistes d'amélioration du record par augmentation de l'énergie cinétique initiale. Par exemple :

- alourdir légèrement la perche en espérant que l'énergie cinétique de la perche animée de la même vitesse que le perchiste est intégralement transférée au perchiste quand il lâche sa perche. Mais il faut que celui-ci court aussi vite avec une perche de plus grande masse.

- un perchiste un peu plus grand fait que la droite (d) est un peu plus haute... Mais il est intéressant de noter que Renaud Lavillenie n'est pas très grand pour le sport qu'il pratique sans que cela ne semble avoir d'incidence sur la performance.

- On peut discuter avec les élèves du choix des valeurs numériques (si l'on prend $g = 10 \text{ N/kg}$ on voit que Renaud Lavillenie saute plus haut qu'attendu). On peut alors dire que l'on n'a pas tenu compte de la masse des vêtements de Renaud Lavillenie, et notamment de ses chaussures, et prendre une masse totale de 75 kg. Cela aura pour objectif de montrer que l'amélioration de la performance de Renaud Lavillenie ne sera pas spectaculaire.

- On peut discuter avec les élèves des performances des matériaux, par exemple la perche est très élastique et réalise une double conversion : conversion de l'énergie cinétique correspondant au mouvement horizontal de Renaud Lavillenie en énergie potentielle élastique, puis conversion de cette énergie potentielle élastique en énergie cinétique correspondant au mouvement ascendant de Renaud Lavillenie.

23. L'éolienne

1. $E = 16\,000 \text{ kW.h} = 16\,000\,000 \times 3600$
 $= 57\,600\,000\,000 \text{ J}$
 $= 57\,600\,000 \text{ kJ}$

2. Une éolienne ne peut pas fonctionner à son maximum toute l'année. Elle est à son maximum de production pour une valeur déterminée de la vitesse du vent.

Remarque : il existe en effet une limite car, lorsque le vent est trop fort, on arrête les éoliennes pour raisons de sécurité.

3. $E = P \times t$ avec $P = 3 \text{ MW} = 3\,000\,000 \text{ W}$
et $t = 2\,200 \text{ h} = 2\,200 \times 3\,600 = 7\,920\,000 \text{ s}$.
 $E = 23\,760\,000\,000 \text{ kJ}$.

4. On divise le résultat de la question 3 par celui de la question 1 : une éolienne peut alimenter 412,5 habitations.

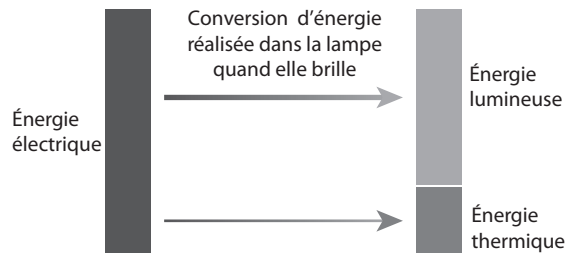
24. Une petite lampe à incandescence

1. C'est l'énergie électrique qui permet d'obtenir le fonctionnement de la lampe.

2. La lampe produit de l'énergie de rayonnement et de l'énergie thermique.

3. La conversion de l'énergie se produit uniquement quand la pile est insérée dans un circuit fermé, c'est-à-dire ici lorsque la lampe brille.

- 4.



25. Le ventilateur solaire

1. Pour faire fonctionner le ventilateur, l'énergie est celle du rayonnement du Soleil.

2. Les panneaux solaires fournissent de l'énergie électrique et de l'énergie solaire.

3. Le ventilateur fournit de l'énergie cinétique et de l'énergie thermique.

4. Il y a davantage d'énergie mise en jeu au niveau des cellules qu'au niveau du moteur : le moteur ne reçoit que l'énergie électrique produite par les cellules, pas l'énergie thermique qui correspond à une perte.

5. Cette énergie thermique est transférée à l'air qu'il y a autour du ventilateur. C'est une perte inévitable.

26. Une lampe de chevet de bébé

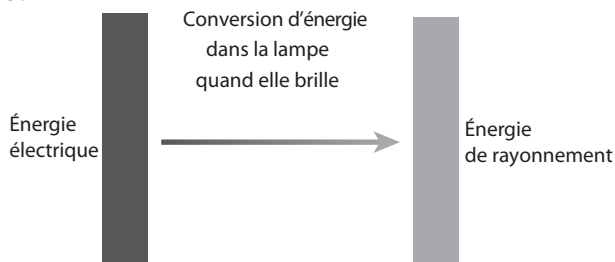
1. Les arguments de vente sont :

- la lumière douce ;
- la LED économe en énergie ;
- la LED ne chauffe pas ;
- le fait que la lampe aide à ne plus avoir peur du noir.

2. Le vendeur peut développer l'indication de l'étiquette en explicitant ce qui est sous-entendu, c'est-à-dire que la lampe est plus économique que d'autres qui, par exemple, chauffent.

Il n'en reste pas moins que, même si elle consomme moins que d'autres lampes, cette veilleuse consomme de l'énergie.

3.



Remarque : dans la réalité, l'échauffement de la lampe, même peu ressenti par le client, existe.

Corrigés des problèmes

27. Une séance de rameur

1. Pour pouvoir faire cet entraînement, Pauline a puisé dans des sources d'énergies chimiques, les aliments qu'elle a ingérés.

2. Globalement, on peut dire qu'elle convertit l'énergie chimique des aliments en énergie cinétique (celle de son corps,) qu'elle transfère au rameur. Elle cède de l'énergie cinétique au rameur. Elle a très certainement chaud : elle transfère aussi de l'énergie thermique à l'air ambiant.

3. En 20 minutes, Pauline, dont la puissance est $P = 146 \text{ W}$, dépense l'énergie E :

$$E = P \times t = 146 \times (20 \times 60) = 175\,200 \text{ J.}$$

4. Le tableau indique que Pauline a dépensé 269 Cal.

Si 175 200 J correspondent à 269 Cal c'est que 1 Cal vaut $\frac{175\,200}{269} = 651 \text{ J}$.

5. Une recherche montre que $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ ou $1 \text{ Cal} = 4,18 \text{ kJ}$ puisque $1 \text{ Cal} = 1\,000 \text{ cal}$. Que cela soit en Cal ou en cal, le calcul de la question 4 ne semble pas correct.

6. L'hypothèse de la question 3 n'est donc pas vérifiée, c'est-à-dire que l'appareil ne tient pas compte de toutes les conversions qui s'opèrent dans le corps de Pauline.

Remarque : on peut supposer que la puissance affichée sur le tableau, qui correspond à une énergie de 175 200 J, est l'énergie que Pauline communique au rameur. Exprimée en

Calories, cette énergie vaut $\frac{175\,200}{4\,180} \text{ J} = 42 \text{ Cal}$.

Il n'est cependant pas impossible que Pauline ait dépensé jusqu'à 269 Cal, comme l'indique le tableau d'affichage de la machine de la salle de sport, pour ne communiquer que 42 Cal au rameur.

En effet, elle a pu ingérer des aliments qui lui ont fourni beaucoup plus d'énergie. Une partie de l'énergie apportée par les aliments a par exemple été convertie en énergie thermique (Pauline a eu chaud, elle a transpiré pendant l'exercice, etc.) et non en énergie cinétique transférée au rameur.

28. Puissance d'un haltérophile

1. $E_p = m g h = 215 \times 10 \times 1,2 = 2\,580 \text{ J}$.

2. $E = P \times t$ donc $P = \frac{E}{t} = \frac{2\,580}{1} = 2\,580 \text{ W}$.

29. Un véhicule dans une voie de détresse

1. transférée / convertissent / thermique / chaleur.

2. a. ① : transfert d'énergie cinétique

② : conversion d'énergie cinétique en énergie thermique

③ : transfert d'énergie thermique

b. La troisième flèche pourrait aussi être légendée *chaleur*.

Remarque : comme l'indique l'encadré « rappel » de l'exercice, l'énergie thermique transférée d'un objet à un autre s'appelle « chaleur ».

c. Quand une voiture de course freine, son énergie cinétique est convertie en énergie thermique par des frottements sur les disques de freins. Cela fait ainsi diminuer la quantité d'énergie cinétique et ralentir la voiture.

30. La bioluminescence pour les futurs éclairages publics

Quelques avantages de la bioluminescence selon le site de *Glowee* :

- diminution de la consommation électrique ;
- une fois en place, l'installation permettant l'éclairage par bioluminescence est autonome ;
- moins d'émission de dioxyde de carbone que lors de l'utilisation d'une lampe électrique classique ;
- électricité peu coûteuse puisque ce sont des bactéries qui se multiplient qui la produisent ;
- installation durable car elle n'utilise pas d'éléments pétrochimique mais des organismes vivants que l'on fabrique au fur et à mesure ;
- lumière douce ;
- en fin de vie, ces sources de lumière constituent de la biomasse qui peut être utilisée pour des combustions et procurer de l'énergie thermique ou de l'électricité.

Corrigés du Sujet Brevet

Sujet 8. L'expérience de Joule

1. Réponse b.

2. Elle possède de l'énergie sous la forme d'énergie potentielle de position en A.

3. a. C'est le Joule (J).

3. b. $E_p = m g h = 25 \times 10 \times 2 = 500 \text{ J}$

c. S'il y a un kg d'eau dans la boîte, il faudra donner 4 187 J à l'hélice et chaque chute de la masse donne 500 J.

Donc : $\frac{4\,187}{500} = 8,4$.

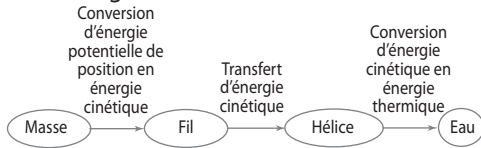
Il faut faire tomber la masse entre 8 et 9 fois pour augmenter la température de 1 °C dans cette boîte.

4. a. Les énergies mises en jeu sont :

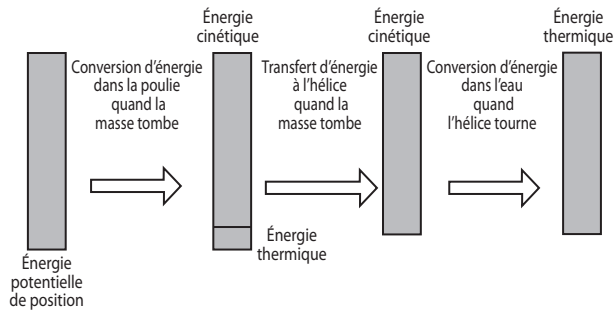
- l'énergie potentielle de position car la masse se trouve en altitude et elle descend ensuite ;
- l'énergie cinétique car la masse est en mouvement et elle entraîne l'hélice grâce à la poulie ;
- l'énergie thermique car il y a des échanges de chaleur étant donné que la température augmente.

b. On peut faire une chaîne d'énergie ou un bilan d'énergie.

• Chaîne d'énergie :

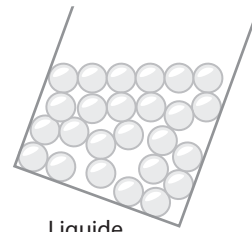


• Bilan d'énergie :



Remarque : pour simplifier, on peut aussi négliger les pertes sous la forme d'énergie thermique au niveau de la poulie. Tous les bâtons ont alors la même taille.

5. a. Les particules qui constituent le liquide se touchent et glissent les unes sur les autres dans un mouvement désordonné.



Liquide

b. L'expérience de Joule explique bien le lien entre l'agitation thermique des molécules et la température. En effet, l'hélice met davantage en mouvement les particules de l'eau liquide contenue dans la boîte. Donc en agitant davantage les particules, et en constatant alors une élévation de température, Joule a bien mis en évidence expérimentalement le lien entre agitation thermique et température.

Présentation du chapitre

Ce chapitre centré sur l'énergie électrique s'intéresse dans une première partie aux usages domestiques, puis revient dans une seconde partie sur les lois de l'électricité pour les exploiter d'un point de vue énergétique.

Après un rappel sur le fonctionnement des centrales électriques en France (activité 1), l'activité 2 explicite l'affichage du compteur électrique. Les activités 3 et 4, placées en vis-à-vis, décryptent la facture d'électricité avant d'explorer des pistes pour en diminuer le montant. Enfin, dans le contexte des économies d'énergie, l'activité 5, sous forme de tâche complexe, consiste à aider une famille à transformer sa maison en bâtiment à énergie positive (BEPOS).

L'activité 6, qui peut être l'occasion d'un travail interdisciplinaire avec les mathématiques, propose d'utiliser le logiciel Scratch pour revoir la relation $P = UI$ qui va être de nouveau utilisée dans l'activité 7 pour interpréter une situation dangereuse liée au branchement d'un trop grand nombre d'appareils sur une multiprise. La loi d'Ohm qui pouvait avoir été laissée pour la classe de 3^e fait l'objet de l'activité 8, et l'activité 9 présente une application originale de l'effet Joule se produisant dans les *data centers*.

Un large choix d'exercices, aux contextes empruntés au quotidien autant qu'au laboratoire, permet de consolider les connaissances et compétences liées aux transferts et conversion d'énergie ainsi qu'au dipôle particulier qu'est la résistance.

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► Les appareils qui consomment de l'énergie sont, de gauche à droite :

- l'écran de télévision
- le lecteur DVD
- l'ordinateur portable
- téléphone portable
- la lampe de lecture
- la télécommande de télévision
- la tablette
- la lampe de lecture
- le téléphone

Activité 1 Comment fonctionnent les centrales électriques ?

Réponse aux questions

1. Pour une éolienne, la source d'énergie est le vent, pour la centrale hydraulique c'est l'eau en mouvement, pour les centrales thermique à flamme c'est par exemple le charbon, et c'est l'uranium pour les centrales nucléaires.

2. Lorsqu'elles tournent, les pales possèdent de l'énergie cinétique. L'eau retenue par un barrage possède de l'énergie potentielle de position.

3. Dans toutes ces centrales, il y a un alternateur.

4. L'énergie transférée est transférée sous la forme d'énergie électrique.

Activité 2 Que mesure un compteur électrique ?

Réponse aux questions

1. Le compteur électrique mesure la quantité d'énergie qui l'a traversé. L'expression « consommation d'énergie électrique », désigne la quantité d'énergie électrique qui est transférée aux appareils électriques de la maison et qui est donc facturée par le distributeur.

Remarque : les différents appareils convertissent ensuite cette énergie électrique en d'autres formes d'énergie.

2. Le symbole « kWh » signifie « kilowattheure ». En unités du système international, l'unité d'énergie est le joule (J).

Remarque : ce symbole correspond bien à une unité d'énergie utilisable pour exprimer le résultat du calcul $E = P \times t$ où P est exprimée en kilowatt (kW) et t en heure (h). En toute rigueur, on devrait écrire : « kW.h » mais c'est kWh (sans le point représentant le signe de multiplication) qui est utilisé.

3. En relevant des valeurs de puissance précisées sur des appareils ménagers, on constate que la plupart sont de l'ordre du kW. L'ordre de grandeur des durées dépend beaucoup des appareils. Un frigo fonctionne en continu alors qu'un grille-pain fonctionne quelques minutes par jour et qu'une perceuse n'est utilisée que quelques dizaines de secondes pour percer un trou.

4. $2\,575 - 2\,307 = 268 \text{ kWh}$

5. $268 \times 3,6 \times 10^6 = 964\,800\,000 \text{ J}$

On préfère utiliser les kilowattheures qui permettent de manipuler des nombres plus petits que les valeurs en joules qui sont de l'ordre du million ou du milliard de joules.

Activité 3 Comment comprendre une facture d'électricité ?

Réponse aux questions

1. Le VA correspond bien à une unité de puissance utilisable pour exprimer le résultat du calcul $P = U \times I$ où U est exprimée en volt (V) et I en ampère (A).

Le kVA est un multiple du VA.

Remarque : il vaut mieux noter le signe « multiplier » entre les deux unités et l'on aura $1 \text{ V.A} = 1 \text{ W}$

2. La famille Coléo peut disposer d'une puissance maximale de 6 kVA soit 6 kW.

3. 1 084 kWh

4. 0,0916 €

5. En plus de sa consommation d'énergie, la famille Coléo doit payer :

- des taxes et des contributions pour un montant de 10,38 € HT;
- une Taxe sur la Consommation Finale d'Électricité (TCFE) pour un montant de 24,39€ HT;
- une Contribution au Service Public d'Électricité (CSPE);
- une contribution Tarifaire d'Acheminement Électricité pour un montant de 2,25 HT.

6. $1084 \times 0,0916 = 99,2944$ en arrondissant cela fait bien 99,30 €

7. 1 kW.h en joules :

$1 \text{ kW.h} = 1 \times 1\,000 \times 3\,600 \text{ J}$ car $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$ et $1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$ et $1 \text{ kW.h} = 3\,600\,000 \text{ J}$.

La consommation de la famille Coléo en joules est :

$1\,084 \times 3\,600\,000 = 3\,902\,400\,000$

On préfère utiliser les kilowattheures qui permettent de manipuler des nombres plus petits que les valeurs en joules qui, pour une facture d'électricité seraient de l'ordre du milliard de joules.

Activité 4 Comment diminuer le montant de sa facture d'électricité ?

INVESTIGATION

Réponse à la consigne

Les possibilités de réponse sont nombreuses.

On pourra donner ce travail à faire en groupe et comparer les réponses qui pourront varier, selon que les élèves décident de renoncer, totalement ou en partie seulement, à brancher ou laisser en veille certains appareils.

Ici ont été prises les valeurs de puissances indiquées en fin de manuel dans l'aide p. 423, en considérant que 1 kW.h coûte 0,0916 € comme dans l'activité 5.

Appareil	Puissance (W)	Puissance (kW)	Temps d'utilisation (h)	Somme gaspillée (€ HT)
Cuisine, le matin				
1 lampe dans le couloir	12	0,012	0,75	0,000 824 4
1 téléviseur non regardé	20	0,02	0,67	0,001 227 44
1 ordinateur non utilisé	400	0,4	1	0,036 64
1 lampe à côté de l'ordinateur	12	0,012	0,75	0,000 824 4
1 lampe sur le meuble derrière les enfants	12	0,012	0,75	0,000 824 4
Salle de bain, le matin				
4 lampes au-dessus de l'évier	40	0,04	1	0,003 664
Chambre d'Elsa, le matin				
2 lampes (12 × 2)	24	0,024	0,84	0,001 846 656
1 lampe	12	0,012	0,5	0,000 549 6
Ordinateur non utilisé	400	0,4	1	0,036 64
Cuisine, la journée				
1 lampe oubliée dans le couloir	12	0,012	10	0,010 992
1 lampe oubliée sur un meuble	12	0,012	10	0,010 992
1 téléviseur en veille	0,45	0,000 45	10	0,000 412 2
1 ordinateur en veille	0,3	0,000 3	10	0,000 274 8
Cuisine, le soir				
5 lampes d'ambiance	60	0,06	4	0,021 984
Chambre des parents, le soir				
3 lampes inutiles	36	0,036	3	0,009 892 8
1 lampe	12	0,012	2	0,002 198 4
Chambre de Johan, le soir				
2 lampes inutiles	24	0,024	3	0,006 595 2
Total par jour				0,146 382 296

En une année de 365 jours on peut estimer l'économie possible à :

$$365 \times 0,15 = 54,75 \text{ € environ.}$$

Commentaires pédagogiques

- Les calculs étant répétitifs, il est possible de faire travailler les élèves sur tableur.
- L'aide fournit des indications sur les appareils et leur temps d'utilisation. On peut demander aux élèves de rechercher les valeurs de puissance des appareils qu'ils utilisent eux-mêmes. Cela peut aussi être plus parlant pour faire prendre conscience aux élèves de leurs propres gaspillages.

Activité 5 Comment obtenir l'appellation BEPOS pour une maison ?

TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

Le diagnostic de performance énergétique situe la maison de la famille Coléo en catégorie A, elle consomme donc en chauffage $25 \text{ kW/m}^2/\text{an}$.

La surface de la maison étant de 100 m^2 , cette maison consomme donc pour le chauffage

$$E_{\text{chauffage}} = 2\,500 \text{ kWh en 1 an.}$$

Le diagnostic de performance énergétique ne prend pas en compte l'énergie consommée pour satisfaire les autres besoins de la famille.

Pour calculer l'énergie correspondant à la satisfaction de ces autres besoins, on utilise les données du document 4 :

$$E_{\text{autres besoins}} = E_{\text{télévision}} + E_{\text{console}} + E_{\text{lave-linge}} + E_{\text{lave-vaisselle}} + E_{\text{aspirateur}} + E_{\text{DEL}}$$

Avec :

$$E_{\text{télévision}} = 72 \times 5,5 \times 365,25 = 144\,639 \text{ Wh en 1 an} \\ = 145 \text{ kWh en 1 an}$$

$$E_{\text{console}} = 115 \times 2 \times 365,25 = 8\,407,5 \text{ Wh en 1 an} \\ = 84 \text{ kWh en 1 an}$$

$$E_{\text{lave-linge}} = 220 \times 1\,200 = 264\,000 \text{ Wh en 1 an} \\ = 264 \text{ kWh en 1 an}$$

$$E_{\text{lave-vaisselle}} = 280 \times 800 = 224\,000 \text{ Wh en 1 an} \\ = 224 \text{ kWh en 1 an}$$

$$E_{\text{aspirateur}} = 1900 \times 52 = 98\,800 \text{ Wh en 1 an} \\ = 99 \text{ kWh en 1 an}$$

$$E_{\text{DEL}} = 1,6 \times 5 \times 365,25 = 2\,922 \text{ Wh en 1 an} = 3 \text{ kWh}$$

L'énergie totale E_{maison} consommée par la maison vaut donc :

$$E_{\text{maison}} = E_{\text{chauffage}} + E_{\text{autres besoins}} = 2\,500\,000 + 144\,639 \\ + 84\,007,5 + 264\,000 + 224\,000 + 98\,800 + 2\,922 \\ = 3\,318\,368,5 \text{ Wh en 1 an soit } 3\,318 \text{ kWh en 1 an.}$$

L'énergie apportée par les panneaux en 1 an est :

$E_{\text{panneaux}} = P_t \times t$ en notant P_t la puissance totale de l'installation : $P_t = S \times P$ où P est la puissance par m^2 de panneau solaire.

E_{panneaux} doit être supérieure à l'énergie totale E_{maison} consommée par la maison c'est-à-dire $3\,318 \text{ kWh}$

$$S = \frac{E_{\text{panneaux}}}{P \times t} = \frac{3\,318 \times 1\,000 \times 3\,600}{20 \times 365,25 \times 24 \times 3\,600} = 18,9 \text{ m}^2$$

Remarque : il ne faut pas oublier d'exprimer E en J ($3\,318 \times 1\,000 \times 3\,600$) pour calculer la surface de panneaux à installer.

Il faut donc installer au moins 19 m^2 de panneaux solaires pour couvrir l'ensemble des besoins de la famille Coléo.

Cette valeur est raisonnable : cela ne prendrait même pas l'ensemble de la surface du toit.

Remarque : la valeur moyenne pour une maison de 70 m^2 occupée par trois personnes en tout électrique est de 9900 kWh , c'est-à-dire trois fois plus que la maison BEPOS.

Commentaires pédagogiques

Selon les classes, il peut être intéressant de laisser les élèves travailler seuls pour découvrir les documents sans l'aide du professeur et commencer à mener une démarche. Si les élèves sont perdus par la somme de documents, il est possible de les aider en demandant de noter sur un brouillon quelques mots ou quelques informations qui résument chacun des documents. Si les élèves n'ont pas assez les notions du cours en tête, il est possible de leur proposer d'aller rechercher certaines définitions dans le cours. Les informations données dans les « besoins d'aide » en fin de manuel, peuvent aussi être utilisées comme des « aides » que le professeur peut distribuer en fonction des difficultés des élèves. Dans tous les cas, pour que les élèves mènent une démarche personnelle ou de groupe, il est préférable que le professeur renvoie des questions aux interrogations ou aux demandes des élèves plutôt que de leur donner les réponses directement.

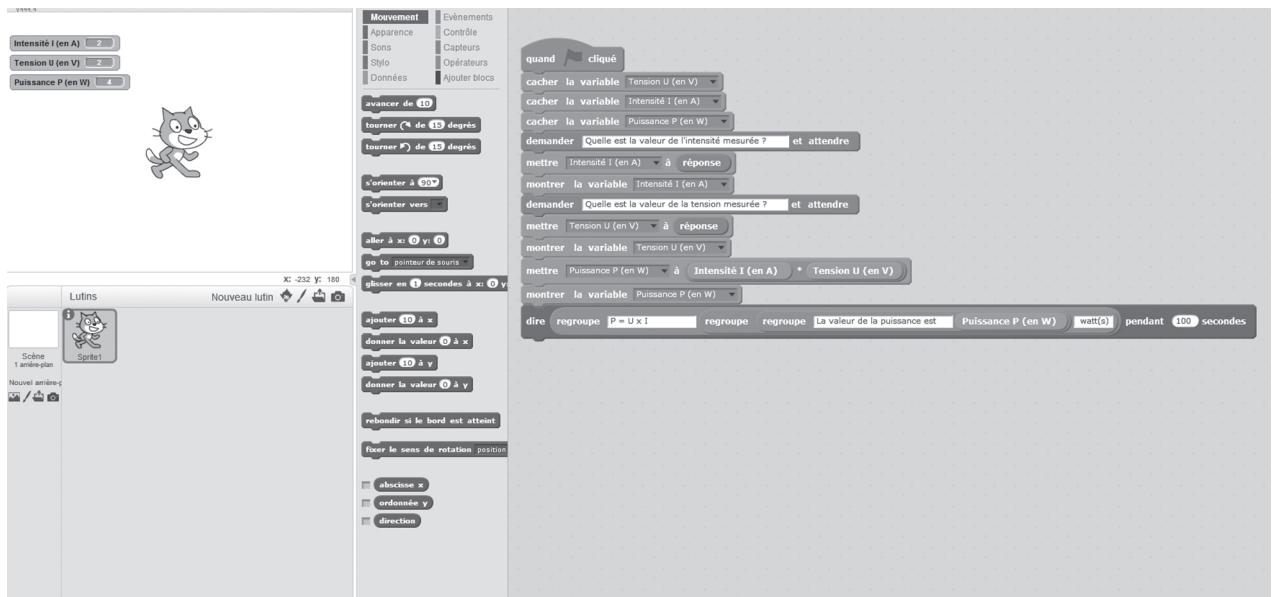
Il est possible de demander de faire la rédaction finale à la maison pour que cette tâche complexe soit faite en 1 h.

Activité 6 Comment retrouver la puissance électrique des appareils ?

Réponse aux questions

1. Les valeurs à reporter dans le tableau dépendent des lampes qui auront été mises à disposition.

2. Voici ci-dessous une capture d'écran du rendu final de ce programme complet :



Ainsi le lutin doit demander successivement :



3. On réalisera le circuit proposé dans le document 1 en remplaçant la lampe par un moteur et l'on mesurera U et I pour calculer $P = U \times I$.

Remarque : cette activité peut être réalisée en autonomie par les élèves si un travail sur la programmation avec Scratch a déjà été effectué en classe de mathématiques.

Activité 7 Que se passe-t-il si on ajoute des appareils en parallèle ?

Réponse aux questions

1. Dans le modèle d'Ambre, les bornes de sortie du générateur représentent les bornes d'une multiprise dans une installation domestique ; les différentes résistances représentent les différents appareils que l'on peut brancher chez soi sur une multiprise.

2. L'ampèremètre mesure l'intensité totale délivrée par le générateur. Dans l'installation domestique, il mesurerait l'intensité du courant traversant le fil qui relie la prise murale à la multiprise.

3. Tableau à compléter selon les expériences des élèves.

4. On constate qu'au fur et à mesure des ajouts, l'intensité augmente de même que la puissance.

5. Le « type » est la référence constructeur de la multiprise. « CE » signifie qu'elle satisfait les normes européennes. La « puissance maximale » totale des appareils que l'on peut brancher est de 3680 W (par exemple, si l'on a branché une machine à espresso de 1 500 W, il ne faut pas ajouter une centrale à vapeur de 2 500 W).

6. La surcharge de la multiprise présente un risque d'incendie : si l'intensité est trop grande, la multiprise va s'échauffer et peut finir par prendre feu.

7. La principale protection est d'éviter la surcharge des multiprises. Il faut brancher les appareils ménagers sur des prises différentes, notamment dans la cuisine. On peut noter qu'il existe des multiprises qui disjonctent lorsque la puissance maximale est atteinte.

Activité 8 Qu'est-ce que la loi d'Ohm ?

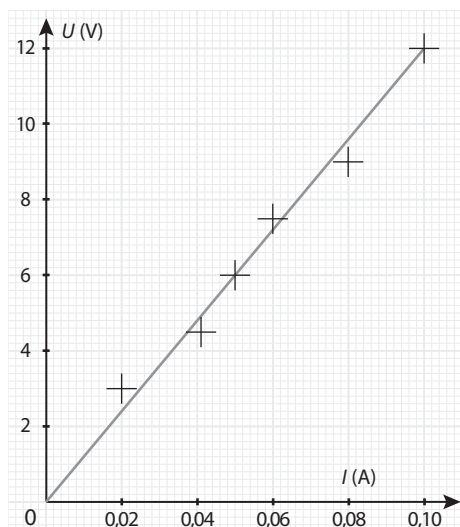
Réponse aux questions

1. Georg Simon Ohm a découvert que c'était des interactions des particules contiguës constitutives des conducteurs qui étaient à l'origine de la résistance électrique.

2.

U (en V)	0	3	4,5	6	7,5	9	12
I (en A)	0	0,02	0,040	0,05	0,06	0,08	0,10
$\frac{U}{I}$	\times	150	113	120	125	113	120

3.



4. x correspond à la grandeur intensité I et y correspond à la tension U mesurée aux bornes de la résistance.

5. On calcule le coefficient directeur de la droite (voir méthode page 257 du manuel de l'élève) en utilisant le point de coordonnées (0,10 A ; 12 V) :

$$a = \frac{12}{0,10} = 120 \text{ V/A d'où } U = 120 I$$

Remarque : on veillera à bien utiliser un point de la droite passant au plus près des points expérimentaux et non des valeurs du tableau.

On remarquera que la valeur des rapports $\frac{U}{I}$ calculés pour chacune des mesures et reportée dans la dernière ligne du tableau est proche de la valeur du coefficient directeur qui a été déterminé. On peut en faire calculer la moyenne si l'on manque de temps pour tracer le graphe puis la droite.

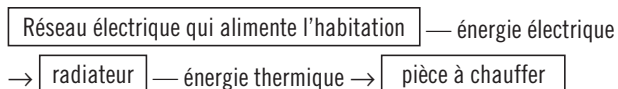
6. On effectue avec l'ohmmètre la mesure de la résistance R_1 et l'on constate que la valeur est proche des valeurs reportées dans la dernière ligne du tableau (elle est proche du coefficient directeur de la droite).

La loi s'écrit ici : $U = R_1 \times I$.

Activité 9 L'effet Joule : utile ou inutile ?

Réponse aux questions

1.



2. Un *data center* est un centre où des ordinateurs stockent de l'information (des données : *data*, mot latin repris en anglais) et la traitent. L'énergie thermique produite dans ces centres est considérée comme de l'énergie perdue puisque le besoin à satisfaire est celui du stockage et du calcul.

3. La piscine de la Butte-aux-Cailles a un autre besoin : celui de chauffer l'eau de la piscine. L'énergie thermique produite par le centre de calcul n'est donc plus considérée comme une perte si l'on se place à une échelle supérieure à celle du centre de calcul : l'échelle du quartier ou de la ville.

4. En 24 h de fonctionnement, le *data center* de puissance thermique de 15 kW (doc 2) produit une énergie $E = P \times t = 15\,000 \times 24 \times 3\,600 = 1\,296\,000\,000 \text{ J}$.

Remarque : on peut bien sûr écrire

$$E = 15 \times 10^3 \times 24 \times 3,6 \times 10^3 = 1,3 \times 10^9 \text{ J.}$$

5. Pour élever de 1 °C la température d'1 L d'eau, il faut 4,18 kJ donc il faut 41,8 kJ pour l'élever de 10 °C.

6. Avec l'énergie thermique produite en une journée par le *data center*, on peut élever de 10 °C un volume d'eau

$$\text{égal à } \frac{1\,296\,000\,000}{41\,800} = 31\,005 \text{ litres soit } 31 \text{ m}^3 \text{ d'eau.}$$

$$\text{On peut aussi écrire : } \frac{1,3 \times 10^9}{41,8 \times 10^3} = 31 \times 10^3 \text{ L.}$$

Remarque : le chiffre finalement communiqué le 15 mai 2017 lors de l'inauguration de la chaudière était de 45 kW (trois fois plus que ce qui est donné ici). Cela ne change pas les ordres de grandeurs. L'énergie thermique produite par le *data center* n'est pas utilisée pour chauffer l'eau après une vidange (augmentation de la température de l'eau de 17 °C à 27 °C), mais pour la maintenir à 27 °C.

Corrigés des exercices

Je me teste

3. Vrai ou faux ?

1. a. Faux. b. Vrai. 2. a. Faux. b. Vrai.

4. Calculer une énergie et une durée

1. Réponse a. 2. Réponses a. et c.

5. Reconstituer les relations mathématiques

a. $P = UI$ b. $E = Pt$ c. $E = Ult$

6. Manipuler les unités

1. Réponse c.

2. Réponses a. et d.

3. Réponses a., b., c. et d.

7. Exploiter un graphique

1. Réponse c. 2. Réponse a. 3. Réponse a.

8. Vrai ou faux ?

1. a. Faux. b. Vrai. c. Faux.

Je travaille des compétences

9. Faire des recherches sur Internet

Groupes A, B et C

Quel que soit le groupe, les élèves trouveront les mêmes moyens pour réduire la consommation d'énergie mais dans la somme d'informations qu'ils trouveront. Ils devront donc faire des choix qu'il faudra leur demander d'argumenter.

Quelques moyens pour réduire la consommation :

- isoler thermiquement la maison ;
- éteindre les appareils au lieu de les laisser en veille ;
- l'hiver, diminuer le chauffage de quelques degrés la nuit ;
- baisser le chauffage s'il n'y a personne dans l'habitation ;
- réduire les pertes de chaleur l'hiver en fermant les volets et les rideaux, en mettant du double ou du triple vitrage ;
- remplacer les lampes à incandescence par des lampes LED ;
- limiter la température du chauffe-eau aux environs de 55 °C ;
- laver le linge à basse température (30 °C au lieu de 90 °C) ;
- dégivrer le réfrigérateur ;
- fermer les portes du réfrigérateur et éviter de l'ouvrir trop longtemps ou trop souvent.
- acheter des appareils de catégorie A+++.
- prendre des douches plutôt que des bains.

10. Faire un choix argumenté

Groupe A

Remarque : on peut affiner la consigne en précisant que l'exercice doit être rédigé en 3 parties :

- un énoncé avec un contexte de la vie courante ;
- 2 ou 3 questions faisant intervenir l'une ou l'autre des relations ;
- la rédaction du corrigé.

Groupe B

1. P : puissance U : tension I : intensité

2. E : énergie consommée par l'appareil P : puissance
 t : durée d'utilisation

3. $E = P \times t = P(\text{kW}) \times 3$ (alors la valeur de l'énergie sera donnée en kW.h)
ou $E = P(\text{W}) \times 3 \times 3600$ (alors la valeur de l'énergie sera donnée en J).

Groupe C

1. P : puissance

U : tension

I : intensité

2. E : énergie consommée par l'appareil

P : puissance

t : durée d'utilisation

3. $I = \frac{P}{U}$ (valeurs à choisir dans le tableau en gardant le même appareil).

Je travaille des notions

11. Choisir la phrase correcte

- La puissance est une grandeur mesurée en watts.
- Une puissance est le produit d'une intensité par une tension.
- L'énergie est le produit de la puissance par la durée d'utilisation.
- Certaines pertes ne peuvent pas être évitées.

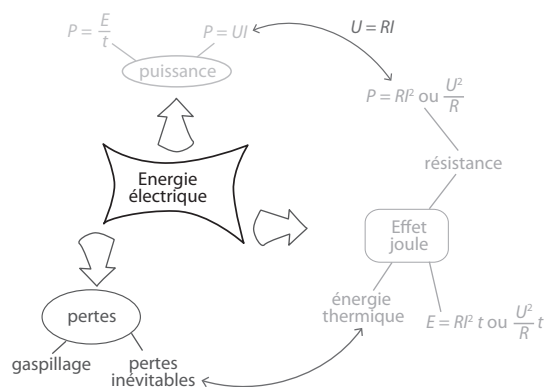
12. Choisir la (les) bonne(s) réponse(s)

- Réponse a.
- Réponse b.
- Réponses a. et c.

13. Choisir la bonne expression

- Réponse b.
- Réponse b.

14. Réviser à l'aide d'une carte mentale



15. Charger son téléphone

- La capacité de cette batterie est de 2 500 mA.h.
- La tension aux bornes de la batterie est de 3,8 V.
- $E = P t$ et $P = UI$ donc $E = UI t$, et comme la capacité de la charge est en mA.h :
 $E = U \times \text{capacité}$
 $E = 3,8 \times 2,5 = 9,5 \text{ W.h}$
- $E_a = \frac{365}{2} \times 9,5 = 1\,733,75 \text{ W.h}$
- $1,733\,75 \times 0,14 = 0,243 \text{ €}$ car 14 centimes est le prix du kW.h et pas du W.h.

16. Le réfrigérateur

1. Consommation mensuelle : $\frac{15\,600}{12} = 1\,300 \text{ kW.h}$

2. Consommation annuelle du compresseur :

$E = P t$ avec $P = 300 \text{ W} = 0,3 \text{ kW}$ et $t = 6 \times 365$ puisque le compresseur fonctionne 6 h par jour.

$E = 657 \text{ kW.h}$

On calcule la proportion que représente la consommation de ce compresseur dans la consommation totale :

$$\frac{657}{15\,600} = 0,042.$$

La consommation du compresseur correspond donc à environ 4 % de la facture totale annuelle, ce qui est peu, sans être totalement négligeable.

17. Que de lampes !

$$1. E = P \times t$$

Donc Économie_E = diminution de $P \times t$

$$\text{Économie}_E = (0,100 - 0,020) \times 100 = 0,08 \times 100 = 8 \text{ kWh}$$

$$\text{Économie}_E = (100 - 20) \times 100 \times 3600 \\ = 80 \times 100 \times 3600 = 28\,800\,000 \text{ J}$$

2. On calcule la durée d'utilisation annuelle des lampes à partir de la consommation des lampes à incandescence.

Consommation avec les lampes compactes :

$$E' = P' \times t' = 0,02 \times 9\,000 = 180 \text{ kWh}$$

Remarque : attention aux unités.

La consommation des lampes compactes est vraiment moindre par rapport à celle des lampes à incandescence pour une luminosité équivalente.

18. La durée d'un film

1. $E = P \times t$ avec $E = 2,5 \times 10^5 \text{ J}$ et $t = 1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{2,5 \times 10^5}{3\,600} = 69,4 \text{ W}$$

2. $E = P \times t$ avec $E = 233 \text{ W.h}$ et $P = 69,4 \text{ W}$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{233}{69,4} = 3,3 \text{ h} = 3 \text{ h } 18 \text{ min}$$

19. Prix du thé

$P = UI$ et $U = RI$ d'après la loi d'Ohm donc $P = \frac{U \times U}{R}$

$$E = P t = \frac{U \times U}{R} \times t \text{ avec } U = 230 \text{ V et } R = 12 \Omega$$

$$\text{et } t = 10 \text{ min} = \frac{10}{60} \text{ h}$$

$$E = \frac{230 \times 230}{12} \times \frac{10}{60} = 734,7 \text{ W.h} = 0,7347 \text{ kW.h}$$

Le prix est : $0,7347 \times 0,14 = 0,10 \text{ €}$

Ce qui coûte le plus cher à Donatien est donc le sachet de thé et non l'énergie consommée pour préparer le thé.

20. Calculer la puissance électrique

1. $P = U \times I$ avec P : puissance en W,

U : tension en V,

I : intensité en A.

2. $P = 4,5 \times 0,1 = 0,45 \text{ W}$.

La puissance de la lampe qu'achètera Amir est de 0,45W.

21. Puissance et intensité

$$P = UI \text{ donc } I = \frac{P}{U} = \frac{1\,800}{230} = 7,8 \text{ A}$$

Léo peut utiliser son grille-pain car $7,8 \text{ A} < 15 \text{ A}$.

22. La multiprise

1. Oui, on peut faire fonctionner tous ces appareils car :

$$35 + 300 + 1\,700 = 2\,035 \text{ W} = 2,035 \text{ kW}$$

or $2,035 \text{ kW} < 3,5 \text{ kW}$.

2. $1\,700 + 1\,700 = 3400 \text{ W} = 3,4 \text{ kW}$. Donc :

• si on met 2 radiateurs et la lampe $3,4 + 0,035 = 3,435 \text{ kW}$ qui est inférieur à $3,5 \text{ kW}$, on reste dans le domaine d'utilisation possible de la multiprise ;

• si on met les 2 radiateurs et l'ordinateur $3,4 + 0,3 = 3,7 \text{ kW}$ qui est supérieur à $3,5 \text{ kW}$, la rallonge risque de se détériorer.

Remarque : si on ajoute un second radiateur, c'est le circuit d'alimentation de la prise qui risque d'être surchargé.

23. Le disjoncteur

$$1. P_{\text{totale}} = 60 + 2\,500 + 900 = 3\,460 \text{ W}$$

$$P_{\text{totale}} = U \times I \text{ donc } I = \frac{P_{\text{totale}}}{U} = \frac{3\,460}{230} = 15 \text{ A}$$

L'intensité totale qui traverse le disjoncteur est de 15 A. Elle est donc inférieure à 20 A, il n'y aura pas de coupure de courant.

2. $20 - 15 = 5 \text{ A}$

Au maximum l'appareil devra fonctionner avec 5 A.

$$P = U \times I = 230 \times 5 = 1\,150 \text{ W}$$

La puissance maximale de l'appareil ajouté est de 1 150 W.

24. Fusibles

$$P = UI \text{ donc } I = \frac{P}{U}$$

Fusible	F1	F2	F3
Appareil	télévision	radiateur	lampe
Puissance (W)	300	2500	60
Intensité (A)	1,3	10,9	0,2
Fusible (A)	10	10	1
Conclusion	1,3 < 10 donc c'est adapté	10,9 > 10 donc ce n'est pas adapté	0,2 < 1 donc c'est adapté

25. Utiliser la loi d'Ohm

1. La loi d'Ohm s'écrit $U = R \times I$.

2. $U_1 = 4 \text{ V}$, $R_2 = 48 \Omega$, $I_3 = 0,24 \text{ A}$.

26. Loi et représentation graphique

1. Les grandeurs mesurées sont l'intensité du courant qui circule dans le circuit et la tension aux bornes de la résistance. Les courbes ont été obtenues en faisant varier la tension délivrée par le générateur.

2. $U = R \times I$

3. La grandeur a est le coefficient directeur de la droite.

4. y correspond à U ; x à I et a à R .

5. Plus la valeur de la résistance est grande, plus le coefficient directeur de la droite, c'est-à-dire la pente de la droite, est importante. On en déduit que :

R_1 correspond à la courbe **c**

R_2 correspond à la courbe **a**

R_3 correspond à la courbe **b**.

27. Résistance dans un circuit série

1. L'ampèremètre est l'appareil situé à gauche sur la photo car il est monté en série avec la lampe et le générateur.

Le voltmètre est l'appareil situé à droite sur la photo car il est monté en dérivation sur la lampe.

2. On utilise les relations $R = \frac{U}{I}$ et $P = UI$ avec U en V (volts) et I en A (ampères), R en Ω (ohms).

$$\text{a. } R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{6,18}{0,052} = 120 \Omega$$

b. $P_1 = U \times I_1 = 6,18 \times 0,052 = 0,32 \text{ W}$ (conserver deux chiffres significatifs comme la donnée la moins précise qui est I).

De même on calcule $P_2 = 0,080 \text{ W}$ et $P_3 = 0,56 \text{ W}$.

c. Par ordre de résistance croissante on a : R_3, R_1, R_2 . Par ordre d'intensité croissante on a : I_2, I_1, I_3 . L'intensité du courant diminue lorsque la résistance augmente.

3. La tension reste la même car les résistances sont toutes branchées aux bornes du même générateur.

Remarques :

- Le générateur se comporte comme un générateur de tension idéal tant que l'on ne branche pas trop d'appareils en parallèle à ses bornes : si on utilise une pile, il est possible que la tension chute si la résistance utilisée est trop faible (la pile « n'arrive pas à débiter suffisamment » dans ce cas).

- La puissance dissipée par effet Joule diminue lorsque la résistance augmente. On peut le faire remarquer aux élèves et bien l'avoir présent à l'esprit dans la mesure où cela peut sembler paradoxal puisqu'il faut, pour observer un effet Joule, avoir une résistance. C'est parce qu'ici on travaille à tension constante. L'expression de la puissance dissipée par effet Joule est donc $P = \frac{U^2}{R}$ et cette puissance diminue lorsque R augmente.

28. Résistances branchées en parallèle dans un circuit

Remarque : cet exercice est un exercice qualitatif qui permet de passer du dipôle du laboratoire, la résistance, au dipôle de la maison, la lampe. On aura présent à l'esprit qu'il est préférable d'utiliser des lampes alimentées sous leur tension nominale (la résistance d'une lampe n'est pas constante mais varie avec sa température qui dépend de l'alimentation).

1. Le montage proposé permet de mesurer :

- la tension aux bornes du générateur qui est la tension aux bornes de chacune des lampes puisque celles-ci sont montées en parallèle. La valeur de U reste la même lorsqu'on ajoute des lampes ;
- l'intensité I qui traverse le générateur et qui est la somme des intensités qui traversent chacune des lampes.

On a pour chaque lampe $I_{lampe} = \frac{U_{générateur}}{R_{lampe}}$ et on a donc

$$I = I_{générateur} = I_{lampe 1} + I_{lampe 2} + \text{etc.}$$

La valeur de I augmente au fur et à mesure qu'on ajoute des lampes.

La puissance fournie par le générateur vaut $P = UI = U(I_{lampe 1} + I_{lampe 2} + \dots)$.

Elle augmente au fur et à mesure que l'on ajoute des lampes.

2. Dans la vie de tous les jours, cette situation est celle où l'on branche plusieurs lampes (ou plusieurs appareils) sur la même prise murale, grâce à une multiprise.

3. Si l'on branche davantage de lampes en parallèle, l'intensité et la puissance augmentent et le générateur peut chauffer.

En pratique, le générateur possède un fusible qui va fondre par effet Joule si l'intensité qui le traverse est trop grande.

Cela coupera le circuit.

Le principe du fusible est expliqué dans la vidéo « le principe du coupe-circuit » que l'on retrouve en complément de l'activité 7 p. 171 du manuel.

29. Le vidéoprojecteur

1. Le vidéoprojecteur utilise de l'énergie électrique.

2. Le vidéoprojecteur fournit de l'énergie lumineuse (ce qui répond au besoin de l'utilisateur) et de l'énergie thermique (qui correspond à une perte).

3. L'énergie thermique, qui correspond à une perte, est due au fait que les composants du vidéoprojecteur ont des résistances non nulles et produisent de l'énergie thermique par effet Joule.

4. Pour éviter la surchauffe de l'appareil, il est muni d'un ventilateur qui permet un apport d'air froid : l'énergie thermique des composants électroniques est transférée à l'air froid qui se réchauffe avant de se répandre dans la pièce.

30. Énergie dissipée par effet Joule dans une résistance

1. Les couleurs des anneaux sont :

- jaune (1^{er} chiffre : 4),
- violet (2^e chiffre : 7),
- marron (coefficient multiplicateur : 10),
- or (précision : 5 %).

La valeur de la résistance est donc $47 \times 10 = 470 \Omega$ comme dit dans l'énoncé.

2. Lorsque la résistance est traversée par un courant électrique, elle transfère à l'air qui est autour d'elle une partie de l'énergie thermique qu'elle a produite par effet Joule.

3. $U = RI$

4. $P = UI$

5. $E = P \times t = U \times I \times t = U \times \left(\frac{U}{R}\right) \times t = \frac{U^2}{R} t$

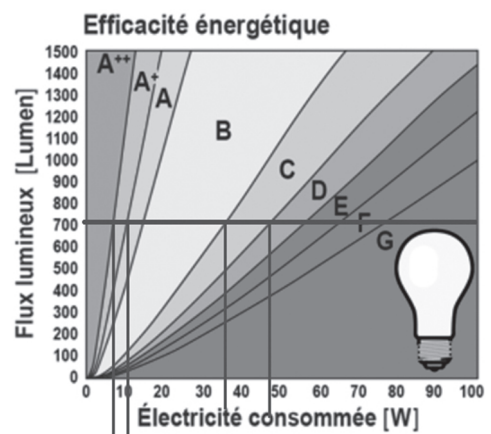
Corrigés des problèmes

31. Efficacité énergétique d'une lampe

1. Réponse a.

2. Cette expression est trompeuse car on a l'impression que c'est une énergie à cause de l'expression « électricité consommée » alors que l'unité étant en W il s'agit, en réalité, d'une puissance.

3. Le graphe permet d'avoir une idée de la consommation de la lampe en fonction de sa classe.



Par exemple, la puissance d'une lampe de classe A+ dont le flux lumineux est de 710 lumen est comprise entre 8 W et 11 W alors que si la lampe est de classe C, sa puissance, pour le même flux lumineux, sera comprise entre 36 W et 48 W.

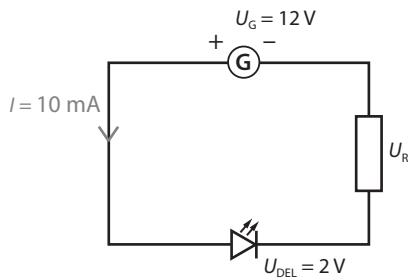
Remarque : les graduations n'étant pas indiquées sur les axes, les lectures sont approximatives.

4. Réponse a.

L'efficacité énergétique d'une lampe de catégorie A+ est meilleure que celle d'une lampe de classe D. Pour le même flux lumineux, la consommation est de 8 à 11 J.

32. Résistance de protection

1.



2. D'après la loi d'additivité des tensions dans un circuit en série : $U_G = U_R + U_{DEL}$ donc $U_R = U_G - U_{DEL} = 12 - 2 = 10\text{ V}$

3. On connaît $I = 10\text{ mA} = 0,010\text{ A}$ et $U_R = 10\text{ V}$.

D'après la loi d'Ohm : $U_R = R \times I$ donc $R = \frac{U_R}{I} = \frac{10}{0,010} = 1\,000\ \Omega$. La résistance vaut $1\,000\ \Omega$.

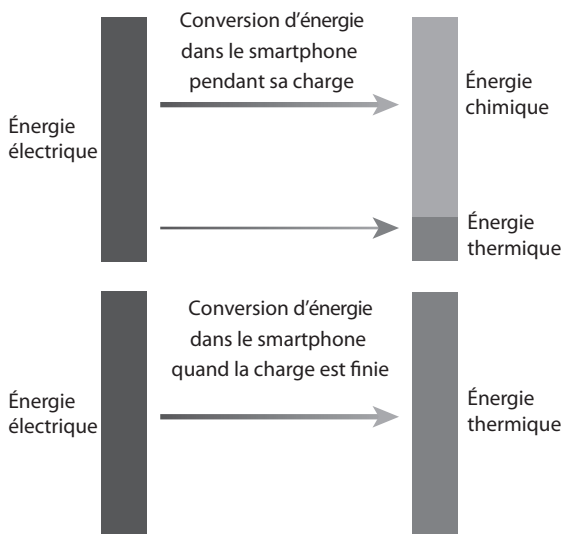
4. En utilisant le code couleur on trouve : $R = 1\,000\ \Omega$. La valeur est identique à celle qui a été calculée.

5. La valeur aux bornes de la DEL aurait été de 12 V .

6. La résistance est une résistance de protection dont l'effet est d'éviter que la DEL ne soit en surtension.

33. Smartphones

1. et 2. Bilan d'énergie du smartphone :



3. L'énergie thermique qui apparaît dans les bilans correspond à une perte.

Remarque : cette perte se produit par effet Joule; elle est inévitable.

4. Quelques problèmes (cette liste n'est pas exhaustive) :

- pour fabriquer des smartphones, l'extraction du lithium et d'autres métaux rares nécessite d'utiliser de grandes quantités d'eau.
 - pour utiliser un smartphone, il faut pouvoir le recharger et se trouver à proximité d'antennes 3G ou 4G, qui consomment de l'énergie électrique;
- se débarrasser d'un smartphone usagé peut engendrer une pollution par des métaux lourds qui devraient être recyclés et ne le sont pas.

34. Acheter une bouilloire

Il est intéressant de traiter ce problème en investigation. Les consommateurs sont régulièrement amenés à s'interroger : acheter un appareil plus cher est-il rentable ?

Dans le cas de l'exercice, acheter la plus chère des deux bouilloires n'est jamais rentable pour les raisons suivantes. La puissance de la bouilloire 1 (qui coûte 30 €) est $P_1 = 2,1\text{ kW}$. Celle de la bouilloire 2 (qui coûte 15 €) est $P_2 = 830\text{ W}$. Pour un usage de 10 minutes par jour (ou toute autre durée) l'énergie consommée par jour est :

- pour la bouilloire 1 : $E_1 = P_1 \times [\text{durée d'utilisation}]$
 - pour la bouilloire 2 : $E_2 = P_2 \times [\text{durée d'utilisation}]$
- Si la durée d'utilisation est la même, comme $P_2 > P_1$, on a $E_2 > E_1$ (par jour, $2\,100 \times 10 \times 60$ à comparer à $830 \times 10 \times 60$). La bouilloire 1 restera donc, à durée égale d'utilisation, toujours plus consommatrice d'énergie et donc plus chère.

En réalité, il vaut mieux raisonner à quantité d'eau chauffée égale, ce qui équivaut à raisonner à « besoin d'énergie » égal.

Ce qui va différencier les deux bouilloires, c'est le temps nécessaire pour faire chauffer la même quantité d'eau.

$$t_1 = \frac{\text{énergie nécessaire pour chauffer par exemple 1 litre}}{P_1}$$

$$t_2 = \frac{\text{énergie nécessaire pour chauffer par exemple 1 litre}}{P_2}$$

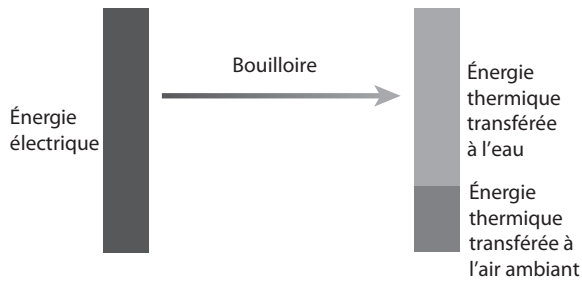
La bouilloire 1 devra être branchée moins longtemps que la bouilloire 2 pour fournir la même énergie.

La bouilloire 2 met deux fois et demie plus de temps à chauffer une quantité d'eau donnée que la bouilloire 1, mais l'énergie consommée est la même.

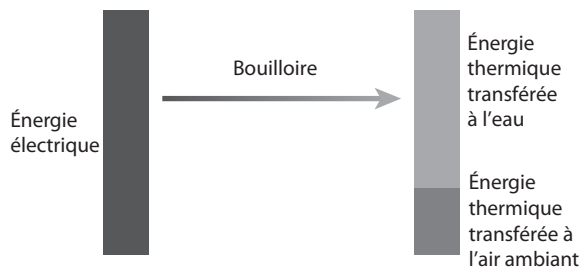
Une bouilloire plus puissante sera donc peut-être plus commode (durée du chauffage diminuée) mais ne sera pas plus économique.

Remarque : la durée de chauffage étant plus courte, la perte de chaleur par les parois sera, à isolation égale, peut-être moindre car elle se fera sur une durée plus courte. Par ailleurs, la bouilloire la plus chère sera peut-être mieux isolée et donc plus rentable à l'usage.

Même si toute l'énergie électrique est convertie en énergie thermique, toute cette énergie thermique ne sert pas qu'à faire chauffer l'eau : les bilans ci-dessous montrent que quelle que soit la bouilloire, l'énergie thermique nécessaire au chauffage de l'eau est la même (en gris) ; ce qui diffère, c'est l'énergie thermique transférée à l'extérieur (en gris foncé).



Bilan d'énergie dans une bouilloire plus économique



Bilan d'énergie dans une bouilloire moins économique

35. Consommation d'une console de jeux

1. $E_1 = P \times t$ avec $P = 95 \text{ W} = 0,095 \text{ kW}$ et $t = 2 \text{ h}$

$E_1 = 0,095 \times 2 = 0,19 \text{ kW.h}$

2. $E_2 = 0,019 \times 365 = 69,35 \text{ kW.h}$

$C_1 = 69,35 \times 0,14 = 9,7 \text{ €}$

3. $9,7 \times 13\,000\,000 = 126\,100\,000 \text{ €}$

C'est une somme très importante.

4. $E_{\text{veille}} = P \times t$ avec $P = 0,015 + 0,000\,5$ et $t = 22 \times 365 \text{ h}$

$E_{\text{veille}} = 0,015\,5 \times 22 \times 365 = 124,465 \text{ kW.h}$

La consommation de la télévision et de la console en veille est presque deux fois plus importante que la consommation en fonctionnement pendant les seules 2 heures de jeux.

La consommation en veille correspond à un gaspillage d'énergie qui pourrait être évité.

36. Tous en veille !

1. Puissance totale

$= 5 + 0,5 + 3 + 1,5 + 4 + 8 + 1,5 + 4 + 1 + 3 + 1 + 1,5 + 1 = 35 \text{ W}$

2. $E = P \times t = 0,035 \times 365 \times 24 = 306,6 \text{ kW.h}$

3. Non cette consommation n'est pas nécessaire, les personnes de la famille pourraient éteindre les appareils au lieu de les laisser en veille.

4. On pourrait :

- éteindre les appareils ;
- débrancher les appareils après leur utilisation ;
- brancher sur une multiprise avec interrupteur sans voyant lumineux les appareils qui fonctionnent simultanément pour les éteindre plus facilement ;
- utiliser des prises dites « intelligentes » qui arrêtent l'appareil au bout d'un certain temps de veille.

37. Du chauffage gratuit grâce aux ordinateurs !

Par effet Joule, les ordinateurs « s'échauffent pendant qu'ils calculent » comme le dit le texte. Dans ce contexte, cette énergie thermique est considérée comme une perte d'énergie puisqu'elle n'est pas utilisée pour calculer. Si elle est utilisée pour chauffer des pièces dans des logements de particuliers comme le proposent certaines entreprises (et comme cela se fait déjà pour chauffer la piscine de la Butte aux Cailles à Paris), cette énergie thermique satisfait un besoin et n'est donc plus comptabilisée comme une perte.

Ainsi, l'échauffement des ordinateurs n'est plus une perte d'énergie mais une énergie utile pour les usagers.

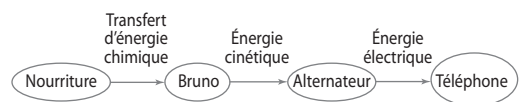
Corrigés des Sujets Brevet

Sujet 13. À la recherche de nouvelles sources d'énergie ...

1. Alice et Patrick sont immobiles par rapport à Bruno.

2. Le mouvement du pied sera circulaire et uniforme par rapport à Bruno.

3.



4. $P = U \times I$ avec $U = 100 \text{ millions V} = 100\,000\,000 \text{ V}$ et $I = 20\,000 \text{ A}$

$P = 100\,000\,000 \times 20\,000 = 2\,000\,000\,000\,000 \text{ W} = 2\,000 \text{ milliards de W}$

5. La centrale de nucléaire de Bugey fait :

$540 \text{ MW} = 540\,000\,000 \text{ W} = 0,540 \text{ milliards de W.}$

La centrale est donc bien moins puissante qu'un éclair.

Remarque : il est préférable, pour comparer, de prendre les même unités.

6. $E = P \times t = 2\,000\,000\,000\,000 \times 0,001 = 2\,000\,000\,000 \text{ J}$

7. LeW.h est une unité d'énergie.

L'énergie emmagasinée dans la batterie est :

$E = 8 \text{ W.h} = 8 \times 3600 = 28\,800 \text{ J}$

8. $\frac{2\,000\,000\,000}{28\,800} = 69\,444$

69 444 habitants pourraient recharger leur téléphone avec 1 seul éclair.

Remarque : toute la difficulté consiste à récupérer l'énergie de l'éclair dont on ignore le lieu d'apparition et dont la durée est très courte.

Sujet 14. Quel circuit réaliser pour représenter la constellation d'Orion ?

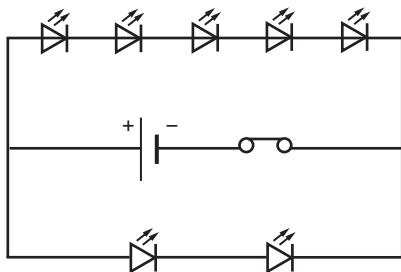
1. Le courant électrique circule de la borne + à la borne - du générateur dans un circuit, donc la DEL fonctionne dans le circuit (b); elle est branchée dans le sens passant.

2. Le dipôle indispensable au fonctionnement d'un circuit qui ne figure pas sur ce dessin est la pile.

3. Un matériau conducteur conduit le courant électrique et un matériau isolant ne laisse pas circuler le courant dans un circuit.

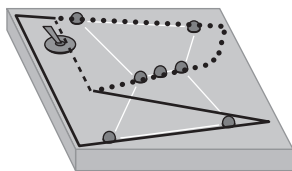
4. Pour réaliser les soudures, il est nécessaire de mettre en contact deux matériaux conducteurs (ici les fils en métal et les tiges de la DEL), c'est pourquoi Imad et Caroline retirent la partie en plastique de la gaine (le plastique est un matériau isolant).

5. a.



b. Il s'agit d'un circuit avec dérivation.

6. Voici la représentation simplifiée de la connexion des fils électriques :



- 3 fils (-----) contenant la branche de la pile et l'interrupteur.
- 6 fils (.....) contenant la branche contenant les 5 DEL.
- 3 fils (----) contenant la branche contenant 2 DEL.

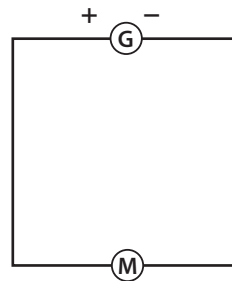
Sujet 15. Ordinateur en panne ?

1. Le ventilateur diminue la température de l'ordinateur en fonctionnement.

2. Pour alimenter le moteur, il faut utiliser les fils 1 et 4.

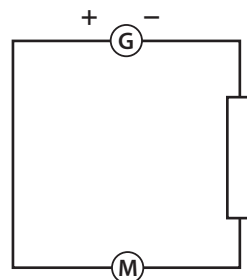
3. La tension d'alimentation sera de 5 V.

4.



5. La tension délivrée par le générateur est supérieure à la tension nominale du moteur, donc le moteur est en surtension.

6.



7. D'après la loi d'additivité des tensions dans un circuit série :

$$U_G = U_M + U_R \text{ avec } U_G = 5 \text{ V et } U_M = 3,5 \text{ V donc :}$$

$$U_R = U_G - U_M = 5 - 3,5 = 1,5 \text{ V.}$$

$$\text{La loi d'Ohm s'écrit : } U_R = R \times I$$

$$\text{avec } I = 200 \text{ mA} = 0,2 \text{ A et } U_R = 1,5 \text{ V.}$$

$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{1,5}{0,2} = 7,5 \Omega.$$

Présentation du chapitre

Dans ce chapitre sont abordées les propriétés des signaux sonores et lumineux, en s'attachant plus particulièrement à leur exploitation. Le son est interprété en terme de vibration ce qui permet dans une approche plus quantitative en fin de cycle, de différencier les sons par leur fréquence (activités 1 et 3). L'importance de l'utilisation des sons et de la lumière en télémétrie est soulignée (activité 2 : comment choisir un télémètre ?) en même temps que les ordres de grandeur des vitesses de propagation sont rappelés.

L'activité 3 (son ou bruit) est l'occasion de définir les grandeurs caractéristiques d'un son. Elle est présentée sur une double page et accompagnée de liens audio qui permettent d'entendre des échantillons sonores d'instruments variés (timbales, violon...) joués de différentes façons (différentes notes, différentes attaques...). Elle offre en réalité plusieurs objets d'étude qui peuvent être proposés à des groupes d'élèves différents pour donner lieu à de petits exposés. La question 7 peut être résolue ensuite par chacun de ces groupes et donner lieu à une mise en commun.

Une dernière activité également ludique amène à conseiller Sacha et Igor qui viennent d'entendre le tir de la première fusée du feu d'artifice et se demandent s'ils peuvent rejoindre à vélo un ami avant le bouquet final.

De nombreux exercices, souvent accompagnés d'extraits sonores permettent aux élèves non musiciens de comprendre le lien qualitatif qui existe entre une perception sonore et sa représentation graphique. Avant le passage au lycée, l'accent est aussi mis, de façon très progressive, sur l'exploitation quantitative des enregistrements. L'élève consolide l'apprentissage commencé en 4^e pour déterminer des fréquences ou calculer des distances à partir des décalages temporels mesurés entre signal émis et signal reçu.

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

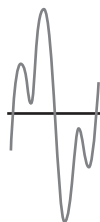
► Sur cette photo, on peut surtout identifier des signaux lumineux et sonores. On peut aussi penser à des signaux olfactifs si l'on est assez près pour sentir l'odeur de poudre, et des signaux tactiles si le sol tremble lors de l'éclatement de quelques fusées.

Activité 1 Comment les animaux communiquent-ils entre eux ?

Réponse aux questions

1. L'intervalle de fréquences dans lequel se situent les sons audibles pour une chauvesouris s'étend de 20 kHz à 120 kHz. Celui de la cigale s'étend de 300 Hz à 1 000 Hz.
2. L'intervalle des sons audibles par l'Homme est de 20 Hz à 20 000 Hz. Or la chauvesouris émet un son supérieur à 20 000 Hz, donc situé dans le domaine des ultrasons qui sont inaudibles par l'oreille humaine. La cigale émet des sons situés dans le domaine audible de l'Homme.

3. Le motif qui se répète est :



Remarque : on peut aussi donner comme motif :



ou tout autre de même longueur temporelle.

Le motif se répète 10 fois en 1 seconde, la fréquence est donc $f_b = 10$ Hz.

4. La fréquence f_b se situe dans les infrasons, donc le chant de la baleine n'est pas audible par l'être humain.

Remarque : l'affirmation du commentateur « on ne peut pas entendre ce chant avec toute sa richesse » est exacte car l'oreille humaine va « entendre quelque chose » ; des harmoniques (par exemple, celle de fréquence 30 Hz puisqu'on peut distinguer 3 sous-oscillations dans le motif de bas) vont être perceptibles.

Activité 2 Comment choisir un télémètre ?

Énigme à proposer aux élèves : Isaac est le héros de cette activité ; quel est le scientifique célèbre dont le prénom est Isaac ?

1. La vitesse du son dans l'air est de 340 m/s. La vitesse de la lumière dans l'air est 300 000 km/s soit 300 000 000 m/s = $3,0 \times 10^8$ m/s.

2. Ce qu'on appelle le « temps de vol » de l'impulsion est la durée de l'aller-retour de l'impulsion qui est émise par le télémètre, se réfléchit sur l'objet et revient vers le récepteur du télémètre. C'est donc la durée t de parcours d'une distance égale à deux fois la longueur de la chambre, c'est-à-dire $2 \times 4 = 8$ m.

On a $t = \frac{d}{v}$ avec une distance égale à 8 m et une vitesse de propagation qui dépend du type du signal.

• Pour l'impulsion laser :

$$t = \frac{8}{300\,000\,000} = 2,67 \times 10^{-8} \text{ s.}$$

• Pour l'impulsion ultrasonore :

$$t = \frac{8}{340} = 2,4 \times 10^{-2} \text{ s.}$$

Pour que le calculateur du télémètre laser puisse, à partir de la mesure de t et de la connaissance de v , calculer la distance mesurée qui est de l'ordre de 4 m en utilisant la formule $d = vt$, il faut que l'appareil puisse mesurer un « temps de vol » de l'ordre de 10^{-8} s pour le télémètre laser et de l'ordre du centième de seconde pour le télémètre ultrasonore. La technologie du télémètre ultrasonore est certainement plus simple.

3. Pour vérifier la précision de 2 cm, calculée par Isaac, on utilise la donnée du document 2 : la précision du télémètre est de $\pm 0,5\%$ ce qui, sur une longueur de 4 m,

$$\text{donne } \left(\frac{0,5}{100}\right) \times 4 = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm.}$$

On constate qu'entre 8,01 m et 8,00 m, il y a 1 cm d'incertitude soit 2 cm de précision.

4. Il faut que l'appareil puisse mesurer un « temps de vol » de l'ordre de 10^{-8} s, c'est-à-dire de l'ordre du centième de millièmètre de seconde (ou du 10 milliardième de seconde). La technologie utilisée pour construire l'appareil est, sans doute, encore chère. Cela justifie la remarque du père d'Isaac concernant le prix de l'appareil.

5. Le télémètre laser utilise le signal lumineux pour calculer la distance entre l'émetteur du télémètre et l'objet sur lequel le signal lumineux se réfléchit à partir de la durée de propagation de ce signal lumineux.

Le télémètre ultrasonore utilise le même principe en mesurant la durée de l'aller-retour de l'impulsion ultrasonore et en calculant ensuite la distance. Le laser qui est monté sur l'appareil à ultrasons ne sert qu'à pointer l'objet car on ne voit pas la trace de la propagation du signal ultrasonore ; on veut qu'il suive le même trajet que l'impulsion lumineuse.

Activité 3 Son ou bruit ?

1. Les signaux émis par un conga et un violon sont différents. L'intensité du signal du conga est tout de suite maximale, au moment où le coup est frappé, puis diminue (on dit que la vibration de la peau s'amortit). Au contraire, la vibration de la corde du violon se met en place progressivement : si on écoute l'enregistrement, on constate que la note est jouée de telle façon qu'elle semble devenir progressivement plus forte puis diminuer en intensité. On reconnaît l'instrument de percussion à ce que le son s'établit brusquement lorsque la main « percute » la peau. L'instrument donne facilement un rythme car il n'y a pas d'ambiguïté sur l'instant auquel le conga a été frappé.

Remarque : On peut répondre plus quantitativement en disant que selon les auditeurs, le son du violon commencera à être entendu à l'instant 0,7 s ou 1,0 s voire 1,2 s. Pour le conga, tous les auditeurs entendent le premier coup de l'enregistrement à l'instant 0,5 s.

2. Il faut frotter sur toute la longueur de l'archer pour faire durer un son émis par un violon. On ne peut pas faire durer le son émis par un conga car il faut refrapper le conga ce qui donne, au mieux, une perception de « roulement ».

3. L'intensité du son émis par le violon augmente progressivement, puis diminue au cours du temps. L'intensité du son émis par un conga augmente brutalement, puis diminue au cours du temps. Un violoniste expérimenté peut entretenir la vibration de la corde par des allers-retours de l'archer sans qu'à l'enregistrement des « à-coups » apparaissent. L'intensité des sons émis par une batterie peut atteindre 100 à 115 dB. Les batteurs se protègent en portant des bouchons d'oreille réalisés sur mesure (voir exercice 27).

4. Une note de musique est caractérisée par sa fréquence. C'est bien la même note qui est jouée sur les deux timbales car l'agrandissement des enregistrements réalisés à droite du document montre que la fréquence des vibrations est la même (5 vibrations en 0,034 s). En revanche, cette note n'est pas jouée par le même instrument car l'allure des enregistrements est différente. L'écoute du lien audio permet de le vérifier et d'entendre la différence.

5. Une petite timbale émet un son plus aigu. Si l'on veut qu'une grosse timbale joue la même note qu'une petite timbale, il faut tendre la peau de la grosse timbale car, plus une peau ou une corde est tendue, plus le son émis est aigu. La petite timbale résonne plus longtemps lorsque la note est jouée. On peut penser que la petite timbale résonne plus longtemps car pour un même coup frappé, il y a moins de matière à faire entrer en vibration.

6. On compte 5 vibrations pour 0,034 s soit $\frac{5}{0,034} = 147$ vibrations par seconde, ce qui correspond à une fréquence de 147 Hz.

Remarque : on peut utiliser le tableau de proportionnalité suivant pour faire le calcul.

5	0,034 s
?	1 s

7. Les instruments à percussion tels que les timbales permettent de jouer des notes et donc une mélodie. De ce point de vue, on peut facilement les percevoir comme des instruments de « musique ».

Pour aller plus loin, on peut argumenter que même lorsque l'instrument n'est pas joué de façon à ce qu'on reconnaisse une note (cas des congas : en jouant par exemple alternativement sur deux congas de tailles différentes, on peut identifier des hauteurs de son différentes), on produit une impression musicale parce que l'on exprime des sentiments et qu'il y a une volonté d'expression artistique qui est ressentie par l'auditeur ce qui n'est, évidemment, pas le cas pour du bruit.

La définition parfois donnée pour distinguer le bruit du son : pouvoir extraire une fréquence caractéristique d'une note, n'est pas pertinente pour les musiques d'aujourd'hui.

Activité 4 Vont-ils arriver avant la fin du feu d'artifice ?

TÂCHE COMPLEXE

Distance de sécurité de Martin

1. La hauteur de la bombe est de 100 m donc la distance C vaut 100 m.

2. On a $v = \frac{d}{t}$ où d est la distance et t le temps.

3. le son parcourt la distance A . En une durée $t = 0,6$ s à la vitesse $v = 340$ m/s. On calcule A à l'aide de la relation écrite à la question 2 : $v = \frac{A}{t}$ d'où $A = v \times t = 340 \times 0,6 = 204$ m.

D'après le théorème de Pythagore, les distances sont liées par la relation : $A^2 = B^2 + C^2$

donc : $B = \sqrt{A^2 - C^2} = \sqrt{204^2 - 100^2} = 177,8$ m

La distance de Martin par rapport au départ du feu d'artifice est de 178 m et est supérieure à la distance de sécurité de 160 m.

L'arrivée de Sacha et Igor au feu d'artifice

4. On mesure sur la photo une distance de 11,8 cm et l'échelle indique que 2,1 cm sur le plan correspondent à 1 km en réalité. La distance qui sépare la maison du feu d'artifice à Salers est donc de $\frac{1}{2,1} \times 11,8 = 5,6$ km.

5. La vitesse à vélo est de 13 km/h donc le temps mis pour parcourir la distance de 5 km est :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{5,6}{13} = 0,43 \text{ h} = 0,43 \times 60 = 26 \text{ min.}$$

Il est 22 h lorsqu'Igor et Sacha entendent le début du feu d'artifice et ils arrivent en vélo à Salers au plus tôt à 22 h 26. Comme le feu d'artifice dure, d'après l'affiche (document 6) environ 25 minutes et qu'il a commencé à 22 heures, ils rejoindront Martin trop tard.

Ils peuvent pédaler plus vite pour se rapprocher du lieu de la fête pour regarder le bouquet final, mais ils ne peuvent pas rejoindre Martin à temps !

Corrigés des exercices

Je me teste

3. Connaître les milieux de propagation

1. Réponses a. et b. 2. Réponses b., c. et d.

4. Identifier les risques liés à la lumière

Réponses a. et c.

5. Situer la fréquence des sons audibles

Réponse b.

6. Identifier un motif

1. Réponse a.

2. Réponse a.

7. Choisir la ou les bonne(s) réponse(s)

1. Réponses b. et c.

2. Réponse c.

3. Réponse b.

4. Réponse a.

8. Vrai ou faux ?

a. Faux. Si l'on regarde attentivement on voit que sur une même durée d'enregistrement on a moins de 10 motifs pour le premier enregistrement, et plus de 10 pour le second, qui correspond donc à une note de plus grande fréquence, et donc plus aigüe.

b. Vrai. L'amplitude des enregistrements est différente (signal qui s'étend entre -0,1 et +1,0 ou entre -0,2 et +0,2).

c. Faux. La forme des « pics » est différente.

Je travaille des compétences

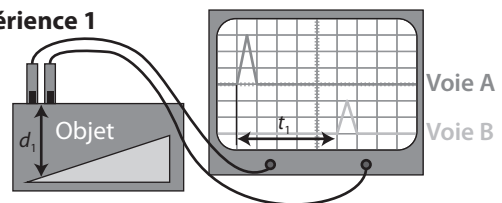
9. Analyser un dispositif

Groupe A et B

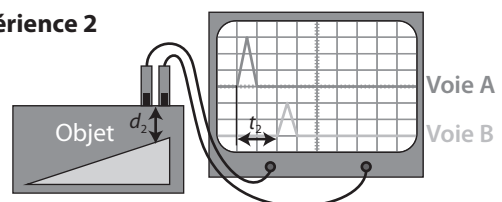
1. La grandeur portée en abscisse sur les oscillogrammes est le temps.

2. La durée t_1 qui sépare le pic correspondant à l'émission (voie A) du pic correspondant à la réception (voie B) est plus longue que la durée t_2 qui sépare ces mêmes pics dans l'expérience 2.

Expérience 1



Expérience 2



3. La durée t_1 est plus longue que la durée t_2 parce que les ultrasons parcourent une distance plus grande avant de se réfléchir sur l'objet ($d_1 > d_2$).

4. L'écart entre les pics est proportionnel à la distance entre l'ensemble émetteur-récepteur et la surface de l'objet sur laquelle se réfléchissent les ultrasons. La mesure de l'écart entre les pics renseigne donc sur la forme de l'objet : si l'objet présente « une bosse », l'écart entre les deux pics est plus faible. Si l'objet présente « un creux », l'écart entre les deux pics est plus grand.

Groupe C

1. La grandeur est le temps.

2. L'écho met plus de temps à revenir dans l'expérience 1 que dans l'expérience 2.

3. On voit que l'écho met plus de temps à revenir dans la première expérience parce que la durée qui sépare le pic d'émission du pic de réception est plus grande.

4. Grâce aux oscillogrammes, on peut deviner la forme de l'objet en déplaçant l'ensemble émetteur-récepteur au-dessus de l'objet. En effet, plus l'écart est grand entre les deux pics, plus la surface supérieure de l'objet en est éloignée.

10. Adopter un comportement éthique et responsable Groupes A et B

1. L'intensité des signaux sonores peut provoquer des dommages irréversibles du tympan. Il ne faut pas écouter de la musique trop « forte » car cela peut engendrer une perte de l'audition.

Remarque : pour éviter de parler de musique « forte », expression du langage courant, on peut parler de « sons intenses » ou de « niveau sonore élevé ».

2. Illustrations d'écouteurs, d'un concert, de l'oreille, etc.

3. Précautions à prendre pour écouter de la musique avec des écouteurs :

- régler le baladeur à la moitié du volume maximum ;
- ne pas écouter plus d'une heure de la musique à un volume correspondant à 80 dB ;
- acheter des écouteurs homologués dont le niveau sonore maximal est de 100 dB (les écouteurs dont le niveau sonore est supérieur sont interdits à la vente).

Groupe C

1. Le son a besoin d'un milieu matériel pour se propager.

2. Le tympan vibre lorsqu'il perçoit un son. Les fréquences audibles pour l'oreille humaine sont situées entre 20 Hz et 20 000 Hz.

3. Pour se protéger des dangers liés au son, il faut éviter d'écouter de la musique de niveau sonore trop élevé.

4. et 5. Illustrations d'écouteurs, d'un concert, de l'oreille, etc.

Je travaille des notions

11. Question de bon sens

1. Il vaut mieux dire « la cloche est vide » car l'expression « il y a du vide » sous-entend que le vide « est quelque chose ».

Or, le vide étant absence de matière, il ne peut « y avoir » du vide.

L'expression : « la cloche est vide » correspond mieux à la réalité.

2. On dit qu'un faisceau est limité par deux rayons lorsqu'on commente un schéma réalisé sur une feuille de papier.

On dit qu'il est limité par une infinité de rayons lorsqu'on décrit, par exemple, l'éclairage d'un artiste par un spot lumineux.

Dans la réalité, on peut définir une infinité de rayons délimitant ce faisceau.

Remarque : le schéma sur la feuille de papier est la coupe du faisceau par le plan de la feuille : les deux rayons sont les droites d'intersection qui délimitent l'intersection du faisceau avec la feuille.

12. Choisir la (ou les) bonne(s) réponse(s)

1. Réponse **b**.

2. Réponses **a**, **b**, et **c**.

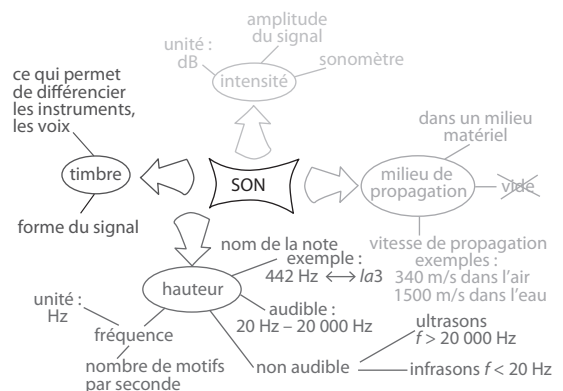
Remarque : on trouve souvent sur les notices d'oscilloscope l'expression « coefficient de balayage » car c'est le nombre par lequel on multiplie le nombre de divisions pour connaître la valeur de la durée mesurée. La réponse **b**. correspond à la définition de ce qu'est une échelle. La réponse **a**. est plus ancienne et rappelle le fonctionnement d'un oscilloscope cathodique : un spot lumineux balaye l'écran et la perception d'une courbe n'est due qu'à la persistance rétinienne.

13. Choisir la (ou les) bonne(s) réponse(s)

la même hauteur / à son timbre / la hauteur / la hauteur

Remarque : un accordeur travaille aussi sur un piano la distance entre les marteaux et les cordes et la dureté des tampons pour que l'intensité des notes soient les mêmes pour une même intensité de frappe.

14. Réviser à l'aide d'une carte mentale



15. Fonctionnement d'un microphone

Lorsque les cordes vocales de Michael vibrent, les particules de l'air vibrent et ces vibrations se propagent jusqu'à la membrane du micro qui vibre à son tour.

16. Vibration d'une corde

1. Il faut pincer une corde de la guitare pour produire un son.

2. Lorsque la corde vibre, les particules de l'air vibrent et ces vibrations se propagent jusqu'au tympan qui vibre à son tour.

17. Son audible, ultrasons ou infrasons ?

1. Le symbole « kHz » signifie kilohertz.

27 kHz = 27 000 Hz.

2. Le son du sifflet possède une fréquence qui n'appartient pas à l'intervalle de fréquences du champ auditif de l'être humain (20 Hz à 20 000 Hz).

3. Le son du sifflet est entendu par le gibier c'est-à-dire par des animaux qui vivent dans les forêts.

4. Ce sifflet permet d'éviter les accidents car le son qu'il émet est inaudible par l'être humain, qui n'est donc pas gêné pour conduire.

En revanche, le son du sifflet est audible par le gibier qui va fuir en l'entendant.

18. Pizz ou slap ?

1. L'enregistrement ressemble à ce que l'on obtient avec un instrument à percussion car lorsque le doigt relâche brusquement la corde, cela produit le même effet que si la corde était frappée.

Remarque : pour certains pizz (pizz à la Bartok), le violon est vraiment utilisé comme un instrument de percussion : la corde qui est relâchée brusquement après avoir été soulevée et tendue frappe la partie du violon appelée « touche ». Dans tous les cas, le son démarre brusquement au maximum d'intensité.

2. Si l'on écoute les trois pizz on constate que le premier est forte, le second piano, et le troisième mezzoforte (soit, en langage courant : fort, pas fort, moyennement fort).

3. Yassine réalise des slaps en frappant la corde au niveau de la touche avec le pouce.

19. Lumière solaire

1. $t = 8 \text{ min } 13 \text{ s}$. Sachant qu'il y a 60 secondes dans une minute alors $t = 8 \times 60 + 13 = 493 \text{ s}$.

2. La vitesse de la lumière est $v = 300\,000 \text{ km/s}$.

3. On sait que $v = \frac{d}{t}$.

On cherche à calculer d , la distance Terre-Soleil.

Donc $d = v \times t = 300\,000 \times 493 = 147\,900\,000 \text{ km}$.

La distance Terre-Soleil vaut $1\,479 \times 10^5$ kilomètres.

20. Expérience permettant de déterminer la distance Terre-Lune

On cherche à calculer la distance Terre-Lune.

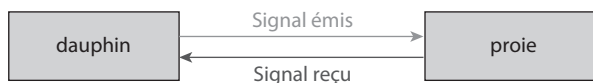
On utilise la formule $d = v \times t$ avec v , la vitesse de la lumière et t , le temps d'un aller d'une impulsion lumineuse.

Sachant que $v = 300\,000 \text{ km/s}$ et $t = \frac{2,556}{2} = 1,278 \text{ s}$, on a : $d = 300\,000 \times 1,278 = 383\,400 \text{ km}$.

La distance Terre-Lune est de 383 400 kilomètres.

21. Attraper une proie

1.



2. On cherche à calculer la distance d qui sépare le poisson du dauphin.

On sait que $v = \frac{d}{t}$.

Donc $d = v \times t = 1\,500 \times 0,2 = 300 \text{ m}$.

La distance à laquelle se trouve le poisson du dauphin est 300 m.

22. Vitesse du son dans l'eau

On utilise la relation $v = \frac{d}{t}$ avec :

• v : la vitesse du son dans l'eau ;

• d : la distance qui sépare les deux bateaux :

$d = 13 \text{ km} = 13\,000 \text{ m}$;

• t : durée séparant les instants t_1 et t_2 (durée du parcours du son dans l'eau) : $t = t_2 - t_1 = 9,1 \text{ s}$.

Donc $v = \frac{13\,000}{9,1} = 1\,428 \text{ m/s}$.

Cette valeur expérimentale historique de 1 428 m/s est très proche de celle habituellement retenue :

$v = 1\,480 \text{ m/s}$.

24. Le trajet de la lumière

1. La lumière traverse la cornée, puis le cristallin pour arriver sur la rétine.

2. Si la lumière est trop intense, elle endommage la cornée, le cristallin et surtout la rétine.

3. Les risques sont des brûlures des cellules de la rétine. Ces brûlures provoquent des lésions irréversibles.

25. L'ophtalmie des neiges

« En montagne, les rayons du soleil sont beaucoup plus dangereux. Ils sont réfléchis par la neige. Une plus grande quantité de rayons UV agresse donc l'œil. Il est obligatoire avant toute expédition de s'équiper de lunettes anti-UV. »

26. Agent de piste (marshaller)

1. 150 décibels.

2. Le symbole est dB et le niveau sonore à partir duquel l'oreille est exposée à un danger est 80 dB.

3. L'agent porte un casque car il travaille dans un aéroport où le niveau sonore des avions peut atteindre 120 dB.

Corrigés des problèmes

27. Pourquoi beaucoup de musiciens jouent-ils avec des bouchons d'oreille ?

1. Les risques auditifs sont la perte ou la diminution de l'audition par destruction de cellules ciliées de la cochlée.

2. Il faut que les bouchons soient faits sur mesure pour limiter la propagation du son dans le conduit auditif. Par ailleurs, les bouchons sur mesure sont plus confortables puisqu'ils épousent exactement la forme des conduits auditifs.

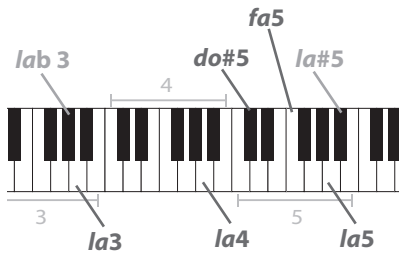
3. Ils peuvent utiliser des bouchons d'oreilles durant des concerts, dans un avion, lorsqu'ils utilisent une perceuse c'est-à-dire dans toutes les situations où ils sont exposés au bruit.

4. Il est possible de faire faire des bouchons sur mesure chez des spécialistes des protections et appareils auditifs.

28. Quelles sont ces notes ?

On donne les données des fréquences : la_3 (442Hz), $Do\#4$ (557Hz), $Fa4$ (702Hz), $Ré4$ (662Hz),

1.



2. Lorsqu'on regarde l'enregistrement 2a, on constate que pour un même intervalle de temps il y a 2 fois plus de

motifs pour le la_4 que pour le la_3 , et deux fois plus de motifs pour le la_5 que pour le la_4 . Il y a un rapport de deux entre les fréquences de deux notes séparées par une octave (la fréquence de la note qui est à l'octave au-dessus est deux fois plus élevée que la fréquence de la note qui est à l'octave au-dessous).

Remarque : pour l'exemple donné, si la fréquence du la_3 est 442Hz, celle du la_4 est $2 \times 442 = 884$ Hz.

3. Pour l'enregistrement 2b on voit qu'on a joué trois fois la même note car la fréquence des trois notes est la même (même nombre de motifs pour un intervalle de temps donné). Les notes a et b sont donc aussi des la_3 .

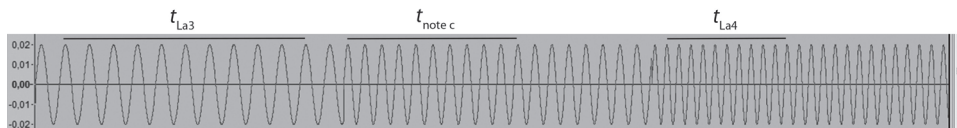
Remarque : ce qui varie entre les trois notes, c'est leur intensité ; ce sont des notes la_3 jouées de plus en plus fort.

4. On peut mesurer la durée de 10 motifs.

La fréquence d'une note est donnée par $f = 10 : (\text{durée de 10 motifs})$

Durée de 10 motifs de la_3	4,5 cm
Durée de 10 motifs de note c	2,9 cm
Fréquence du $la_3 = 442$ Hz	$10 / 4,5$
Fréquence de la note c = ?	$10 / 2,9$

Fréquence de la note c = $(4,5 \div 2,9)$ (fréquence du la_3) = $(4,5 \div 2,9) \times 442 = 685$ Hz.
Une recherche permet de conclure que cette fréquence est voisine de celle d'un Fa.



Remarque : pour montrer que $f = 10 : (\text{durée de 10 motifs})$ on peut écrire que :

10 motifs	(Durée de 10 motifs)
Nombre de motifs par seconde ?	1 seconde

29. Des relais pour les aigus en concert

1. Les sons de fréquences élevées, des sons qui sont donc aigus, ne parviennent pas aux spectateurs situés loin de la scène.

2. Si le son est émis sans décalage avec la scène, c'est-à-dire simultanément depuis les enceintes et la scène, le spectateur percevra un décalage entre les sons aigus et les sons graves. Il entendra d'abord les sons aigus émis par les enceintes dont il est proche, puis les sons graves directement à partir de la scène.

3. a. La vitesse du son dans l'air est 340 m/s.

b. On sait que $v = \frac{d}{t}$. On cherche à calculer t , le temps que met le son à parcourir une distance d de 30 m.

Donc $t = \frac{d}{v} = \frac{30}{340} = 0,088 \text{ s} = 88 \text{ ms}$.

c. Il faut donc diffuser les aigus avec un retard de 88 millisecondes par rapport à l'enregistrement sur scène pour

qu'ils arrivent dans les oreilles des spectateurs situés près des enceintes en même temps que les graves qui arrivent directement de la scène.

4. Durant les concerts, les niveaux sonores de la musique sont très élevés donc, pour éviter des lésions du tympan, il est conseillé de porter des bouchons d'oreilles qui absorbent une partie de l'énergie transmise par le son avant qu'il ne parvienne au tympan.

30. Décrypter les premières notes d'une chanson

1. Il y a 8 motifs pour 20,4 ms (0,0204 s) donc pour 1 seconde, il y a $\frac{8}{0,0204} = 392$ motifs.

La fréquence correspondante est donc $f_{1-2} = 392$ Hz.

Remarque : on peut faire un tableau de proportionnalité.

8 motifs	0,0204 s
1 motif	? s

2. Parce qu'elles ont la même fréquence, il s'agit de la même note. Elles sont donc jouées en appuyant deux fois de suite sur la même touche du piano.

3. f_{1-2} et f_4 ont la même fréquence donc les notes 1,2 et 4 sont les mêmes.

4. Les notes sont Sol-Sol-La-Sol-Do-Si.

5. Il s'agit du morceau « Joyeux anniversaire ».

31. Une trace de Jules ?

1. On ne peut pas entendre une comète car le son ne peut pas se propager dans le vide. On peut la voir car la lumière peut se propager dans le vide.

2. On sait que $v = \frac{d}{t}$.

Le temps t que mettra vers 2061 la lumière diffusée par la comète située à une distance $d = 5\,581\,800\,000\,000$ km pour atteindre la Terre vaut :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{5\,581\,800\,000\,000}{300\,000} = 18\,606\,000 \text{ s.}$$

Ce qui correspond à $t = \frac{18\,606\,000}{3\,600} = 5\,168 \text{ h.}$

3. Le temps que met la lumière du Soleil à atteindre la Terre est de 8 minutes, soit un temps très inférieur à la valeur de 5 200 h calculée précédemment.

Donc la comète de Halley sera plus éloignée de la Terre que le Soleil en 2061.

32. A thunder on Angkor

1. La durée de 9 s correspond à la durée du parcours du son dans l'air entre l'endroit où a été émis le tonnerre et le lieu où se trouvait Navann.

2. La vitesse du son dans l'air est 340 mètres par seconde (m/s).

3. On peut chercher à quelle distance d_{N-E} de Navann s'est produit l'éclair et vérifier que Ta Pronn se trouve aussi à cette distance.

Pour cela, on suppose que la lumière de l'éclair se propage instantanément tandis que le son se propage à la vitesse de 340 m/s.

La distance parcourue par le son émis lors de l'éclair est la distance d_{N-E} .

On sait que $v = \frac{d}{t}$. Donc $d_{N-E} = v \times t = 340 \times 9 = 3\,060 \text{ m} = 3 \text{ km.}$

À l'aide de la carte, on détermine la distance d_{N-T} qui sépare Navann et le monument Ta Prohm.

En tenant compte de l'échelle (1,5 cm correspond à 1 km),

on calcule $d_{N-T} = \frac{4,5}{1,5} = 3,0 \text{ km.}$

Les valeurs sont égales.

La foudre est tombée quelque part sur un cercle de 3 km autour de Navann. Si elle a observé l'éclair dans la bonne direction, il est bien possible qu'elle ait vu la foudre tomber sur Ta Prohm.

Remarque : on peut faire un tableau de proportionnalité.

1,5 cm	1 km
4,5 cm	? km

33. Lab-on-a-chip

Lors d'une épidémie, les maladies se propagent très rapidement et souvent dans des lieux où les équipements en laboratoire sont rares voire inexistants. L'intérêt de telles puces est de gagner du temps : sans laboratoire et sans prélèvement, on a immédiatement les résultats et l'on peut prescrire des médicaments ou isoler des malades très rapidement, ce qui permet d'enrayer plus vite l'épidémie.

Énigme à proposer aux élèves : Albert est le héros de ce sujet, quel est le scientifique célèbre dont le prénom est Albert ?

Corrigés du Sujet Brevet

Sujet 16. Sonar

1. La durée des 3 motifs est de 6,2 divisions (6 carreaux (div) et un « tiret »). Sachant que 1 div correspond à 10 μs alors la durée vaut $62 \mu\text{s} = 6,2 \times 10^{-5} \text{ s.}$

2. Il y a $\frac{3}{62 \times 10^{-6}} = 48 \times 10^3 \text{ Hz.}$

Remarque : on peut aussi utiliser un tableau de proportionnalité

3 motifs	62×10^{-6}
1 motif	?

3. La fréquence est supérieure à 20 000 Hz, donc il s'agit bien d'ultrasons.

4. La voie A correspond au signal émis par l'émetteur et la voie B au signal réfléchi capté par le récepteur.

Le décalage correspond au temps que met le signal pour aller de E à R, c'est-à-dire pour faire l'aller-retour entre la surface de l'eau et le fond de la cuve.

5. Le décalage est de 5,0 divisions soit, puisque 1 div correspond à 200 μs un décalage de $5,0 \times 200 = 1000 \mu\text{s.}$

Remarque : l'écriture 5,0 n'est pas exigible. Par ailleurs, on apprécie le quart de carreau, mais certainement pas, à l'échelle du document du manuel, le dixième de carreau.

6. La durée de propagation du signal entre le fond et le récepteur vaut la moitié de la durée de l'aller-retour, soit la moitié du décalage calculé à la question 5 :

$$t = \frac{1\,000 \times 10^{-6}}{2} = 500 \times 10^{-6} \text{ s.}$$

7. L'ensemble émetteur-récepteur est à la distance $d = 75 \text{ cm}$ du fond de la cuve.

La durée de propagation des ultrasons entre la surface de l'eau et le fond de la cuve est $t = 500 \mu\text{s} = 500 \times 10^{-6} \text{ s.}$

On calcule :

$$\text{Donc } v = \frac{d}{t} = \frac{0,75}{500 \times 10^{-6}} = 1\,500 \text{ m/s}$$

Cette valeur est bien la valeur donnée par l'énoncé.

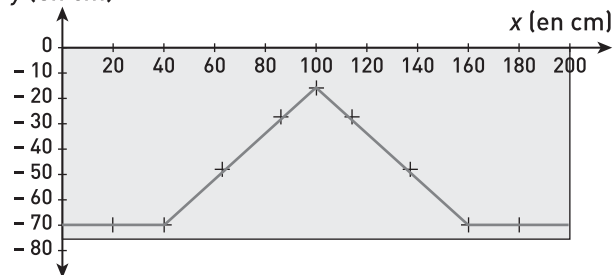
8. On effectue les calculs à partir de la relation $d = v \times t$, où d est la distance parcourue par les ultrasons pendant la durée t d'un aller-retour.

On calcule la dernière ligne en notant que $y = \frac{d}{2}$.

Remarque : il est possible de simplement rechercher le coefficient de proportionnalité qui existe entre t et y à partir de la 6^e colonne du tableau.

Position x de l'émetteur récepteur (en cm)	60	80	100	120	140
Durée de l'aller-retour des ultrasons (en ms)	0,47	0,35	0,20	0,35	0,47
Position verticale y de l'obstacle (en cm)	- 35	- 26	- 15	- 26	- 35

9. y (en cm)



10. Les deux visiteurs peuvent avoir raison, l'objet peut être une pyramide posée sur du sable.

Présentation du chapitre

Ce chapitre qui vient clore l'étude des signaux pour observer et communiquer propose quelques approfondissements. C'est l'occasion de présenter de façon plus systématique, dans l'activité 1, les différents types de rayonnement.

La problématique du codage et du décodage de l'information est abordée dans l'activité 2 puis dans le problème 24, qui permettent de découvrir comment les messages que transportent les sondes *Voyager* et *Pioneer* à destination d'extraterrestres ont été conçus.

Les trois activités suivantes reviennent sur les grands enjeux de la communication entre habitants de la Terre : celle des technologies pour échanger l'information (activité 3 : câbles transatlantiques, WIFI domestique, fibre optique THD) ; celles des technologies du traitement de l'information (activité 4 : signaux analogiques ou numériques) ; celle des services (découverte, sous forme d'une tâche complexe dans l'activité 5, du principe de Face-Time).

La dernière activité qui peut être proposée comme une ouverture sur le quotidien s'intéresse au codage RVB utilisé pour afficher les données que les élèves manipulent quotidiennement sur leurs écrans.

Une grande place est faite dans les exercices à l'explicitation des chaînes d'information et aux codages familiers : code barre, QR Code, braille, morse. Les problèmes permettent ainsi d'aborder très simplement dès le cycle 4 les grandes problématiques de la conversion analogique-digital (exercices 19 et 25 notamment), et du stockage de l'information (exercices 26-27).

Réponse à la question d'ouverture du chapitre

► Ce phare envoie un signal lumineux.

Activité 1 Peut-on bronzer en écoutant la radio près d'un micro-ondes ?

Réponse aux questions

1. Le four à micro-onde produit des ondes de fréquences comprises entre 109 et 1011 Hz.

2. La radio reçoit des ondes de fréquences comprises entre 106 et 108 Hz.

La cabine de bronzage produit des ondes de fréquence comprises entre 1016 et 1018 Hz.

3. À Ajaccio, la fréquence de France Inter est 91.3 MHz = $91,3 \times 10^6$ Hz = $9,13 \times 10^7$ Hz, ce qui est dans la partie haute de la bande de fréquence radio 106 – 108 Hz donnée à la question 2.

4. Les domaines de fréquence du four, de la radio et de la cabine de bronzage sont très éloignés les uns des autres. En effet, pour bronzer, il faut une fréquence au moins 108 fois supérieure à celle des ondes radio et 105 fois supérieure à celles des ondes du four à micro-onde. Carl n'a donc aucune inquiétude à avoir.

5. Les deux premières graduations sont séparées de $102 - 10 = 90$ Hz.

Les deux dernières graduations sont séparées de $1026 - 1024 = 1024 \times (102 - 1) = 99 \times 1024$ Hz.

Cette échelle n'est pas linéaire, elle est dite logarithmique.

Activité 2 Peut-on envoyer de l'information aux extraterrestres ?

Réponse aux questions

1. Dans le cas de *Voyager* 1 qui est à $d = 15$ milliards de km de la Terre, les messages voyagent à la vitesse de la lumière ($c = 3 \times 10^8$ m/s = 3×10^5 km/s) pendant une

durée : $t = \frac{d}{c} = \frac{15 \times 10^9}{3,0 \times 10^5} = 5 \times 10^4$ s, soit environ 13 heures et 53 minutes.

2. Les dessins gravés (document 1) constituent un signal analogique, et les distances codées selon un code binaire (agrandissement visible sur le document 3) correspondent à un signal numérique.

3. Sur le disque on voit un schéma du stylet et de sa position par rapport au disque (juste en dessous du disque, sur le document 1). La vitesse à laquelle le disque doit tourner pour être lisible est codée en binaire et la suite de 0 et de 1 (des – et des |) correspondant au nombre donnant la valeur de la vitesse est gravée sur le disque (voir document 2).

Les extraterrestres auront donc accès à toute l'information nécessaire pour lire le disque.

4. L'élément hydrogène sera connu des extraterrestres qui trouveraient le disque car c'est l'élément chimique le plus abondant dans l'univers.

5. Quand on lit le disque dans le sens inverse des aiguilles d'une montre en partant de la droite, on lit le second code proposé dans le tableau, soit 5 113 380 864.

6. Une transition dure donc :

$$\frac{1}{1\,430,4 \times 10^6} = 6,99 \times 10^{-10} \text{ s.}$$

La durée d'un tour est donc :

$$5\,113\,380\,864 \times 6,99 \times 10^{-10} = 3,57 \text{ s.}$$

Activité 3 Quelle technologie pour transporter l'information ?

Réponse aux questions

- On utilise la technologie de la fibre optique.
- L'unité du débit est le bit par seconde.
- Par ordre croissant, on a :
 - le Wi-Fi : 1 Mbit/s = 1 000 000 bit/s ;
 - le câble Ethernet : 100 Mbit/s = 100 000 000 bit/s ;
 - la fibre optique : 1 Gbit/s = 1 000 000 000 bit/s.
- Sur de longues distances, on utilise la fibre optique car la quantité de données transmise est 10 fois plus rapide que par câble Ethernet, et 1 000 fois plus que par Wi-Fi.
- On peut, en simplifiant beaucoup, dire que les fréquences utilisées sont différentes et qu'il y a moins d'étapes de transformation du signal dans la technologie Ethernet.

Activité 4 Qu'est-ce qu'un signal analogique ?

Réponse aux questions

- Les cordes vocales sont l'émetteur du signal sonore, le récepteur est le microphone.
- Le signal est analogique.
- Le CAN convertit un signal analogique en un signal numérique.
- Le CAN effectue une opération nommée « échantillonnage » car il relève des valeurs du signal à intervalles réguliers pour obtenir un signal numérique composé d'un nombre fini de points.
- Pour obtenir un signal à « 120 points par seconde », il est prélevé 120 valeurs en une seconde (1 valeur toutes les 8 ms environ) et 200 valeurs par seconde (une valeur toutes les 5 ms) pour un signal « 200 points par seconde ». Il y a moins de valeurs à stocker pour le signal « 120 points par seconde » qui va occuper moins de place sur le support de stockage.

Activité 5 Quel est le principe de Face-Time ?

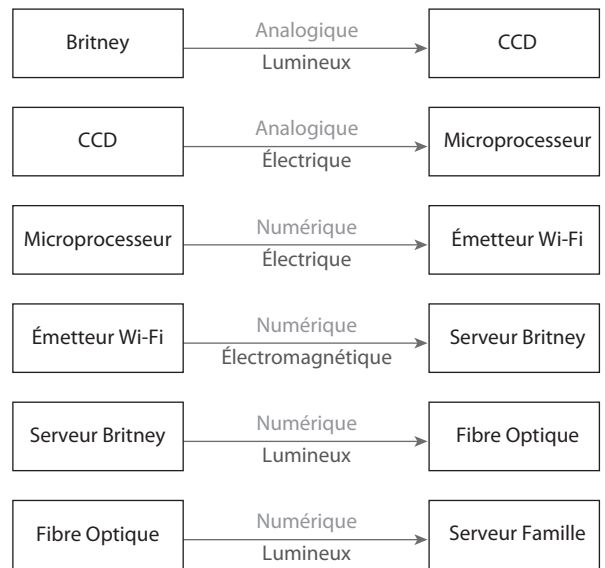
TÂCHE COMPLEXE

Réponse à la consigne

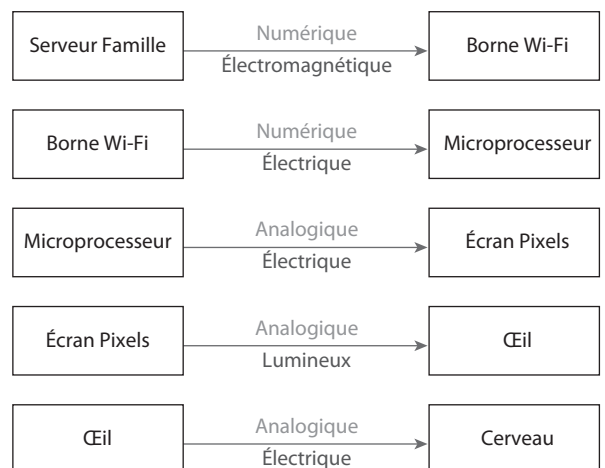
• Chaîne d'information depuis Britney jusqu'au serveur de sa famille

Le signal transmis entre Britney et son ordinateur est un signal lumineux analogique. Le récepteur est la caméra CCD de l'ordinateur. La technologie utilisée pour la transmission de l'information entre les deux serveurs est celle de la fibre optique.

La chaîne d'information est :



• Chaîne d'information depuis le serveur de sa famille jusqu'à ses yeux



Activité 6 Comment un écran peut-il afficher autant de couleurs ?

Réponse aux questions

1. **a** Bleu **b** Rouge **c** Jaune (rouge + vert)

2. Le jaune est composé de lumières rouge et verte, il faut donc que les photophores rouge et vert soient allumés (codage par un 1) et que le photophore bleu soit éteint (codage par un 0). Le code « RVB simplifié » d'un pixel que l'œil percevra jaune est donc 110.

La liste des codes possibles pour un pixel est : 111 ; 110 ; 101 ; 100 ; 011 ; 010 ; 001 ; 000.

3.

111	Blanc
110	Jaune
101	Magenta
100	Rouge
011	Cyan
010	Vert
001	Bleu
000	Noir

On peut donc obtenir 8 couleurs. Dans la réalité, beaucoup plus de couleurs sont possibles.

4. Le nombre affiché dans la case peut varier de 0 à 255 car cette valeur « représente » les différentes intensités lumineuses que peut prendre un photophore codé en 8 bits (256 valeurs correspondant aux codes : 11111111, 11111110, 11111101 etc.). Le codage décimal du pixel 5b est, dans l'ordre RVB : 50 ; 120 ; 10.

Remarque : cela peut se comprendre comme « intensité 50/256 pour le rouge, intensité 120/256 pour le vert et intensité 10/256 pour le bleu ».

5. La cible indique l'emplacement du pixel dont le code est affiché.

6. La différence entre les couleurs **a** et **d** est une différence de quantité de lumière émise : dans les deux cas, seul le photophore rouge est allumé mais dans le cas **d**, ce photophore émet beaucoup plus de lumière.

7. En comparant les codes des couleurs **c** et **f**, on comprend que pour faire du blanc, du gris ou du noir, il faut que les trois photophores aient le même codage. Plus l'intensité lumineuse de ces trois photophores sera élevée, plus la teinte tendra vers le blanc ; cette variation d'intensité permet d'obtenir toutes les teintes de gris.

8.

Blanc	255 ; 255 ; 255	11111111 ; 11111111 ; 11111111
Noir	0 ; 0 ; 0	00000000 ; 00000000 ; 00000000

Remarque : toutes les nuances de gris sont obtenues par des codages de type (20 ; 20 ; 20), (37 ; 37 ; 37) c'est-à-dire (x ; x ; x) en décimal ou (abcdefg ; abcdefg ; abcdefg) en binaire, les chiffres a, b, c, d, e, f et g valant 0 ou 1.

Corrigés des exercices

J'apprends à apprendre

1. Apprendre avec des situations du quotidien

Autres exemples :

- un enfant fait « tant » de tours de manège en « tant » de temps.
- on compte « tant » de battements du cœur « par » minute.

Je me teste

3. Numérique ou analogique ?

- *Numérique* : la télévision, l'ordinateur, le DVD.
- *Analogique* : la voix, l'écho renvoyé par les falaises, le disque vinyle.

4. Construire une chaîne d'information

Le bon ordre est **c**, **b**, **d**, et **a**.

5. Utiliser un chronomètre

a. Vrai (le nombre 10 est certain, la durée des 10 événements peut être mesurée avec précision par le chronomètre).

b. Faux (la précision ne sera pas très bonne car il n'y a pas de raison pour que le nombre d'événements se produisant en 10 secondes soit un nombre entier).

c. Vrai (si on ne le fait pas il faut effectuer la soustraction entre la valeur indiquée par le chronomètre à la fin du chronométrage et celle qui était indiquée au début).

6. Mesurer une fréquence

Réponse **a**.

7. Identifier un signal analogique

lumineux / électrique / sonore

8. Vrai ou faux ?

- a**. Faux.
- b**. Vrai.
- c**. Vrai.

Je travaille des compétences

9. Rédiger des phrases à partir d'une chaîne d'information

Groupe A

Lorsque l'œil du capitaine reçoit le signal lumineux émis par la lampe du phare, un signal électrique est transmis à son cerveau *via* le nerf optique. Le capitaine prend en compte le danger et son cerveau transmet à son tour un signal électrique à ses cordes vocales. Les cordes vocales du capitaine émettent un signal sonore qui se propage jusqu'aux oreilles de l'équipage.

Groupe B

1. Les mots-clés sont : analogique, nature d'un signal, type de signal, bit, numérique, conversion, transmission.

2. La première étape est la transmission d'un signal lumineux, les deuxième et troisième étapes font intervenir un signal électrique, puis la dernière étape est la transmission d'un signal sonore.

3. Voir Groupe A.

Groupe C

- L'émetteur du signal lumineux est le phare ; le récepteur est l'œil du capitaine.
 - Le signal lumineux émis par *le phare* est reçu par *l'œil du capitaine*.
- C'est un signal électrique.
 - L'œil du capitaine transmet, via le nerf optique, un signal *électrique* au cerveau qui transmet à son tour un signal *électrique* aux cordes vocales du capitaine.
- Les cordes vocales du capitaine émettent un signal sonore qui se propage jusqu'aux oreilles de l'équipage.

Je travaille des notions

10. Émettre, transmettre ou retransmettre ?

Pendant les jeux olympiques de Rio, la télévision brésilienne a *émis* des reportages qui étaient *transmis* en direct en France pendant la nuit. Souvent, ils étaient aussi *retransmis* le lendemain par les chaînes de télévision françaises.

Remarque : *le but de cet exercice est de revenir à la définition première des trois mots et de répondre à une éventuelle interrogation des élèves sur ce qui les différencie, mais ils sont souvent utilisés l'un pour l'autre.*

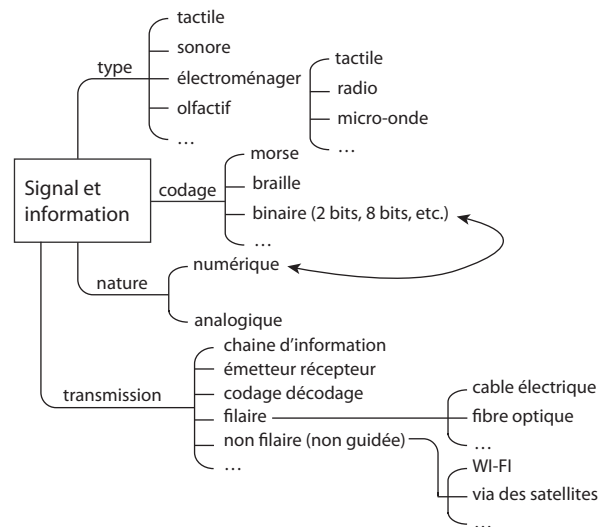
11. Utiliser le mot « vide »

- On ne peut pas dire qu'une pompe à vide « envoie du vide » dans une cloche à vide mais on dit qu'elle « fait le vide », c'est-à-dire qu'elle aspire vers l'extérieur l'air que contient la cloche à vide.
- Non, le sachet ne contient pas « du vide » mais « des aliments sous vide ».

12. Vrai ou faux ?

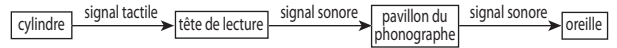
- Vrai dans le contexte de l'histoire-géographie.
 - Vrai. c. Faux.
- Vrai. b. Vrai. c. Faux.
- Faux (la proposition est vraie mais elle ne correspond pas à « ce qu'on veut dire quand on dit que la vitesse de la lumière est la vitesse maximale »).
 - Faux. c. Vrai.

13. Réviser à l'aide d'une carte mentale



14. Le phonographe

- La fonction du phonographe est de produire de la musique.
- Un signal sonore.
- Pour produire de la musique, il faut mettre en mouvement la manivelle afin de mettre en rotation le cylindre.

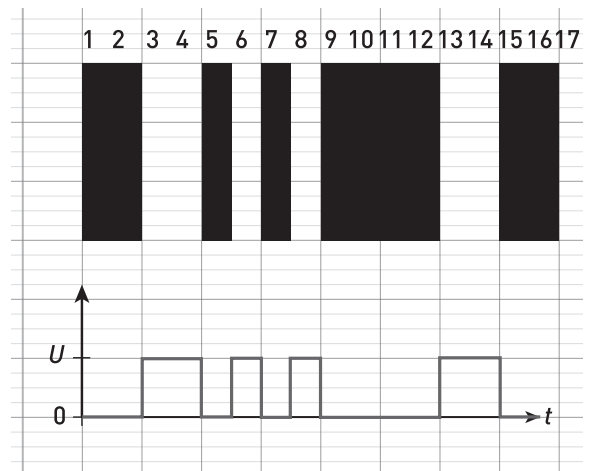


15. Code barre

- Un code barre est reconnaissable par une alternance de bandes claires et sombres.
- On peut utiliser le code à chiffres qui se trouve sous le code barre.

16. Lecture d'un code barre

- C'est un codage binaire car le signal ne peut prendre que deux valeurs.
- Les barres 1, 2, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16 correspondent à la valeur 0.
-



17. Signal numérique et codage binaire

- 0 et 1 sont les deux valeurs possibles du codage binaire.
- Cette association se nomme l'octet.

18. Le braille

- Les deux premiers points signifient que la lettre suivante est une majuscule.
- L'inscription est « Étage 2 ».

Corrigés des problèmes

19. Échantillons d'un signal

- Les graphiques représentent des signaux analogiques.
Remarque : *le signal électrique émis par le générateur est un signal analogique. Pour le représenter, Gaétan et Juliette l'échantillonnent puisqu'ils utilisent un capteur pour mesurer des valeurs à intervalle de temps régulier : les graphiques ont été tracés point par point. En joignant les points, ils effectuent une conversion digital-analogique !*
- Non, Juliette et Gaétan n'ont pas choisi le même intervalle de temps.

3. L'intervalle de temps entre deux mesures de Juliette étant plus petit que celui de Gaétan, elle a placé plus de points sur la courbe.

Le signal de Juliette possède donc le plus grand nombre d'échantillons.

4. Lenny hésite à tracer la seconde courbe car l'allure du signal ne ressemble pas au signal de Juliette ou de Gaétan.

Le pas de l'échantillonnage est insuffisant pour tracer une courbe qui ressemble (c'est-à-dire qui soit « analogue ») au signal de départ.

20. Volet roulant automatique

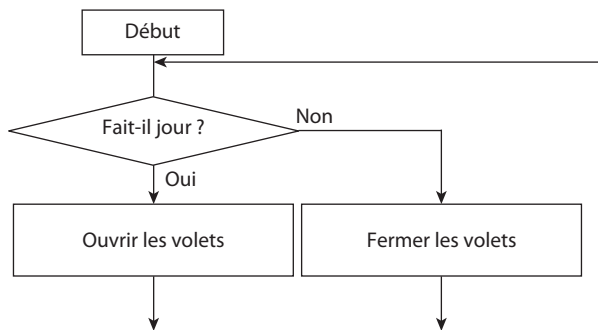
1. Le capteur reçoit un signal lumineux.

2. L'émetteur est le Soleil et le récepteur est le capteur du volet. La chaîne d'information est :



3. a. Si le capteur détecte qu'il fait jour (acquisition de données), l'automate décide (traitement de données) et commande (communication) l'ouverture des volets ou les maintient ouverts. S'il fait nuit, les volets sont fermés ou maintenus fermés.

b.



21. Le QR code

1. Réponse d.

2. Un code barre est linéaire alors qu'un QR Code est en deux dimensions.

3. Le QR Code du professeur donne l'adresse d'un site internet auquel il souhaite que les élèves se connectent.

4. Scanner un QR Code est plus rapide et comporte moins de sources d'erreurs (fautes de frappes).

22. Le télégraphe électrique

1. a. Le manipulateur est l'émetteur du signal, c'est un simple interrupteur de type bouton poussoir.

b. L'opérateur est la personne qui appuie sur le manipulateur.

c. Un marshall est un agent de police fédérale.

2. Un signal électrique est émis par le télégraphe.

3. Le morse est le code utilisé pour communiquer une information par télégraphie.

23. Principe du DAAF optique

1. L'émetteur est la DEL, le récepteur est la cellule photoélectrique.

2. Le signal transmis à l'alarme par la cellule photoélectrique est un signal électrique.

3. L'alarme émet un signal sonore, l'oreille est le récepteur de ce signal.

4.



24. La sonde Pioneer

1. Pour les plaques des sondes Pioneer, l'émetteur est constitué par l'humanité, le récepteur par les extraterrestres. C'est l'inverse dans le cas du Allen Telescope Array.

2. L'élément commun est la figure étoilée : elle permet de situer le Soleil et donc notre système solaire dans la Galaxie.

Remarque : les 14 lignes joignent le Soleil à 14 pulsars que les extraterrestres pourront avoir repérés.

3. Le Allen Telescope Array est constitué d'une quarantaine de télescopes.

4. La position de la Terre dans le Système solaire est indiquée en bas du dessin.

Ensuite, on peut voir un homme et une femme, ce qui donne une idée de la forme des êtres vivants ayant envoyé le message.

Remarque : la discussion autour de ce que les élèves enverraient comme message peut amener à évoquer la polémique née autour des choix opérés lors de la conception de la plaque de Pioneer et à rechercher les critères de choix des données emportées vers l'espace dans le cadre du projet Voyager.

25. Information perdue lors de la numérisation

1. Ce message est constitué d'une infinité de points, c'est donc un message analogique.

2. Les points verts ajoutés sont les échantillons pris sur le signal analogique et qui vont permettre de construire le signal numérique.

3. La valeur suivante est 1,6 V.

4. Il s'écoule 0,2 s entre deux relevés.

5. Les valeurs vont être :

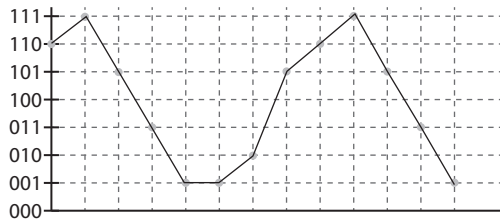
- 6,5 arrondie à 6 ;
- 6,75 arrondie à 7 ;
- 5,3 arrondie à 5 ;
- 3,1 arrondie à 3 ;
- 1,6 arrondie à 2.

6. En décimale :

- 110 donne 6 ; 111 donne 7 ;
- 101 donne 5 ; 011 donne 3.

Le code de la valeur suivante est 010.

7.



8. Une partie de l'information présente dans le signal de départ est absente dans le signal décodé.

26. Stockage de l'information

1. Le faisceau lumineux et les sillons les plus larges sont ceux du CD.

Le faisceau le plus fin et les sillons de plus petites tailles sont ceux du Blu-ray.

2. Go signifie giga-octet et Mo signifie méga-octet.
1 Go correspond à 1 000 Mo.

3. Plus il y a de sillons, plus il y a d'information stockée sur le support.

C'est pour cela qu'un Blu-ray possède une capacité de stockage plus importante (27 Go contre 700 Mo pour le CD).

27. La taille d'un fichier numérique

1. En code ASCII étendu, l'état 90 correspond au Z majuscule, alors que l'état 110 correspond au n minuscule.

2. 1 octet correspond à 8 bits, soit 256 informations différentes que l'on peut transmettre à l'ordinateur. Comme il n'y a que 26 lettres de l'alphabet (52 si l'on différencie les minuscules et les majuscules), un octet suffit à coder n'importe quelle lettre de l'alphabet.

3. Si une lettre de l'alphabet représente 1 octet, 4 lettres (soit 1 mot) représentent 4 octets. Une page, (soit 400 mots environ) représente 1 600 octets = 1,6 ko.

C'est conforme à l'information donnée dans le premier tableau (environ 1 000 octets).

28. La réalité augmentée

La réalité augmentée est utilisée par exemple dans les domaines touristiques (visite guidée d'un musée ou d'une ville...), scolaire (en chimie, possibilité de scanner des formules de molécules pour les voir apparaître en 3D...), ou pour les jeux vidéo.

Corrigés du Sujet Brevet

Sujet 17. Que s'est-il passé à bord du Titanic ?

1. Les messages radio émis par le Titanic sont aériens.

2. Les bateaux situés à moins de 400 km, soit $\frac{400}{1,61} = 248$ miles, sont susceptibles d'avoir reçu le signal de détresse du Titanic.

L'Olympic est situé à 580 miles du Titanic, donc à plus des 248 miles de distance qui permettent de recevoir le message, et le Californian, dont l'opérateur radio était endormi, sont les navires qui n'ont pas reçu ou manqué les messages.

Ce n'est pas le cas du Carpathia (55 miles de distance), du Birma (70 miles), du Mount Temple et du Frankfurt (140 miles).

3. Le message original était «WANT IMMEDIATE ASSISTANCE». Ce qui signifie en français «BESOIN D'ASSISTANCE IMMÉDIATEMENT».

4. Le signal est analogique car il est représenté par une courbe constituée d'une infinité de points.

5. Un signal numérique est constitué d'une suite de nombres qui représentent les valeurs arrondies que prend le signal à intervalle de temps réguliers.

Chacun de ces nombres est codé de façon binaire par une suite de 0 ou de 1.

6. Certains mélomanes estiment que, puisque le signal sonore est reconstitué à partir d'un échantillonnage, de l'information a été perdue et que le son original a été dénaturé.

Remarque : *il faut relativiser cette opinion tant la quantité d'informations contenue sur les supports numériques est aujourd'hui importante.*

Sujet 18. Grammy Awards

1. Le micro traite un signal sonore émis par un chanteur en le transformant en un signal électrique.

2. Une fibre optique transmet un signal lumineux.

3. Chanteur — (signal sonore) → micro — (signal électrique) → studio — (signal lumineux) → fibre optique — (signal lumineux) → récepteur situé en Europe.

Remarque : *la partie en italiques correspondant à la fibre optique qui ne fait que transmettre peut être omise.*

On peut poursuivre la chaîne :

— (signal lumineux) → récepteur situé en Europe — (signal lumineux) → fibre optique — (signal lumineux) → décodeur domestique — (signal électrique) → TV.

4. On cherche à calculer la durée que met le signal pour traverser l'atlantique. On utilise la formule $t = \frac{d}{v}$ avec d , distance États-Unis-Europe et v , vitesse de propagation du signal.

Sachant que $d = 7\,000\text{ km} = 7\,000\,000\text{ m}$ et $v = 1,5 \times 10^8\text{ m/s}$ alors $t = 7\,000\,000 : (1,5 \times 10^8) = 4,67 \times 10^{-2}\text{ s} = 47\text{ ms}$.

5. La grandeur est la fréquence. Hz signifie hertz.

6. Les nouveaux écrans affichent 12 000 images par minute, soit 12 000 images en 60 secondes. Pour déterminer la fréquence, il faut déterminer le nombre d'images par seconde :

12 000 images	60 s
?	1 s

Il y a $\frac{12\,000}{60} = 200$ images par seconde, ce qui correspond à une fréquence de $f = 200\text{ Hz}$.

7. La photo du document 2 représente une partie d'un écran où on observe des pixels.

8. Le nombre de pixels que comprend un écran haute définition est $720 \times 576 = 414\,720$ pixels.

9. Les pixels rouge et vert sont allumés au niveau de l'image de la robe jaune de la présentatrice.

10. Les signaux lumineux émis depuis les Grammy Awards sont reçus par une caméra CCD qui transmet le signal jusqu'à la France grâce à la fibre optique. Le signal lumineux transmis par la fibre optique est reçu par les écrans de télévision en France.

Sujet 19. Prévention des avalanches

1. Tom observe des signaux lumineux et sonores.

2. Tom n'entend pas l'explosion en même temps qu'il la voit car les vitesses de propagation du son et de la lumière ne sont pas les mêmes.

3. On cherche à calculer la distance avalanche-studio de Tom. On utilise la formule $d = v \times t$ avec t , la durée que met la détonation à arriver jusqu'aux oreilles de Tom et v , vitesse de propagation du son.

Sachant que $t = 4$ s et $v = 340$ m/s

$$\text{alors } d = 340 \times 4 = 1\,360 \text{ m} = 1,36 \text{ km.}$$

4. Dans les réactifs, on compte : 3 atomes de carbone, 8 atomes d'hydrogène et 10 atomes d'oxygène. Dans les produits, on compte : 3 atomes de carbone, 8 atomes d'hydrogène et $(3 \times 2 + 4) = 10$ atomes d'oxygène.

Le nombre d'atomes de chaque sorte est identique avant et après la réaction chimique donc les coefficients sont correctement ajustés.

5. On peut mettre expérimentalement en évidence le dioxyde de carbone grâce au test à l'eau de chaux : celle-ci, qui est initialement limpide, se trouble en présence de dioxyde de carbone.

6. Le DVA d'une victime d'avalanche émet un signal de fréquence 457 Hz.

7. La zone rouge (G5 et G6) correspond à la zone où les trois signaux de DVA récepteur se superposent donc à la zone où il faut que les sauveteurs creusent.

