

GUIDE D'APPRENTISSAGE

TRANSFORMATIONS

LE DÉFI ÉNERGÉTIQUE

SCIENCE ET TECHNOLOGIE

SCT-4061-2



CONFORME
AU NOUVEAU
PROGRAMME

SOFAD

GUIDE D'APPRENTISSAGE

TRANSFORMATIONS

LE DÉFI ÉNERGÉTIQUE

SCIENCE ET TECHNOLOGIE

SCT-4061-2



SOFAD

Chargé de projets

Alain Pednault

Soutien éditorial

Laëtitia Gagnon

Conception pédagogique

Judith Sévigny

Guy Mathieu

Rédaction de contenus

Judith Sévigny

Stéphanie Gervais

(Chapitre 1)

Révision pédagogique

et scientifique

France Vallée, enseignante

à la FGA, CSDPS

Jessie Trottier-Chabot,
enseignante à la FGA, CSOB

Gilles St-Louis

© SOFAD 2018

Tous droits de traduction et d'adaptation, en totalité ou en partie, réservés pour tous pays. Toute reproduction, par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction, est interdite sans l'autorisation écrite d'un représentant dûment autorisé de la SOFAD.

Tout usage en location ou prêt est interdit sans autorisation écrite et licence correspondante octroyée par la SOFAD.

Cet ouvrage est en partie financé par le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec.

Dépôt légal – 2018

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN : 978-2-89798-210-2 (imprimé)

ISBN : 978-2-89798-211-9 (PDF)

Août 2018

Conception et production des illustrations

Marc Tellier

Conception graphique et couverture

Mylène Choquette

Infographie

Marquis Interscript

Correction d'épreuves

Ginette Choinière

Crédits photos

Shutterstock

C1 © dwphotos • p. 2 © Bobkeenan Photography • p. 3h © DD Images • p. 3b © Pavelis • p. 4 © Gts • p. 9 © chatrakarn • p. 12h © puchan • p. 13h © JoshuaDanie • p. 13ch © lloyd thornton • p. 13c © photo_pw • p. 13cb © Bilanol • p. 13b © Mr. Alien • p. 14h © adison pangchai • p. 14ch © Adrin Shamsudin • p. 14cb © Antonio Guillem • p. 14b © Mihai Simonia • p. 17 © S Rock • p. 18h © SJ Travel Photo and Video • p. 18ch © ffolas • p. 18cb © zcw • p. 18b © Krasowit • p. 19h © Birgit Reitz-Hofmann • p. 19ch © ProstoVet • p. 19cb © Nik Merkulov • p. 19b © Laboko • p. 23 © cunaplus • p. 26 © gpointstudio • p. 29 © Karpenkov Denis • p. 30h © wavebreakmedia • p. 30c © Chones • p. 30b © You Touch Pix of EuToch • p. 33h © Africa Studio • p. 33b © Africa Studio • p. 34h © focal point • p. 34c © Y Photo Studio • p. 34b © Alena Ozerova • p. 44 © Kostikova Natalia • p. 46 © TTstudio • p. 50 © Martin Novak • p. 51h © Dark Moon Pictures • p. 51b © Chris Alleaume • p. 52h © Lou Oates • p. 52b © Africa Studio • p. 54 © hjochen • p. 70h © Mark Agnor • p. 70b © Evgenii Iaroshevskii • p. 72 © khuncho007 • p. 78h © supawee tanausawanon • p. 78c © Vjatcheslav Malsam • p. 78b © Matteo Galimberti • p. 79 © Blackguitar1 • p. 92 © Luciano Queiroz • p. 94 © Trum Ronnarong • p. 95h © TWStock • p. 95b © Romaset • p. 96h © Etaphop photo • p. 96b © fotosv • p. 98 © surovgraff • p. 103g © tkemot • p. 103c © Jr images • p. 103d © Atsushi Hirao • p. 103b © Flegere • p. 105h © Dario Lo Presti • p. 105bg © Helen's Photos • p. 105bd © a_v_d • p. 110g © Etaphop photo • p. 110cg © Vladimir Zhupanenko • p. 110cd © schlyx • p. 110d © a_v_d • p. 110bg © Eric Buermeyer • p. 110bc © kungverylucky • p. 111 © Dmitry Kalinovsky • p. 113 © wiwatchai • p. 114h © Alexander Kirch • p. 114b © Andrey_Popov • p. 133 © Roberiofd • p. 140g © Roman Samokhin • p. 140d © Mtsaride • p. 142 © santyan • p. 144 © Triff • p. 145h © ShutterOK • p. 145b © everything possible • p. 146h © Viktorus • p. 146b © NaMaKuKi • p. 148 © NaMaKuKi • p. 164 © Pond Thananat • p. 166 © Robert Kneschke • p. 188 © NAAN • p. 190 © k r e f • p. 191h © Monoframe • p. 191b © wisawa222 • p. 192h © hurricanehank • p. 192b © KAE CH • p. 193 © Narith Thongphasuk • p. 195 © tzuky333 • p. 197h © Awe Inspiring Images • p. 197b © Chepko Danil Vitalevich • p. 198 © Roman Krochuk • p. 202 © KPixMining • p. 207 © Ezz Mika Elya • p. 210 © Oleksandr Kostiuchenko • p. 228 © Sean K • p. 232 © lovelyday12 • p. 233h © Kodda • p. 233b © metamorworks • p. 234h © Joe Belanger • p. 234b © highStudio • p. 238 © P.V.R.Murty • p. 239 © Chepko Danil Vitalevich • p. 240 © Denys Prykhodov • p. 249h © Billion Photos • p. 249b © Zeljko Radojko • p. 250h © Kletr • p. 250b © metamorworks • p. 252 © Johann Helgason • p. 254 © gui jun peng • p. 256 © Denis Roger • p. 257h © Mariusz Hajdarowicz • p. 257b © Adwo • p. 258 © Utilisé avec l'autorisation de Ontario Power Generation • p. 259 © SF photo • p. 260 © Utilisé avec l'autorisation d'Hydro-Québec • p. 261 © meunierd • p. 272 © Filip Fuxa • p. 282 © Dudarev Mikhail

Wikimedia Commons

p. 12b © Henry Roscoe • p. 212 © Michael Faraday

Allamy Stock Photo

p. 80h © Cooper pics • p. 80c © Ashley Cooper • p. 80b © Gunter Marx • p. 81h © Aurora Photos • p. 81c © Ashley Cooper • p. 881b © Gunter Marx

Légende: g = gauche c = centre d = droite
h = haut b = bas

Table des matières

Cet aperçu contient :
 - la table des matières;
 - l'introduction;
 - la première situation d'apprentissage.



CHAPITRE 1

La transformation de l'énergie

Ma consommation énergétique

SITUATION 1.1

LA RELATION ENTRE LA PUISSANCE ET L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

LA LOI DE LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

LA FONCTION DE TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE

SA 1.1 – Mon bilan énergétique	4
Exploration	5
Appropriation	7
Résolution	20
Consolidation	24

SITUATION 1.2 ACTIVITÉ PRATIQUE

LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE LA DISTINCTION ENTRE LA CHALEUR ET LA TEMPÉRATURE

SA 1.2 – Le rendement d'un appareil électrique	26
Exploration	27
Appropriation	28
Résolution	36
Consolidation	41

SAVOIRS EN RÉSUMÉ

INTÉGRATION

SAÉ



CHAPITRE 2

L'électrostatique

Les contraires s'attirent!

SITUATION 2.1 ACTIVITÉ PRATIQUE

LE MODÈLE ATOMIQUE DE RUTHERFORD LES PARTICULES SUBATOMIQUES

LA CHARGE ÉLECTRIQUE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE LE CHAMP ÉLECTRIQUE

LA LOI DE COULOMB

SA 2.1 – Une fête électrisante!	52
Exploration	53
Appropriation A	54
Résolution	60
Appropriation B	64
Consolidation	67

SITUATION 2.2

LE TABLEAU PÉRIODIQUE LES MINÉRAUX

SA 2.2 – Les ressources minérales du Québec	70
Exploration	71
Appropriation	73
Résolution	82
Consolidation	85

SAVOIRS EN RÉSUMÉ

INTÉGRATION

SAÉ



CHAPITRE 3

Les circuits électriques simples

Je suis branché!

SITUATION 3.1

LES FONCTIONS D'ALIMENTATION, DE CONDUCTION, D'ISOLATION, DE PROTECTION ET DE COMMANDE

LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE

SA 3.1 – La lampe de poche	96
Exploration	97
Appropriation A	99
Résolution	108
Appropriation B	110
Consolidation	112

SITUATION 3.2 ACTIVITÉ PRATIQUE

LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE LA LOI D'OHM LA RELATION ENTRE LA PUISSANCE ET L'ÉNERGIE

SA 3.2 – Mon système d'alarme	114
Exploration	115
Appropriation A	117
Résolution	128
Appropriation B	176
Consolidation	134

SAVOIRS EN RÉSUMÉ

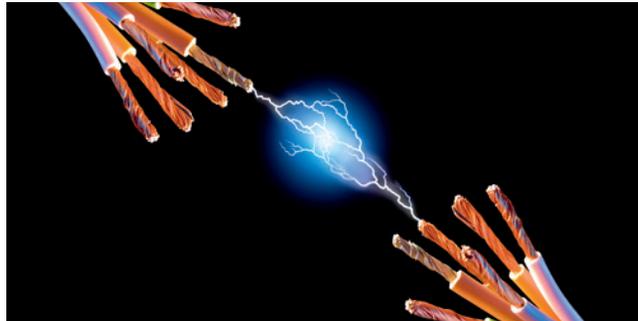
137

INTÉGRATION

140

SAÉ

142



CHAPITRE 4

Les circuits et les appareils électriques

L'électricité est partout!

SITUATION 4.1

LES CIRCUITS EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE LES LOIS DE KIRCHOFF

SA 4.1 – Une réparation électronique	146
Exploration	147
Appropriation	149
Résolution	158
Consolidation	160

SITUATION 4.2 ACTIVITÉ PRATIQUE

LES CIRCUITS MIXTES

SA 4.2 – Le monte-escalier	164
Exploration	165
Appropriation A	167
Résolution	172
Appropriation B	176
Consolidation	179

SAVOIRS EN RÉSUMÉ

182

INTÉGRATION

184

SAÉ

188



CHAPITRE 5

Le magnétisme et l'électromagnétisme

L'attraction du courant

SITUATION 5.1 ACTIVITÉ PRATIQUE

LES FORCES D'ATTRACTION ET DE RÉPULSION

LE CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN FIL PARCOURU PAR UN COURANT

LE CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN SOLÉNOÏDE

SA 5.1 – Mon haut-parleur	192
Exploration	193
Appropriation A	195
Résolution	204
Appropriation B	206
Consolidation	208

SITUATION 5.2

L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

SA 5.2 – Allume que ça bouge!	210
Exploration	211
Appropriation	212
Résolution	218
Consolidation	223

SAVOIRS EN RÉSUMÉ	225
-------------------------	-----

INTÉGRATION	227
-------------------	-----

SAÉ	228
-----------	-----



CHAPITRE 6

Les enjeux énergétiques

Pour consommer, il faut produire!

SITUATION 6.1

LES RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES DE LA LITHOSPHERE

SA 6.1 – L'énergie du sol	234
Exploration	235
Appropriation A	237
Résolution	244
Appropriation B	249
Consolidation	253

SITUATION 6.2

LES RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES DE L'ATMOSPHERE ET DE L'HYDROSPHÈRE

L'ÉNERGIE DU SOLEIL | LE SYSTÈME TERRE-LUNE

SA 6.2 – La production d'électricité	254
Exploration	255
Appropriation A	256
Résolution	266
Appropriation B	272
Consolidation	275

SAVOIRS EN RÉSUMÉ	277
-------------------------	-----

INTÉGRATION	279
-------------------	-----

CARNET DE PRODUCTION	282
----------------------------	-----

COMPLÉMENTS

AUTOÉVALUATION	287
----------------------	-----

RÉACTIVATION	301
--------------------	-----

ANNEXES	303
---------------	-----

GLOSSAIRE	305
-----------------	-----

CORRIGÉ	312
---------------	-----

GRILLE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES	354
--	-----

Présentation du guide d'apprentissage

Bienvenue dans le guide d'apprentissage du cours *Le défi énergétique*. Ce cours de **Science et technologie** de la **4^e année du secondaire** a pour but de développer vos compétences à traiter de situations en lien avec :

- la transformation de l'énergie et le rendement énergétique ;
- les principes de base en électricité et en électrostatique ;
- le fonctionnement des circuits électriques en série et en parallèle ;
- le magnétisme et l'électromagnétisme ;
- les enjeux énergétiques.

Voici les trois compétences que vous aurez à développer :

- chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ;
- mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques ;
- communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie.

Vous êtes maintenant convié à réaliser les activités d'apprentissage qui vous sont proposées dans les six chapitres de ce guide.

Portailsofad.com

Sur portailsofad.com des capsules vidéo et des versions imprimables des ressources complémentaires au guide de la collection TRANSFORMATIONS vous accompagneront tout au long de vos apprentissages.



COMPOSANTES D'UN CHAPITRE

La démarche d'apprentissage proposée dans un chapitre permet de progresser en réinvestissant les apprentissages réalisés d'une section à l'autre. Le schéma qui suit illustre cette démarche et précise l'intention pédagogique de chacune des sections.

OUVERTURE DU CHAPITRE

La première page décrit le contexte et la thématique qui serviront de trame de fond à l'acquisition des nouveaux savoirs abordés dans le chapitre.



Une table des matières accompagne cette première page. Les savoirs à acquérir y sont présentés pour chacune des *Situations*, ainsi que le thème des situations.

SITUATIONS

Il y a deux *Situations d'apprentissage* par chapitre, qui peuvent être théoriques ou pratiques. La démarche proposée dans ces situations permet d'acquérir de nouveaux savoirs et de développer des compétences dans des contextes réels et signifiants.



PHASES D'UNE SITUATION



PRÉSENTATION DE LA SITUATION

Liée au thème principal du chapitre, cette page décrit brièvement le contexte de la situation, ainsi que des informations nécessaires à la résolution.

Un encadré décrit la tâche que vous aurez à réaliser plus loin dans la section *Résolution*. Cette tâche est le point de départ qui vous permettra d'acquérir de nouveaux savoirs en vue de résoudre la situation.



EXPLORATION

Cette section vous invite à analyser les informations de la situation ainsi qu'à déterminer les savoirs que vous possédez et ceux que vous devez acquérir pour réaliser la tâche.

Des éléments de la démarche d'investigation en science et des stratégies d'exploration peuvent aussi être proposés.



APPROPRIATION

C'est ici que sont assimilés les savoirs nécessaires pour résoudre la situation.



RÉSOLUTION

Arrivé à cette section, vous devriez avoir en votre possession toutes les connaissances essentielles à la résolution de la situation énoncée au début de la situation.

D'autres éléments de la démarche d'investigation en science et des stratégies d'analyse peuvent aussi être proposés.



CONSOLIDATION

Cette section vous permettra de consolider les savoirs acquis dans l'*Appropriation*. Tout comme la section *Intégration*, cette *Consolidation* permet aussi de développer les compétences.

EN FIN DE CHAPITRE...

SAVOIRS EN RÉSUMÉ

Cette section résume tous les savoirs *À retenir* qui ont été présentés dans le chapitre.

INTÉGRATION

Dans cette section, qui inclut des exercices et des situations complexes, vous devrez appliquer les savoirs vus dans ce chapitre.

SAÉ

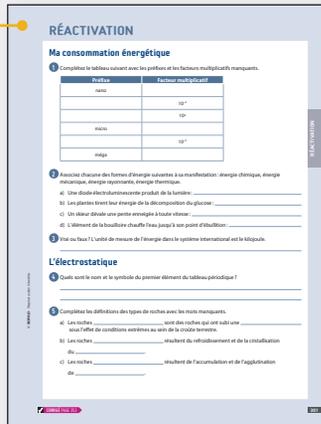
La SAÉ est une tâche complexe élaborée selon le modèle des évaluations de sanction. Elle est accompagnée d'une grille d'évaluation des compétences.

COMPLÉMENTS



AUTOÉVALUATION

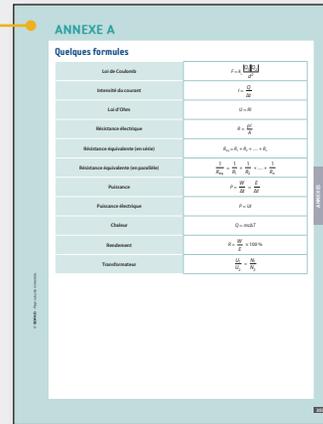
Une *Autoévaluation* est présentée en première partie de ces *Compléments*. Elle permet d'évaluer vos connaissances acquises et les compétences développées tout au long du cours. Vous pourrez ainsi déterminer les savoirs que vous maîtrisez et ceux pour lesquels une révision s'impose avant de passer à l'*Activité notée synthèse*.



RÉACTIVATION

Au cours des *Situations*, vous croisez des rubriques *Rappel* présentant des savoirs vus dans un cours antérieur et nécessaires à la compréhension du nouveau savoir ou à la résolution de la situation en cours.

Cette *Réactivation* permettra de réviser, à l'aide de questions d'exercices, les concepts qui font l'objet d'un *Rappel*.



ANNEXES

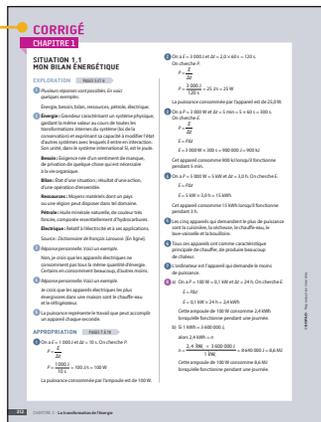
Dans cette section, on présente des informations complémentaires.

© SOFAD – Reproduction interdite.



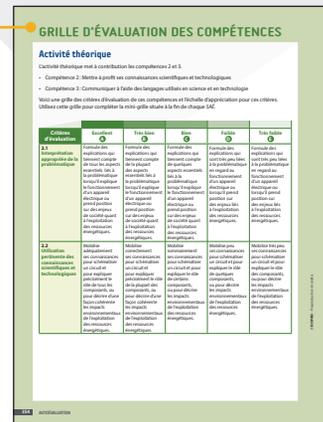
GLOSSAIRE

Les savoirs à retenir **écrits en bleu** et les termes définis **écrits en noir** dans le texte courant se retrouvent aussi dans le *Glossaire*.



CORRIGÉ

Vers la fin du guide, vous repérez le *Corrigé*. Il a été conçu non seulement pour valider vos réponses, mais aussi pour vous accompagner dans vos apprentissages. Il contient les réponses aux questions, des explications détaillées sur la démarche ou le raisonnement à mettre en œuvre.



GRILLE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Une *Grille d'évaluation des compétences* vous est offerte à la fin du guide. À la suite de la résolution d'une *SAÉ*, vous êtes invité à vous évaluer à l'aide de cette grille. Vous pourrez alors compléter la version abrégée située dans le bas de chaque *SAÉ*.

TÂCHE

Vous devez produire un texte qui présente et met en valeur l'une des nombreuses...

Présente la tâche à exécuter dans le cadre de votre situation.

RAPPEL

L'énergie thermique est associée à la vibration des particules qui constituent un corps. On l'exprime en joules (J).

Réfère à des connaissances que vous avez acquises dans des cours antérieurs et à des exercices de réactivation en lien avec ce *Rappel*.

SAVOIRS À RETENIR

Un **circuit électrique** est un ensemble d'éléments reliés à une source de courant par des conducteurs.

Présente les nouveaux savoirs que vous devez maîtriser. Ce sont les savoirs prescrits par le programme d'études.

DÉMARCHE D'INVESTIGATION B...

La première étape de la démarche d'investigation est de définir le problème...

Présente des éléments de la démarche d'investigation en science qui peuvent s'appliquer dans diverses situations.

STRATÉGIE Envisager...

Lorsqu'une démarche d'investigation implique de se forger une opinion ou les ...

Présente des stratégies d'exploration ou d'analyse qui peuvent s'appliquer dans diverses situations.

LE SAVIEZ-VOUS ?



Voir un champ magnétique

Afin de visualiser le champ magnétique d'un aimant, on peut d'abord le...

Permet de découvrir des compléments d'informations scientifiques, historiques et culturelles liées aux concepts à l'étude.

REMARQUE

La diode électroluminescente est un composant électronique dans lequel le courant ne...

Apporte un complément d'information ou des exceptions qui peuvent s'appliquer au concept à l'étude.



BOÎTE À OUTILS

Consultez le guide d'utilisation du multimètre...

Réfère à des informations à consulter dans la **Boîte à outils**.



CAHIER D'ACTIVITÉS PRATIQUES

Vous pouvez maintenant procéder à la conception de votre prototype de monte-escalier dans le...

Réfère à des informations que vous devez compléter dans le cahier d'activités pratiques.



Réfère à des ressources Web (sites ou capsules vidéo) proposées sur portailsofad.com.

ACTIVITÉ NOTÉE

Vous devez maintenant effectuer l'activité notée 1. Elle est accessible sur le site du cours...

Indique que vous êtes prêt à effectuer l'*Activité notée* prévue pour valider votre compréhension des apprentissages réalisés. L'*Activité notée synthèse* se fait quant à elle, à la toute fin du cours.

Ces activités sont présentées dans des fascicules séparés du guide. Une fois que vous les aurez complétées, vous devrez remettre votre travail à votre enseignant ou à votre tuteur qui vous fournira une rétroaction à la suite de sa correction.

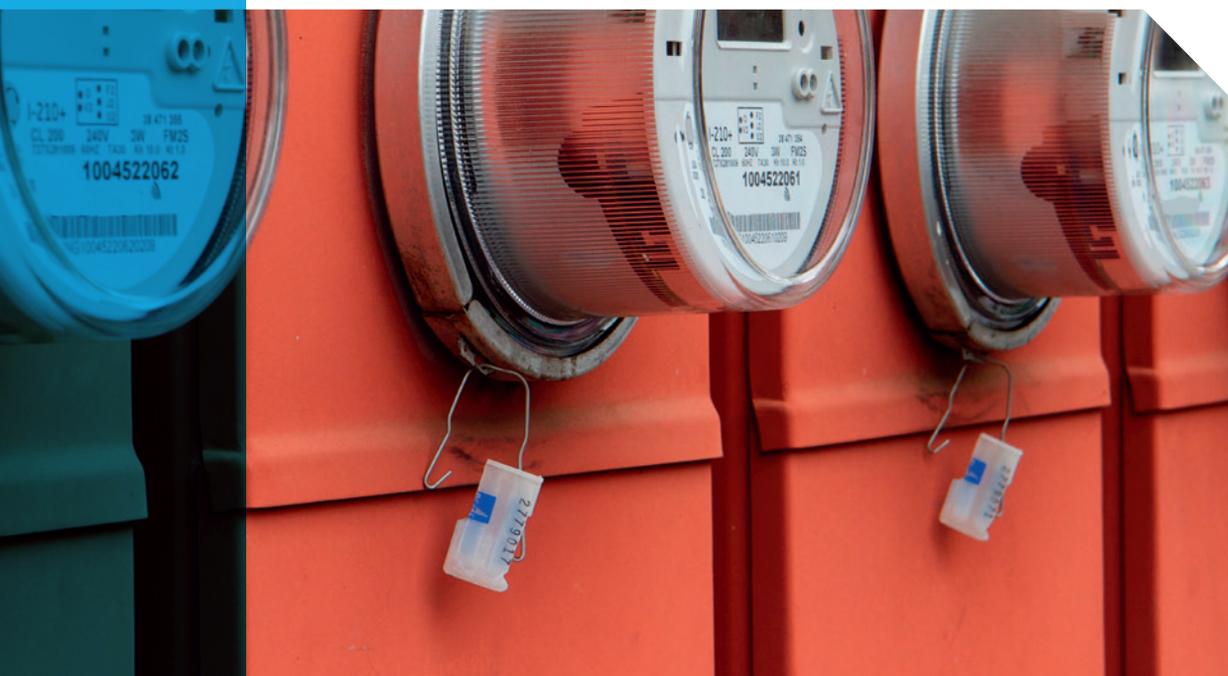
La transformation de l'énergie

Ma consommation énergétique

Pour se nourrir, les animaux ont mis au point des techniques de cueillette, de chasse ou de fuite, selon leur position dans la chaîne alimentaire. Pour se protéger des intempéries et des prédateurs, ils creusent des terriers ou érigent des abris.

Les humains, quant à eux, se sont créé un environnement artificiel et en sont devenus dépendants. Le maintien de cet environnement requiert beaucoup d'énergie, surtout de l'énergie électrique. Les êtres humains consomment de l'énergie pour se nourrir, se chauffer, s'éclairer, communiquer et se déplacer.

Ne serait-il pas intéressant de découvrir quelle est votre consommation énergétique ou encore de comparer le rendement énergétique de deux appareils électriques fréquemment utilisés dans les foyers québécois ? C'est ce que vous ferez dans le présent chapitre, en plus d'explorer plusieurs concepts reliés à l'énergie électrique.





SITUATION 1.1

Mon bilan énergétique

p. 4

LA RELATION ENTRE LA PUISSANCE ET L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

LA LOI DE LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

LA FONCTION DE TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE

SITUATION 1.2

ACTIVITÉ PRATIQUE

Le rendement d'un appareil électrique

p. 26

LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

LA DISTINCTION ENTRE LA CHALEUR ET LA TEMPÉRATURE

SAVOIRS EN RÉSUMÉ

p. 42

INTÉGRATION

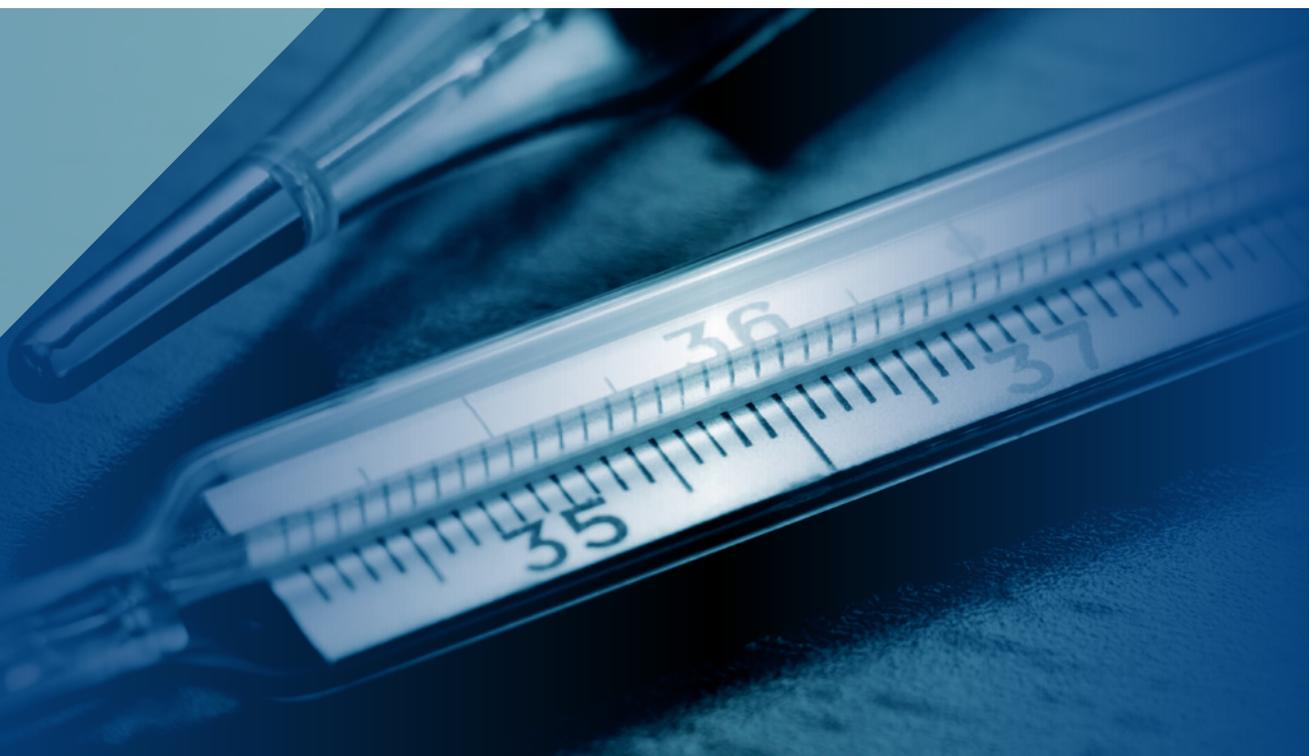
p. 44

SAÉ

Modère tes transports !

p. 46

CHAPITRE 1



Mon bilan énergétique

BUT

Déterminer approximativement sa consommation énergétique.

Quoi que vous fassiez, vous avez besoin d'énergie, ne serait-ce que pour maintenir une qualité de vie acceptable. Pour vous nourrir, vous conservez des aliments dans un réfrigérateur. Pour vous chauffer en hiver, vous faites fonctionner des plinthes électriques et pour vous rafraîchir en été, vous utilisez un ventilateur ou une thermopompe murale. Pour vous éclairer, vous allumez des lampes et des luminaires. Pour communiquer, vous utilisez un cellulaire alimenté par une pile. Pour vous déplacer, vous utilisez une voiture électrique ou alimentée au pétrole.

Tous ces besoins requièrent un minimum d'énergie provenant de sources diverses. Si vous ajoutez l'énergie associée à vos loisirs, alors le bilan peut être considérable.

Un commerce d'électroménagers de votre municipalité propose un concours qui vise à sensibiliser les citoyens à leur consommation d'énergie. Pour y participer, vous êtes invités à remplir un formulaire décrivant votre bilan énergétique personnel. Le prix à gagner est un ensemble laveuse-sécheuse à haute efficacité énergétique.

TÂCHE

Vous devrez déterminer approximativement la consommation énergétique de quelques appareils électriques que vous utilisez régulièrement et proposer des solutions pour réduire, de façon générale, votre consommation énergétique au quotidien.



EXPLORATION

Les questions suivantes vous aideront à analyser la situation. Même si vous doutez de vos réponses, n'hésitez pas à les noter. Les explications au corrigé vous permettront de les valider. Cette action est la première étape de la démarche d'investigation.

DÉMARCHE D'INVESTIGATION

Présentation de la démarche

La démarche d'investigation en science est utilisée afin de résoudre une situation, de traiter une problématique ou d'étudier un phénomène ou une application. Elle s'applique aussi bien à un sujet scientifique que technologique.

La démarche d'investigation comporte cinq étapes et permet des retours en arrière au besoin. Ces étapes sont :

- définir le problème ou le besoin ;
- formuler une hypothèse ;
- vérifier l'hypothèse ;
- tirer des conclusions ;
- communiquer les résultats ou les solutions.

Chacune de ces étapes sera présentée plus en détail tout au long du guide, accompagnée de stratégies d'exploration et d'analyse.



BOÎTE À OUTILS

Vous trouverez une présentation sommaire de la **démarche d'investigation** et de ses différentes étapes dans la Boîte à outils.

- 1 À la page précédente, dans le texte d'introduction de la situation d'apprentissage, repérez les mots ou les concepts clés qui vous semblent pertinents au sujet de la consommation énergétique et transcrivez-les ici.

STRATÉGIE *Repérer les mots ou les concepts clés*

1.1

Afin de définir le problème à résoudre, il convient de circonscrire les informations appropriées au problème, c'est-à-dire de délimiter le sujet de la situation. Pour ce faire, on peut repérer les mots et les concepts clés de la situation, comme vous venez de le faire, puis définir les termes pertinents à l'aide de ressources documentaires, comme un dictionnaire ou une source de référence informatique disponible sur Internet.

APPROPRIATION

Parmi les diverses formes d'énergie que vous utilisez quotidiennement, l'énergie électrique est sans doute la plus présente. Une simple panne de courant suffit pour vous faire réaliser à quel point cette forme d'énergie est importante dans votre vie. Les appareils qui fonctionnent à l'électricité ne sont pas tous aussi puissants les uns que les autres. De plus, certains appareils consomment beaucoup d'énergie électrique, d'autres moins.

La relation entre la puissance et l'énergie électrique

En général, la puissance d'un appareil électrique est définie comme le **travail** effectué durant un temps donné. Par exemple, le travail nécessaire pour creuser un trou sera effectué beaucoup plus rapidement par une rétrocaveuse que par un ouvrier muni d'une simple pelle. Le **moteur** de la rétrocaveuse est ainsi plus puissant que l'ouvrier. Mais, pour effectuer la tâche plus rapidement que l'ouvrier, elle consomme plus d'énergie.

- Travail**
Effort, application d'une force sur un objet qui l'amènera à se déplacer.
- Moteur**
Appareil servant à transformer de l'énergie électrique en énergie cinétique (mouvement).

SAVOIRS À RETENIR

On définit la **puissance** par le quotient du travail effectué ou de l'énergie fournie par le temps nécessaire pour effectuer ce travail.

$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{E}{\Delta t}$	où	P est la puissance en watts (W);
		W , le travail en joules (J);
		E , l'énergie en joules (J);
	et	Δt , l'intervalle de temps en secondes (s).

L'unité de mesure de la puissance est le watt. Un watt correspond à un joule par seconde. Un appareil électrique qui effectue un travail ou qui consomme un joule d'énergie par seconde a donc une puissance d'un watt ou consomme une puissance d'un watt.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

REMARQUE

Le symbole delta (Δ)

Quatrième lettre de l'alphabet grec, ce symbole représente une différence entre deux grandeurs. Dans le calcul de la puissance, le symbole delta (Δ) accompagné de la lettre t représente une variation de temps.

Utilisons cette équation dans un exemple concret. Une ampoule de 60 W utilise 60 J d'énergie chaque seconde. Combien de joules aura consommés cette ampoule en une minute ?

On a $P = 60 \text{ W}$ et $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$. On cherche E .

$$P = \frac{E}{\Delta t} \text{ ou } E = P\Delta t$$

$$E = 60 \text{ W} \times 60 \text{ s} = 3\,600 \text{ W}\cdot\text{s} = 3\,600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$$

En 1 min, cette ampoule aura consommé 3 600 J.



BOÎTE À OUTILS

Dans ce chapitre, vous aurez à manipuler des équations contenant plusieurs variables. Au besoin, consultez la Boîte à outils pour de l'information sur la façon d'**isoler une variable** dans une équation.

- 1 Une ampoule consomme 1 000 J en 10 s. Calculez la puissance utilisée par cette ampoule.

- 2 Quelle est la puissance utilisée par un appareil électrique qui consomme 3 000 J en 2 min ?

- 3 Un appareil électrique a une puissance de 3 000 W. S'il fonctionne pendant 5 min, quelle est la consommation énergétique de l'appareil ?

Le kilowattheure

Le joule est une unité facile à utiliser pour les calculs de consommation d'énergie sur de courtes périodes de temps. Pour des périodes de temps relativement longues, il est plus pratique d'utiliser le kilowattheure (kWh).

SAVOIRS À RETENIR

Le **kilowattheure** est l'unité commerciale d'énergie électrique. Il représente l'énergie consommée par un appareil de 1 kW (ou 1 000 W) utilisé pendant 1 h (ou 3 600 s).
 Un kilowattheure équivaut à : $1\ 000\ W \times 3\ 600\ s = 3\ 600\ 000\ J$ ou 3,6 MJ.

RAPPEL



EXERCICES DE RÉACTIVATION
 PAGE 301, NUMÉRO 1

Vous êtes familiarisé avec le préfixe « kilo », dont le symbole est « k » et qui indique qu'une unité de mesure doit être multipliée par 1 000 (ou 10^3). Il existe beaucoup d'autres préfixes, notamment celui que vous venez de voir dans la rubrique ci-dessus, le « Méga » ou « M », qui équivaut à un facteur de 1 000 000 (ou 10^6).



BOÎTE À OUTILS

Vous trouverez dans la Boîte à outils un tableau des principaux préfixes et de leurs valeurs.

Pour trouver le nombre de kilowattheures consommés par un appareil électrique, il suffit de multiplier sa puissance (exprimée en kilowatts) par sa durée d'utilisation (en heures).

Prenons par exemple un appareil électrique d'une puissance de 2 500 W. Il faut exprimer la puissance de cet appareil en kW.

Si 1 kW = 1 000 W,

alors $n = 2\,500\text{ W}$

$$n = \frac{1\text{ kW} \times 2\,500\text{ W}}{1\,000\text{ W}} = 2,5\text{ kW}$$

Pour déterminer combien de kilowattheures cet appareil consomme lorsqu'il fonctionne pendant 2 h, on applique l'équation de la puissance et on isole la variable de l'énergie.

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$E = P\Delta t$$

$$E = 2,5\text{ kW} \times 2,0\text{ h} = 5,0\text{ kWh.}$$

Pour savoir combien de joules cet appareil consomme lorsqu'il fonctionne pendant 2 h, il suffit d'appliquer un produit croisé.

Si 1 kWh = 3 600 000 J,

alors 5,0 kWh = n

$$n = \frac{5,0\text{ kWh} \times 3\,600\,000\text{ J}}{1\text{ kWh}}$$

$$n = 18\,000\,000\text{ J} = 18\text{ MJ}$$

4 Combien de kilowattheures consomme un appareil de 5 000 W s'il fonctionne pendant 3 h ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Le tableau suivant montre la puissance de quelques appareils ainsi que leur consommation d'énergie.

La puissance et la consommation mensuelle moyenne de quelques appareils électriques

Appareil	Puissance (W)	Énergie consommée (kWh)
Chauffe-eau	4 500	500
Congélateur	500	100
Cuisinière	12 500	100
Sècheuse	5 000	70
Lave-vaisselle	1 500	30
Bouilloire	1 500	20
Fer à repasser	1 100	12
Grille-pain	1 200	4
Four à micro-ondes	1 200	40
Téléviseur	300	50
Ordinateur	65	20

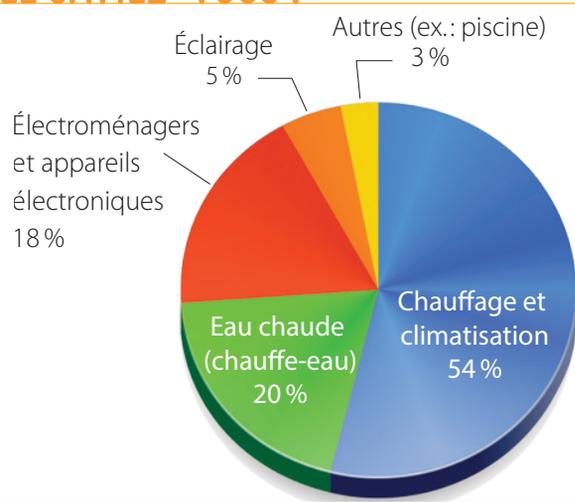
Les questions 5 à 7 se rapportent au tableau ci-dessus.

5 Quels sont les cinq appareils présentés dans le tableau qui demandent le plus de puissance ?

6 Quelle caractéristique principale ont en commun les appareils nommés à la question 5 ?

7 Quel est l'appareil présenté dans le tableau qui demande le moins de puissance ?

LE SAVIEZ-VOUS ?



La consommation électrique résidentielle type au Québec.

Le diagramme suivant montre la consommation électrique résidentielle type au Québec en 2017. Le chauffage et la climatisation, à eux seuls, représentent plus de la moitié de la consommation (54%).

Source : Hydro-Québec, « La consommation d'électricité en cinq usages », [En ligne].

TESTEZ VOS CONNAISSANCES

8 Combien d'énergie une ampoule à incandescence de 100 W, constamment allumée, consomme-t-elle en une journée ?

a) en kilowattheures ?

.....

b) en joules ?

.....

9 Une ampoule fluocompacte de 26 W fournit en principe la même luminosité qu'une ampoule à incandescence de 100 W.

a) Quelle quantité d'énergie, en kilowattheures, consomme-t-elle si on la laisse allumée pendant une journée ?

.....

b) Combien d'énergie l'ampoule à incandescence consomme-t-elle de plus que l'ampoule fluocompacte ?

.....

10 Référez-vous aux deux exercices précédents pour répondre aux questions suivantes.

a) Comparez la consommation énergétique de l'ampoule à incandescence à celle de l'ampoule fluocompacte.

.....

b) Pourquoi leur consommation est-elle différente ?

.....

LE SAVIEZ-VOUS ?



Une ampoule fluocompacte.

Une ampoule DEL.

Bien que les ampoules fluocompactes soient avantageuses, car elles consomment beaucoup moins d'énergie que les ampoules à incandescence, elles contiennent du mercure, un métal toxique. Cela doit être pris en compte au moment d'en disposer à la fin de leur vie utile. Certains centres de rénovation et certaines municipalités les récupèrent, informez-vous !

Les ampoules à diodes électroluminescentes (DEL) gagnent de plus en plus en popularité. Elles coûtent plus cher, mais elles ont une durée de vie beaucoup plus grande, dégagent peu de chaleur et ne contiennent pas de mercure.

La fiche signalétique

Sur chaque appareil électrique se trouve une fiche signalétique qui précise ses caractéristiques électriques. Cette fiche indique, entre autres, la puissance de l'appareil.

Par exemple, voici des renseignements indiqués sur la fiche signalétique d'une bouilloire.

8912C
MOD.KEG960AWH
120 VOLTS – 1 500 WATTS – 60 Hz

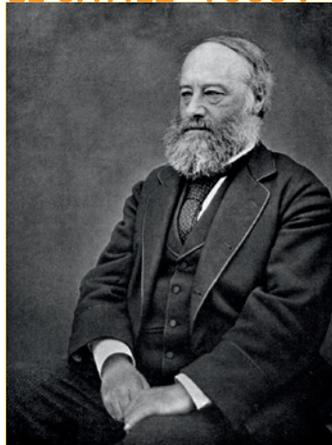
11 Repérez la puissance électrique de la bouilloire sur sa fiche signalétique, puis inscrivez votre réponse.

Cette fiche signalétique fournit également d'autres données. Vous apprendrez leur signification dans les prochains chapitres.

La loi de la conservation de l'énergie

Un appareil électrique, ou un système, a besoin d'énergie pour effectuer un travail. Comme il a été vu précédemment, l'énergie la plus présente de nos jours est l'énergie électrique. En fonction de la nature du travail à accomplir, les appareils électriques transforment l'énergie électrique en d'autres types d'énergie. Ces transformations se réalisent en respectant la loi de la conservation de l'énergie. Cette loi a pris forme dans la communauté scientifique vers le milieu du 19^e siècle, à la suite notamment des travaux de James Prescott Joule.

LE SAVIEZ-VOUS ?



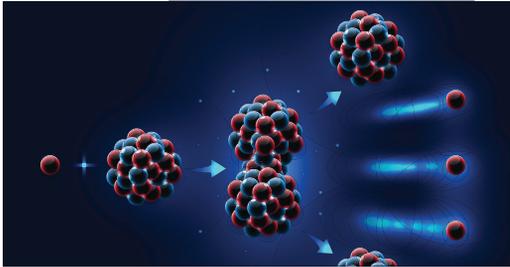
James Prescott Joule (1818-1889)

James Prescott Joule est un physicien britannique. Ses travaux sur la nature de la chaleur l'ont conduit à découvrir la loi de la conservation de l'énergie, la première loi de la thermodynamique. Dans le système international, l'unité de l'énergie et de la quantité de chaleur porte son nom, le joule.

RAPPEL

D'autres formes d'énergie

Il existe d'autres formes d'énergie, mais on les considère comme appartenant à une sous-catégorie des formes d'énergie mentionnées précédemment. En voici quelques-unes.

<p>Énergie nucléaire</p>	<p>Forme d'énergie chimique libérée lors d'une réaction nucléaire.</p> <p>Exemple : La fission nucléaire est une réaction chimique qui libère une très grande quantité d'énergie nucléaire.</p>	
<p>Énergie fossile</p>	<p>Forme d'énergie chimique qui provient d'organismes ayant vécu il y a des millions d'années, qui sont maintenant décomposés.</p> <p>Exemple : L'essence que l'on met dans les voitures provient du pétrole, une source d'énergie fossile.</p>	
<p>Énergie sonore</p>	<p>Énergie qui provient des ondes sonores et qui est responsable de la perception des sons.</p> <p>Exemple : La musique qui provient de la vibration des membranes d'écouteurs.</p>	
<p>Énergie électrique</p>	<p>Forme d'énergie mécanique liée au mouvement de charges électriques.</p> <p>Exemple : Un éclair est une manifestation de l'énergie électrique.</p>	

12 Décrivez une situation de la vie quotidienne dans laquelle vous consommez de l'énergie chimique.

13 Décrivez une situation de la vie quotidienne dans laquelle vous consommez de l'énergie fossile.

SAVOIRS À RETENIR

La **loi de la conservation de l'énergie** stipule que l'énergie totale d'un système isolé demeure constante en tout temps. L'énergie ne peut être ni créée ni détruite, elle peut seulement être transférée ou transformée. Lorsqu'il y a transformation d'énergie, la somme de toutes les énergies initiales est égale à la somme de toutes les énergies finales.

$$E_{\text{initiale}} = E_{\text{finale}}$$

Considéré comme le père de la chimie moderne, Antoine Laurent de Lavoisier a illustré le principe de la conservation de l'énergie par l'expression « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. » Bien entendu, un système complètement isolé est une vue de l'esprit et ne peut réellement exister. Cependant, aucune exception à cette loi n'a pu être démontrée expérimentalement jusqu'à maintenant.

Voyons comment la loi de la conservation de l'énergie s'applique à l'aide d'un exemple simple.

Pour fonctionner pendant 20 s, une ampoule de 100 W nécessite l'utilisation de 2 000 J d'énergie électrique. Lorsque l'ampoule fonctionne, ces 2 000 J d'énergie électrique sont transformés en 2 000 J d'énergie rayonnante et thermique, puisqu'une ampoule produit de la lumière et dégage de la chaleur.

$$E_{\text{électrique}} = E_{\text{rayonnante}} + E_{\text{thermique}}$$

$$2\,000\text{ J} = 2\,000\text{ J}$$

Voyons maintenant comment cette loi s'applique, mais cette fois-ci à l'aide d'un exemple plus complexe.

Une ampoule utilise 1 000 kJ d'énergie électrique pour produire 600 kJ d'énergie lumineuse. Quelle quantité d'énergie thermique l'ampoule a-t-elle dégagée ?

Dans ce système, on peut dire que l'énergie électrique utilisée est entièrement transformée en énergie lumineuse et en énergie thermique. L'énergie électrique correspond donc à la somme de l'énergie lumineuse produite par l'ampoule et de l'énergie thermique dégagée par celle-ci :

$$E_{\text{électrique}} = E_{\text{rayonnante}} + E_{\text{thermique}} \quad (\text{simplifiée par } E_{\text{él}} = E_{\text{ray}} + E_{\text{th}})$$

$$E_{\text{th}} = E_{\text{él}} - E_{\text{ray}} \quad \text{où } E_{\text{él}} = 1\,000\text{ kJ} \text{ et } E_{\text{ray}} = 600\text{ kJ}$$

$$E_{\text{th}} = 1\,000\text{ kJ} - 600\text{ kJ}$$

$$E_{\text{th}} = 400\text{ kJ}$$

L'ampoule a dégagé 400 kJ d'énergie thermique.

La fonction de transformation de l'énergie

Les appareils électriques que vous utilisez quotidiennement transforment l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie utilisables.

Par exemple, une sècheuse à affichage numérique transforme la majeure partie de l'énergie électrique en énergie mécanique (pour faire tourner le tambour) et en énergie thermique (pour sécher les vêtements); une petite quantité d'énergie électrique est transformée en énergie rayonnante (pour l'afficheur numérique).

Énergie électrique → Énergie mécanique + Énergie thermique + Énergie rayonnante

Un ventilateur transforme l'énergie électrique en énergie mécanique (pour faire tourner les pales).

Énergie électrique → Énergie mécanique

Ces exemples sont tous des chaînes de transformation de l'énergie.

SAVOIRS À RETENIR

La **fonction de transformation de l'énergie** est assurée par un **composant** qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.

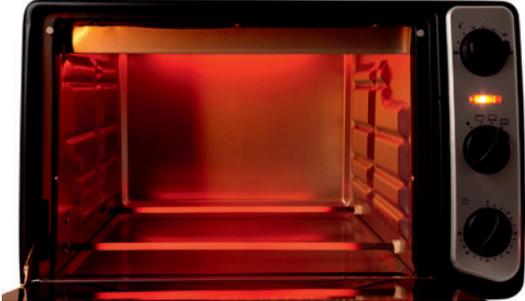
Composant

Objet qui possède des propriétés qui le rendent utile pour accomplir un travail en particulier.



Le tableau qui suit présente des exemples de composants qui permettent de transformer l'énergie électrique en une autre principale forme d'énergie.

La principale forme d'énergie produite par certains composants

Composant	Principale forme d'énergie produite
<p>Un filament de tungstène dans une ampoule à incandescence.</p> 	<p>Rayonnante</p>
<p>L'élément chauffant d'un four électrique.</p> 	<p>Thermique</p>
<p>Un moteur électrique rotatif.</p> 	<p>Mécanique</p>
<p>Des diodes électroluminescentes (DEL).</p> 	<p>Rayonnante</p>

TESTEZ VOS CONNAISSANCES

17 Décrivez la chaîne de transformation d'énergie des objets suivants.

<p>a)</p>  <p>Une tondeuse à essence.</p>	
<p>b)</p>  <p>Un mélangeur sur socle.</p>	
<p>c)</p>  <p>Un téléphone intelligent.</p>	
<p>d)</p>  <p>Une brosse à dent électrique.</p>	

RÉSOLUTION

TÂCHE

Vous devrez déterminer approximativement la consommation énergétique de quelques appareils électriques que vous utilisez régulièrement et proposer des solutions pour réduire, de façon générale, votre consommation énergétique au quotidien.

Rappel de la situation :

Un commerce d'électroménagers de votre municipalité propose un concours qui vise à sensibiliser les citoyens à leur consommation d'énergie. Pour y participer, vous êtes invités à remplir un formulaire décrivant votre bilan énergétique personnel. Le prix à gagner est un ensemble laveuse-sécheuse à haute efficacité énergétique.

SITUATION 1.1

LA RELATION ENTRE LA PUISSANCE ET L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
LA LOI DE LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE
LA FONCTION DE TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE

Mon bilan énergétique

BUT
Déterminer approximativement sa consommation énergétique.

Quoi que vous fassiez, vous avez besoin d'énergie, ne serait-ce que pour maintenir une qualité de vie acceptable. Pour vous nourrir, vous conservez des aliments dans un réfrigérateur. Pour vous chauffer en hiver, vous faites fonctionner des plinthes électriques et pour vous rafraîchir en été, vous utilisez un ventilateur ou une thermopompe murale. Pour vous éclairer, vous allumez des lampes et des luminaires. Pour communiquer, vous utilisez un cellulaire alimenté par une pile. Pour vous déplacer, vous utilisez une voiture électrique ou alimentée au pétrole.

Tous ces besoins requièrent un minimum d'énergie provenant de sources diverses. Si vous ajoutez l'énergie associée à vos loisirs, alors le bilan peut être considérable.

Un commerce d'électroménagers de votre municipalité propose un concours qui vise à sensibiliser les citoyens à leur consommation d'énergie. Pour y participer, vous êtes invités à remplir un formulaire décrivant votre bilan énergétique personnel. Le prix à gagner est un ensemble laveuse-sécheuse à haute efficacité énergétique.

TÂCHE
Vous devez déterminer approximativement la consommation énergétique de quelques appareils électriques que vous utilisez régulièrement et proposer des solutions pour réduire, de façon générale, votre consommation énergétique au quotidien.

CHAPITRE 1 - La transformation de l'énergie

STRATÉGIE *Rechercher l'information*

Lors de l'analyse d'une situation à résoudre, il est suggéré d'inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles qui peuvent être utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances.

- 1 Pour chacun des besoins énumérés dans le tableau qui suit, sélectionnez un appareil électrique que vous utilisez régulièrement et qui permet de répondre à ce besoin. Ensuite, dites quelle forme d'énergie alimente cet appareil et la ou les formes d'énergie utiles qu'il produit.

Besoin	Appareil ou système	Énergie consommée	Forme(s) d'énergie produite
Se nourrir			
Se chauffer			
S'éclairer			
Communiquer			
Se divertir			



STRATÉGIE Déterminer les éléments importants

Lorsque vient le temps de résoudre un problème ou même de communiquer ses résultats, il faut parfois prendre le temps de distinguer les éléments importants de ceux qui le sont moins. Cet exercice permet de ne conserver que ce qui est vraiment pertinent au problème et de faire abstraction des détails superflus qui pourraient le compliquer inutilement.

2 Énumérez les données dont vous aurez besoin pour réaliser la tâche.

3 Faites le calcul de la consommation d'énergie électrique (en kWh) pour chacun des appareils que vous avez choisis, et ce, pour la dernière semaine. Utilisez le tableau ci-dessous pour compiler vos résultats et la page 22 pour vos calculs..

Appareil	Puissance (kW)	Temps d'utilisation (h)	Consommation énergétique (kWh)

REMARQUE

Le calcul de la consommation hebdomadaire d'énergie électrique sera basé sur l'utilisation des appareils et des systèmes énumérés à la question précédente. Il est donc possible que vous ayez choisi des appareils différents. Faites vos calculs en fonction de vos choix.

REMARQUE

Le guide d'utilisation d'un appareil fournit également ses caractéristiques, notamment électriques. N'hésitez pas à vous y référer afin d'y trouver les informations nécessaires à la réalisation de la tâche. Au besoin, vous pouvez également faire une recherche sur Internet.



Calculs:

A large grid of dots for calculations, consisting of 20 columns and 30 rows of small black dots.



4 Calculez votre consommation d'énergie électrique totale pour l'ensemble de ces appareils.

.....

.....

.....

.....

5 Proposez quelques solutions pour réduire, de façon générale, votre consommation énergétique au quotidien.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

© SOFAD - Reproduction interdite.



CONSOLIDATION

1 Calculez la quantité d'énergie électrique consommée, en kilowattheures, dans les situations suivantes.

a) Un fer à repasser de 1 000 W utilisé pendant 30 min.

.....

.....

.....

.....

b) Une ampoule de 60 W allumée pendant 12 h.

.....

.....

.....

.....

c) Un téléviseur de 80 W allumé pendant 120 min.

.....

.....

.....

.....

d) Une sècheuse de 5 000 W utilisée pendant 1 h.

.....

.....

.....

.....

2 Vous désirez acheter un ventilateur écoénergétique, qui consomme donc le moins d'énergie possible. Vous avez le choix entre un modèle affichant une puissance de 1 500 W et un autre modèle de 1 200 W. Sans faire de calculs, dites lequel de ces deux ventilateurs vous choisiriez et justifiez votre réponse.

.....

.....

.....

3 Une ampoule utilise 2 MJ d'énergie électrique pour produire 1 200 kJ d'énergie lumineuse. Quelle quantité d'énergie thermique l'ampoule a-t-elle dégagée ?

.....

.....

.....

.....

4 Décrivez la chaîne de transformation d'énergie dans le cas d'un grille-pain alimenté par de l'électricité produite par une génératrice à essence.

5 Nommez une unité de mesure équivalente au watt.

6 a) Quelle quantité de chaleur, en joules, un grille-pain de 1 200 W produit-il en 1 min ?

.....

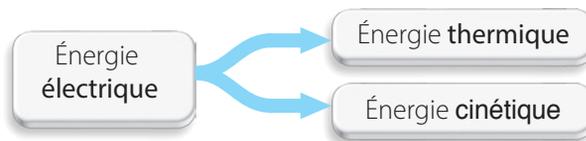
.....

.....

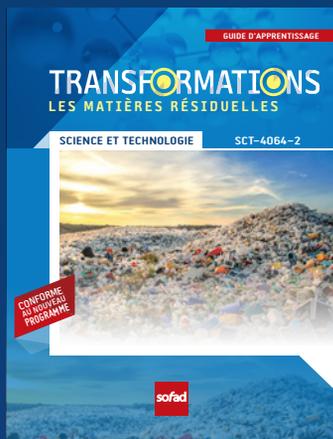
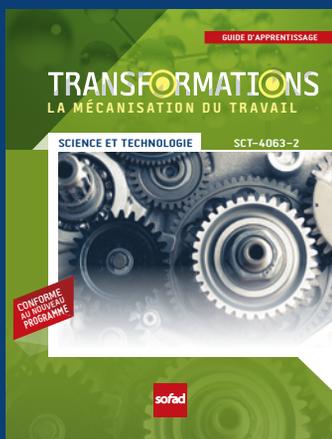
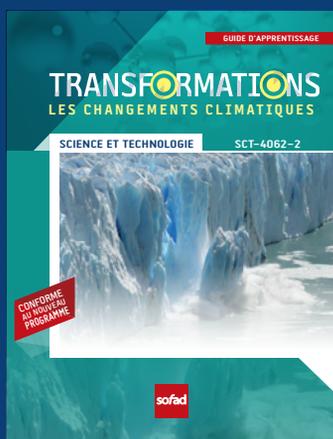
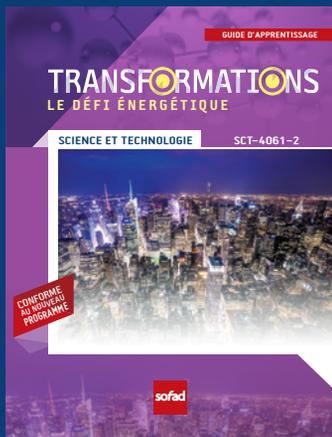
b) Quelle est la transformation d'énergie effectuée par l'élément chauffant du grille-pain ?

7 En vous référant au tableau de la page 10 du présent guide, expliquez pourquoi une sècheuse consomme moins d'énergie électrique en un mois qu'un congélateur, alors que sa puissance est 10 fois supérieure à celle de ce dernier.

8 Nommez un appareil électrique qui effectue les transformations d'énergie suivantes et justifiez votre réponse.



La collection **TRANSFORMATIONS** couvre l'ensemble des cours du programme de formation diversifiée de 4^e et de 5^e secondaire.



TRANSFORMATIONS propose une démarche d'apprentissage basée sur l'acquisition de tous les savoirs prescrits dans des situations d'apprentissage intéressantes et riches. L'approche pédagogique qui soutient cet apprentissage est la suivante :



Le questionnement, à la fois inductif et déductif, donne un sens aux savoirs et aux compétences à développer. Les guides d'apprentissage offrent une multitude d'exercices simples et de tâches plus complexes en réponse aux besoins exprimés par les apprenants et les enseignants. Des ressources supplémentaires sont aussi offertes sur le Portail Web du cours.

Composantes de la collection **TRANSFORMATIONS** :

- Cahier d'expérimentation ou d'activités pratiques : version imprimée et PDF;
- Boîte à outils (PDF);
- Guide d'apprentissage : version imprimée et PDF;
- Guide synthèse d'enseignement (PDF);
- Capsules vidéo de concepts et de techniques;
- Matériel pour les expérimentations et les activités pratiques;
- Activités notées;
- Corrigés.

sofad

ISBN 978-2-89798-210-2

