

chimie physique

4^e

Nouveau programme 2009

Livre du professeur

Sous la direction de Jean-Marie Parisi

Éric Donadéi

Professeur au collège Théodore-Monod, Villerupt

Fabienne Foltrauer

Professeur au collège
et lycée Notre-Dame-de-la-Providence, Thionville

Sandra Gruneisen

Professeur au lycée International, Strasbourg

Édouard Hochereau

Professeur au collège de la Clef-Saint-Pierre, Élancourt

Sophie Robert

Professeur au collège la Madeleine, Angers

La nouvelle collection de Physique-Chimie 4^e met à la disposition des professeurs un ensemble d'outils complémentaires (voir au dos de la couverture).

L'équipe d'auteurs est à votre écoute pour toute question dès maintenant ;

il vous suffit d'envoyer un courriel à :

physiquechimie-college@editions-belin.fr

Vous recevrez une réponse dans les plus brefs délais.

Les Éditions Belin remercient Patricia Kerseho pour son travail d'édition et de relecture du présent ouvrage.

Photo de couverture : © Lee Pengelly/Alamy/Photo12.com.

Illustrations et schémas : Laurent Blondel/COREDOC.

Mise en pages : Anne Aubert

Belin s'engage, avec ses partenaires, pour l'environnement et le développement durable. Belin garantit :

- l'utilisation de papier recyclé ou de pâte à papier issue de forêts gérées de façon durable ;
- un processus de blanchiment du papier sans chlore ;
- des imprimeurs respectant l'environnement (label Imprim'Vert ou norme ISO 14001).

Toutes les références à des sites Internet présentées dans le manuel et dans le livre du professeur ont été vérifiées attentivement à la date d'impression. Compte tenu de la volatilité des sites et du détournement possible de leur adresse, les éditions Belin ne peuvent en aucun cas être tenues pour responsables de leur évolution. Nous appelons donc chaque utilisateur à rester vigilant quant à leur utilisation.

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

Sommaire

Partie A. De l'air qui nous entoure à la molécule

1. La composition de l'air	5
2. Les molécules	9
3. Les combustions	13
4. Les atomes et la transformation chimique	16

Partie B. Les lois du courant continu

5. L'intensité du courant électrique	20
6. La tension électrique	24
7. L'adaptation	28
8. La résistance électrique	31

Partie C. La lumière : couleurs, images, vitesse

9. Lumières colorées et couleur des objets	35
10. Les lentilles	38
11. L'œil et la vision	41
12. La vitesse de la lumière	44

La composition de l'air

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
COMPOSITION DE L'AIR : de quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?		
L'air est un mélange de dioxygène (environ 20 % en volume) et de diazote (environ 80 % en volume). Le dioxygène est nécessaire à la vie. <i>Distinction entre un gaz et une fumée.</i>	Extraire d'un document les informations relatives à la composition de l'air et au rôle du dioxygène.	Activité 1 p. 18. De quoi est composé l'air que nous respirons ?
VOLUME ET MASSE DE L'AIR : l'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ?		
L'état gazeux est l'un des états de la matière. Un gaz est compressible.	Proposer une expérience pour mettre en évidence le caractère compressible de l'air. Valider ou invalider une hypothèse.	Activité 2 p. 19. Comment montrer que l'air est compressible ?
<i>La pression est une grandeur qui se mesure avec un manomètre.</i> <i>L'unité de pression SI est le pascal.</i>	<i>Mesurer une pression.</i>	Activité 3 p. 20. Que vaut la pression de l'air ?
Un volume de gaz possède une masse. Un litre d'air a une masse d'environ un gramme dans les conditions usuelles de température et de pression.	Mesurer des volumes ; mesurer des masses. <i>Comprendre qu'à une mesure est associée une incertitude (liée aux conditions expérimentales).</i>	Activité 4 p. 21. Quelle est la masse d'un litre d'air ?

Choix pédagogiques

L'activité 1 présente la très célèbre expérience de Lavoisier pour introduire l'atmosphère et en particulier l'air, la partie de l'atmosphère dans laquelle nous vivons. L'air est un mélange de gaz. L'un de ses constituants fondamentaux est le dioxygène, qui est vital. La distinction entre fumée et gaz est soulignée. Les élèves confondent encore trop souvent ces deux mots.

Les activités suivantes s'attachent à montrer quelques propriétés de l'air : compressible, pesant. Les notions de pression et de masse sont alors évoquées.

Dans **l'activité 2**, l'élève enferme une certaine quantité d'air dans une seringue, qu'il bouche avec son index. En poussant le piston de la seringue, il observe une diminution du volume de l'air dans la seringue et ressent une poussée sur son index, ce qui introduit la notion de pression.

L'activité 3 présente la mesure de pression à l'aide d'un manomètre.

Dans **l'activité 4**, l'élève détermine la masse d'un litre d'air par déplacement d'eau, utilisant ainsi les notions de mesures de masse et de volume. La notion d'incertitude de mesure est alors introduite.

Quelques conseils pratiques

Activité 2

- Matériel : 1 seringue graduée en plastique de 60 mL.

Les milieux hospitaliers jettent des seringues neuves graduées, de 60 mL, encore sous emballage, une fois la date de péremption dépassée. Ils se débarrassent aussi de manomètres à aiguille très utiles si le laboratoire ne dispose pas de capteur de pression numérique.

Vidéo Pierron Éducation :

- Comprimer de l'air contenu dans une seringue - mesurer sa pression.

Activité 3

- Matériel : 1 ballon de sport ; 1 pompe à vélo avec seringue de gonflage ; 1 capteur de pression numérique ; du tuyau souple PVC transparent de diamètre adapté à la seringue de gonflage.
- La seringue de gonflage sert à gonfler le ballon puis est reliée au tuyau souple et au ballon.
- Un capteur de pression numérique doit être étalonné en tournant le bouton d'un potentiomètre. Un baromètre à mercure, si le laboratoire en dispose, peut servir à l'étalonnage (attention toutefois à ne pas lui infliger des pressions trop fortes, le mercure est très toxique). En ne tenant pas compte de la température ni de la latitude, 76 cm de mercure correspondent à 1 013 hPa.

Vidéo Pierron Éducation :

- Comprimer de l'air contenu dans une seringue - mesurer sa pression

Activité 4

- Matériel : 1 ballon de sport ; 1 balance électronique (précision 0,1 g) ; 1 pompe à vélo avec seringue de gonflage ; 1 éprouvette graduée de capacité 1 L ; un cristalliseur de capacité 2 L ; du tuyau souple PVC transparent, de diamètre adapté à la seringue de gonflage ; 1 support statif ; une grande pince de serrage ; 1 tête à gaz.
- Veiller à ce que la portée de la balance soit supérieure à la masse du ballon. Le ballon est utilisé à volume constant, pour s'affranchir du problème de la poussée d'Archimède.
- Il est possible de se procurer des ballons et des pompes auprès des professeurs de sport.
- Le têt à gaz permet de glisser facilement le tuyau souple sous l'éprouvette graduée et de la maintenir, car elle peut reposer dessus.

Vidéo Pierron Éducation :

- Gonflage d'un ballon et mesure de sa masse avant et après le gonflage.

Bibliographie pour le professeur

- A. Nicolas, *Futur empoisonné. Quels défis ? Quels remèdes ?*, Belin, 2007.
- R. Delmas, S. Chauzy, J.-M. Verstraete et H. Ferre, *Atmosphère, océan et climat*, Belin, coll. « Bibliothèque scientifique », 2007.
- R. Delmas, G. Mégie et V. H. Peuch, *Physique et chimie de l'atmosphère*, Belin, coll. « Échelles », 2005.
- Y. Corboz, *Météorologie. 100 expériences pour comprendre les phénomènes météo*, Belin, coll. « Bibliothèque scientifique », 2007.

Corrigés des exercices

9. L'air est composé en volume de 80 % de diazote et de 20 % de dioxygène.

10. a. L'air est composé de plusieurs constituants.

b. Le gaz qui permet la vie est le dioxygène de l'air.

11. b. La fumée est constituée de particules en suspension dans un gaz.

12. a.

	Il y a 4,5 milliards d'années	Aujourd'hui
Eau (vapeur)	80,00 %	Inférieur à 1 %
Dioxyde de carbone	19,00 %	0,003 %
Diazote	1,00 %	78,00 %
Dioxygène	0,00 %	21,00 %

b. L'air est un mélange, car il est composé de plusieurs constituants.

c. Il y a 4,5 milliards d'années, la vie n'était pas possible sur Terre, car il n'y avait pas de dioxygène dans l'air, gaz essentiel à la vie.

13. À toi de rédiger

a. D'après le graphique, le constituant principal de l'atmosphère de Vénus est le dioxyde de carbone.

b. On ne pourrait pas vivre sur Vénus, car il n'y a pas de dioxygène dans son atmosphère, gaz essentiel à la vie.

14. a. Lorsqu'on pousse le piston, le volume d'air dans la seringue diminue.

b. Avec cette expérience, on met en évidence la compressibilité de l'air.

15. a. Lors de la compression de l'air dans une seringue, le volume diminue.

b. Lors de la compression de l'air dans une seringue, la pression augmente.

16. a. On mesure la pression avec un manomètre.

b. L'unité légale de la pression est le pascal.

17. a. On lit une valeur de 2,3 bars environ.

b. Ce pneu est surgonflé.

18. a. Faux. b. Faux.

19. Le schéma exact est le troisième schéma (on a retiré de l'air au ballon, sa masse a donc diminué).

20. 1. Air.

2. Pression.

3. Fumée.

4. Gaz.

5. Compressible.

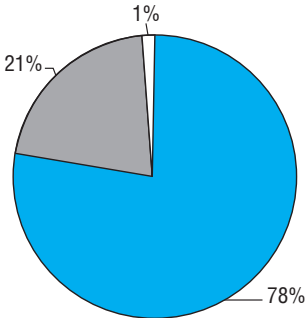
21. Toni s'est trompé dans le nom des gaz qui constituent l'air. Les noms des gaz principaux qui constituent l'air sont le diazote et le dioxygène.

22. a. L'air est composé en volume de 80 % de diazote et de 20 % de dioxygène.

b.

Diazote	78 %
Dioxygène	21 %
Autres gaz	1 %

Composition de l'air
(pourcentages en volume)



■ Diazote ■ Dioxygène □ Autres gaz

23. L'intrus est représenté par les volutes d'encens, car ce sont des fumées (c'est-à-dire des gaz avec des particules en suspension).

24. a. Le dioxygène a été consommé au cours de la respiration.

b. Le gaz rejeté est le dioxyde de carbone.

c. On peut identifier ce gaz grâce à l'eau de chaux : celle-ci se trouble lorsque l'on souffle dans une paille dont une extrémité est plongée dans cette eau de chaux.

d. On en déduit que le dioxygène est le gaz nécessaire à la vie.

25. Pour prouver que l'air a une masse, il suffit de peser un ballon avant et après l'avoir gonflé.

26. a. Patrice a poussé le piston, car la pression a augmenté.

b. L'air a donc été comprimé.

c. Le volume d'air dans la seringue a donc diminué.

27. a. Non, le volume reste inchangé.

b. On en déduit que l'eau n'est pas compressible, contrairement à l'air.

28. a. La propriété de l'air évoquée est la compressibilité.

b. On sait que 1 L d'air pèse 1,2 g, donc $m_{\text{air}} = 3600 \times 1,2 = 4320 \text{ g} = 4,32 \text{ kg}$.

29. a. Le gaz manquant est le dioxygène, car c'est le gaz nécessaire à la vie.

b. Grâce à la photosynthèse, la menthe transforme le dioxyde de carbone en dioxygène.

30. a. Un baromètre permet d'indiquer la pression de l'air atmosphérique.

b. Les nombres correspondent aux différentes valeurs que peut prendre la pression atmosphérique.

c. L'aiguille du baromètre est dans la zone indiquant un temps faiblement nuageux.

31. a. Non, ce verre n'est pas vide : il contient de l'air.

b. Si on retourne ce verre dans une bassine d'eau, on observe des bulles d'air qui s'échappent lorsqu'on l'incline légèrement.

32. a. Le niveau de l'eau descend par mauvais temps (basse pression).

b. Le niveau de l'eau monte par beau temps (haute pression).

33. a. Ce pot d'échappement dégage une fumée, car il y a des particules solides en suspension dans un gaz (les particules récupérées sur le coton).

b. Cette voiture peut provoquer une pollution de l'air.

34. a. Volume de la salle de classe : $V = 10 \times 8 \times 3 = 240 \text{ m}^3$.

b. $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$.

c. $V = 240 \text{ m}^3 = 240\,000 \text{ dm}^3 = 240\,000 \text{ L}$.

Or 1 L d'air pèse 1,2 g, donc $m_{\text{air}} = 240\,000 \times 1,2 = 288\,000 \text{ g} = 288 \text{ kg}$.

35. a. Comme 1 L d'air pèse 1,2 g, en une minute, un adulte inspire :

$$V = 15 \times 9,75 / 1,2 = 121,9 \text{ L}$$

b. On a donc :

$$V_{\text{O}_2} = 20 \times 121,9 / 100 = 24,38 \text{ L}$$

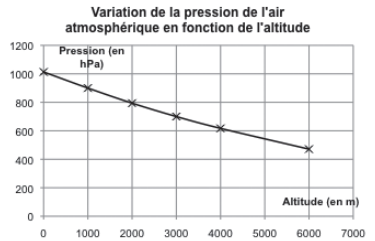
36. a. La température moyenne à la surface de la Lune est inférieure à celle à la surface de la Terre.

b. La présence de l'atmosphère terrestre permet de maintenir la température moyenne à la surface de la Terre à une valeur de 15 °C.

c. C'est l'effet de serre.

37. a.

Altitude (en m)	Pression (en hPa)
0	1013
1000	900
2000	794
3000	700
4000	617
6000	471



b. Quand l'altitude augmente, la pression diminue.

c. La pression de l'air et l'altitude ne sont pas proportionnelles, car le graphique n'est pas une droite passant par l'origine du repère.

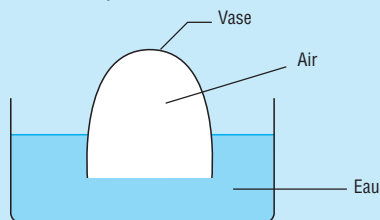
d. D'après le graphique, la valeur approximative de la pression atmosphérique au sommet du mont Sainte-Odile est de 950 hPa.

Histoire des sciences et des techniques.

Respirer sous l'eau

a. Le schéma doit comporter le vase plein d'air plongé verticalement, il doit indiquer la surface de l'eau.

Exemple de schéma possible :



b. L'air contenu dans le vase contient 20 % de dioxygène. Lorsque le plongeur respire, le dioxygène est consommé et le plongeur rejette du dioxyde de carbone. Il ne peut respirer que tant qu'il y a du dioxygène.

c. Étymologie : le mot vient de deux mots grecs, *skaphé*, qui signifie «barque», et *andros*, qui signifie «Homme» (Source : *Dictionnaire Petit Larousse*, 1999). Un scaphandre autonome est un appareil respiratoire individuel pourvu de bouteilles. Les avantages d'un scaphandre autonome sont qu'il permet de respirer et d'évoluer sous l'eau sans lien avec la surface.

Remarques :

- Le dictionnaire historique de la Langue Française *Le Robert* indique que « *Le mot scaphandre apparaît avec le sens de ceinture de sauvetage en 1767. Il a ensuite pris le sens de vêtement permettant de se soutenir sur l'eau en 1775* » il précise que « *le sens d'appareil de plongée individuel est attesté en 1796* ».

- On trouvera sur Google Books le « *Traité de la construction théorique et pratique du scaphandre* », paru au XVIII^e siècle et rédigé par l'Abbé de la Chapelle.

Santé. Air confiné ? Attention pollution !

a. Sur le dessin, on identifie des peintures, de la colle, du vernis, des solvants, comme pouvant être des sources de pollution.

b. Fumer devant une fenêtre ouverte n'élimine pas le danger : une partie des produits émis sont absorbés par les textiles présents. Ces polluants sont ensuite diffusés lentement une fois la fenêtre refermée.

c. Aérer une pièce diminue la pollution de l'air intérieur en permettant d'évacuer les composés volatils.

Ressources possibles :

- Site support : www.prevention-maison.fr/#/entree/

- Support vidéo pouvant servir d'appui à une discussion : « *L'air pour nos enfants, de la crèche au lycée* ».

Voir site : www.air-interieur.org/oqai.aspx?idarchitecture=29&idpage=37&Country

Météorologie. Un volcan paralyse le trafic aérien

a. Le nuage de poussières émis par le volcan a conduit à la fermeture des aéroports européens.

b. Les dates et heures de fermeture montrent que le nuage de poussière s'est déplacé.

c. Les indices relevés par les météorologues montrent que la fermeture des aéroports de Paris était justifiée.

Remarques :

Les sites suivants permettent d'aller plus loin :

- Le site du CNRS donne des compléments sur le nuage de poussière et sur l'émission des cendres du volcan : www.insu.cnrs.fr/a3480,suivi-emissions-cendres-volcan-islandais-eyjafjoll.html

- La chronologie a été établie d'après l'article en ligne du Nouvel Observateur : <http://tempsreel.nouvelobs.com/actualite/planete/20100418.OBS2630/heure-par-heure-le-nuage-de-cendres-sur-l-europe-les-evenements-du-14-au-16-avril.html>

- Le site de la station qualair permet d'obtenir des données sur la qualité de l'air sur Paris : <http://qualair.aero.jussieu.fr/>

Objectif B2i. L'air sous surveillance

Définition de l'indice ATMO : c'est un indicateur de la qualité de l'air. Pour le définir, on prend en compte les concentrations de quatre polluants : dioxyde d'azote, particules de type PM10, ozone, dioxyde de soufre.

L'indice est calculé chaque jour dans toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Signification du sigle AASQA : ce sigle désigne les « associations agréées de surveillance de la qualité de l'air ».

Ce sont ces associations qui calculent l'indice ATMO à partir des données fournies par les mesures qu'elles font.

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
UNE DESCRIPTION MOLÉCULAIRE POUR COMPRENDRE		
Les trois états de l'eau à travers la description moléculaire : – l'état gazeux est dispersé et désordonné ; – l'état liquide est compact et désordonné ; – l'état solide est compact. Les solides cristallins sont ordonnés.	Percevoir la différence entre réalité et simulation. Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter : – les différences entre les trois états physiques de l'eau.	Activité 1 p. 34. Quelle est la différence entre la vapeur d'eau, l'eau liquide et la glace ?
Un gaz est composé de molécules.	Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter : – la compressibilité d'un gaz ; – la non compressibilité de l'eau.	Activité 2 p. 35. Pourquoi l'air est-il compressible et pas l'eau liquide ?
Un gaz est composé de molécules.	Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter : – la conservation de la masse lors des changements d'état de l'eau.	Activité 3 p. 36. Pourquoi la masse ne change-t-elle pas lors d'un changement d'état ?
<i>Les mélanges à travers la description moléculaire.</i>	<i>Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter :</i> – la diffusion d'un gaz dans l'air ; – la diffusion d'un soluté dans l'eau (sucre, colorant, dioxygène...) <i>Percevoir la différence entre réalité et simulation.</i>	Activité 4 p. 37. Comment expliquer la dispersion des molécules ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre a pour objet d'introduire, dans un premier temps, la molécule à partir de deux exemples : l'eau, déjà étudiée en classe de 5^e, et l'air, abordé en classe de 4^e. Cela permet notamment de réinvestir les notions sur l'eau vues en classe de 5^e concernant la distinction entre mélanges et corps purs, les changements d'état et la conservation de la masse lors des changements d'états.

Nous avons fait le choix de définir d'emblée (**activité 1**) la différence entre les trois états physiques de la matière (molécules éloignées ou rapprochées, molécules désordonnées ou liées), afin que l'élève puisse utiliser ce modèle pour interpréter des observations.

Quelques conseils pratiques

Activité 2

- Matériel : 2 seringues en plastique 60 mL ; 2 bouchons pour les seringues ; eau ; colorant alimentaire.
- Les bouchons sont fabriqués avec les embouts des flacons compte-gouttes en plastique neufs. Ces bouchons sont d'une très grande efficacité. L'élève ne peut pas les faire « sauter », même en agissant de toutes ses forces. L'eau est colorée avec du colorant alimentaire.

Vidéo Pierron Éducation :

- Comprimer de l'air contenu dans une seringue - mesurer sa pression.

Activité 3

- Matériel : 1 balance électronique ; 1 récipient ; 1 boîte de pétri ; glace.
- La boîte de pétri sert à faire un récipient étanche à la vapeur d'eau extérieure. Il est intéressant de demander aux élèves de trouver une astuce pour accélérer la fusion de la glace.

Vidéo Pierron Éducation :

- Chauffer la glace.

Activité 4

- Matériel : 1 bécher ; colorant alimentaire ; eau.
- C'est une expérience simple à réaliser, mais qui émerveille les élèves qui observent attentivement le colorant « envahir » progressivement tout le bécher.

Vidéo Pierron Éducation :

- Observation d'un mélange de deux gaz.

Bibliographie pour le professeur

- P. Arnaud, *Si la chimie m'était contée*, Belin, coll. « Bibliothèque scientifique », 2002.

Corrigés des exercices

9. Schéma A : état liquide. Schéma B : état gazeux. Schéma C : état solide.

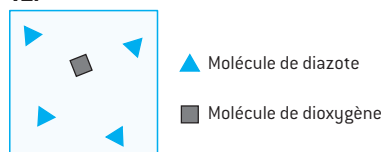
10. a. Les molécules dans un liquide sont désordonnées et proches.

b. Les molécules dans un solide cristallin sont ordonnées et proches.

c. Les molécules dans un gaz sont désordonnées et éloignées.

11. Le schéma qui représente la vapeur d'eau est le schéma A (dans le schéma B, il y a 2 types de molécules, ce qui ne correspond pas à un corps pur).

12.



13. Réponse b : ses molécules sont en mouvement.

14. Réponse b : oui, car les molécules de dioxyde de carbone sont éloignées les unes des autres.

15. À toi de rédiger

Les représentations d'un mélange sont les schémas B, C et D, car il y a plusieurs sortes de molécules.

La représentation d'un corps pur est le schéma A, car il n'y a qu'une seule sorte de molécule.

16. Réponse c : l'arrangement dans l'espace des molécules d'eau est modifié.

17. a. Au début, l'eau est à l'état solide, puis à l'état liquide.

b. Le nombre de molécules d'eau est le même avant et après le changement d'état : la masse ne varie donc pas.

18. L'ordre est : B, C, A.

19. La diffusion s'explique parce que les molécules sont désordonnées et mobiles.

20. 1. Molécule.

2. Liquide.

3. Diffusion.

4. Gazeux.

5. Solide.

6. Pur.

7. Mélange.

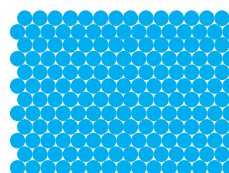
21. Le bon schéma est le schéma A, car le mélange est homogène.

22. A-3. B-2. C-1.

23. a. L'eau est à l'état solide.

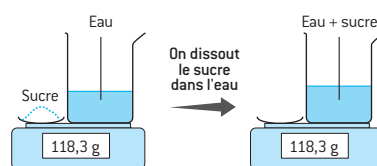
b. Les molécules sont ordonnées et rapprochées.

c.

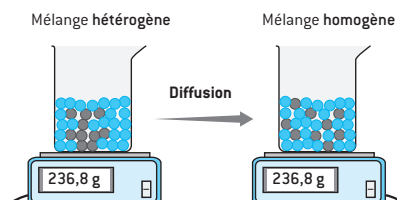


24. a. L'enfant qui a raison est la fille.

b.

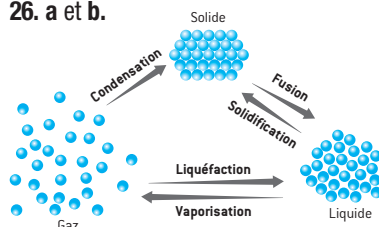


c.



25. Comme il y a 4 fois plus de diazote que de dioxygène dans l'air, le bon schéma est le schéma B.

26. a et b.

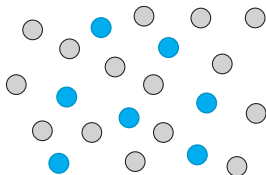


27. Réponse b. Il y a autant de molécules que dans l'eau à l'état liquide.

28. On passe de l'état liquide à l'état gazeux : il s'agit donc d'une vaporisation.

29. a. La représentation de la diffusion d'un gaz dans l'air est le schéma A, celle de la diffusion d'un colorant dans l'eau est le schéma B.

b.



30. a. La masse d'un litre d'eau liquide est de 1 kg.

b. Dans 1 L d'eau liquide, il y a :

$$n = 1 / (3 \times 10^{-26}) = 0,33 \times 10^{26} \text{ molécules.}$$

c. On ne peut pas représenter toutes ces molécules sur un schéma. Un schéma ne représente pas la réalité.

31. L'eau de la bouteille devient verte : le colorant diffuse dans l'eau. La diffusion est possible car les molécules d'eau et de colorant sont mobiles.

32. a. Dans le schéma A, les molécules sont ordonnées ; dans le schéma B, elles sont désordonnées.

b. On en déduit que le schéma A représente un solide et le schéma B, un liquide.

c. C'est une fusion.

d. La masse ne varie pas lors d'un changement d'état.

e. Comme le nombre de molécules ne varie pas lors d'un changement d'état, on en déduit qu'il y a conservation de la masse lors d'un changement d'état.

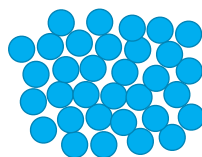
33. a. De l'eau s'est évaporée dans l'air de la pièce.

b. Il aurait fallu faire l'expérience dans un récipient fermé.

34. a. Les molécules sont ordonnées : cela représente l'état solide et non l'état liquide. De plus, l'eau est un corps pur, il ne devrait donc y avoir qu'un seul type de molécule.

b. L'état liquide est désordonné et compact.

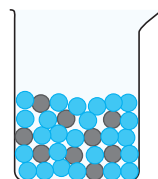
c. Schéma de l'eau liquide :



35. Dans un liquide, les molécules ne sont pas ordonnées.

36. a. Les molécules d'eau et de colorant sont différentes.

b.



c. Comme le nombre de molécules ne varie pas, la masse reste la même. Voir le schéma du corrigé de l'exercice 24.

37. a. Les molécules d'eau sont proches et désordonnées : c'est une représentation de l'état liquide.

b. Non, car le nombre réel de molécules est beaucoup trop élevé pour être représenté sur un schéma.

c. Comme les molécules de gaz sont espacées, le piston de la seringue contenant du gaz sera plus facile à pousser.

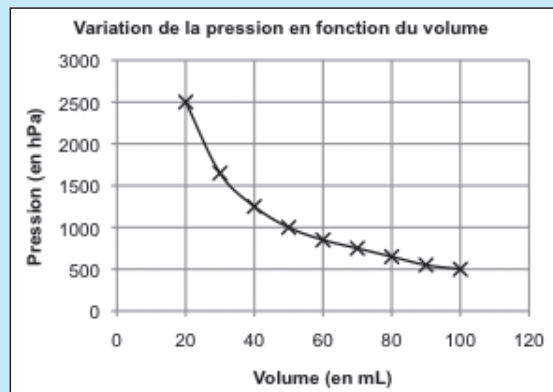
Métier. Préparateur en pharmacie

- a. Il faut avoir le sens du contact, être très précis et rigoureux, être minutieux et capable de se concentrer.
- b. Ce métier nécessite d'avoir de bonnes connaissances en chimie, car le préparateur réalise les préparations destinées aux patients. Il doit savoir faire des mesures précises. Il doit savoir quelles sont les molécules incompatibles, il doit connaître les principaux solvants. En cas de doute sur l'association des différentes molécules prescrites, c'est le pharmacien qui est consulté.

Objectif B2i. Mesurer une pression

- a. Quand le volume diminue, la pression augmente. Voici le graphique obtenu.

Volume (en mL)	Pression (en hPa)
100	500
90	550
80	650
70	750
60	850
50	1 000
40	1 250
30	1 650
20	2 500



- b. La pression pour un volume d'air de 45 mL vaut environ 1 100 hPa.

c. Il est possible de comprimer l'air contenu dans la seringue, car l'état gazeux est dispersé. Lorsque l'on comprime l'air contenu dans la seringue, les molécules se rapprochent les unes des autres.

Sécurité routière. La pression des pneus

- a. Un pneu perd progressivement de l'air, car les matériaux constituant la paroi de la chambre à air et des pneus ne sont pas parfaitement étanches : des molécules de l'air peuvent passer à travers.
- b. Puisqu'un pneu peut perdre 70 g d'air par mois, il est recommandé de vérifier la pression une fois par mois.
- c. Si la pression de l'air dans le pneu diminue, les molécules sont moins proches les unes des autres.

Ressources :

- Site de la sécurité routière : http://www2.securiteroutiere.gouv.fr/vos-infos/presse/communiques/2-2005/CP_11-05-05.html
- Plaque de sécurité routière : www.securiteroutiere.gouv.fr/IMG/pdf/sric_depliant_pneu_2005_05_02_cle0111c3.pdf

Science in english. L'évaporation

- a. Lorsque l'eau s'évapore (sans chauffage), quelques molécules quittent le liquide pour se mélanger avec les molécules de l'air. L'image du bas précise « *when it is heated* » (lorsqu'elle est chauffée) : le dessin indique que le phénomène se produit plus rapidement. La légende indique, quant à elle, que l'eau bout (*water boils*) : les bulles sont constituées de vapeur d'eau.
- b. Lorsque du linge sèche, des molécules d'eau quittent les fibres du linge et se mélangent avec les molécules de l'air.

Note pour le professeur : on peut, à cette occasion, montrer aux élèves la polysémie du verbe anglais *to evaporate* et la précision apportée sur ce point par le vocabulaire français, qui distingue les mots « vaporisation », « évaporation » et « ébullition ».

Les combustions

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
LES COMBUSTIONS : qu'est-ce que brûler ?		
La combustion du carbone nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone. La combustion du butane et/ou du méthane dans l'air nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone et de l'eau. Test du dioxyde de carbone : en présence de dioxyde de carbone, l'eau de chaux donne un précipité blanc.	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Mettre en œuvre un protocole expérimental. Observer, extraire les informations d'un fait observé. Exprimer à l'écrit ou à l'oral des étapes d'une démarche de résolution. Proposer une représentation adaptée. Suivre un protocole donné.	Activité 1 p. 50. Que se passe-t-il quand du carbone brûle dans l'air ? Activité 2 p. 51. Que se passe-t-il quand du butane brûle dans l'air ?
Une combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et <i>comburant</i>) qui sont consommés au cours de la combustion ; un (ou des) nouveau(x) produit(s) se forme(nt). Ces combustions libèrent de l'énergie.	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux combustions.	Activité 3 p. 52. Qu'est-ce qu'une combustion ?
Certaines combustions peuvent être dangereuses (combustions incomplètes, <i>combustions explosives</i>).	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux dangers des combustions.	Activité 4 p. 53. Quels sont les dangers des combustions ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre introduit, pour la première fois et à travers les combustions, la notion délicate de transformation chimique : des corps sont consommés, tandis que d'autres sont formés. L'interprétation atomique des transformations chimiques sera abordée au chapitre suivant.

L'activité 1 permet d'étudier une transformation simple, où un seul produit se forme : la combustion du carbone. La disparition du carbone est mise en évidence en observant la diminution du volume du fusain : du carbone est consommé. L'apparition du dioxyde de carbone est mise en évidence par le test à l'eau de chaux, test bien connu des élèves. Pour montrer la consommation de dioxygène, il est nécessaire de faire brûler du carbone dans l'air, puis dans le dioxygène pur, où la combustion est bien plus vive.

L'activité 2 présente une autre combustion plus complexe : la combustion du butane. La formation d'un nouveau produit, l'eau, est mise en évidence par l'apparition de buée. Comme source de butane, les élèves utilisent un objet bien connu et très pratique : le briquet à gaz.

L'activité 3 introduit du vocabulaire spécifique (combustible, comburant, réactif, produit) à travers le triangle du feu, qui explicite la nécessité de réunir 3 éléments fondamentaux (combustible, comburant, source d'énergie) pour obtenir une combustion.

L'activité 4 présente les dangers des combustions : combustions incomplètes et explosives.

Activité 1

- Matériel : 1 flacon à combustion de 500 mL ; 1 bouchon muni d'une pince crocodile ; du fusain ; du dioxygène en bouteille ; de l'eau de chaux ; 1 briquet à gaz (pour amorcer la combustion).
- L'eau de chaux se prépare très facilement : ajouter de la chaux éteinte en excès dans de l'eau pure. Agiter puis laisser décanter quelques jours. Le liquide incolore obtenu est de l'eau de chaux.
- Le fusain (carbone) est disponible au rayon papeterie des supermarchés. Une masse de 0,3 g de fusain convient pour un flacon de 500 mL. Le flacon est rempli de dioxygène par déplacement d'air ou, encore mieux, d'eau : récupération d'un gaz par déplacement d'eau (rappel de 5°).
- Faute de dioxygène en bouteille, il est possible de le fabriquer au laboratoire par réaction de l'eau oxygénée sur le permanganate de potassium acidifié.

Vidéos Pierron Éducation :

- Combustion d'un morceau de fusain dans le dioxygène pur.
- Réaction du carbonate de calcium avec l'acide chlorhydrique.

Activité 2

- Matériel : 1 briquet à gaz ; 1 erlenmeyer ; eau de chaux.
- Il est possible de tenir l'erlenmeyer à la main au niveau de sa base quand il est retourné sur la flamme. La forme évasée de l'erlenmeyer permet de récupérer plus facilement le dioxyde de carbone formé. L'erlenmeyer peut ensuite être retourné et posé sur sa base très stable.

Attention : ne pas toucher l'ouverture, très chaude.

Vidéo Pierron Éducation :

- Combustion du butane.

Bibliographie pour le professeur

- A. Nicolas, *Futur empoisonné. Quels défis ? Quels remèdes ?*, Belin, coll. « Bibliothèque scientifique », 2007.
- L. Boyer, *Feu et flammes*, Belin, coll. « Bibliothèque scientifique », 2006.

Corrigés des exercices

9. a. Lorsqu'il brûle dans l'air, le carbone est incandescent. La combustion est plus vive dans le dioxygène. Le carbone ne brûle pas dans le dioxyde de carbone.

b. L'air est composé de 80 % de diazote et de 20 % de dioxygène.

c. D'après les photos, on déduit que le gaz nécessaire aux combustions est le dioxygène.

10. a. Pour identifier le dioxyde de carbone, on utilise de l'eau de chaux.

b. En présence de dioxyde de carbone, l'eau de chaux se trouble : on observe un précipité blanc.

c. Le dioxyde de carbone est formé lors de la combustion du carbone.

11. 1. Carbone. **2.** Dioxygène. **3.** Dioxyde de carbone.

12. a. Pour identifier l'eau, on utilise du sulfate de cuivre anhydre.

b. En présence d'eau, le sulfate de cuivre anhydre devient bleu.

13. a. Lors de la combustion du méthane, il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

b. On identifie le dioxyde de carbone avec de l'eau de chaux.

14. Le butane réagit avec le dioxygène pour donner du dioxyde de carbone et de l'eau.

15. À toi de rédiger

a. Le gaz de l'air essentiel aux combustions est le dioxygène.

b. Lors de la combustion du butane, il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

c. L'eau de chaux permet d'identifier le dioxyde de carbone. On observe un précipité blanc lorsque le dioxyde de carbone est en contact avec l'eau de chaux.

16. a. Lors d'une combustion, des réactifs sont consommés.

b. Lors d'une combustion, des produits sont formés.

17. a. Lors de la combustion du carbone, le carbone est le combustible.

b. Lors d'une combustion, le dioxygène est le comburant.

18. a. Le combustible est le méthane.

b. Le comburant est le dioxygène.

19. a. C'est la chaleur.

b. C'est l'énergie lumineuse.

20. Une combustion incomplète est dangereuse, car il se forme un gaz toxique qui est du monoxyde de carbone.

21. a. Phrase correcte.

b. Lors d'une combustion incomplète, on observe des fumées noires de carbone.

22. Si la quantité de dioxygène est insuffisante, la combustion est incomplète et il se forme du monoxyde de carbone, gaz toxique. En aérant les pièces, on apporte du dioxygène présent dans l'air.

23. 1. Incomplète.

2. Explosive.

3. Combustible.

4. Réactif.

5. Produit.

6. Combustion.

7. Précipité.

8. Comburant.

24. a. Une combustion est incomplète lorsqu'il n'y a pas assez de dioxygène.

b. La combustion est incomplète pour le premier briquet, car la flamme est jaune.

25. a. De haut en bas : Dioxygène. Carbone (fusain).

b. Les réactifs de cette combustion sont le carbone et le dioxygène.

c. Le produit est le dioxyde de carbone.

d. carbone + dioxygène → dioxyde de carbone.

26. Lors de la combustion du méthane, on forme de l'eau, car le sulfate de cuivre anhydre devient bleu en sa présence.

27. a. Les produits de cette réaction sont le dioxyde de carbone et l'eau.

b. Les réactifs de cette réaction sont le méthane et le dioxygène.

c. Le combustible est le méthane, le comburant est le dioxygène.

28. 1. C. 2. B. 3. A.

29. a. En présence de dioxyde de carbone, l'eau de chaux se trouble.

b. On obtient de la chaleur et de la lumière. Mais c'est surtout la chaleur qui est utilisée pour la fondue.

30. a. Le volume d'air présent initialement dans le flacon diminue, donc du gaz a été consommé.

b. C'est le dioxygène.

31. Les deux personnages ont raison, mais ils n'utilisent pas le même vocabulaire. En effet, le dioxygène est un réactif,

car il est consommé. Mais c'est aussi un comburant, car c'est lui qui permet la combustion.

32. a. Le sulfate de cuivre anhydre qui devient bleu indique la présence d'eau.

b. L'eau de chaux permet d'identifier le dioxyde de carbone : on observe un précipité blanc lorsque le dioxyde de carbone est en contact avec l'eau de chaux..

c. Éviter de rouler en voiture ; utiliser les transports en commun ; construire des véhicules qui produisent moins de CO_2 , etc.

33. a. Le sulfate de cuivre anhydre permet de mettre en évidence la présence d'eau.

b. L'eau de chaux permet de mettre en évidence la présence de dioxyde de carbone.

c. Lors de la combustion du méthane, il se forme de l'eau (le sulfate de cuivre anhydre doit bleuir) et du dioxyde de carbone (un précipité doit se former dans l'eau de chaux)

34. a. Les réactifs sont le méthane et le dioxygène.

b. Les produits de la combustion complète sont le dioxyde de carbone et l'eau.

c. Pas d'erreur.

d. Les fumées noires sont composées de carbone.

35. a. L'inspecteur Dupont pense au monoxyde de carbone.

b. Il faut aérer, éviter de boucher les aérations, faire vérifier sa chaudière régulièrement.

36. Feuilles de papier, bûche de bois, bidon d'essence : combustible.

Dioxygène de l'air : comburant.

37. a. Un combustible est un corps qui peut brûler. Le papier est un combustible.

b. Un comburant est un corps qui permet une combustion. Le dioxygène est un comburant.

c. On supprime le comburant.

d. On supprime la source de chaleur.

La chimie au quotidien

Sécurité. Attention aux fuites de gaz !

a. Le principal danger des fuites de gaz est l'explosion.

b. Il y a risque d'explosion si la proportion de gaz présent dans l'air est comprise entre 5 % et 15 % en volume.

c. Les tuyaux souples deviennent poreux en vieillissant : il est donc nécessaire de les changer régulièrement. Une date de péremption est inscrite dessus pour permettre au consommateur de se repérer.

d. En cas de fuite de gaz, une étincelle peut déclencher l'explosion : faire fonctionner son téléphone portable est donc dangereux.

Histoire des sciences. Air vital ?

1. Au xviii^{e} siècle, le dioxygène était désigné par de nombreux noms. Parmi eux, il y a « air vital » ou « air déphlogistiqué ».

2. Les mêmes substances portaient des noms différents, ce qui rendait les comparaisons difficiles.

3. L'équation telle qu'elle aurait pu être écrite au xviii^{e} siècle :
charbon pur + air vital $\rightarrow$ air fixe.

Aujourd'hui, on écrirait :

carbone + dioxygène $\rightarrow$ dioxyde de carbone.

Objectif B2i. Incendie : comment prévenir et comment agir ?

1. Voici les réponses du test : 1 : faux ; 2 : vrai ; 3 : faux ; 4 : vrai ; 5 : vrai ; 6 : faux ; 7 : faux ; 8 : faux ; 9 : vrai ; 10 : vrai.

2. Lors d'une combustion incomplète, il se forme du monoxyde de carbone.

3. L'affiche doit présenter les causes possibles d'incendie dans une maison. Les élèves peuvent choisir de présenter un exemple ou proposer différentes situations en les explicitant (la mauvaise utilisation d'un appareil ménager, comme le fer à repasser ; le danger des bougies laissées sans surveillance ; le danger que représente un trop grand nombre d'appareils branchés sur une même prise).

Un objet. Le briquet à gaz

a. Par frottement sur la molette dentée, la pierre produit une étincelle.

b. Le butane est à l'état liquide.

c. C'est le dioxygène de l'air qui intervient dans la combustion du butane.

d. Pour montrer que la combustion produit de l'eau, on peut utiliser le test au sulfate de cuivre anhydre (blanc), qui devient bleu en présence d'eau.

4

Les atomes et la transformation chimique

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
LES ATOMES POUR COMPRENDRE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE		
Lors d'une combustion, des réactifs disparaissent et des produits apparaissent : une combustion est une transformation chimique. Lors des combustions, la disparition de tout ou partie des réactifs et la formation de produits correspondent à un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules.	Exprimer par une phrase le passage des réactifs au(x) produit(s). Proposer une représentation adaptée (modèles moléculaires).	Activité 1 p. 66. Que se passe-t-il au niveau des molécules lors d'une combustion ?
Les atomes sont représentés par des symboles, les molécules par des formules (O_2 , H_2O , CO_2 , C_4H_{10} et/ou CH_4).	Communiquer à l'aide du langage scientifique. Utiliser une représentation adaptée : coder, décoder pour écrire les formules chimiques.	Activité 2 p. 67. Comment sont représentés les atomes et les molécules ?
L'équation de la réaction précise le sens de la transformation. Les atomes présents dans les produits (formés) sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs.	Utiliser une représentation adaptée : coder, décoder pour écrire les équations de réaction. Présenter et expliquer l'enchaînement des étapes pour ajuster une équation chimique.	Activité 3 p. 68. Comment écrire une transformation chimique ?
La masse totale est conservée au cours d'une transformation chimique.	Participer à la conception d'un protocole ou le mettre en œuvre. Valider ou invalider une hypothèse.	Activité 4 p. 69. Comment varie la masse totale au cours d'une transformation chimique ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre s'appuie sur les combustions, vues au chapitre précédent, pour étudier les transformations chimiques et leur interprétation atomique.

Dans l'**activité 1**, à la manière d'un jeu de construction, l'élève « détruit » des maquettes de réactifs et « construit » des maquettes des produits ; il comprend alors facilement que les molécules sont constituées d'atomes et qu'une transformation chimique consiste en une réorganisation des atomes des réactifs pour former les produits. Les modèles compacts sont préférés aux modèles dits « éclatés », moins fidèles aux structures moléculaires réelles.

L'**activité 2** explique comment représenter les atomes et les molécules à l'aide de symboles et de formules, puis l'**activité 3** donne une méthode pour écrire une équation

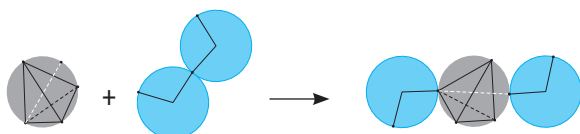
de réaction qui précise le sens d'une transformation chimique et traduit la conservation des atomes.

Enfin, l'**activité 4** est un réinvestissement des activités précédentes : si les atomes se conservent au cours d'une transformation chimique, alors la masse totale est conservée. Nous avons choisi d'étudier la combustion du carbone en milieu fermé plutôt que l'expérience classique de l'attaque de la craie par l'acide chlorhydrique, qui n'a pas de rapport avec les combustions étudiées dans ce chapitre et au chapitre précédent. De plus, cette expérience de combustion en milieu fermé permet un enseignement « spiralé » : combustion du carbone dans le dioxygène, besoin d'une source d'énergie pour amorcer la combustion (le dioxygène pur), représentations moléculaires des réactifs et des produits, test à l'eau de chaux...

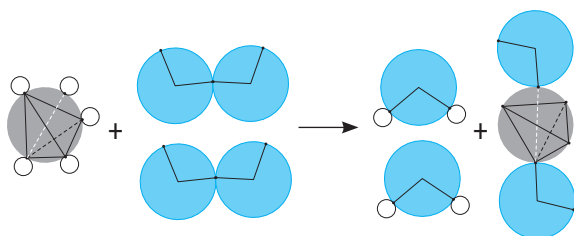
Quelques conseils pratiques

Activité 1

- Matériel : 1 jeu de maquettes de molécules : 2 maquettes de molécules de dioxygène ; 1 maquette de molécules de dioxyde de carbone ; 1 maquette de molécules d'eau.
- Avec les maquettes classiques, les maquettes des atomes des réactifs ne sont pas les mêmes que ceux des produits, ce qui est gênant pédagogiquement. La société Pierron Éducation propose des maquettes de molécules permettant de passer des réactifs aux produits sans changer de maquettes d'atomes. L'assemblage de maquettes d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène se fait magnétiquement, sans avoir besoin des traditionnels bâtonnets. Les aimants sont orientés et disposés de façon à ce que les maquettes des atomes de carbone et d'oxygène permettent des liaisons tétraédriques ou linéaires.
- La combustion du carbone :



- La combustion du méthane :



- Avec 4 jeux de maquettes, on peut modéliser la combustion du butane :



- En posant des modèles moléculaires des réactifs sur une balance, on peut expliquer la conservation de la masse lors d'une transformation chimique.

 **Vidéo Pierron Éducation :**

- *Modèles moléculaires.*

Activité 4

- Matériel : 1 kit Pierron pour l'étude de la combustion du carbone en milieu fermé ; du dioxygène pur ; 1 balance (portée 400 g et précision 0,1 g) ; 1 alimentation 12 V-5 A alternative ; 2 fils de connexion.
- Voici une expérience permettant de montrer la conservation de la masse lors de la combustion du carbone. Un morceau de fusain est placé dans un ballon fermé et étanche, rempli de dioxygène pur. L'amorçage de la combustion se fait par court-circuit d'un fil résistif enroulé autour du fusain. Il faut arrêter le court-circuit quand la combustion du fusain démarre : cela évite d'abîmer le fil résistif. Il se peut que l'augmentation de pression due à la formation de dioxyde de carbone fasse « sauter » le bouchon, mais il sera retenu par les fils de connexion. On peut également introduire de l'eau de chaux au départ dans le ballon, qui fixera alors le gaz carbonique, évitant une trop grande surpression.
- Faute de dioxygène en bouteille, il est possible de le fabriquer au laboratoire par réaction de l'eau oxygénée sur le permanganate de potassium acidifié.

 **Vidéo Pierron Éducation :**

- *Réaction du carbonate de calcium avec l'acide chlorhydrique.*

Bibliographie pour le professeur

- I. Nechaev et G.W. Jenkins, *Le roman des éléments*, Belin, coll. «Regards», 2005.

Corrigés des exercices

9. Une molécule est composée d'atomes.

10. Modèle 1 : 1 atome de carbone, 4 atomes d'hydrogène.

Modèle 2 : 2 atomes d'oxygène.

Modèle 3 : 1 atome de carbone, 2 atomes d'oxygène.

Modèle 4 : 1 atome d'oxygène, 2 atomes d'hydrogène.

11. Modèle 1 : méthane.

Modèle 2 : dioxygène.

Modèle 3 : dioxyde de carbone.

Modèle 4 : eau.

12. Les transformations chimiques sont le « feu de bois dans une cheminée » et « une bougie allumée ».

L'évaporation de l'eau est un changement d'état physique ; le sirop de menthe dans un verre d'eau est une dissolution.

13. La formule du dioxygène est O_2 (réponse c). Le symbole de l'atome d'oxygène est O (réponse a).

14. À toi de rédiger

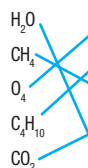
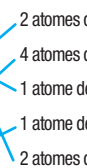
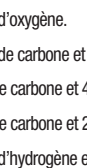
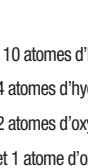
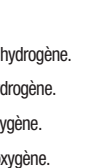
a. La formule de la molécule d'eau est H_2O .

b. La molécule d'eau est composée de 2 atomes d'hydrogène et de 1 atome d'oxygène.

15. a. La molécule de butane est composée de 4 atomes de carbone et de 10 atomes d'hydrogène.

b. La formule du butane est C_4H_{10} .

16.

 2 atomes d'hydrogène.
 4 atomes de carbone et 10 atomes d'hydrogène.
 1 atome de carbone et 4 atomes d'hydrogène.
 1 atome de carbone et 2 atomes d'oxygène.
 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène.

17. La formule du dioxyde de carbone est CO_2 .

18. a. C'est la molécule d'eau.

b. C'est la molécule de dioxyde de carbone.

19. Lors de cette combustion, les atomes des molécules de méthane et de *dioxygène* se *réarrangent*. Ils forment de nouvelles *molécules*: le dioxyde de carbone et l'*eau*.

20. a. La flèche signifie « donne ». Elle indique le sens de la transformation chimique (des réactifs vers les produits).

b. Il y a 1 atome de carbone avant et après la flèche, 4 atomes d'oxygène avant et après la flèche, 4 atomes d'hydrogène avant et après la flèche.

c. $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

d. Il s'agit de la combustion du méthane.

21. a. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

b. $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

22. a. *Faux*: la masse se mesure avec une balance.

b. *Faux*: au cours d'une transformation chimique, la masse des produits formés est égale à celle des réactifs consommés.

23. Lors d'une transformation chimique, la masse totale est conservée, car les atomes sont conservés.

24. a. La masse ne varie pas au cours de la transformation chimique.

b. La masse se conserve, car il y a conservation des atomes.

25. 1. Transformation.

2. Molécule.

3. Atomes.

4. Symbole.

5. Équation.

6. Formule.

26.

Atomes	Molécules
C	CH_4 ; H_2O ;
O	O_2 ; CO_2

27. a. Boule rouge : atome d'oxygène. Boule verte : atome d'azote.

b. La formule du dioxygène est O_2 , celle du diazote est N_2 .

28. La molécule d'aspirine est composée de 9 atomes de carbone, 8 atomes d'hydrogène et 4 atomes d'oxygène.

29. a. L'acide éthanoïque est composé de 2 atomes de carbone, 4 atomes d'hydrogène et 2 atomes d'oxygène.

b. La formule de l'acide éthanoïque est $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

30. a. Il y a 1 atome de carbone avant et après la transformation, et 2 atomes d'oxygène avant et après la transformation.

b. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

c. L'équation de réaction est ajustée, car il y a autant d'atomes de chaque sorte avant et après la transformation.

31. a et b. La combustion du méthane dans le dioxygène produit du **dioxyde de carbone** et de l'**eau**.

c. $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

32. a. On observe une effervescence et la disparition partielle des coquilles d'œuf : une transformation chimique a eu lieu.

b. Les atomes des molécules de réactifs ne disparaissent pas. Ils se réarrangent pour former les molécules de produits.

33. a. La formule du glucose est $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

b. Le glucose est composé de 6 atomes de carbone, 12 atomes d'hydrogène et 6 atomes d'oxygène.

34. a. Il y a autant d'atomes de carbone avant et après la transformation, autant d'atomes d'hydrogène avant et après la transformation, autant d'atomes d'oxygène avant et après la transformation.

b. $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$.

35. a. La craie est un réactif, car elle est consommée.

b. La masse a varié, car la bouteille n'est pas fermée, donc le dioxyde de carbone s'est échappé (il n'a pas été pesé).

36. a. La masse est plus faible, car au cours de cette transformation chimique, il s'est formé un gaz.

b. Le résultat dépend de la bougie utilisée.

37. a. Le méthane (CH_4) et le butane (C_4H_{10}) sont des hydrocarbures.

b. $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$.

38. a. $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$.

b. La masse de butane est inférieure à la masse des produits formés, car d'après la conservation de la masse au cours d'une transformation chimique, c'est la masse des produits qui est égale à la masse des réactifs (butane et dioxygène).

39. a. Le gaz produit est le dioxyde de carbone.

b. Masse du diamant :

$$m_{\text{diamant}} = 507,5 \times 0,2 = 101,5 \text{ g.}$$

D'après la conservation de la masse, on a :

$$m_{\text{CO}_2} = m_{\text{O}_2} + m_{\text{diamant}} ;$$

$$m_{\text{CO}_2} = 270,7 + 101,5 = 372,2 \text{ g.}$$

40. a. Lavoisier était un chimiste français qui a vécu à la période de la Révolution française. Il est le père de la chimie moderne.

b. $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

Cette phrase explique la conservation des atomes au cours d'une transformation chimique. Les atomes des molécules des réactifs se réarrangent et des molécules de produits se forment.

41. La masse n'est pas la même, car un réactif, le dioxygène de l'air, n'a pas été pris en compte dans la mesure de la masse avant la réaction.

La chimie au quotidien

Un défi. Atomes

- a. La formule chimique d'une molécule d'eau est H_2O .
- b. L'eau qui se forme contient des atomes d'hydrogène. Comme les atomes sont conservés lors d'une transformation chimique, on en déduit que la bougie contient des atomes d'hydrogène.

Vie quotidienne. Cuisine et chimie

- a. Le domaine de recherche se nomme « gastronomie moléculaire ».
- b. Le nom de la molécule qui constitue le sucre de table est le saccharose. Il y a 12 atomes de carbone dans cette molécule.
- c. Lorsque l'on réalise un caramel, on effectue une transformation chimique.
- d. Lors de la transformation chimique, les atomes des molécules de saccharose se réarrangent et de nouvelles molécules sont formées.

Remarques :

Les cours de gastronomie moléculaire d'Hervé This constituent une documentation très précieuse où l'on trouvera d'utiles compléments. Voir en particulier le tome 1 : *Science, technologie et technique culinaire Quelles relations ?*, Belin, 2009.

On peut aussi consulter sur le site suivant : www.marmiton.org/Magazine/Dossiers-Marmiton_cuisine-moleculaire_7.aspx, une interview d'Hervé This qui permet d'engager un débat en classe.

Objectif B2i. Symboles, formules et modélisations

- a. La couleur utilisée pour représenter un atome d'azote est le bleu.
- b. La formule du dioxyde de soufre est SO_2 .

Un objet. Une étiquette utile

- a. Lors du fonctionnement d'un moteur à essence, il y a combustion d'un hydrocarbure. Cet hydrocarbure contient des atomes de carbone : sa combustion produit donc du dioxyde de carbone. Cet hydrocarbure contient aussi des atomes d'hydrogène : il y a donc aussi production d'eau lors de la combustion de l'hydrocarbure.
- b. Il y a 7 couleurs différentes. Ces couleurs permettent de visualiser les quantités de CO_2 émis.
- c. En 1995, la moyenne des émissions des véhicules particuliers neufs était de 186 g de CO_2 /km, ce qui correspond à la catégorie E (entre 161 et 200 g de CO_2 /km). En 2006 : catégorie D (entre 141 et 160 g de CO_2 /km). En 2012, il faudra atteindre la catégorie B (entre 101 et 120 g de CO_2 /km).

Ressource :

Cette thématique est importante dans le cadre de l'éducation à l'environnement durable. On trouvera des renseignements complémentaires sur le site :

www.ecocitoyens.ademe.fr/mes-deplacements/adopter-leco-conduite/a-savoir

5

L'intensité du courant électrique

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
INTENSITÉ ET TENSION, DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE : quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?		
L'intensité d'un courant électrique se mesure avec un ampèremètre branché en série. Unité d'intensité : l'ampère. Symbole normalisé de l'ampèremètre.	Suivre un protocole donné (utiliser un appareil de mesure). Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Associer les unités aux grandeurs correspondantes. Faire un schéma, en respectant des conventions.	Activité 1 p. 84. Comment mesurer l'intensité du courant électrique ?
L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit en série. Loi d'additivité de l'intensité dans un circuit comportant une dérivation. <i>Notion de branche et de nœud.</i>	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Mettre en œuvre un protocole expérimental. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).	Activité 2 p. 85. Quelle est la loi de l'intensité du courant dans un circuit en série ? Activité 3 p. 86. Quelle est la loi de l'intensité dans un circuit comportant une dérivation ?
L'intensité du courant dans un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles.	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Confronter le résultat au résultat attendu. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Mettre en œuvre un raisonnement.	Activité 4 p. 87. L'intensité du courant dans un circuit série dépend-elle de l'ordre des dipôles ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre a pour objet d'introduire certaines lois du courant continu à partir de mesures d'intensité de courants électriques réalisées par les élèves. Il prolonge l'approche qualitative des circuits vue à l'école primaire et en classe de 5^e.

Pour éviter la confusion entre intensité et tension, ce chapitre est consacré uniquement à l'intensité et ses lois. Pour les différentes expériences, nous utilisons toujours les mêmes dipôles : une « résistance » et une lampe,

branchées soit en série, soit en dérivation. Avec deux lampes identiques, l'intensité est la même pour les deux lampes : ce cas serait trop particulier. Avec deux lampes différentes, nous anticiperions sur la notion d'adaptation, traitée au chapitre 7.

L'activité 1 donne la méthode pour mesurer l'intensité du courant, méthode qui sera mise à profit pour découvrir les lois de l'intensité : unicité, additivité et influence de l'ordre des dipôles dans un circuit série.

Quelques conseils pratiques

Activité 1

- Matériel : 1 générateur réglé sur 6 V ; 1 lampe 6 V-100 mA ; 1 multimètre ; 3 fils de connexion.
- Le professeur peut montrer l'influence de l'intensité du courant sur l'éclairement de la lampe en changeant le réglage du générateur.

Vidéo Pierron Éducation :

- Mesure d'une intensité.

Activités 2 et 3

- Matériel : 1 générateur réglé sur 6 V ; 1 lampe 6 V-100 mA sur support ; 1 « résistance » 39 Ω -2 W sur support ; 3 multimètres ; 7 fils de connexion.
- Si le nombre de multimètres est insuffisant dans la classe, l'expérience peut se faire avec un seul multimètre à déplacer trois fois, mais le circuit est alors « perturbé » et les lois de

l'intensité peuvent être difficiles à montrer, surtout si les calibres utilisés sont les plus précis.

Vidéo Pierron Éducation :

- Lois sur l'intensité.

Activité 4

- Matériel : le même que pour l'activité 2, mais avec un seul multimètre.

Vidéo Pierron Éducation :

- Changement d'ordre des éléments.

Bibliographie pour le professeur

- G. Borvon, *Histoire de l'électricité. De l'ambre à l'électron*, Vuibert, coll. « Va savoir », 2009.

Corrigés des exercices

9. L'intensité du courant se mesure avec un *ampèremètre* branché en *série*. L'unité de l'intensité est l'*ampère*, de symbole A.

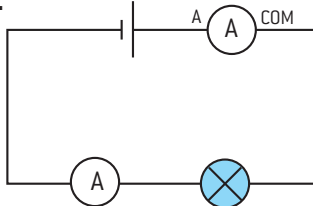
10. L'ampèremètre est branché correctement dans le montage A (en série dans le circuit).

11. a. 2 000 mA.

b. Le calibre plus adapté est 200 mA, directement supérieur à la valeur mesurée.

c. Le calibre interdit est 20 mA, inférieur à la valeur mesurée.

12.



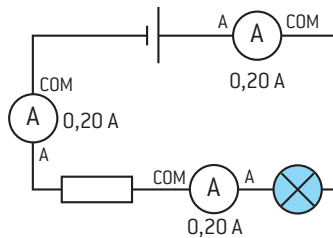
13. L'intensité du courant d'un circuit série est la même en tout point.

14. À toi de rédiger

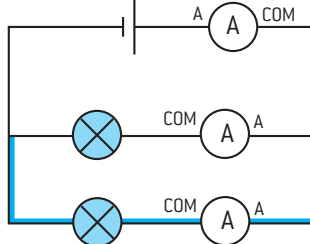
a. Le calibre choisi par Léa est le mieux adapté, car il est immédiatement supérieur à l'intensité mesurée.

b. L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit série, donc la valeur de l'intensité du courant dans le moteur est celle indiquée par l'ampèremètre, c'est-à-dire 152,8 mA.

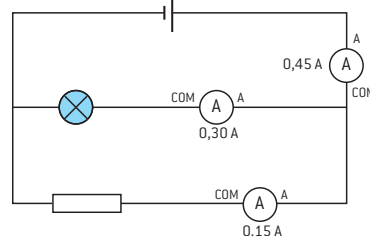
15. a et b.



16.



17. a et b.



18. a. Faux.

b. Faux.

19. a. Les montages A et B sont équivalents : les deux conviennent.

b. L'intensité du courant dans un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles.

20. 1. Ampère.

2. Intensité.

3. Dérivées.

4. Ampèremètre.

5. Nœud.

6. Principale.

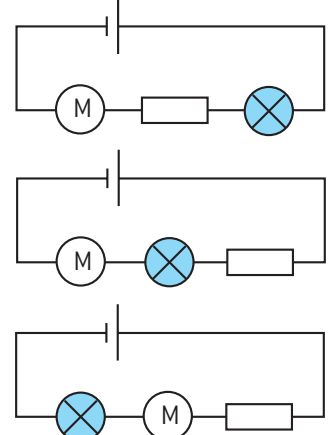
7. Série.

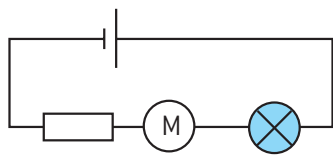
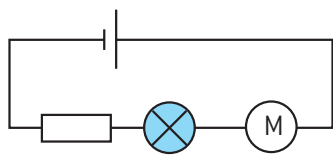
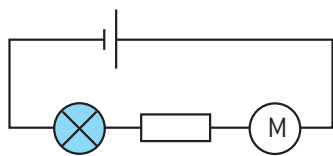
21. a. C'est un circuit série.

b. Oui, d'après la loi sur l'intensité dans un circuit série.

c. On peut connaître la salinité d'une eau de mer à partir de la mesure de l'intensité du courant.

22. a.





b. On peut écrire 6 combinaisons : ABCD ; ABDC ; ACBD ; ACDB ; AD BC ; ADCB.

23. a. Oui.

b. Loi sur l'intensité dans un circuit série.

24. a. $1 \text{ kA} = 1\,000 \text{ A}$;

$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$.

b. $180 \text{ mA} = 0,180 \text{ A}$;

$30 \text{ kA} = 30\,000 \text{ A}$;

$0,008\,7 \text{ kA} = 8,7 \text{ A}$;

$910 \text{ mA} = 0,910 \text{ A}$;

$0,12 \text{ mA} = 0,000\,12 \text{ A}$; 600 A .

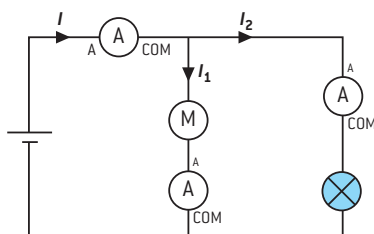
c. $0,000\,12 \text{ A}$ (calculatrice) $< 0,180 \text{ A}$ (lampe de poche) $< 0,910 \text{ A}$ (téléviseur LCD) $< 8,7 \text{ A}$ (sèche-cheveux) $< 600 \text{ A}$ moteur de TGV $< 30\,000 \text{ A}$ (foudre).

25. a. Circuit comportant une dérivation.

b. $I = I_1 + I_2$ d'où $I_2 = I - I_1$;

$I_2 = 740 - 230 = 510 \text{ mA}$.

c.



26. a. Le calibre 20 mA n'est pas adapté (trop faible).

b. A : $I = 0,10 \text{ A}$;

B : $I = 103 \text{ mA}$;

C : $I = 103,1 \text{ mA}$.

c. Le calibre 200 mA est le plus précis (immédiatement supérieur à la valeur mesurée).

27. a. Il s'agit d'un circuit comportant une dérivation.

b. On peut utiliser la loi de l'intensité dans un circuit comportant une dérivation.

c. $I = I_1 + I_2$, d'où $I_2 = I - I_1$;

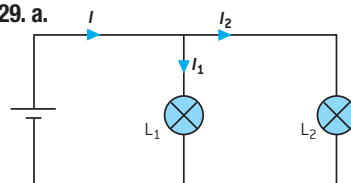
$I_2 = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ A}$.

28. a. Cæsted était un physicien et chimiste danois, Ampère un physicien et mathématicien français.

b. Le rapporteur sert à mesurer l'angle de déviation de l'aiguille.

c. Il faut graduer le rapporteur en ampère.

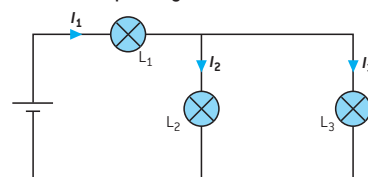
29. a.



b. $I = I_1 + I_2$.

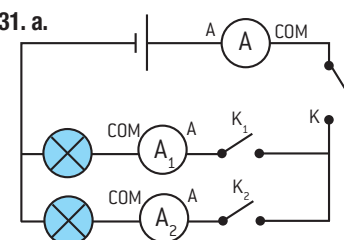
c. L'intensité augmente. Il existe un risque de surchauffe et donc d'incendie.

30. a. et b. La branche principale contient le générateur, les branches dérivées ne contiennent pas le générateur.



c. $I = 280 \text{ mA}$; $I_2 = I_3 = 140 \text{ mA}$.

31. a.



b. Si seul K_1 est ouvert, A et A_2 indiquent 300 mA et A_1 indique 0 mA .

c. Tous les ampèremètres indiquent 0 mA si seul K est fermé.

La physique au quotidien

Un défi. Vérifier l'exactitude d'un appareil

Puisque les appareils sont branchés en série, ils sont parcourus par le même courant. Les valeurs affichées sont 101,5 mA, 101,2 mA, 101,0 mA, 101,3 mA, 301,6 mA. Quatre valeurs sont proches. Le cinquième appareil affiche une valeur aberrante, il est donc défectueux.

Remarques :

Ce document permet de faire travailler le thème de convergence : « importance du mode de pensée statistique ». Le professeur dispose d'un document qui permet de montrer que faire des mesures est une question de précision.

On trouvera des indications complémentaires et des points de repères dans le rapport publié par l'Inspection Générale. Ce rapport est consultable et téléchargeable sur le site : <http://spcfa.ac-creteil.fr/spip.php?article296>

Santé. Un objet pour sauver des vies

a. Le cœur met en mouvement le sang (définition la plus proche de celle donnée dans le programme de SVT de 5^e : le cœur y est défini comme « un muscle creux fonctionnant de façon rythmique »).

b. 30 mA.

c. La fibrillation se produit lorsque les fibres du muscle cardiaque se contractent de façon désordonnée.

d. DEA signifie défibrillateur entièrement automatique.

Remarque :

Il faut, sur ce sujet, être très vigilant dans la documentation. Les sigles ne signifient pas la même chose dans les différents pays. Consulter le site de la Croix rouge indiqué dans le livre de l'élève.

Objectif B2i. Les nanomatériaux

a. Les nanomatériaux sont constitués de particules à l'échelle nanométrique.

b. L'intensité du courant.

c. Les indices relevés, on attend que l'élève trouve que le microscope à effet tunnel permet de faire une cartographie de la surface d'un matériau, atome par atome. Pour cela, une tension d'environ 1 V est appliquée entre la surface à étudier et la pointe du microscope. Une pointe piézoélectrique se déplace à la surface du matériau et crée un courant qui varie. Enfin, que la variation de courant mesurée est traitée par un logiciel pour donner la cartographie de la surface du matériau.

Remarque :

Un livret téléchargeable à l'adresse Internet suivante permet un complément de documentation utile : www.cea.fr/content/download/4962/32024/.../cea_micro.pdf

Histoire des sciences. La mythologie source d'inspiration

a. La mythologie grecque.

b. Un schéma où l'on voit nettement le cadre entouré de fils de cuivre et l'aiguille aimantée à l'intérieur du cadre.

c. L'ampèremètre.

Remarque :

Le site Internet suivant propose un parcours pédagogique qui permet de comprendre l'histoire de la mesure du courant. Il contient une vidéo qui présente le multiplicateur : www.ampere.cnrs.fr/parcourspedagogique/zoom/courant/inventions/index.php

La tension électrique

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
INTENSITÉ ET TENSION, DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE : quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?		
La tension électrique aux bornes d'un dipôle se mesure avec un voltmètre branché en dérivation à ses bornes. Unité de tension : le volt. Symbole normalisé du voltmètre. <i>Notion de branche et de nœud.</i> Une tension peut exister entre deux points d'une portion de circuit non parcourue par un courant. <i>Certains dipôles (fil, interrupteur fermé) peuvent être parcourus par un courant sans tension notable entre leurs bornes.</i>	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Confronter le résultat au résultat attendu. Mettre en œuvre un protocole expérimental. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).	Activité 1 p. 100. Comment mesurer une tension électrique ?
La tension est la même aux bornes de deux dipôles en dérivation. <i>Loi d'additivité des tensions dans un circuit série.</i>	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux combustions.	Activité 2 p. 101. Quelle est la loi de la tension pour deux dipôles branchés en dérivation ? Activité 3 p. 102. Quelle est la loi de la tension dans un circuit série ?
<i>La tension aux bornes de chaque dipôle d'un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles.</i>	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Confronter le résultat au résultat attendu. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Mettre en œuvre un raisonnement.	Activité 4 p. 103. Les tensions aux bornes des dipôles d'un circuit série dépendent-elles de l'ordre de ces dipôles ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre a pour objet d'introduire certaines lois du courant continu à partir de mesures de tensions réalisées par les élèves. Pour les lois de la tension, nous utilisons une « résistance » et une lampe branchées soit en série, soit en dérivation. Avec deux lampes identiques, les tensions sont les mêmes pour chaque lampe : ce cas serait trop particulier. Avec deux lampes différentes, nous anticiperions sur la notion d'adaptation traitée au chapitre suivant.

L'activité 1 donne la méthode pour mesurer une tension, méthode qui sera mise à profit pour découvrir les lois de la tension : unicité, additivité et influence de l'ordre des dipôles dans un circuit série. De plus, on amène l'élève à distinguer la tension électrique de l'intensité du courant, deux grandeurs que l'on peut opposer dans certains cas : quand U est nulle et I non nulle (interrupteur fermé), quand I est nulle et U non nulle (interrupteur ouvert, pile en circuit ouvert).

Quelques conseils pratiques

Activité 1

- Matériel : 1 pile plate 4,5 V ; 2 pinces crocodiles ; 1 interrupteur à levier ; 1 lampe 3,5 V-0,3 A ; 1 multimètre ; 5 fils de connexion.
- L'interrupteur à levier est d'une grande pertinence pour distinguer le circuit ouvert du circuit fermé.

Vidéo Pierron Éducation :

- Mesure d'une tension.
- Mesure d'une tension et d'une intensité.

Activité 2 & 3

- Matériel : 1 générateur réglé sur 6 V ; 1 lampe 6 V-100 mA sur support ; 1 «résistance» 39 Ω -2 W sur support ; 3 multimètres ; 8 fils de connexion.

- Si le nombre de multimètres est insuffisant dans la classe, l'expérience peut se faire avec un seul multimètre à déplacer trois fois, mais le circuit est alors « perturbé » et les lois de la tension peuvent être difficiles à montrer, surtout si les calibres utilisés sont les plus précis.

Vidéo Pierron Éducation :

- Lois sur la tension.

Activité 4

- Matériel : le même que pour l'activité 2, mais avec un seul multimètre.

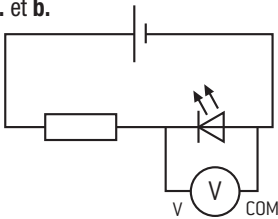
Vidéo Pierron Éducation :

- Changement d'ordre des éléments.

Corrigés des exercices

9. La tension électrique aux bornes d'un dipôle se mesure avec un *voltmètre* branché en *série*. Son unité est le *volt* de symbole V

10. a. et b.

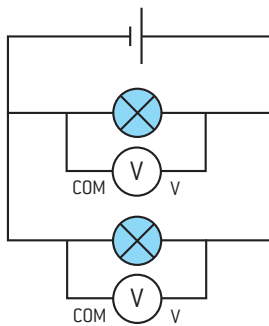


11. a. Calibre 200 V.

b. Calibre 20 V le plus adapté.

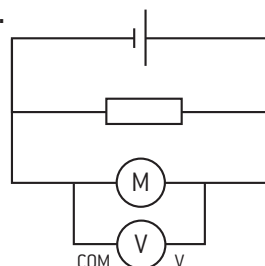
c. Calibre 2 V interdit.

12.



13. Les tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation sont égales.

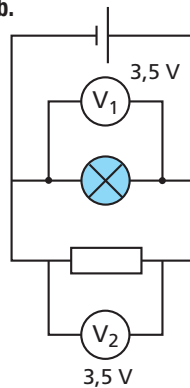
14. a.



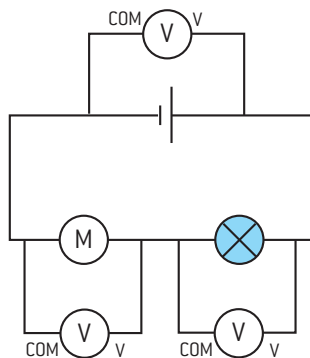
b. Le voltmètre mesure la tension U_M aux bornes du moteur, donc $U_M = 3,57$ V.

La tension est la même aux bornes de deux dipôles branchés en dérivation, donc la tension U_R aux bornes de la «résistance» est la même que celle aux bornes du moteur : $U_R = U_M = 3,57$ V.

15. a. et b.

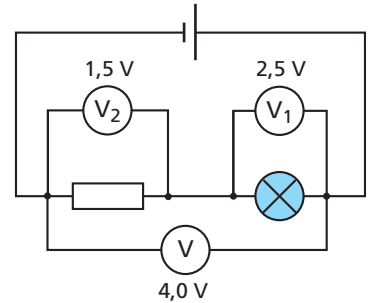


16.



17. La tension aux bornes d'un ensemble de dipôles en série est égale à la somme des tensions aux bornes de chacun des dipôles.

18. a. et b.



19. a. Faux.

b. Vrai.

c. Faux.

20. a. Il s'agit d'un circuit série.

b. L'éclat reste le même.

c. La tension aux bornes de chaque dipôle d'un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles, donc la tension reste la même : l'éclat reste le même.

21. 1. Dérivation.

2. Tension.

4. Volt.

5. Voltmètre.

6. Série.

22. a. Non.

b. Oui : chaque crayon constitue une borne de ce dipôle.

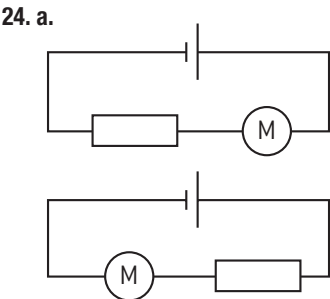
c. La tension aux bornes du dipôle est égale à la tension aux bornes de la pile.

d. Lorsque la tension de la pile augmente, le dégagement gazeux augmente.

23. a. Origine grecque : « kilo », « hecto », « déca ».

Origine latine : « déci », « centi », « milli ».

- b.** Mégalithe : du grec *megas*, grand, et *lithos*, pierre.
 Le préfixe « méga » signifie « grand » ou « un million de ».
- c.** $1\text{ MV} = 1\,000\,000\text{ V}$.
- d.** $100\text{ MV} = 100\,000\,000\text{ V}$; $200\text{ kV} = 200\,000\text{ V}$; $1\,600\text{ mV} = 1,6\text{ V}$; $70\text{ mV} = 0,070\text{ V}$.



- b.** La tension est la même dans les deux cas, car la tension aux bornes des dipôles d'un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles.
- c.** Eliot a raison, car si la tension aux bornes du moteur reste la même, sa vitesse de rotation reste la même.

25. a.

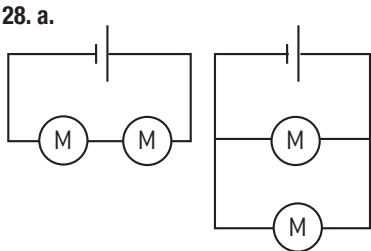
	État de l'interrupteur	Intensité du courant dans le circuit (en A)	Tension aux bornes de l'interrupteur (en V)
A	Ouvert	0	6,0
B	Fermé	0,15	0

- b.** Oui, situation A.
- c.** Oui, interrupteur dans la situation B.

- 26. a.** Valeur la plus précise : $1,539\text{ V}$.
- b.** Valeur la moins précise : $1,5\text{ V}$.
- c.** Différence entre ces deux valeurs : $1,539 - 1,5 = 0,039\text{ V}$.
- d.** Pourcentage : $p = (0,039 / 1,539) \times 100 \approx 2,5\%$.

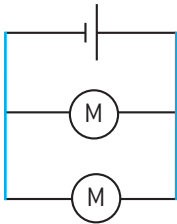
- 27. a.** Réseau de transport et réseau de distribution.
- b.** Tension la plus élevée : $400\,000\text{ V}$.
- c.** $400\,000\text{ V} = 400\text{ kV}$.
- d.** Cette valeur correspond à une ligne Très Haute tension (THT). Ces lignes permettent de limiter les pertes d'énergie.
- f.**

Types de lignes	Très Haute Tension	Haute Tension	Moyenne Tension	Basse Tension
Abréviation	THT	HT	MT	BT
Tensions correspondantes	400 000 V 225 000 V	90 000 V 63 000 V	20 000 V	400 V 230 V



- b.** Dans le deuxième montage, car la tension est la même aux bornes de deux dipôles branchés en dérivation.

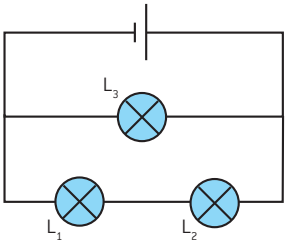
- c.** Il peut faire tourner deux locomotives en même temps sans que leur vitesse diminue.
- d.**



- 29. a.** $1,5\text{ V} + 1,5\text{ V} = 3\text{ V}$.
- b.** 3 V .

- 30. a.** $6,0\text{ V}$, puisque deux dipôles branchés en dérivation possèdent la même tension à leurs bornes.
- b.** $6,0\text{ V}$, pour la même raison.
- c.** $6,0\text{ V}$, la tension aux bornes du générateur restant la même.

- 31. a.** L_1 et L_2 sont branchées en série.
- b.** En dérivation.
- c.**



- d.** $U_3 = U_1 + U_2$ donc $U_3 = 6 + 3 = 9\text{ V}$.

Un objet. L'écran tactile

- a. Beaucoup d'appareils sont aujourd'hui équipés d'écrans tactiles : les GPS, les lecteurs MP3, smartphone, consoles de jeux, etc.
- b. Lorsque l'utilisateur touche l'écran, il crée un contact entre les deux couches conductrices.
- c. Deux mesures de tensions, l'une par rapport à un axe horizontal, l'autre par un axe vertical. Cela permet de calculer les coordonnées du point de contact.

Remarque :

Sur le site suivant, on peut consulter une image qui illustre cet aspect et permet de mieux visualiser : www.presence-pc.com/image/How-AccuTouch-five-wire-resistive-touch-technology-works-Elo-TouchSystems-Tyco-Electronics,0101-157001-4565-0-0-0-jpg-.html

Défi. Question d'incertitude

- a. Non, c'est impossible : une mesure est toujours accompagnée d'erreurs.
- b. Les erreurs peuvent provenir du manipulateur ou de l'appareil de mesure.
- c. La vraie valeur de la tension se situe entre 4,2 V et 5,2 V :
 $4,2 \text{ V} < \text{vraie valeur} < 5,2 \text{ V}$.
- d. Le voltmètre n'est pas endommagé, la valeur de la tension est mesurée à vide, ce qui explique qu'elle puisse être supérieure à 4,5 V.

Remarque :

On trouve des indications complémentaires et des points de repères dans le rapport publié par l'Inspection Générale. Ce rapport est consultable et téléchargeable sur le site : <http://spcfa.ac-creteil.fr/spip.php?article296>

Objectif B2i. Un simulateur pour mesurer des tensions

- a. Les simulateurs permettent d'étudier un phénomène sans danger. Ils peuvent ainsi permettre un entraînement.

- b. Il ne faut pas placer le fil entre D et E, parce qu'on réaliserait alors un court-circuit.

Correction des questions :

- Circuit en série : $U_{AB} = 1,7 \text{ V}$; $U_{AC} = 2,7 \text{ V}$.

Circuit en dérivation : $U_{AC} = 4,4 \text{ V}$; $U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$.

Dans ce circuit en série, la tension mesurée aux bornes de la pile est égale à la somme de la tension mesurée aux bornes de la lampe et à celle mesurée aux bornes de la résistance.

- Circuit en dérivation : $U_{AB} = 4,1 \text{ V}$; $U_{AB} = 4,1 \text{ V}$.

Circuit en dérivation : $U_{PN} = 4,1 \text{ V}$.

Le circuit comporte une dérivation : la tension mesurée aux bornes de la lampe est égale à celle mesurée aux bornes de la résistance ou à celle mesurée aux bornes de la pile.

Une technique. La « pêche électrique »

- a. Les activités humaines peuvent perturber la reproduction sexuée des êtres vivants. L'emploi de produits chimiques peut perturber la reproduction sexuée des êtres vivants ; c'est aussi le cas des aménagements irréfléchis.
- b. La tension est comprise entre 200 et 1 000 V.
- c. Les valeurs des tensions et celles des intensités sont au-dessus des valeurs représentant des seuils de danger.

Remarques :

Voici un extrait du programme de SVT de 4^e :

« La reproduction sexuée permet aux espèces de se maintenir dans un milieu.

Les conditions du milieu influent sur la reproduction sexuée et donc sur le devenir d'une espèce. »

Les herbicides et les insecticides détruisent certaines plantes ou certains insectes. Dans la reproduction sexuée des poissons, les plantes servent souvent d'appui aux œufs des poissons. Le brochet, par exemple, pond ses œufs dans une prairie inondée : les œufs et les alevins sont collés aux végétaux immergés. Faire disparaître ces végétaux, c'est supprimer un maillon de la chaîne.

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
INTENSITÉ ET TENSION, DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE : quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?		
<i>Pour fonctionner normalement une lampe, un moteur, doit avoir à ses bornes une tension proche de sa tension nominale.</i> <i>Surtension et sous-tension.</i>	<i>Observer, recenser des informations : valeurs nominales.</i> <i>Mettre en œuvre un raisonnement, une méthode, un protocole expérimental pour choisir une lampe adaptée au générateur.</i>	Activité 1 p. 116. À quoi correspondent les valeurs de tension et d'intensité inscrites sur un dipôle ? Activité 2 p. 117. Comment choisir une lampe adaptée à un générateur donné ? Activité 3 p. 118. Dans quel cas un appareil électrique est-il en sous-tension ? Activité 4 p. 119. Dans quel cas un appareil électrique est-il en surtension ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre traite de l'adaptation, de la sous-tension et de la surtension. Dans les activités proposées, nous introduisons d'abord (**activité 1**) les notions d'intensité et de tension nominale. Puis les élèves doivent choisir une lampe adaptée à un générateur (**activité 2**) parmi trois lampes, où deux lampes sur trois peuvent convenir, car elles ont la même tension nominale, mais des intensités nominales différentes.

Les activités 3 et 4 introduisent alors les notions de sous-tension et de surtension.

La lampe est un élément électrique très intéressant, car ses valeurs nominales sont indiquées sur le culot par le constructeur. De plus, l'éclat de la lampe permet de se faire une idée de son adaptation dans un circuit.

Il nous a paru important de lier tension et intensité : si la tension aux bornes d'un dipôle est supérieure à sa tension nominale, alors l'intensité du courant dans ce dipôle est supérieure à son intensité nominale.

Enfin, ce chapitre est l'occasion de réinvestir les lois de l'intensité et de la tension vues sous l'angle de l'adaptation.

Quelques conseils pratiques

Activités 2, 3 et 4

- Matériel : 1 générateur réglable (3-4,5-6-7,5-9-12) V ; 1 lot de 3 lampes (3,5 V-0,3 A ; 6 V-0,3 A ; 6 V-100 mA) ; 1 fil rouge de connexion ; 1 fil noir de connexion.

- Ces activités peuvent être prolongées en effectuant des mesures de tension et d'intensité.

Corrigés des exercices

9. On appelle tension nominale la tension qu'il faut appliquer aux bornes d'un appareil électrique pour qu'il fonctionne correctement.

10. La tension nominale est indiquée par le constructeur : 8,4 V.

11. a. Tension nominale : 12 V.

b. Le générateur doit délivrer une tension proche de la tension nominale de la lampe, soit 12 V.

12. La tension *nominale* d'une lampe est inscrite sur son *culot* : elle correspond à la valeur de la *tension* qui doit être appliquée à ses bornes pour qu'elle fonctionne *normalement*.

13. À toi de rédiger

a. L_1 : 12 V ; L_2 : 6 V.

b. L_1 brille normalement, car la tension à ses bornes est égale à la valeur de sa tension nominale. L_2 brille plus fortement que la normale car la tension à ses bornes est supérieure à sa tension nominale.

14.

Pile de 1,5 V — Lampe (12 V ; 100 mA)
Pile de 4,5 V — Lampe (1,2 V ; 220 mA)
Pile de 12 V — Lampe (3,5 V ; 300 mA)

15 a et b. La tension à ses bornes doit être égale à sa tension nominale, soit 6 V.
c. 100 mA.

16. (4,5 V ; 300 mA), car c'est la valeur nominale la plus proche de 4,5 V.

17. Sou / taon / scions : je suis une « sous-tension ».

18. La tension appliquée est inférieure à la *tension nominale de la lampe*, donc celle-ci est en *sous-tension* : elle *brille plus faiblement que la normale*.

19. Lorsque la tension aux bornes d'une lampe dépasse la valeur de la tension nominale, la lampe brille plus fortement que la normale : on dit qu'elle est en *surtension*.

20. a. La lampe B est en surtension.

b. Son éclat est très intense.

c. Elle risque de « griller ».

21. 1. Sous-tension.

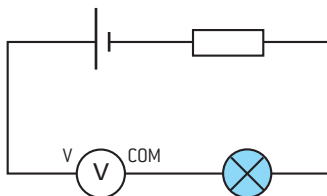
2. Adapté.

3. Surtension.

4. Nominale.

22. a. 6 V (tension délivrée par le générateur) ; 150 mA (intensité mesurée).

b.



c. L'intensité du courant dans la lampe est inférieure à la valeur de son intensité nominale, donc elle brille faiblement.

d. La tension aux bornes de la lampe correspond à une sous-tension.

23. a. Non, car elle brille très faiblement.

b. Les valeurs nominales sont inscrites sur le culot.

24. a. Lampe (6 V – 100 mA) : montage A. Lampe (3 V – 100 mA) : montage B.

b. D'après la loi de la tension dans un circuit comportant une dérivation, la tension aux bornes des lampes est la même qu'aux bornes du générateur.

25. a. Tension nominale : 3,6 V. Intensité nominale : 300 A.

b. Éclat faible : sous-tension.

Éclat fort : surtension.

c. La lampe risque de griller en cas de surtension.

26. a. Plus on ajoute de piles, plus l'éclat augmente.

b. La tension aux bornes augmente.

c. Les tensions des piles s'ajoutent.

d. et e. Dépend de la lampe choisie.

27.

Lampe (A) — (3 V ; 0,2 mA)
Lampe (B) — (6 V ; 50 mA)
Lampe (C) — (9 V ; 0,3 mA)

28. a. Ni l'un, ni l'autre, car la lampe L_1 est allumée ; or il s'agit d'un circuit série. Si L_2 était grillée ou dévissée, L_1 ne brillerait pas.

b. D'après la loi de l'intensité dans un circuit série, l'intensité dans les deux lampes est la même.

c. L'intensité nominale de la lampe L_2 est supérieure à 50 mA, car avec cette intensité, elle ne brille pas.

29. a. Le filament d'une lampe à incandescence classique est constitué de tungstène.

b. La température de fusion du tungstène est 3430 °C.

c. La sublimation est le passage de l'état solide à l'état gazeux.

d. Un filament en surtension se vaporise plus vite et « grille » rapidement.

30. a. Non, les piles sont adaptées.

b. La tension aux bornes de la pile de la fille est inférieure à la tension nominale du moteur.

c. On peut le vérifier en mesurant avec un voltmètre.

31. a. Valeur de l'intensité nominale : 150 mA.

b. Écart le plus important entre l'intensité mesurée et la valeur nominale : 3 mA.

c. Pourcentage de cet écart par rapport à la valeur nominale :

$$p = (3 / 150) \times 100 = 2 \%$$

d. Valeur moyenne de l'intensité mesurée :

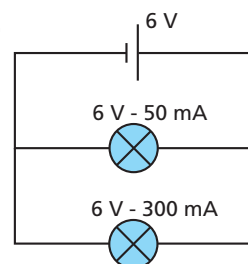
$$v = (148 + 151 + 153 + 149 + 150 + 152) / 6 = 150,5$$

e. Écart entre la valeur moyenne et la valeur nominale : $e = 0,5$.

f. Pourcentage de cet écart par rapport à la valeur nominale :

$$p = (0,5 / 150) \times 100 = 0,66 \%$$

32. a.



b. D'après la loi de la tension dans un circuit en dérivation, la tension aux bornes de chaque lampe est égale à la tension aux bornes du générateur, soit 6 V.

c. Les lampes fonctionnent normalement. L'intensité qui les traverse est égale à leur intensité nominale.

Intensité du courant dans L_1 : 50 mA.

Intensité du courant dans L_2 : 300 mA.

d. Intensité du courant délivrée par le générateur (loi de l'intensité dans un circuit comportant une dérivation) :

$$I = 50 + 300 = 350 \text{ mA}$$

33. a. Lorsqu'elle ne fournit aucun courant, la tension aux bornes de la pile vaut 4,5 V.

b. Lorsqu'elle fournit un courant de 0,3 A, la tension aux bornes de la pile vaut 3,5 V.

c. Oui, la lampe est adaptée.

Histoire des techniques. L'éclairage électrique public

a. Caractéristiques du système de Brush : les lampes sont montées en série, la tension peut être très élevée (elle pouvait atteindre 3 000 V).

Inconvénients : le danger représenté par la haute tension ; toutes les lampes fonctionnent en même temps.

b. Caractéristiques du système d'Edison : les lampes sont montées en dérivation, la tension plus petite 110 à 125 V.

c. Le système d'Edison s'est généralisé.

Remarques :

Ce document permet de combattre une idée reçue : seul le montage en dérivation est possible pour l'éclairage domestique. Au ^{xix}^e siècle, différentes solutions techniques ont coexisté. Les premières lampes vraiment efficaces étaient des lampes à arc. Ces lampes fournissaient une source d'éclairage puissant. Cet éclairage pouvait être utilisé avec efficacité (travaux de nuit, éclairage des phares, chantiers de travaux publics, etc.), mais il nécessitait de hautes tensions. Lorsque sont apparues les lampes à filament (comme celle de Swan, par exemple), la technologie ayant changée, il a fallu trouver un système qui permettait de concilier les deux contraintes : on disposait de générateurs produisant une haute tension et on avait des lampes avec une tension nominale plus faible.

Pour en savoir plus, on peut consulter l'ouvrage de M. Dumas, *Histoire générale des techniques*, Tome 4 : « Les techniques de la civilisation industrielle, énergie et matériaux », PUF, coll. « Quadrige », 1996, p. 436-439, ainsi que Tome 3 : p. 313 et p. 420.

Histoire des arts. L'électricité source d'inspiration

a. Raoul Dufy a peint la *Fée électricité* pour décorer le pavillon de l'électricité de l'Exposition internationale de Paris, en 1937.

b. L'intensité du courant électrique est associée au nom d'Ampère, la tension à celui de Volta.

c. Cette œuvre est aujourd'hui visible au Musée d'Art moderne de Paris.

Remarques :

On trouvera des indications complémentaires et des points de repères pour travailler la thématique de façon interdisciplinaire sur le site : www.raoul-dufy.com

Si le professeur souhaite faire travailler sur un document d'époque, il peut en trouver un exploitable avec les élèves sur le site : <http://cnum.cnam.fr/CGI/gpage.cgi?p1=369&p3=4KY28.132%2F100%2F569%2F0%2F0>

Objectif B2i. La bonne prise ?

Pays visité	Valeur de la tension	Type d'adaptateur
Afrique du Sud	220V-250 V	
Australie	240 V	
Japon	100 V	
Hong-Kong	200 V	
Égypte	220 V	
Italie	220 V-230 V	
Irlande	220 V	

Au Japon, le réveil ne fonctionnera pas.

À Hong-Hong, il peut fonctionner moins bien.

Métier. Technicien en lignes haute tension

a. Il faut faire preuve de prudence, savoir travailler en équipe. Il faut aussi être sportif, savoir communiquer, avoir de bonnes capacités d'adaptation et bien connaître les dangers du courant électrique.

b. Il est appelé « lignard », car il intervient sur les lignes sans couper le courant.

c. Un pylône peut être très haut (plus de 100 m, parfois plus de 300 m).

Remarques :

Ce document peut servir d'amorce pour une approche interdisciplinaire, avec un travail possible pour aider à construire le parcours d'orientation de l'élève, afin d'associer d'une manière originale arts plastiques et physique-chimie. Voir le site :

www.audeladeslignes.com/electric-art-pylones-oeuvres-art-4938

La résistance électrique

Extraits du programme/Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
LA « RÉSISTANCE » : quelle est l'influence d'une « résistance » dans un circuit électrique série ?		
Pour un générateur donné, dans un circuit électrique en série : – l'intensité du courant électrique dépend de la valeur de la « résistance » ; – plus la « résistance » est grande, plus l'intensité du courant électrique est petite. L'ohm (Ω) est l'unité de résistance électrique du SI.	Formuler des hypothèses, proposer et mettre en œuvre un protocole concernant l'influence de la résistance électrique sur la valeur de l'intensité du courant électrique. Suivre un protocole donné (utiliser un multimètre en ohmmètre). Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).	Activité 1 p. 132. Quelle est la résistance électrique d'une « résistance » ? Activité 2 p. 133. Quelle est l'influence d'une « résistance » dans un circuit électrique série ?
LA LOI D'OHM : comment varie l'intensité du courant électrique dans une « résistance » quand on augmente la tension électrique à ses bornes ?		
<i>Énoncé de la loi d'Ohm et relation la traduisant en précisant les unités.</i> <i>Une « résistance » satisfait à la loi d'Ohm ; elle est caractérisée par une grandeur appelée résistance électrique.</i>	Proposer ou suivre un protocole donné pour aborder la loi d'Ohm. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Proposer une représentation adaptée pour montrer la proportionnalité de U et de I (tableau, caractéristique d'une « résistance »...). Exprimer la loi d'Ohm par une phrase correcte. Traduire la loi d'Ohm par une relation mathématique. <i>Calculer, utiliser une formule.</i>	Activité 3 p. 134. Quelle est la relation entre la tension, l'intensité et la résistance électrique pour une « résistance » ?
Le générateur fournit de l'énergie à la « résistance » qui la transfère à l'extérieur sous forme de chaleur (transfert thermique). <i>Sécurité : risque d'échauffement d'un circuit ; coupe-circuit.</i>	Extraire d'un document les informations montrant les applications au quotidien de ce transfert énergétique.	Activité 4 p. 135. Comment protéger un circuit électrique d'un risque d'échauffement ?

Choix pédagogiques

Ce chapitre a pour objet d'introduire la loi d'Ohm à partir du dipôle «résistance», sans oublier son importance dans le domaine énergétique. C'est une illustration de la modélisation d'un comportement physique par une relation mathématique, la relation de proportionnalité. Il faut garder à l'esprit que la «résistance», au sens usuel du laboratoire ou du marchand de composants électroniques, est un objet, caractérisé par une grandeur. Pour éviter le plus possible la confusion, nous appelons l'objet: «résistance».

L'activité 1 montre la méthode pour mesurer une résistance électrique à l'aide de l'ohmmètre.

L'activité 2 montre que si on remplace une «résistance» placée en série avec une lampe par une autre de résistance électrique plus grande, alors l'intensité du courant mesurée dans le circuit est plus petite. Cette observation a déjà été faite en classe de 5^e, mais de façon qualitative en

observant l'éclat de la lampe diminuer. On le rappelle également dans cette activité. De plus, cela peut faire l'objet d'un retour au chapitre précédent traitant de l'adaptation.

L'activité 3 a pour objet d'introduire la loi d'Ohm. Une série de mesures consignées dans un tableau permet de vérifier la proportionnalité entre la tension et l'intensité pour une «résistance». Le coefficient de proportionnalité est la valeur de la résistance électrique, d'où la loi d'Ohm: $U = R \times I$. Cette proportionnalité est également vérifiée graphiquement: la caractéristique est une droite qui passe par l'origine du repère.

L'activité 4 est documentaire et introduit l'effet Joule, inévitable car les conducteurs usuels présentent tous de la résistance électrique. Cet effet, lié à un transfert d'énergie, est utile dans le cas des appareils de chauffage, mais devient problématique dans les circuits électriques en cas de surintensité. Le coupe-circuit est alors présenté.

Quelques conseils pratiques

Activité 1

- Matériel: 1 multimètre; 1 «résistance» 120 Ω -2 W; 2 fils de connexion.

Vidéos Pierron Éducation :

- *Mesure de la valeur d'une résistance.*
- *Résistance de fils de matériaux différents mais de même géométrie.*

Activité 2

- Matériel: 1 générateur réglable: 3 V, 4,5 V, 6 V, 7,5 V, 9 V, 12 V; 1 lampe 6 V-0,1 A; 1 «résistance» 33 Ω -2 W; 1 «résistance» 68 Ω -2 W; 2 fils rouge de connexion; 2 fils noirs de connexion; 1 multimètre.
- Les valeurs des résistances électriques ont été choisies en fonction de la caractéristique de la lampe, afin d'obtenir des éclats sensiblement différents, mais toujours observables lorsque la lampe est associée à une résistance électrique de 33 Ω ou de 68 Ω . La puissance des résistances a été choisie pour supporter l'intensité du courant dans la lampe.



Vidéos Pierron Éducation :

- *Introduction d'une résistance dans un circuit électrique.*
- *Intensité dans des résistances différentes soumises à une même tension.*

- Matériel: générateur réglable 3 V, 4,5 V, 6 V, 7,5 V, 9 V, 12 V; 1 «résistance» 120 Ω -2 W; 2 multimètres; 3 fils rouges de connexion; 2 fils noirs de connexion.

- La valeur de la résistance électrique doit être assez petite afin de délivrer des intensités (en ampères) suffisantes pour faciliter la représentation graphique.
- Il faut veiller à ce que la puissance limite de la «résistance» soit suffisante pour supporter les tensions que l'on veut lui imposer.



Vidéos Pierron Éducation :

- *Caractéristique intensité-tension d'une résistance.*
- *Caractéristique d'un dipôle à l'ordinateur.*
- *Mesure de la pente de la caractéristique d'une résistance.*

Corrigés des exercices

9. La résistance électrique se mesure avec un *ohmmètre* branché en *dérivation* aux bornes de la «résistance». Celle-ci doit être *déconnectée* du circuit. L'unité de la résistance électrique est l'*ohm*, de symbole Ω .

10. Schéma C. (A et B : mauvaises connexions.)

11. a. Calibres possibles : $200\ \Omega$ / $2\ \text{k}\Omega$ ($2\ 000\ \Omega$) / $20\ \text{k}\Omega$ ($20\ 000\ \Omega$) / $200\ \text{k}\Omega$ ($200\ 000\ \Omega$) / $2\ \text{M}\Omega$ ($2\ 000\ 000\ \Omega$) / $20\ \text{M}\Omega$ ($20\ 000\ 000\ \Omega$).

b. $R = 0,221\ \text{k}\Omega$.

c. Oui, car c'est le calibre immédiatement supérieur à la valeur mesurée.

12. Dans un circuit en série comportant une «résistance», quand on remplace ce dipôle par un autre de résistance électrique plus élevée, l'intensité du courant diminue.

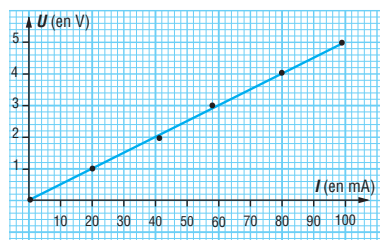
13. À toi de rédiger

José doit remplacer la «résistance» par une autre de résistance électrique plus faible, de façon à ce que l'intensité du courant dans la lampe soit plus élevée.

14. Dans le circuit B, la valeur de la résistance électrique est la plus élevée, car l'éclat de la lampe est plus faible, donc l'intensité qui la traverse également.

15. tension / proportionnelle / intensité / alignés / origine.

16. a.



b. Il s'agit d'une «résistance», car les points de la caractéristique sont alignés avec l'origine du repère.

17. a. $U = R \times I$; $I = U / R$; $R = U / I$.

b. $I = U / R$; $I = 5,5 / 220 = 0,025\ \text{A}$.

c. $U = R \times I$; $U = 300 \times 0,015 = 4,5\ \text{V}$.

18. b. L'intensité du courant est $0,06\ \text{A}$.

19. Gazinière ; four à micro-ondes sans fonction grill ; aspirateur.

20. Énergie thermique (NRJ ; Terre ; mi ; queue).

21. a. La pile fournit l'énergie au circuit.

b. Énergie thermique et énergie lumineuse.

22. 1. Ohmmètre.

2. Caractéristique.

3. Surintensité.

4. Ohm.

5. Résistance.

23. a. Du latin *fundere*, «fondre».

b. C'est l'échauffement d'un fil parcouru par un courant électrique.

c. Non, car sa tension nominale vaut $3,5\ \text{V}$.

d. Le rôle du fusible est de protéger la lampe d'une surtension.

24. a. Le nom de cette unité vient du nom du physicien allemand Georg Simon Ohm.

b. C'est la lettre de l'alphabet grec «oméga» (majuscule).

c. Pour éviter la confusion avec le «zéro».

25. a. Du latin *gigas*, géant, le préfixe «giga», signifiant milliard.

b. $1\ \text{G}\Omega = 1\ 000\ 000\ 000\ \Omega$.

c. $0,02\ \text{M}\Omega = 20\ \text{k}\Omega$; $2\ 300\ \Omega = 2,3\ \text{k}\Omega$; $0,00034\ \text{k}\Omega = 0,34\ \Omega$;

$2\ 500\ 000\ \text{k}\Omega = 2,5\ \text{G}\Omega$.

26. a. « μm » signifie micromètre, le millionième de mètre.

b. $100 / 0,032 = 3\ 125$; un cheveu est 3 125 fois plus épais qu'un «fil» de circuit imprimé.

c. Faible.

d. Pour refroidir les circuits.

27. A : orange (3), blanc (9), noir (0), donc $R = 39\ \Omega$.

B : marron (1), noir (0), rouge (2), donc $R = 1\ 000\ \Omega$.

28. Clémentine a raison, car dans le cas du dipôle 1, la tension à ses bornes est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse ; ce qui n'est pas le cas du dipôle 2.

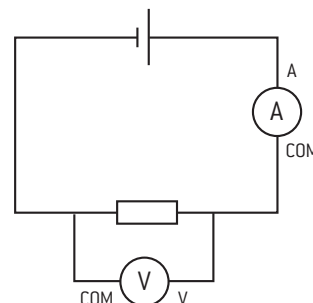
29. a.

U (en V)	0	0,20	0,38	0,60	0,82	1,00
I (en mA)	0	10	20	30	40	50

b. Les points sont alignés avec l'origine du repère.

c. $R = U / I$; $R = 1 / 0,050 = 20\ \Omega$.

d.



30. a. Pour savoir si le dipôle est bien une «résistance», on peut tracer sa caractéristique.

b. Pour déterminer la valeur de sa résistance électrique, on peut utiliser la loi d'Ohm ou un ohmmètre.

31. a. Cartouches-fusibles ou disjoncteurs selon les cas.

b. Calibre $10\ \text{A}$ pour les lampes.

c. Calibre $32\ \text{A}$ pour le four et/ou les plaques de cuisson.

32. a. Après quelques minutes, la température atteint $37,7\ ^\circ\text{C}$.

b. L'énergie électrique est transférée à l'extérieur sous forme d'énergie thermique.

33. a. On utilise l'énergie solaire (énergie lumineuse).

b. Oui, cette énergie est renouvelable.

c. Les transferts ont lieu au niveau du panneau solaire sur le toit et au niveau du ballon.

d. Il faut rajouter une «résistance» dans le ballon.

Sécurité. Incendie au Château !

- a. C'est un convecteur qui a déclenché l'incendie, la cause probable étant un court-circuit.
- b. Dans ce type d'appareil de chauffage, l'air ambiant entre par le bas de l'appareil, se réchauffe au contact d'une résistance électrique, puis ressort par une grille frontale métallique. La résistance est un simple fil métallique. Elle chauffe et peut atteindre une très haute température. Ce fil n'est pas protégé, il y a donc de très gros risques d'incendie.
- c. Parce qu'il existe des règles concernant les installations (électricité, architecture...) dans certains sites historiques.

Remarque :

Un travail qui permettrait une amorce du travail de 3^e et dans le cadre du thème de convergence énergie pourrait être réalisé avec comme thème les systèmes de chauffage. Il est possible de consulter le site suivant comme ressource : www.leroymerlin.fr/mpng2-front/pre?zone=zonecatalogue&idEI-Pub=1117536575

Physique et patrimoine. Résistance, résistivité et archéologie

- a. La prospection électrique est une méthode d'investigation qui permet de retrouver les vestiges du passé grâce à des mesures électriques.
- b. La résistivité est une caractéristique d'une substance conductrice. Son unité est l'ohm x mètres. Elle permet de savoir si la substance laisse plus ou moins passer le courant électrique.
- c. Les électrodes ont différentes longueurs pour permettre des mesures à différentes profondeurs.

Remarque :

Il convient d'être vigilant sur la différence entre conductivité et résistivité.

Un défi. Un tiroir bien protégé !

Puisque la photorésistance peut se comporter comme un interrupteur ouvert ou fermé en fonction de l'éclairage, elle peut être utilisée pour remplacer un interrupteur dans le cas où l'on veut obtenir des résultats différents en fonction de l'éclairage.

Lorsque la photorésistance est dans le tiroir fermée, elle ne reçoit pas de lumière, sa résistance est très grande et elle se comporte comme un interrupteur ouvert : le système sonore ne peut pas fonctionner.

Lorsque l'on ouvre le tiroir, la photorésistance est éclairée par la lampe de poche du cambrioleur : sa valeur change et devient très faible. Un courant suffisant peut alors circuler pour faire fonctionner le système sonore.

Objectif B2i. Illustrer la loi d'Ohm

Étape 1 : Valeur

Étape 1	$I \text{ (A)}$	0	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030
	$U \text{ (V)}$	0	2,27	4,48	6,72	9,10	11,2	13,5
Étape 2	$I \text{ (A)} / U \text{ (V)}$		454	448	448	455	448	450

Étape 3 : mots à compléter, 450, proportionnelle, $U = 450 \times I$, égal, $U = R \times I$.

Il apparaît le nom d'Ohm et un texte explicatif.

Lumières colorées et couleur des objets

Extraitsduprogramme/ Correspondanceaveclemmanuel

Connaissances	Capacités	Activités
LUMIÈRESCOLORÉESETCOULEURDESOBJETS&commentobtenirideslumièrescolorées?		
La lumière blanche est composée de lumières colorées. Éclairer en lumière blanche, un filtre permet d'obtenir une lumière colorée par absorption d'une partie du spectre visible.	Suivre un protocole pour obtenir un spectre continu à partir de la composition de la lumière blanche en utilisant un prisme ou un réseau. Extraire des informations d'un fait observé.	Activité 1p.150. Comment obtenir des lumières colorées?
Des lumières de couleurs bleue, rouge et verte permettent de constituer des lumières colorées et la lumière blanche par synthèse additive.	Suivre un protocole. Faire des essais avec différents filtres pour obtenir des lumières colorées par superposition de lumières colorées.	Activité 2p.151. Comment reconstituer la lumière blanche ou une lumière colorée?
La couleur perçue lorsqu'on observe un objet dépend de l'objet lui-même et de la lumière qui l'éclaire.	Faire des essais pour montrer qualitativement le phénomène. Présenter à l'écrit ou à l'oral une observation.	Activité 3p.152. De quoi dépend la couleur perçue d'un objet?
En absorbant la lumière, la matière reçoit de l'énergie. Elle s'échauffe et transfère une partie de l'énergie reçue à l'extérieur sous forme de chaleur.	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux transferts énergétiques.	Activité 4p.153. Que fait la matière quand elle reçoit de la lumière?

Choix pédagogiques

Ce chapitre prolonge la partie optique du programme de 5^e par la notion de couleur. Le monde qui entoure l'élève est un monde coloré. Ce chapitre, qui constitue une première approche de la couleur, abordée également en arts graphiques, est un terrain favorable pour une importante activité d'expérimentation raisonnée.

L'activité 1 permet d'analyser la lumière blanche et la lumière magenta transmise par un filtre magenta. Grâce à la décomposition de ces lumières par un réseau, les élèves comparent le spectre visible de la lumière blanche et celui de la lumière transmise par un filtre. Le protocole

utilisant un prisme pour décomposer une lumière est proposé dans l'exercice 30 page 10 du manuel.

L'activité 2 permet de reconstituer la lumière blanche et des lumières colorées par synthèse additive.

L'activité 3 interprète la couleur des objets : différents écrans colorés sont perçus de couleurs différentes selon la nature de la lumière qui les éclaire.

L'activité 4 est une étude documentaire sur les transferts d'énergie par les objets colorés. Elle s'appuie sur l'application très concrète des panneaux solaires thermiques.

Activité1

- Matériel : 1 source lumineuse avec lentille intégrée, 1 fente sur support, 1 réseau 530 traits/mm sur support, 1 écran blanc, 1 filtre magenta sur support.
- Pour obtenir un spectre de la meilleure qualité possible, il faut d'abord faire l'image de la fente sur l'écran en déplaçant la lentille intégrée à la source lumineuse. On obtient alors une fine bande blanche la plus lumineuse possible sur l'écran.
- L'utilisation d'un écran «blanc» est fondamentale, car il sert à la définition de la couleur d'une lumière : un écran «blanc» diffuse toutes les lumières qu'il reçoit, donc la couleur d'une lumière est la couleur prise par l'écran «blanc» éclairé par cette lumière.

Vidéo Pierron Éducation

- *Décomposition de la lumière blanche et éclairage d'écrans avec des lumières colorées*

Activité2

- Matériel : 3 projecteurs de diapositives, 1 filtre rouge, 1 filtre vert, 1 filtre bleu, 1 écran blanc.
- Les projecteurs de diapositives peuvent être récupérés au dépôt général du collège, car ils sont de plus en plus remplacés par des vidéo projecteurs.

Vidéo Pierron Éducation

- *Synthèse additive et soustractive*

Activité3

- Matériel : différents écrans colorés, des filtres colorés, 1 source de lumière blanche.
- Les couleurs des écrans colorés ont été choisies pour leur «réactions» variées à la lumière rouge : l'écran blanc prend la couleur de la lumière qui l'éclaire et l'écran noir reste toujours noir. Les élèves peuvent utiliser différents filtres. Le filtre rouge est un exemple possible.

Vidéo Pierron Éducation

- *Décomposition de la lumière blanche et éclairage d'écrans avec des lumières colorées*

Bibliographie pour le professeur

- B. Valeur, *Lumière et luminescence*, Belin, 2005.
- M. Blay, *Les figures de l'arc-en-ciel*, Belin, 2005.
- M. Elias et J. Lafait (sous la dir. de), *La couleur*, Belin, coll. «Échelles», 2006 (chapitre 2 : «La vision en couleur des surfaces»).

Corrigés des exercices

9. a. Un spectre est un ensemble de lumières colorées qui composent une lumière, décomposée par un prisme ou par un réseau.

b. La lumière blanche.

10. A : lumière blanche ; B : fente ; C : réseau ; D : lumière blanche décomposée.

11. a. Un filtre rouge transmet une lumière rouge. Un filtre magenta transmet une lumière magenta (lumière rouge + lumière bleue).

b. Les schémas doivent comporter 3 rayons (un bleu, un rouge et un vert), qui parviennent à un filtre jaune, et de la lumière jaune, qui est transmise par le filtre (symbolisée par 2 rayons, un rouge et un vert).

12. Interprétation : le filtre bleu absorbe toutes les lumières colorées, sauf la bleue.

13. À t'identifier

- a.** Toutes les lumières colorées de la lumière blanche.
- b.** Le filtre absorbe toutes les lumières, sauf la lumière rouge.
- c.** Le filtre transmet la lumière rouge.

14. a. La façade de pierres blanches est perçue comme étant colorée.

b. Pour obtenir la couleur cyan, il faut superposer de la lumière verte et de la lumière bleue.

15. a. Faux ! L'écran apparaît magenta.

b. Vrai.

c. Vrai.

16. a. La tomate serait vue rouge et la banane serait vue jaune.

b. La tomate est perçue comme étant noire, elle n'est donc pas éclairée avec de la lumière rouge, et la banane apparaît jaune : les fruits sont donc éclairés avec de la lumière verte.

17. a. L'objet diffuse la lumière verte et la lumière bleue : il est donc cyan.

b. L'objet absorbe la lumière rouge.

18. Il faut choisir un filtre vert pour que le message se différencie plus du fond.

19. a. Le plastique noir est utilisé pour fabriquer le réservoir, car il absorbe toutes les lumières.

b. Le plastique noir absorbe la lumière, il reçoit de l'énergie lumineuse. Il

s'échauffe et transfère une partie de l'énergie reçue vers l'extérieur, sous forme de chaleur.

20. a. Ces murs blancs diffusent la lumière reçue.

b. Les murs blancs diffusant la lumière blanche, ils reçoivent de l'énergie lumineuse, mais ne transfèrent qu'une toute petite partie de l'énergie reçue sous forme de chaleur : ils s'échauffent donc très peu, ce qui permet de maintenir une température fraîche dans les maisons.

21.1. Spectre.

2. Absorption.

3. Prisme.

4. Réseau.

5. Énergie.

6. Filtre.

7. Synthèse.

22. a. Isaac Newton est un savant anglais (philosophe, mathématicien, physicien, alchimiste, astronome, théologien), né à Lincolnshire en 1642 et mort à Londres en 1727. En optique, il est connu pour sa théorie sur les couleurs.

b. Spectre de la lumière blanche.

- c. Un prisme.
- d. Un réseau.

23.a. L'objet (A) est un réseau.

b. Les couleurs présentes dans le spectre sont le rouge et le vert.

c. Le réseau est traversé par une lumière jaune, car lumière rouge + lumière verte = lumière jaune.

24. Les DVD font apparaître une multitude de couleurs allant du violet au rouge : ils décomposent la lumière blanche, comme un réseau.

25. Le plongeur ne voit pas les couleurs des fils décrites par son coéquipier, car les fils ne sont pas éclairés en lumière blanche.

26.a. La couleur perçue change.

b. La tomate semble moins rouge avec un filet vert.

c. Le schéma doit montrer que le filet rouge est perçu rouge, tandis que le filet vert est perçu noir.

d. Oui, la couleur du filet influence la perception de la couleur de la tomate.

27.a. La goutte d'eau joue le rôle d'un réseau : elle décompose la lumière blanche.

b. La lumière du Soleil est composée d'une infinité de lumières colorées allant du violet au rouge.

c. La lumière du Soleil est une lumière blanche.

28.a. Le rôle d'un réseau est de décomposer la lumière blanche.

b. La lampe anti-insecte émet toutes les couleurs sauf la lumière bleue.

c. La couleur de la lumière émise par la DEL est jaune.

29.a. À travers un filtre rouge, la DEL apparaît noire.

b. À travers un filtre jaune, la DEL apparaît verte.

30.a. Le prisme permet de décomposer la lumière blanche.

b. Un réseau peut remplacer un prisme.

c. Julien doit faire parvenir une lumière jaune sur le prisme, observer le spectre et le comparer avec celui de la lumière blanche.

31.a. La toupie devient blanche.

b. C'est le principe de la synthèse additive.

32.a. Hypothèse : la couleur perçue d'un écran jaune dépend de la lumière qui l'éclaire.

b. Oui, car l'objet est perçu de façon différente dans les deux situations.

33.a. La couleur complémentaire du cyan est le rouge.

b. La couleur complémentaire du vert est le magenta.

34.a. Au bout de quelques minutes d'éclairage, la température est plus élevée dans le flacon noir.

b. Un objet noir éclairé retient bien plus d'énergie lumineuse qu'un objet blanc éclairé de la même façon. L'objet noir transfère donc plus de chaleur vers l'extérieur.

c. Oui, l'hypothèse d'Erwan est validée.

d. On peut, par exemple, proposer d'utiliser l'énergie solaire pour chauffer de l'eau utilisée dans une maison.

La physique au quotidien

Vie quotidienne. Couleur et éclairage

a. Non, il faut choisir une lampe qui ne modifie pas les couleurs (le bœuf steak doit paraître bien rouge).

b. IRC signifie « indice de rendu des couleurs ».

c. Plus l'indice est faible, plus les couleurs sont similaires et tendent vers le gris. 40 est une faible valeur de l'indice.

Remarque

Le site Internet suivant permet de disposer de ressources pour mieux comprendre l'indice de rendu des couleurs et les contraintes liées à l'éclairage : <http://bee.nrcan.gc.ca/publications/equipement/eclairage/section3.cfm?attr=0>

Technologie. Des matériaux caméléons

a. Un pigment est une substance naturelle colorée produite par les animaux ou les végétaux.

b. Ils les ont nommés « matériaux caméléons », car ils peuvent changer de couleur suivant les circonstances dans lesquelles ils se trouvent, comme le caméléon.

Remarque

On trouvera des indications complémentaires et des points de repère pour travailler la thématique « la couleur et ses mystères », de façon interdisciplinaire, sur le site www.futura-sciences.com/fr/doc/t/matiere-4/d/la-couleur-et-ses-mysteres_757/c3/221/p1/

Métier. Vitrailliste

a. Le vitrailliste associe un grand nombre de morceaux de verres colorés, qu'il assemble entre eux avec des joints en plomb. Lorsque la lumière extérieure traverse le vitrail, chaque morceau de verre se comporte comme un filtre coloré et transmet une lumière colorée.

b. Non, car il apparaît noir.

c. Pour exercer ce métier, il faut de bonnes connaissances en histoire des arts, de la patience et un bon sens de l'esthétique.

Remarque

On trouve des ressources sur la fabrication des vitraux, leur importance dans le patrimoine sur le site : <http://www.centre-vitrail.org/fr/seize-siecles-d-histoire,203.html>

Undéfi. Fabriquer un feutricolore

Les élèves peuvent proposer deux types de solution : produire une lumière colorée avec des DEL ou choisir d'utiliser des lampes ordinaires et des filtres. Ce sera l'occasion de faire réfléchir les élèves sur les ressemblances et les différences entre les deux types de situation.

Extraits du programme/ Correspondance avec le manuel

Connaissances	Capacités	Activités
LENTILLES, FOYER ET IMAGES : comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille convergente ?		
Il existe deux types de lentilles, convergente et divergente.	Observer, extraire les informations d'un fait observé pour distinguer les deux types de lentilles. Extraire d'un document les informations montrant les applications au quotidien des lentilles.	Activité 1 p. 166. Comment distinguer les deux types de lentille ? Activité 2 p. 167. Quelles sont les applications des lentilles ?
Une lentille convergente concentre pour une source éloignée l'énergie lumineuse en son foyer.	Mettre en œuvre un protocole pour trouver expérimentalement le foyer d'une lentille convergente.	Activité 3 p. 168. Comment trouver le foyer d'une lentille convergente ?
Dans certaines positions de l'objet par rapport à la lentille, une lentille convergente permet d'obtenir une image sur un écran.	Obtenir avec une lentille convergente l'image d'un objet sur un écran.	Activité 4 p. 169. Comment obtenir une image sur un écran ?

Choix pédagogiques

Dans le prolongement de la problématique introduite en classe de 5^e, « comment éclairer et voir un objet ? » et « comment se propage la lumière ? », ce chapitre propose une première analyse de la formation des images. Nous avons choisi d'abord de distinguer les deux types de lentille (activité 1), permettant ensuite de mieux s'informer sur l'application des lentilles (activité 2) : une lentille sert à former des images, corriger la vue ou concentrer la lumière.	Les activités 3 et 4 se concentrent sur l'utilisation des lentilles convergentes. L'activité 3 présente une méthode pour trouver le foyer d'une lentille convergente. La distance focale est alors définie et permet de mieux appréhender les conditions d'obtention d'une image sur un écran (activité 4).
--	---

Quelques conseils pratiques

Activité1

- Matériel 1 lentille convergente de distance focale $+10\text{ cm}$; 1 lentille divergente de distance focale $+10\text{ cm}$.
- Il est important de partir d'un texte plaqué contre les lentilles pour observer le phénomène attendu.



Vidéo Pierron Éducation

- Manipulation de lentilles convergentes et divergentes.

Activité2



Vidéo Pierron Éducation

- Lentilles convergentes et divergentes.

Activité3

- Matériel: 1 lentille convergente sur support de distance focale $+10\text{ cm}$; 1 source de lumière puissante (rétroprojecteur); 1 règle graduée; 1 écran.
- Le rétroprojecteur peut être remplacé par un projecteur de diapositives ou même le Soleil si le temps le permet. En effet, les élèves sont convaincus que le Soleil est une source éloignée de lumière.



Vidéo Pierron Éducation

- Imaged'un objet très éloigné.

- Imaged'un objet proche.

- Imaged'un point lumineux.

Activité4

- Matériel 1 lentille convergente sur support de distance focale $+5\text{ cm}$; 1 source lumineuse; 1 objet translucide; 1 écran; 1 banc d'optique.
- Il faut que l'objet soit translucide afin de s'assurer que les rayons de lumière qui traversent la lentille proviennent de l'objet. Un objet (transparent) obtenu en faisant une ouverture dans un carton donne des résultats inattendus: des images semblent se former pour n'importe quelle distance lentille-écran et sont d'autant plus grandes que l'on éloigne l'écran de la lentille. En effet, il se forme en réalité l'ombre de l'objet. Il faut donc recouvrir l'objet d'un film translucide, comme du papier calque.



Vidéo Pierron Éducation

- Obtention d'une image.

Bibliographie pour le professeur

- A. Morel, *Optique géométrique Cours - Tome I*, Belin, coll. «Belin sciences», 2001.

Corrigés des exercices

9.a. Vrai.

b. Faux.

c. Faux.

10.a. Divergente.

b. Divergente.

c. Convergentes et divergentes.

11. A: divergente. B et C: convergentes.

12.a. Convergente.

b. Image droite et agrandie.

c. Elle concentre l'énergie lumineuse qu'elle reçoit.

13.a. Lentilles.

b. Images, corriger.

c. Concentrer.

14.a. Foursolaire.

b. Téléphone portable avec fonction photo.

c. Lunettes pour myope.

15. À toi de rédiger

a. Convergentes et divergentes.

b. Grossir les objets observés au loin.

16.a. Projeter des images très agrandies sur un écran.

b. Une lentille convergente.

c. Rétroprojecteur.

17.a. Convergente.

b. Éloignée.

c. L'axe optique.

18. Pour trouver le foyer d'une lentille convergente, il faut rechercher, à l'aide d'un écran, le point où se concentre l'énergie lumineuse issue d'un objet très éloigné.

19. 50 cm.

20. a. Le foyer est le point sur l'axe optique de la lentille où l'énergie lumineuse provenant d'une source très éloignée est la plus concentrée.

b. Le point K.

21.a. Supérieure.

b. Supérieure.

22.a. Reproduction de l'objet à travers la lentille.

b. Une lentille convergente.

c. Non.

23. Oui, car la distance objet-lentille est supérieure à sa distance focale.

24.1. Convergente.

2. Axe optique.

3. Image.

4. Foyer.

5. Lentille.

6. Divergente.

25. Une lentille convergente donne d'un objet éloigné une image renversée et réduite (image A), tandis qu'une lentille divergente donne une image droite et réduite (image B); l'hypothèse d'Anaïse est validée.

26.a. La lentille A est divergente, car elle est plus épaisse au bord qu'au centre.

b. La lentille B est convergente (bord mince), donc elle concentre l'énergie lumineuse.

c. La lentille B, car elle est convergente.

27.a. La lentille éparpille l'énergie lumineuse, donc elle est divergente.

b. Célestin aurait observé une trace lumineuse de plus en plus petite et de plus en plus lumineuse.

28.a. L'image est droite et réduite, donc les deux lentilles sont divergentes.

b. Les images n'ont pas la même taille, donc des lentilles de même type peuvent être différentes.

29.a. Énergie lumineuse.

b. Concentrer l'énergie.

c. Former une image sur un écran.

d. Corriger la vue.

30.a. Une émeraude polie.

b. Corriger la vue.

c. Concentrer la lumière, former des images.

31.a. Quatre lentilles convergentes (lentilles de type B à bords minces).

b. Deux lentilles divergentes (lentilles B à bords épais) qui éparpillent la lumière.

c. Le texte serait agrandi par l'objectif.

32.a. Lentilles qui concentrent l'énergie lumineuse, donc convergentes.

b. Former une image.

c. Une lentille convergente concentre l'énergie lumineuse qui entre ensuite dans l'œil. En regardant le Soleil, on risque de devenir aveugle.

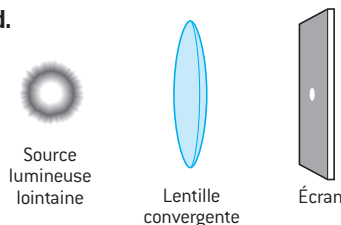
d. Corriger la vue.

33.a. Le Soleil est un objet lumineux très éloigné de la Terre: 150×10^6 km.

b. Endirection du Soleil.

c. Perpendiculairement à l'axe optique de la lentille.

d.



34. a. On peut chercher le point sur l'axe optique où se concentre l'énergie lumineuse issue d'un objet lumineux très éloigné.

b. Dans de nombreux appareils d'optique.

c. Corriger la vue, concentrer la lumière, former des images.

35.a. $f = 10$ cm.

b. À une distance égale à la distance focale, soit 10 cm.

c. Observer un objet proche à travers la lentille; voir si la lentille concentre la lumière; observer la forme de la lentille.

36.a. La lentille concentre l'énergie lumineuse reçue, donc elle est convergente.

b. On déplace le capteur jusqu'à ce qu'il indique la plus grande valeur d'éclairement; le capteur se trouve alors au foyer de la lentille.

37.a. Observer un objet proche à travers la lentille; voir si la lentille concentre la lumière; observer la forme de la lentille.

b. La distance objet-lentille doit être supérieure à la distance focale, donc supérieure à 40 cm.

c. La distance lentille-écran doit être supérieure à la distance focale, donc supérieure à 40 cm.

d. L'image est renversée.

38.a. L'image est renversée.

b. Non.

c. La distance lentille (objectif) – écran (capteur) doit être supérieure à la distance focale, soit supérieure à 5 cm.

39.a. La boule concentre l'énergie lumineuse, donc elle a la même application qu'une lentille convergente.

b. Au foyer de la lentille constituée par la boule.

c. L'image serait droite et agrandie.

d. Corriger la vue; former des images.

La physique au quotidien

Undéfi. Agrandir la réalité

a. Une lentille convergente qui donne une image agrandie d'un objet proche.

b. Puisque la lentille est convergente, le défaut corrigé est l'hypermétropie; l'œil est donc hypermétrope.

Technologie. Les lentilles liquides

a. À travers la goutte d'eau, on voit une image inversée de la jonquille. La lentille est donc convergente.

b. C'est une goutte d'eau entourée d'un gel en forme d'anneau. On peut agir sur le gel pour modifier le diamètre de la goutte; cela a pour conséquence de modifier sa courbure, donc sa distance focale.

Remarques

On trouvera des indications complémentaires et des points de repères pour travailler la thématique de façon interdisciplinaire sur les sites Internet suivants

- pour savoir ce qu'est une micro-lentille: www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=8346

- plus généralement, sur les lentilles fluides: www2.cnrs.fr/presse/thema/360.htm

Objectif B2i. Faire un mise au point

a. C'est impossible, car les trois objets ne se situent pas à la même distance de la lentille.

b. La lentille se déplace de sorte que l'image nette se forme sur la pellicule.

Énergie. Les verres ardents

a. Ils souhaitent disposer d'une source de chaleur plus «pure» que le feu de leurs fourneaux. Des lentilles convergentes étaient utilisées pour concentrer l'énergie lumineuse du Soleil et faire fondre des métaux.

b. Le nom de «verres ardents» a été donné à ces lentilles pour rendre compte de leur capacité à faire s'élever la température des corps placés en leur foyer.

c. Au foyer: c'est là que l'on obtient la plus forte concentration de la lumière solaire.

Remarques

On trouvera des textes d'époques sur les sites: <http://portail.atilf.fr/encyclopedie/>

On pourra aussi consulter: *Premier essai du grand verre ardent de M. Trudaine, établi au jardin de l'infante au commencement du mois d'octobre de l'année 1774*, par MM. Trudaine de Montigny, Macquer, Cadet, Lavoisier et Brisson. Source: <http://histsciences.univ-paris1.fr/i-corpus/lavoisier/pagedetail.php?pagedebut=274&pageNumber=274&bookId=202#>

Extraitsduprogramme/ Correspondanceaveclemmanuel

Connaissances	Capacités	Activités
LENTILLES,FOYERSETIMAGEScommentobtient-onuneimageàl'aided'unelentilleconvergente?		
Lavisionrésultedeladeformationd'une imagesurlarétine,interprétéeparle cerveau. Lesverrescorrecteursetleslentillesde contactcorrectricesontdeslentilles convergentesoudivergentes.	Présenterlesélémentsdel'œilsousune formeappropriée :modèleélémentaire. <i>Pratiquerunedémarcheexpérimentale pourexpliquerlesdéfautsdel'œil(leur correction(myopie,hypermétropie).</i>	Activité1p.182. Commentl'œilpermet-ildevoir? Activité2p.183. Commentpeut-onmodéliserunœil? Activité3p.184. Commentcorrigerlamyopie? Activité4p.185. Commentcorrigerl'hypermétropie?

Choixpédagogiques

Cechapitreutiliseunemaquette d'unœil«fictif»constituée d'unelentille mince permettant de comprendre que voir, c'estd'abordobtenir une image nette sur larétine. Cette maquette sert aussi à présenter les corrections des défauts del'œil, quison timités à lamyopie et à l'hypermétropie.

L'activité1 est une activité documentaire. Elle présente les constituants del'œil et permet de comprendre que l'œil est un système optique épais et complexe, dans lequellacornéee t l'humeur vitrée jouent un rôle important. Lerôleducerveau dans lavision est également mis enévidence.

L'activité2 présente une maquette del'œil. En réinvestissant les informations de lapremière séquence, le professeur peut insister sur le fait que la lentille mince utilisée dans la maquette ne doit pas être confondue avec

le cristallin del'œil, cet organe étant un système optique complexe. Il faut donc interpréter la lentille mince de la maquette comme étant une «lentille équivalente à l'œil». Nous n'avons pas soulevé le problème, trop délicat, de l'accommodation.

L'activité3 réutilise la maquette del'œil del'activité2, mais la lentille mince est remplacée par une lentille plus convergente pour représenter l'œil myope. L'ajout d'une lentille divergente devant la maquette del'œil myope permet d'obtenir un ensemble moins convergent.

L'activité4 réutilise la maquette del'œil, mais la lentille mince est remplacée par une lentille moins convergente pour représenter l'œil hypermétrope. L'ajout d'une lentille convergente devant la maquette del'œil hypermétrope permet d'obtenir un ensemble plus convergent.

Activité2

- Matériel: 1 maquette de l'œil avec lentille convergente; 1 source de lumière parallèle; 1 écran.
- L'écran est à placer au point de convergence des faisceaux de lumière après la lentille.
- La maquette de l'œil est disponible chez les fournisseurs de matériel pédagogique, comme Pierron ou Jeulin.



- Maquette de l'œil .

Activité3

- Matériel: 1 maquette de l'œil avec 1 lentille trop convergente; 1 lentille divergente correctrice.

- **Attention:** la lentille correctrice doit être adaptée à la lentille convergente utilisée pour modéliser l'œil myope. Ils s'agit d'obtenir des faisceaux convergents sur la rétine après correction.

Activité4

- Matériel: 1 maquette de l'œil avec 1 lentille pas assez convergente; 1 lentille convergente correctrice.
- **Attention:** la lentille correctrice doit être adaptée à la lentille convergente utilisée pour modéliser l'œil hypermétrope. Ils s'agit d'obtenir des faisceaux convergents sur la rétine après correction.

Bibliographie pour le professeur

- C. Marendaz, *Duregard à l'émotion. Le cerveau, la vision, l'affectif*, Le Pommier, 2009.

Corrigés des exercices

9. 1. iris. 2. cornée. 3. pupille. 4. humeur aqueuse. 5. cristallin. 6. corps vitré. 7. rétine. 8. nerf optique.

10.a. La rétine joue le rôle d'un «écran» où se forme l'image de l'objet.
b. Le nerf optique envoie des informations au cerveau.

11. On doit représenter une flèche à l'envers sur la rétine.

12. À toi de rédiger

a. Par la pupille.
b. Elle diminue.
c. L'œil se trouve en pleine lumière dans le cas où la taille de pupille est la plus petite (photo A).

13. a. Sur la maquette, la rétine est modélisée par la partie 2.
b. Elle joue le rôle d'un «écran» où se forme l'image.
c. L'image est à l'envers.
d. L'œil est un système convergent.

14. a. Grégoire est myope: il ne voit pas nettement les objets lointains.
b. Son ophtalmologue lui proposera une lentille divergente, car un œil myope est trop convergent: on le corrige avec une lentille divergente.

15. a. L'image est formée en avant de la rétine.
b. L'œil myope est trop convergent.
c. On place devant l'œil myope une lentille divergente pour le corriger.

16. a. L'image est formée en arrière de la rétine.

b. L'œil hypermétrope n'est pas assez convergent.

c. On place une lentille convergente devant l'œil hypermétrope pour le corriger.

17. a. La lentille correctrice est convergente.

b. Avec la lentille correctrice, l'image se forme sur la rétine.

c. Avec cette lentille, on a corrigé un œil hypermétrope.

18. Elle est hypermétrope, car son œil n'est pas assez convergent.

19. 1. Hypermétrope.

2. Myope.

3. Œil.

4. Rétine.

20. En changeant de forme, le cristallin modifie la distance focale de l'œil.

21. Pour corriger le défaut de l'œil dû au vieillissement, il faut une lentille convergente.
On peut utiliser une loupe.

22. Lentille/Cristallin.
Capteur CCD/Rétine.
Câble USB/Nerf optique.
Ordinateur/Cerveau.

23. a. Lorsque la luminosité diminue, la taille de la pupille augmente.

b. Avant d'acheter des lunettes de soleil, il faut vérifier si les verres teints

comportent des filtres UV pour bloquer les rayons ultraviolets.

24. Myopie: l'œil est trop convergent; l'image d'un objet éloigné se forme en avant de la rétine.

Hypermétropie: l'œil est trop court; l'image d'un objet éloigné se forme en arrière de la rétine.

25. a. Deux images.

b. Une seule image.

26. Les disques jaunes ont le même diamètre. On peut le vérifier par une mesure.

27. c. Les droites tracées ne semblent pas parallèles.

28. a. Si l'automobiliste roule à 40 km/h, il perçoit l'enfant et son ballon; s'il roule à 100 km/h, il ne les perçoit plus.

b. «À grande vitesse, le champ visuel se limite à une vision centrale de la route», car l'angle s'est réduit.

30. a. Les deux sortes de cellules sensibles à la lumière sont les cônes et les bâtonnets.

b. Les cellules responsables de la vision colorée sont les cônes.

c. Une rétine d'œil humain possède environ 5 millions de cônes.

31. a. La condition nécessaire à la vision mise en évidence dans cet texte est la présence de lumière diffusée par des objets.

b. La chouette ou les félins.

La physique au quotidien

Unobjet. Leslentillesdecontact

- a. Les premières lentilles cornéennes (ou lentilles de contact) furent fabriquées en 1880 par l'entreprise allemande Zeiss.
- b. Aujourd'hui, les lentilles les plus courantes sont souples. Elles sont faites avec un plastique spécial, qui contient 78% d'eau et permet à la corne de « respirer ».

Santé. Leglaucome

- a. La vision périphérique est altérée.
- b. Près de 60 millions.
- c. Un glaucome est causé par l'élévation de la pression intra-oculaire (à l'intérieur de l'œil), provoquée par un défaut d'évacuation de l'humeur aqueuse; il est donc important de faire des mesures de cette pression. Comme cette maladie est due au vieillissement de l'œil, on réalise les mesures après 40 ans.

Remarques

Ce document permet de faire des liens avec les SVT: les organes impliqués dans la perception de l'environnement. On trouvera des indications complémentaires et des points de repères pour travailler la thématique de façon interdisciplinaire sur le site: www.bienvoir.com/dossiers/dossiers.php?val=86_le+glaucome

ObjectifB2i. Unevue d'aigle

- a. Parmi les réponses possibles: la chouette et tous les rapaces nocturnes, le chat, les souris, les rats.
- b. La vision de l'aigle est bien adaptée à la détection de proies de jour et à grande distance (il voit donc bien des objets très petits, même s'ils sont très éloignés).
- c. Le champ de vision d'un lapin est de 360°.

Histoire destechniques. L'effetdecontraste

- a. Michel Eugène Chevreul (1786-1889) est un chimiste français.
- b. Certaines teintes des tapisseries manquaient d'éclat à cause de l'effet de contraste (effet d'optique dans lequel un « mélange optique » se produit sur la rétine et l'observateur).

Remarques

On trouvera un texte qui décrit très bien cette partie historique dans l'ouvrage de Philip Ball, Voir *la science des contrastes*, pp.256-260

Notice d'édition: *Histoire vivante des couleurs*, nouvelle Édition, Philippe Ball, Bibliothèque Hazan.

La vitesse de la lumière

Extraitsduprogramme/ Correspondanceaveclemmanuel

Connaissances	Capacités	Activités
Dansquelsmilieuxetàquellevitessesepropagelalumière?		
Lalumièrepeutsepropagerdanslevide etdansdesmilieuxtransparentscome l'air,l'eauetle verre. Vitesse delalumière danslevide (3×10^8 m/sou 300000 km/s).	<i>Rechercher,extraireetorganiser l'informationutilerelativeàlavitesse de lumière.</i> Traduireparunerelationmathématiquela relationentredistance,vitesseetdurée. Calculer,utiliseruneformule.	Activité1p.198. Lalumièresepropage-t-elledanslevide? Activité2p.199. Dansquelsmilieuxsepropagelalumière? Activité3p.200. Quelleestlavitesse delalumière dans levide? Activité4p.201. Commentcalculerune vitesse,une distanceouunedurée?

Choixpédagogiques

Lesélèvesontvu enclasse de 5^e quelalumièresepropage enlignedroite. L'étude de lavitesse de lumière est l'occasion d'aborder dans ce chapitre un autre exemplederelationdeproportionnalité.

L'activité1 apourobjetifdemontrequelalumièrepeut sepropagerdanslevide, contrairementauson, en utilisantuneclocheàvide.

L'activité2 apourobjetifdemontrequelalumièrepeut sepropager dans les milieux transparents comme l'air, l'eauetle verre. Unécranquadrillésertdetémoindupas-sagedelalumière.

L'activité3 faitunelargeplaceàl'histoire desscienceset veut faire comprendre que des distances astronomiques sontnécessairespourdécelerdesduréesdepropagationde lumière, parcequelavitesse delalumièreesttrèsgrande.

L'activité4 estsurtoutuneactivité mathématiqueavec l'exploitation de la formule $v = \frac{d}{t}$. L'élève doit calculer une vitesse, une duréeou une distance connaissant deux des trois termes de la formule. Il se rend compte ainsi des durées infimes ou des distances « astronomiques » quand il s'agit de la propagation de la lumière dans des situations usuelles.

Activité1

Matériel: 1 réveil; 1 cloche à vide et sa pompe à vide.
• On peut également demander aux élèves d'utiliser leur téléphone portable qu'ils peuvent faire sonner à volonté.

Activité2

Matériel: 1 laser; 1 petite cuve à eau; 1 écran; 1 objet opaque (pièce de jeu d'échec).

Bibliographie pour le professeur

• B. Valeur, *Sonset lumière*, Belin, coll. «Bibliothèque scientifique», 2008.

Corrigés des exercices

9. Le vide.

10. La lumière se propage dans le vide, mais pas le son.

11.a. Pas de bruit, puisque le son ne se propage pas dans le vide.
b. On verrait la lumière des réacteurs, mais on n'entendrait rien.

12. a. Éléments transparents: vide; ampoule en verre.
Éléments opaques: filament en tungstène; culot en laiton; noyau en ciment; anneau en verre noir; plot en plomb.
b. Milieu traversés: vide, verre, air.

13. transparents/opaque.

14. À toi de rédiger

a. La lumière se propage dans les milieux transparents, mais pas dans les milieux opaques.
b. Le filtre est transparent, car il n'arrête pas la lumière.
La lumière traverse la lentille, donc elle est transparente.
Le diaphragme est opaque, car il arrête la lumière.
Le capteur est opaque, car il constitue un écran sur lequel se forme une image.

15. Milieux transparents: air, verre, eau, vide. Milieux opaques: métal, bois, carton, pierre.

16.a. 300 000 km.

17.a. 300 000 km/s.
b. 300 000 000 m/s.
c. 3×10^5 km/s ou 3×10^8 m/s.

18. La vitesse correspond au quotient de la distance parcourue par la durée du parcours.

19.a. $v = d / t$; $d = v \times t$; $t = d / v$.
b. $t = d / v$.

20.a. $v = d / t$.
b. 300 000 km/s.
c. $t = d / v$;
 $t = 15000000 / 300000 = 500$ s.

21.1. Transparent.
2. Vide.
3. Opaque.
4. Vitesse.

22.a. 300 000 km/s.
b. $v = d / t$; $d = v \times t$; $t = d / v$.
c.

Milieu de propagation	Vide	Eau	Verre
Vitesse de propagation (km/s)	300 000	225 000	200 000
Distance parcourue (km)	15 000 000	9×10^{-3}	2
Durée de parcours (s)	500	4×10^{-8}	10^{-5}

d. Dans l'eau.
23.a. $t = d / v$; $t = 1000 / 340 \approx 2,9$ s.
b. $1 / 300000$ de seconde.
c. Environ 3 km.

24.a. Supersonique: qui va plus vite que le son.
b. Superluminique: qui va plus vite que la lumière.
c. Il n'existe pas d'objets superluminiques.

25.a. Galilée.
b. La durée de parcours était beaucoup trop faible pour les réflexes humains.
c. Römer.
d. La distance parcourue par la lumière.

26. a. Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1 / 299\,792\,458$ seconde.
b. $v = d / t$.
c. $299\,792\,458$ m/s.

27.

	Terre-Soleil	Terre-Lune
Durée de parcours de la lumière (s)	500	1,28
Distance parcourue (km)	150 000 000	28 400

$\times 300\,000$

28.a. $p = 2 \times \pi \times 6400 \approx 40000$ km.
b. $t = d / v$; $t = 40000 / 1000 = 40$ h.
c. 300 000 km.
d. $300000 / 40000 = 7,5$ tours.

29.a. $12000 \text{ j} = 288000 \text{ h}$.
b. $v = d / t$;
 $v = 2200000000 / 288000 \approx 7600$ km/h.
c. $4,22 \text{ a.l.} = 4,22 \times 9,5 \times 10^{12} \approx 40 \times 10^{12}$ km.
d. $t = d / v$; $t = 40 \times 10^{12} / 76000 = 526315789 \text{ h} = 21929824 \text{ j} \approx 60082$ années.
e. 4,22 années.

30.a. 300 000 km/s.
b. $t = d / v$;
 $t = 150000000 / 300000 = 500$ s.
c. 500 s.
d. 500 s.
e. Sofia a raison, l'ombre portée n'apparaît pas instantanément.

31. Si l'on était à plus de 65 millions d'années de lumière de la Terre, nous pourrions voir la lumière émise depuis la Terre il y a 65 millions d'années, donc voir les dinosaures.

32.a. Chemin^{°1}:
 $t_1 = 12 / 10 + 6 / 0,5 = 13,2$ s.
Chemin^{°2}:
 $t_2 = 14 / 10 + 5 / 0,5 = 11,4$ s.
b. Chemin^{°2}.
c. Chemin^{°1}.
d. Non, le chemin^{°2} est le plus rapide, mais pas le plus court.

33.a. $\hat{A} = 60^\circ$ et $\hat{B} = 70^\circ$.
b. 300 000 km/s.
c. $v_{\text{plexiglas}} = 300000 \times \cos(70^\circ) / \cos(60^\circ) \approx 205212$ km/s.

Histoire des sciences. Mesurer la vitesse de la lumière sur Terre

- a. Foucault réalisa la mesure en laboratoire en plaçant un miroir tournant sur le trajet d'un rayon lumineux.
- b. Il réalisa plus de 1 000 mesures.
- c. Il obtint une valeur moyenne de 298 500 km/s. Cette valeur est d'une précision remarquable.

Remarques

On peut faire travailler ce document avec celui de la page 211 (Rayon laser).

Astronomie. La lumière, messenger des étoiles

- 1. La vitesse de la lumière dans le vide est égale à environ 300 000 km/h, soit 3×10^8 m/s. La distance Terre-Lune est donc de 384 000 km.
- 2. Puisque la vitesse de la lumière a une valeur finie, la lumière met un certain temps pour nous parvenir d'objets lointains : plus l'astre est loin, plus le temps mis par la lumière pour parcourir la distance est grand. On voit donc une image produite il y a longtemps.
- 3. 160 000 années de lumière (soit $1,51 \times 10^{17}$ km).

Objectif B2i. Rayon laser

- a. La lumière d'un faisceau parallèle effectue un aller-retour entre deux stations distantes de quelques kilomètres. On a

émis un rayon laser depuis la station de l'Observatoire : il arrive sur un miroir situé dans l'autre station à Montmartre. Le miroir renvoie la lumière. Une porte est placée sur le trajet du rayon. En diminuant progressivement la durée d'ouverture de la porte, on peut trouver la durée limite pour laquelle la lumière est « bloquée » en revenant à la station émettrice.

- b. « La source de lumière de Fizeau était la flamme très brillante résultant de l'action d'un chalumeau oxyhydrique sur du calcaire (*limelight*). En 2005, on a utilisé un rayon laser de puissance égale à 5 W ».

Remarques

Sur le site d'appui, l'animation flash donne des explications très précises et peut servir de base documentaire pour un travail d'histoire des sciences sur ce sujet.

Des vidéos très pédagogiques sont visibles sur le site : www.science.gouv.fr/fr/telesciences/bdd/res/2565/histoire-des-mesures-de-la-vitesse-de-la-lumiere/

Un objet. Le GPS

- a. *Global Positioning System*.
- b. La vitesse de la lumière et le temps mis pour que les signaux parviennent au GPS.
- c. Trois signaux.

Notes

[illegible]

Notes

[illegible]