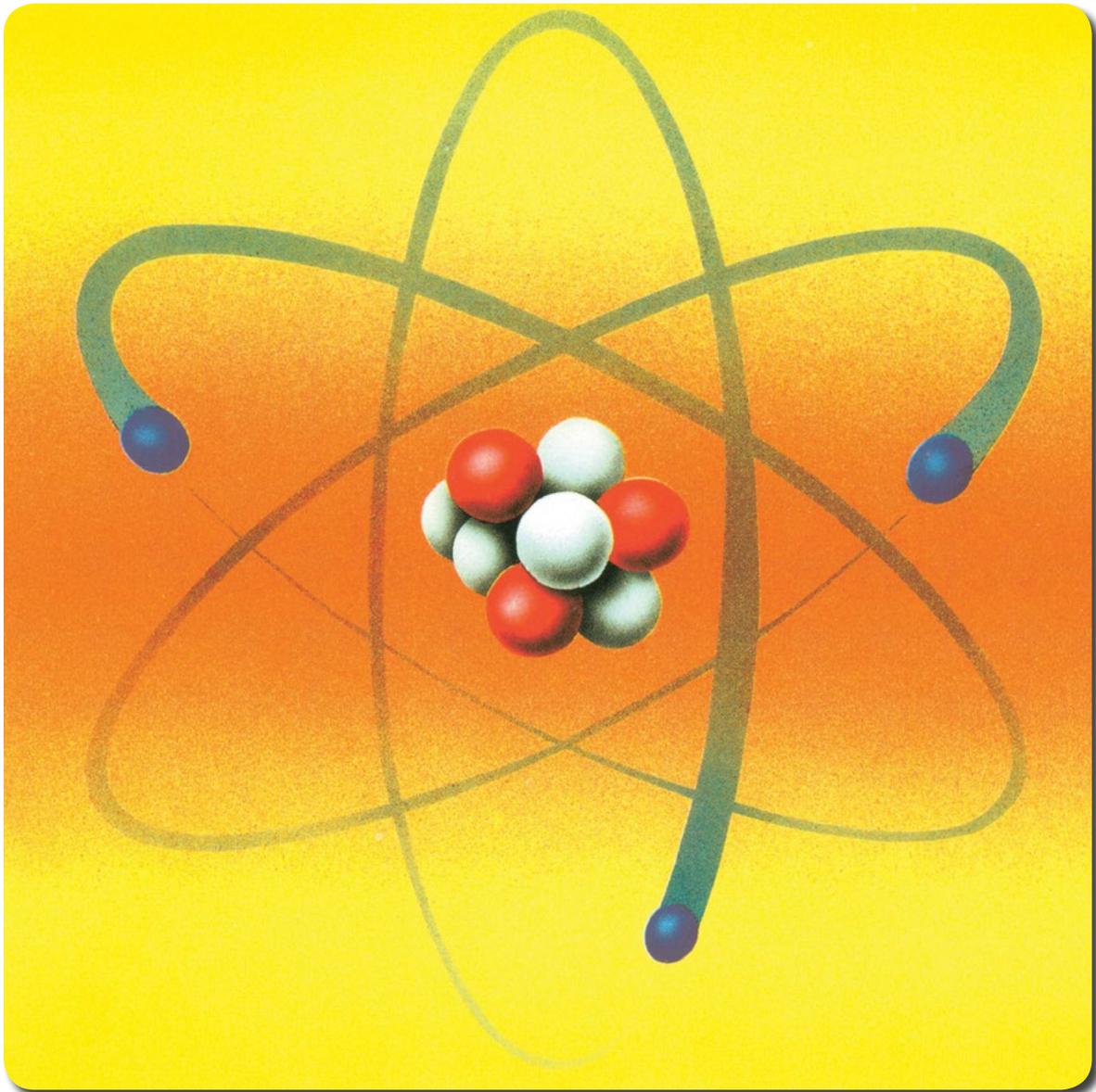


Le nucléaire : de l'énergie dans la matière

SCP-4010-2
Guide d'apprentissage



sofad

LE NUCLÉAIRE : DE L'ÉNERGIE DANS LA MATIÈRE

SCP-4010-2

GUIDE D'APPRENTISSAGE

Le nucléaire : de l'énergie dans la matière s'inscrit dans un ensemble de trois cours qui couvre le programme de Sciences physiques de 4^e secondaire. La série comprend également :

SCP-4011-2 *L'électricité : êtes-vous au courant?*

SCP-4012-2 *Les phénomènes ioniques : une histoire d'eau*

LE NUCLÉAIRE : DE L'ÉNERGIE DANS LA MATIÈRE

Ce guide a été réalisé par la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec.

Chargé de projets	Alain Pednault
Chargé de projets (éditions antérieures)	Jean-Simon Labrecque
Chargée de projets (édition initiale)	Mireille Moisan (SOFAD)
Responsable du programme	Serge Leloup (DFGA)
Responsable de la production	Pauline Pelletier (DFGA)
Rédaction	René Vézina
Mise à jour	André Dumas Judith Sévigny Danielle Ouellet
Illustrations	Jean-Philippe Morin
Révision du contenu	Céline Tremblay
Révision linguistique	Francine Cardinal Johanne St-Martin
Mise en pages	Daniel Rémy
Première édition	Juin 1995
Mise à jour importante	Août 2010



Janvier 2016

La forme masculine utilisée dans le présent document désigne aussi bien les femmes que les hommes et a pour but d'alléger le style.

© Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec

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 Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec.

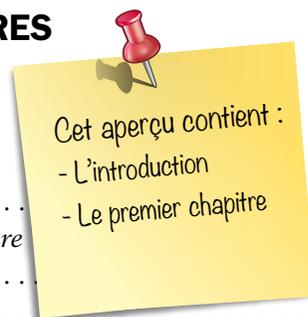
Dépôt légal - 2010

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN 978-2-89493-402-9

TABLE DES MATIÈRES



INTRODUCTION GÉNÉRALE

Présentation	
Le programme de sciences physiques	11
Le module <i>Le nucléaire : de l'énergie dans la matière</i>	11
Les objectifs	12
Consignes d'utilisation du guide d'apprentissage	18
Aux élèves inscrits en Formation à distance	20
Le rythme de travail	20
Le matériel	20
Les activités d'apprentissage	20
Les exercices	21
Votre tutrice ou votre tuteur	21
Les devoirs	22
Le travail de recherche	22
La sanction	22
Renseignements utiles	23
Préalables	24
La notation scientifique	24
Le système métrique	25
Comment arrondir un nombre?	26
La propriété des proportions	27
La loi des charges	27
La loi des exposants	28
Distinguer un fait d'une opinion	29
Les différentes parties d'un travail de recherche	30
<i>Le nucléaire : de l'énergie dans la matière</i>	31

ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE

CHAPITRE 1 : POURQUOI UN DÉBAT?

Énergie : une réalité mesurable	36
Énergie et activité humaine	37
Énergie et développement économique	40
Énergie et environnement	42
Énergie nucléaire : une solution de remplacement?	43
Pour une décision éclairée	45
<i>Mots clés du chapitre</i>	48
<i>Résumé</i>	48
<i>Exercices de synthèse</i>	49

CHAPITRE 2 : UN MODÈLE EN ÉVOLUTION

Un modèle en évolution	53
De l'Antiquité jusqu'à la fin du Moyen Âge.	53
Expérience 2.1 – La méthode expérimentale, ce n'est pas sorcier! . . .	57
De la Renaissance (XV ^e siècle) jusqu'au XIX ^e siècle	59
De la fin du XIX ^e siècle à nos jours.	63
Expérience 2.2 – Construction d'un modèle scientifique	63
Le modèle atomique actuel simplifié.	73
Rappel des caractéristiques d'un atome.	73
Distribution des électrons sur les couches électroniques	74
<i>Mots clés du chapitre</i>	77
<i>Résumé</i>	77
<i>Exercices de synthèse</i>	79
Tableau des transformations de la matière	83
Histoire de la matière en évolution	84

CHAPITRE 3 : MATIÈRE À ORDONNER!

La classification des éléments et de leurs atomes.	89
Les éléments et leurs symboles.	92
Le tableau périodique moderne.	94
Périodicité des propriétés des éléments	95
Activité 3.1 – Les familles du tableau périodique	96
Les grandes familles d'éléments	98
Les métaux.	99
Les non-métaux.	101
Les périodes	103
Activité 3.2 – Les périodes du tableau périodique.	103
Lisotopie : une variation mineure à portée majeure	107
<i>Mots clés du chapitre</i>	113
<i>Résumé</i>	113
<i>Exercices de synthèse</i>	115
Liste des éléments.	120

CHAPITRE 4 : LA MATIÈRE EN CHANGEMENT

Changement physique	125
Changement chimique	128
Les ions.	131
Changement nucléaire	133
Un peu d'histoire	134
La radioactivité naturelle.	136
La nature des rayonnements	140
Le rayonnement ondulatoire.	140
Le rayonnement corpusculaire	142
Chaîne de désintégration de l'uranium	143
Éléments radioactifs et demi-vie	147

Transmuter la matière : un rêve devient réalité	151
La fission nucléaire, une histoire de noyaux	153
La fusion nucléaire	156
Défaut de masse	158
Comparaisons énergétiques des différents changements	160
<i>Mots clés du chapitre</i>	161
<i>Résumé</i>	161
<i>Exercices de synthèse</i>	163

CHAPITRE 5 : LES DIFFÉRENTES UTILISATIONS DU NUCLÉAIRE

Une énergie d'abord utilisée à des fins militaires	173
Des débuts pourtant pacifiques	173
Vers la bombe	174
Bombe atomique ou bombe A	174
Bombe à hydrogène ou bombe H	177
Après la guerre : nouveaux usages pour l'atome	181
Fission nucléaire et production d'électricité	181
Fonctionnement d'une centrale électrique	181
Fonctionnement type d'un réacteur nucléaire	183
Le CANDU	184
Le Slowpoke	187
Technologie nucléaire des autres pays	187
Les utilisations médicales de l'atome	190
L'irradiation des aliments	193
De la datation à la propulsion des sous-marins	194
Après la fission, la fusion	196
La fusion à la manière du Soleil	196
Harnacher la fusion contrôlée	198
<i>Mots clés du chapitre</i>	201
<i>Résumé</i>	201
<i>Exercices de synthèse</i>	203

CHAPITRE 6 : LES ENJEUX DU NUCLÉAIRE

Exposition aux rayonnements	209
Les unités de mesure	209
Les normes actuelles	212
Les sources de rayonnement	212
Le rayonnement naturel	214
Le rayonnement artificiel	216
Les risques	218
Les risques liés à l'exploitation des mines	218
Les risques liés au raffinage de l'uranium et à sa conversion en combustible	220
Les risques liés au mauvais fonctionnement d'une centrale nucléaire	221

Les risques liés au fonctionnement quotidien d'une centrale nucléaire.	226
Les risques liés à la gestion des résidus des centrales nucléaires.	230
Les risques liés à l'utilisation militaire de l'atome.	234
Les conséquences	236
Les conséquences sur la santé.	236
Les conséquences sur l'environnement.	240
Les conséquences sur la démocratie.	242
Les avantages	245
L'intérêt militaire	245
L'irradiation des aliments	246
L'économie	248
L'environnement.	249
La recherche et le développement.	251
<i>Mots clés du chapitre</i>	253
<i>Résumé</i>	253
<i>Exercices de synthèse</i>	255

CHAPITRE 7 : LA PAROLE EST À VOUS!

La parole est à vous	261
--------------------------------	-----

CONCLUSION

Synthèse.	273
Activité de vocabulaire	274
Corrigé de l'activité de vocabulaire.	277
Épreuve d'autoévaluation.	278
Corrigé de l'épreuve d'autoévaluation.	289
Corrigé des exercices des chapitres	297
Pourquoi un débat?	299
Un modèle en évolution.	301
Matière à ordonner!	306
La matière en changement	315
Les différentes utilisations du nucléaire.	322
Les enjeux du nucléaire.	327
La parole est à vous!	333
Annexes	337
Bibliographie.	355
Vocabulaire	357

INTRODUCTION GÉNÉRALE

PRÉSENTATION

LE PROGRAMME DE SCIENCES PHYSIQUES

Bienvenue au module *Le nucléaire : de l'énergie dans la matière* qui fait partie du programme de sciences physiques de 4^e secondaire. Vous trouverez dans ce programme deux autres modules : *L'électricité : êtes-vous au courant?* et *Les phénomènes ioniques : une histoire d'eau*.

Ce programme de sciences a été développé de façon à ce que vous puissiez acquérir des éléments de base en physique et en chimie. Ces connaissances de base ont pour but de permettre une meilleure compréhension des réalités sociales et technologiques d'une société moderne afin de former des citoyennes et des citoyens éclairés. De plus, l'étude de ces trois modules vise à développer l'intérêt pour les sciences et la recherche et à fournir une préparation adéquate pour les programmes optionnels de 5^e secondaire.

LE MODULE LE NUCLÉAIRE : DE L'ÉNERGIE DANS LA MATIÈRE

Le module *Le nucléaire : de l'énergie dans la matière* est un guide d'apprentissage conçu pour répondre aux exigences d'un cours de 4^e secondaire. Ce cours porte le sigle SCP-4010-2 et donne droit à deux unités si les démarches de sanction décrites dans la section « Aux élèves inscrits à la Formation à distance » sont réussies avec succès.

Ce module couvre les grands principes scientifiques liés à la relation fondamentale entre matière et énergie. Il sensibilise, de plus, l'adulte à l'évolution des connaissances, qui a permis de canaliser l'énergie nucléaire, et aux diverses applications du nucléaire dans les domaines médical, militaire et socio économique. Au plan social, le cours encourage le débat autour des enjeux liés à l'utilisation de l'énergie nucléaire.

LES OBJECTIFS

Chapitre 1 : Pourquoi un débat?

Chapitre 2 : Un modèle en évolution

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Comparer le modèle atomique actuel simplifié et les théories atomiques énoncées par les Grecs anciens et par Dalton, Thomson, Rutherford et Bohr.	Énoncer la théorie atomique des philosophes grecs anciens suivants : Leucippe, Démocrite, Aristote et Empédocle. Énoncer les postulats de la théorie atomique de Dalton. Décrire le modèle atomique de Thomson. Décrire le modèle atomique de Rutherford. Décrire le modèle atomique de Bohr. Décrire le modèle atomique actuel simplifié.
Replacer dans un contexte historique et technique les différentes théories atomiques.	Relever la découverte ou l'événement historique ayant permis le passage d'un modèle atomique à un autre.

Chapitre 3 : Matière à ordonner!

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Situer, dans le tableau périodique moderne, les métaux et les non-métaux, l'hydrogène, les actinides et les familles chimiques suivantes : alcalins, alcalino-terreux, halogènes et gaz nobles.	Définir l'expression « famille chimique » du tableau périodique. Définir le terme « période » du tableau périodique. Déterminer la position des métaux et des non-métaux dans le tableau périodique. Donner les caractéristiques et la position, dans le tableau périodique, de l'hydrogène, des alcalins, des alcalino-terreux, des halogènes, des gaz nobles, des métaux de transition et des actinides.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
En prenant pour point de départ le nom d'un des vingt premiers éléments, donner les renseignements que fournit le tableau périodique moderne et ceux qu'on peut en déduire.	<p>Associer les vingt premiers éléments du tableau périodique à leur symbole chimique.</p> <p>Préciser la relation existant entre le numéro atomique d'un élément et le nombre de protons et d'électrons de ses atomes.</p> <p>Préciser la relation existant entre le numéro atomique d'un élément et son nombre de masse.</p> <p>Appliquer la relation entre le nombre de protons, de neutrons et d'électrons d'un atome au regard de son numéro atomique et de son nombre de masse.</p> <p>Préciser la relation existant entre le numéro de la famille et le nombre d'électrons sur la dernière couche électronique.</p> <p>Préciser la relation existant entre le numéro de la période et le nombre de couches électroniques.</p>
Comparer la structure atomique des isotopes d'un élément.	<p>Définir le terme « isotope ».</p> <p>Préciser le nombre de protons, de neutrons et d'électrons des isotopes d'un élément.</p>
Calculer la masse atomique d'un élément dont le pourcentage d'abondance relative de ses isotopes est connu.	<p>Distinguer nombre de masse et masse atomique d'un élément.</p> <p>Définir le terme « abondance relative ».</p>

Chapitre 4 : La matière en changement

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Classer en changement physique, chimique ou nucléaire des exemples de modifications de la matière.	<p>Donner des exemples de modifications de la matière.</p> <p>Relever les caractéristiques d'un changement physique.</p> <p>Relever les caractéristiques d'un changement chimique.</p> <p>Relever les caractéristiques d'un changement nucléaire.</p>

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Distinguer les types de réactions nucléaires suivantes : radioactivité, fission, fusion.	<p>Décrire sommairement la radioactivité.</p> <p>Distinguer radioactivité naturelle et radioactivité artificielle.</p> <p>Décrire sommairement la fission nucléaire.</p> <p>Décrire sommairement une réaction en chaîne.</p> <p>Décrire sommairement la fusion nucléaire.</p>
Comparer la nature, la vitesse, la charge électrique, le champ d'action et les effets sur la matière des rayonnements alpha, bêta et gamma et des rayons X.	<p>Distinguer la configuration électronique d'un atome neutre de celle de son ion respectif.</p> <p>Distinguer ion positif et ion négatif.</p> <p>Préciser la partie de l'atome où se produisent les désintégrations.</p> <p>Caractériser les radiations provenant de la désintégration d'éléments radioactifs.</p> <p>Distinguer rayon X et rayon gamma.</p> <p>Distinguer rayonnement corpusculaire et rayonnement ondulatoire.</p> <p>Relever l'effet des rayons alpha, bêta et gamma et des rayons X sur l'atome.</p> <p>Reconnaître les rayonnements ionisants.</p>
Calculer, pour un élément radioactif dont on connaît la demi-vie, la masse restante d'un échantillon après un temps donné ou le temps nécessaire à la disparition d'une certaine masse de cet élément.	<p>Définir l'expression « demi-vie ».</p> <p>Établir la relation existant entre la demi-vie d'un élément radioactif et la masse restante d'un échantillon après un temps donné.</p>
Déterminer, pour une désintégration donnée, soit l'élément radioactif, soit le type de radiation émise ou le nouvel élément obtenu.	<p>Donner la notation atomique de la radiation alpha et bêta émise au moment d'une désintégration.</p> <p>Traduire sous forme d'équations où l'on utilise la notation atomique, la désintégration d'un élément radioactif qui émet un rayonnement alpha ou bêta.</p> <p>Vérifier, pour une désintégration alpha ou bêta donnée, la loi de la conservation de la matière.</p>

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Préciser les liens qui existent entre l'énergie libérée au moment d'une réaction nucléaire, le défaut de masse et la stabilité de l'isotope formé.	Définir le défaut de masse. Expliquer la plus ou moins grande stabilité d'un noyau atomique en lien avec son nombre de neutrons. Énoncer la relation qui existe entre la masse d'une certaine quantité de matière et l'énergie qu'elle peut libérer.

Chapitre 5 : Les différentes utilisations du nucléaire

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Comparer la bombe atomique et la bombe à hydrogène au regard de leurs éléments constitutifs, de la puissance, du type de réaction nucléaire mise en cause et des effets destructeurs.	Décrire sommairement la structure et le fonctionnement d'une bombe atomique (bombe A). Préciser les réactions nucléaires mises en cause dans le fonctionnement de la bombe atomique (bombe A). Décrire sommairement la structure et le fonctionnement d'une bombe à hydrogène (bombe H). Préciser les réactions nucléaires mises en cause dans le fonctionnement de la bombe à hydrogène (bombe H).
Comparer le mode de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique, d'une centrale thermique conventionnelle et d'une centrale nucléaire.	Décrire le fonctionnement général d'une centrale électrique. Décrire sommairement le fonctionnement d'une centrale hydroélectrique. Décrire sommairement le fonctionnement d'une centrale thermique conventionnelle. Décrire sommairement le fonctionnement d'une centrale nucléaire.
Décrire le mode de fonctionnement du réacteur nucléaire CANDU.	Décrire le rôle des principaux éléments constitutifs du réacteur nucléaire CANDU.
Comparer la technique utilisée dans les réacteurs CANDU à celle qui est utilisée dans les réacteurs nucléaires d'autres pays (ex-URSS, Angleterre, États-Unis).	Relever les caractéristiques des réacteurs des centrales nucléaires russes, anglaises et américaines. Décrire sommairement ce qu'est un réacteur Slowpoke.

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Décrire l'utilisation d'éléments radioactifs dans le domaine médical, pour l'irradiation des aliments et pour la datation au carbone 14.	Déterminer le rôle des radioisotopes qui sont utilisés dans le domaine médical. Relever l'avantage de l'irradiation des aliments et des instruments chirurgicaux. Distinguer radioactivité et irradiation. Préciser l'importance de la relation entre la quantité de carbone 14 et de carbone 12 présente dans un échantillon à dater.
Comparer les avantages, les inconvénients et les difficultés de l'utilisation de la fission et de la fusion nucléaire pour la production d'électricité.	Lister les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la fission nucléaire pour la production d'électricité. Préciser les caractéristiques du plasma. Lister les avantages et les difficultés de l'utilisation de la fusion nucléaire pour la production d'électricité.

Chapitre 6 : Les enjeux du nucléaire

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Associer les unités de mesure de rayonnement à leur objet de mesure respectif.	Définir les unités de mesure curie et becquerel. Définir les unités de mesure rad et gray. Définir les unités de mesure rem et sievert.
Décrire les risques, les conséquences et les avantages de l'utilisation de l'énergie nucléaire.	Comparer les doses d'exposition aux principales sources de rayonnement naturel ou artificiel auquel nous sommes soumis. Lister les risques associés à l'exploitation, à la transformation et à l'utilisation du minerai d'uranium. Relever des risques liés au fonctionnement normal ou défectueux d'une centrale nucléaire ainsi qu'à la gestion de ses résidus. Relever des risques liés à l'utilisation militaire de l'énergie nucléaire. Relever les conséquences de l'utilisation du nucléaire sur la santé, l'environnement et la démocratie. Relever des avantages du nucléaire pour l'économie, l'environnement, la recherche et le développement scientifique et technique au Canada.

Chapitre 7 : La parole est à vous!

Objectifs terminaux	Objectifs intermédiaires
Exprimer son point de vue au regard d'un cas particulier d'utilisation du nucléaire, en s'assurant que l'argumentation sur laquelle ce point de vue repose est basée sur des faits.	Distinguer faits, opinions, jugements de valeur, etc. À partir d'articles de journaux et de revues, relever des faits, des opinions ainsi que des jugements de valeur, relativement aux risques, aux conséquences et aux avantages de l'utilisation du nucléaire.

CONSIGNES D'UTILISATION DU GUIDE D'APPRENTISSAGE

Le présent guide d'apprentissage est un instrument qui tend à respecter les caractéristiques principales de l'apprentissage individualisé.

Ainsi, par ce mode d'apprentissage, on veut favoriser chez vous :

- la plus grande participation possible,
- la prise en charge de votre cheminement,
- le respect de votre rythme,
- la mise à profit de votre expérience et de vos connaissances.

Par ce mode, vous pourrez, tout au long de votre cheminement, faire la constatation de vos succès ou de vos échecs, déterminer les causes de ceux-ci ainsi que les moyens à prendre pour continuer à progresser dans votre apprentissage.

Au cours de votre travail, vous pourrez consulter votre formatrice ou votre formateur. Si un point vous semble plus difficile, il ne faut pas hésiter à avoir recours à cette aide précieuse.

La formatrice ou le formateur fournira, selon le cas, conseils, animation, critiques et commentaires en adaptant ces divers services à vos besoins.

Ce guide d'apprentissage individualisé comporte trois sections : l'introduction générale, les activités d'apprentissage et la conclusion.

La première section, l'introduction générale, vous présente le cours, les objectifs qu'il permet de poursuivre et l'information pertinente pour vous préparer à aborder le contenu proposé. De plus, vous y trouverez une partie « Préalables » portant sur différentes notions qu'il est utile d'avoir en mémoire avant de débiter votre apprentissage.

La deuxième section renferme les activités d'apprentissage regroupées en sept chapitres. Chacun de ces chapitres comprend un certain nombre de thèmes appuyés par des textes, des tableaux, des illustrations, des exercices et, au besoin, des activités et des expériences. Au début de chacun des chapitres, vous trouverez l'énumération des objectifs à atteindre. Pour vous aider à en réviser le contenu, vous trouverez aux dernières pages de chacun des chapitres les mots clés, un résumé et des exercices de synthèse.

Les deux derniers chapitres sont très riches en informations sur les débats sociaux. La consultation des annexes (regroupées à la fin du guide, sur des feuilles de couleur) s'y rapportant vous permettra de développer des habiletés à saisir le sens des situations et des débats rapportés dans les journaux.

Tel qu'il est structuré, ce guide doit être travaillé chapitre par chapitre. Les questions et les exercices sont là pour vous permettre d'évaluer votre maîtrise des connaissances au fur et à mesure que vous progressez. Tout au long du texte, différents signes et pictogrammes pourront vous guider dans votre apprentissage. En voici un résumé.

Gras Les mots en caractères gras apparaissent dans le texte en y étant accompagnés de leur signification. Cette première définition peut, dans certains cas, être complétée par la suite et une définition plus formelle est donnée dans la partie « Vocabulaire » à la fin du guide. Ces mots se retrouvent également dans la section « Mots clés du chapitre », un document d'accompagnement où vous devrez écrire dans vos mots votre compréhension de ces termes.



Un texte coiffé d'une ampoule ajoute un complément d'informations : il ne fait pas directement partie de l'apprentissage et aucune question de l'épreuve d'évaluation finale (sommative) ne portera sur son contenu.

Activité



Les parties notées « Activités » vous présentent des exercices guidés qui facilitent l'apprentissage des notions étudiées.

Le flacon précède les parties du texte notées « Expérience ». Afin de mieux comprendre une situation ou expliquer un phénomène, vous aurez à effectuer des expériences en laboratoire ou à l'aide de la trousse d'expérimentation de la Formation à distance.



Le crochet coiffe un encadré qui rassemble tous les mots clés du chapitre.



Le trombone précède le résumé du chapitre.



Le crayon précède les exercices de synthèse du chapitre.



La punaise à babillard précède les annexes du chapitre, s'il y a lieu.

La troisième section, la conclusion, vous propose une synthèse de l'ensemble des cours du programme poursuivi ainsi qu'une épreuve d'autoévaluation dans le but de vous aider à déterminer si vous avez bien assimilé les apprentissages réalisés et êtes en mesure de vous présenter à l'évaluation finale. Cette section regroupe aussi le corrigé de cette épreuve, celui des exercices de chacun des chapitres ainsi que celui des activités, des expériences et des exercices de synthèse. Elle présente également une bibliographie que vous pourrez consulter afin d'approfondir vos apprentissages, ainsi que le vocabulaire comprenant, entre autres, la définition des mots clés.

En toute dernière partie sont regroupées les annexes sur des feuilles de couleur. Il s'agit d'informations complémentaires tirées de différentes revues ou journaux que vous serez appelé à consulter pour compléter l'étude des chapitres 6 et 7.

Bonne étude!

AUX ÉLÈVES INSCRITS EN FORMATION À DISTANCE

Le présent guide d'apprentissage constitue votre principal instrument de travail pour le cours *Le nucléaire : de l'énergie dans la matière*. Il a été conçu de manière à tenir compte le plus possible des conditions et des particularités des élèves adultes inscrits en Formation à distance.

L'apprentissage à distance est une formule souple qui présente plusieurs avantages, dont celui de travailler à son propre rythme dans le confort de son foyer. Toutefois, cela exige également certaines contraintes : vous devez prendre en charge votre apprentissage et vous motiver à fournir un effort constant.

Voici quelques points qui vous aideront dans votre cheminement.

LE RYTHME DE TRAVAIL

- Établissez-vous un horaire d'étude en tenant compte de vos dispositions et de vos besoins ainsi que de vos obligations familiales, professionnelles et autres.
- Essayez de consacrer quelques heures par semaine à l'étude, de préférence en blocs de une ou deux heures à la fois.
- Respectez, autant que possible, l'horaire que vous avez choisi.

LE MATÉRIEL

En plus de votre guide d'apprentissage, ayez sous la main tout le matériel dont vous aurez besoin :

- un crayon à la mine pour inscrire vos réponses,
- une gomme à effacer,
- un stylo de couleur pour corriger vos réponses,
- un surligneur (ou un crayon feutre de couleur pâle) pour souligner les idées importantes,
- un dictionnaire,
- un bloc-notes.

LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE

Le présent guide comprend une partie théorique ainsi que des activités pratiques sous forme d'exercices accompagnés d'un corrigé. Vous y trouverez également quelques expériences qui exigent des manipulations simples avec du matériel facile à trouver. Il est important de bien prendre le temps d'exécuter ces manipulations afin de développer votre dextérité pour d'éventuels travaux en laboratoire si vous poursuivez des cours en sciences.

Commencez par faire un survol rapide de la section pour en examiner le contenu et les principales parties.

Lisez attentivement la théorie :

- surlignez les points importants;
- prenez des notes dans la marge;
- cherchez les mots nouveaux dans un dictionnaire;
- résumez les passages importants dans vos propres mots;
- complétez dans le supplément « Mots clés des chapitres » une définition dans vos propres mots des termes en caractères gras;
- portez attention aux figures;
- et, si vous ne comprenez pas une idée, notez vos questions.

LES EXERCICES

Les exercices sont accompagnés d'un corrigé que l'on retrouve à la fin du guide sur des feuilles de couleur.

- Faites tous les exercices proposés.
- Lisez attentivement les directives et les questions avant d'inscrire votre réponse.
- Faites tous les exercices de votre mieux sans consulter le corrigé. Relisez les questions et vos réponses et modifiez celles-ci, s'il y a lieu. Ensuite, reprenez vos réponses en les comparant à celles du corrigé et essayez de comprendre vos erreurs, le cas échéant.
- Complétez l'étude de votre chapitre avant d'y faire les exercices de synthèse et faites ensuite ceux-ci sans vous référer à votre texte de cours. Ainsi, vous vous préparez mieux à l'évaluation finale.

VOTRE TUTRICE OU VOTRE TUTEUR

Votre tutrice ou votre tuteur est la personne qui vous soutient dans votre démarche : elle ou il demeure à votre disposition pour répondre à vos questions, corriger et annoter vos devoirs.

En fait, c'est la personne-ressource à qui vous faites appel en cas de besoin. Ses heures de disponibilité et ses coordonnées sont indiquées dans la lettre qui accompagne ce guide ou que vous recevrez sous peu. N'hésitez pas à la consulter si vous éprouvez des difficultés avec la théorie ou les exercices, ou si vous avez besoin d'encouragement pour poursuivre votre étude. Notez vos questions par écrit et communiquez avec elle pendant ses heures de disponibilité et, au besoin, écrivez-lui.

Votre tutrice ou votre tuteur vous guide tout au long de votre apprentissage et vous fournit les conseils, les critiques et les commentaires susceptibles d'assurer le succès de votre projet de formation.

LES DEVOIRS

Le présent cours comporte trois devoirs : l'un suit l'étude des chapitres 1, 2 et 3, le deuxième est à la suite du chapitre 4 et le dernier fait suite aux chapitres 5, 6 et 7. De plus, le dernier devoir peut contenir des questions sur l'ensemble du cours. Il est important d'attendre d'avoir reçu la correction d'un devoir avant d'envoyer le suivant.

Les devoirs indiquent à votre tutrice ou à votre tuteur que vous comprenez bien la matière et que vous êtes en mesure de poursuivre votre apprentissage. Si ce n'est pas le cas, elle ou il le précisera sur votre devoir en consignand des commentaires et des suggestions pour vous aider à vous remettre sur la bonne voie. Il importe donc que vous preniez connaissance des corrections et des annotations apportées à vos devoirs.

Vous devez obtenir une moyenne d'au moins 60 % pour les trois devoirs si vous voulez être admis à passer l'épreuve (examen) vous permettant d'obtenir les unités attribuées à ce cours.

Les devoirs ressemblent à l'épreuve, qui se déroule sous la surveillance d'un responsable et sans notes de cours. Il est donc à votre avantage de faire les devoirs sans consulter votre guide d'apprentissage et de profiter des corrections de votre tutrice ou de votre tuteur pour ajuster votre tir. C'est là une excellente façon de se préparer à l'épreuve.

N'oubliez pas! Attendez d'avoir reçu la correction de votre devoir avant d'envoyer le suivant.

LE TRAVAIL DE RECHERCHE

Le travail de recherche fait partie intégrante de ce cours : il est en quelque sorte la première partie de l'évaluation finale. Les sujets proposés, la description du travail à accomplir ainsi que les critères de notation sont expliqués dans le cahier du candidat qui vous parviendra sous peu, si ce n'est déjà fait. Prenez connaissance de ce cahier le plus tôt possible et, pendant toute la durée de votre apprentissage, ayez en tête la rédaction de ce travail.

- Faites rapidement le choix de votre sujet.
- Collectionnez les articles relatifs à votre sujet qui sont susceptibles de paraître dans les journaux.
- Prenez connaissance des préalables portant le titre « Distinguer un fait d'une opinion » et « Les différentes parties d'un travail de recherche ».
- Tout au long de votre étude, prenez des notes en vue de l'élaboration de ce travail.

LA SANCTION

Si vous avez obtenu une moyenne minimale de 60 % pour vos devoirs, vous serez autorisé à vous présenter à l'épreuve pour obtenir vos unités. L'épreuve est composée de deux parties distinctes.

La première partie est un travail de recherche dans lequel vous devez rédiger un texte de 400 mots ou plus où vous prenez position (pour ou contre) relativement à un sujet proposé. Cette partie compte pour 25 % de la note finale et mesure votre capacité à exprimer une opinion fondée sur des faits.

La deuxième partie compte pour 75 % de la note finale. Il s'agit d'une épreuve écrite mesurant vos connaissances ainsi que vos capacités à comprendre et à analyser l'information à l'aide de questions à réponses courtes et à choix multiples. Cette partie se déroule sous la surveillance d'un responsable, sans notes de cours et se fait en une seule séance de 2 heures. Un tableau périodique sans les noms des éléments est fourni.

Pour obtenir les unités attribuées à ce cours, vous devez maintenir une note d'au moins 60 % pour le total des deux parties de l'épreuve. Les résultats des devoirs ne font donc pas partie de la note finale.

RENSEIGNEMENTS UTILES

Nombre d'unités : 2 unités de 4^e secondaire
Durée de la formation : 50 heures de travail (approximativement)
Nombre de devoirs : 3 devoirs
Moyenne de passage : 60 % pour les devoirs
60 % pour l'évaluation finale

PRÉALABLES

LA NOTATION SCIENTIFIQUE

La notation scientifique permet d'exprimer de très gros ou de très petits nombres, tout en évitant une écriture lourde et peu commode.

Rappelons tout d'abord la notation de quelques puissances de 10.

10 000	= 10 × 10 × 10 × 10	= 10 ⁴
1 000	= 10 × 10 × 10	= 10 ³
100	= 10 × 10	= 10 ²
10	= 10	= 10 ¹
1	= 1	= 10 ⁰
0,1	= 1/10	= 1/10 ¹ = 10 ⁻¹
0,01	= 1/100	= 1/10 ² = 10 ⁻²
0,001	= 1/1 000	= 1/10 ³ = 10 ⁻³
0,000 1	= 1/10 000	= 1/10 ⁴ = 10 ⁻⁴

Un nombre quelconque peut s'exprimer de plusieurs façons. Prenons, par exemple, le nombre 4 560. Voici quelques manières de l'exprimer.

$$\begin{aligned}4\ 560 &= 4\ 560 \times 1 &&= 4\ 560 \times 10^0 \\4\ 560 &= 456 \times 10 &&= 456 \times 10^1 \\4\ 560 &= 45,6 \times 100 &&= 45,6 \times 10^2 \\4\ 560 &= 4,56 \times 1\ 000 &&= 4,56 \times 10^3 \\4\ 560 &= 0,456 \times 10\ 000 &&= 0,456 \times 10^4\end{aligned}$$

Un nombre est exprimé en notation scientifique quand le premier terme qui le représente est un nombre compris entre 1 et 10 et que celui-ci est multiplié par la puissance de 10 requise pour obtenir ce nombre. Dans l'exemple ci-dessus, la notation scientifique de 4 560 est $4,56 \times 10^3$.

Exemple

Les nombres suivants sont exprimés en notation scientifique.

$$\begin{aligned}13\ 400\ 000 &= 1,34 \times 10^7 \\1\ 994 &= 1,994 \times 10^3 \\740 &= 7,40 \times 10^2 \\53,004 &= 5,300\ 4 \times 10^1 \\0,5 &= 5 \times 10^{-1} \\0,000\ 467 &= 4,67 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

LE SYSTÈME MÉTRIQUE

Unités usuelles du SI

Quantité	Unité	Symbole de l'unité
Chaleur et énergie	joule	J
Charge électrique	coulomb	C
Courant électrique	ampère	A
Force	newton	N
Fréquence	hertz	Hz
Intensité lumineuse	candela	cd
Longueur	mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Pression	pascal	Pa
Puissance	watt	W
Quantité de matière	mole	mol
Résistance	ohm	Ω
Température	kelvin ou Celsius	K ou $^{\circ}\text{C}$
Temps	seconde	s
Tension	volt	V
Volume	litre	L

Multiples et sous-multiples des unités du SI

Préfixe	Symbole	Multiplicateur	
Exa	E	$10^{18} =$	1 000 000 000 000 000 000
Péta	P	$10^{15} =$	1 000 000 000 000 000
Téra	T	$10^{12} =$	1 000 000 000 000
Giga	G	$10^9 =$	1 000 000 000
Méga	M	$10^6 =$	1 000 000
Kilo	k	$10^3 =$	1 000
Hecto	h	$10^2 =$	100
Déca	da	$10^1 =$	10
Déci	d	$10^{-1} =$	0,1
Centi	c	$10^{-2} =$	0,01
Milli	m	$10^{-3} =$	0,001
Micro	μ	$10^{-6} =$	0,000 001
Nano	n	$10^{-9} =$	0,000 000 001
Pico	p	$10^{-12} =$	0, 000 000 000 001
Femto	f	$10^{-15} =$	0,000 000 000 000 001
Atto	a	$10^{-18} =$	0,000 000 000 000 000 001

Exemples

7 km = 7 kilomètres = 7 000 mètres = 7 000 m

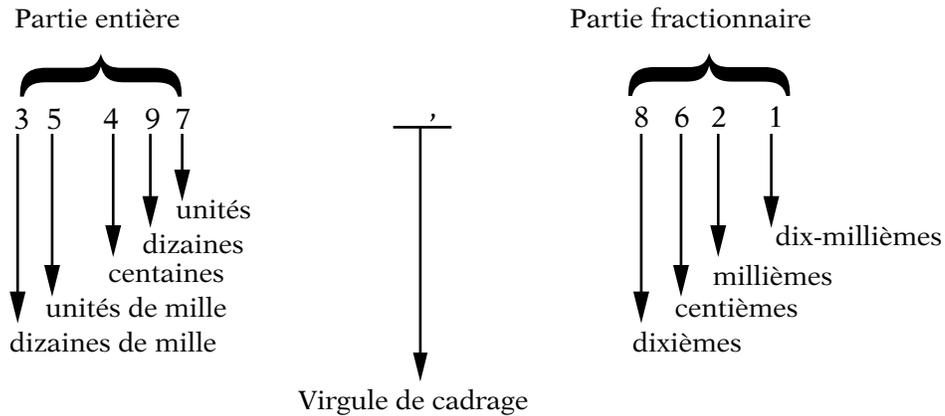
8 hL = 8 hectolitres = 800 litres = 800 L

9 g = 9 grammes = 0,009 kilogramme = 0,009 kg

COMMENT ARRONDIR UN NOMBRE?

On peut, pour différentes raisons, vouloir arrondir un nombre à l'unité près, au dixième près ou à toute autre position. Pour répondre à cette question, il importe tout d'abord de connaître les noms accordés à chacune des positions des chiffres d'un nombre décimal. Prenons, par exemple, le nombre 35 497,862 1 : la valeur de position accordée à chacun de ses chiffres se lit comme suit.

Le nombre décimal 35 497,862 1



Si, maintenant, on désire arrondir ce nombre à l'une ou l'autre des différentes positions, les étapes à suivre sont les suivantes.

- Repérer le chiffre qui correspond à l'ordre de grandeur demandé.
- Identifier le premier chiffre à droite de la position demandée :
 - s'il est 0, 1, 2, 3 ou 4, le chiffre de la position demandée reste le même ;
 - s'il est 5, 6, 7, 8 ou 9, le chiffre de la position demandée augmente de 1.
- Tous les chiffres à droite de la position demandée :
 - deviennent zéro s'ils sont dans la partie entière du nombre ;
 - disparaissent s'ils sont dans la partie fractionnaire du nombre.

Exemple

Arrondissez le nombre 35 497,862 1 à l'unité près, au dixième près et au centième près.

- À l'unité près

Le chiffre 7 correspond aux unités. Le premier chiffre à droite de 7 est 8 ; donc, 7 (les unités) augmente de 1 pour devenir 8. Tous les autres chiffres à droite des unités disparaissent. On obtient 35 498.

- Au dixième près

Le chiffre 8 correspond aux dixièmes. Le premier chiffre à droite de 8 est 6 ; donc, 8 (les dixièmes) augmente de 1 pour devenir 9. Les chiffres à la droite des dixièmes disparaissent. On obtient 35 497,9.

- Au centième près

Le chiffre 6 correspond aux centièmes. Le premier chiffre à droite de 6 est 2 ; donc, le 6 (les centièmes) ne change pas. Les chiffres à la droite des centièmes disparaissent. On obtient 35 497,86.

LA PROPRIÉTÉ DES PROPORTIONS

Dans toute proportion, le produit des extrêmes est égal au produit des moyens. Cette règle est souvent appelée « produit croisé ».

En effet, puisque deux rapports égaux forment une proportion, on peut écrire $\frac{1}{2} = \frac{4}{8}$. D'où, si 1 et 8 sont les extrêmes, et 2 et 4 les moyens, on obtient $1 \times 8 = 2 \times 4$.

Cette propriété est fort utile pour transformer une quantité exprimée dans une certaine unité de mesure en une quantité équivalente exprimée dans une autre unité de mesure.

Exemple

Soit une distance évaluée à 5 300 mètres. Exprimez cette distance en kilomètres.

Le mètre est l'unité de base du SI et le préfixe kilo indique que l'unité de base est multipliée par 1 000. On peut donc écrire que 1 km est égal à 1 000 m. D'où :

Si 1 km correspond à 1 000 m, alors $1 \text{ km} \rightarrow 1\,000 \text{ m}$

? km correspondent à 5 300 m. $? \text{ km} \rightarrow 5\,300 \text{ m}$

On peut alors établir la proportion suivante :

$$\frac{1 \text{ km}}{x} = \frac{1\,000 \text{ m}}{5\,300 \text{ m}}$$

En appliquant la propriété des proportions :

$$1\,000 \text{ m} \times x = 5\,300 \text{ m} \times 1 \text{ km}$$

En résolvant l'équation :

$$x = \frac{5\,300 \cancel{\text{ m}} \times 1 \text{ km}}{1\,000 \cancel{\text{ m}}}$$

$$x = 5,3 \text{ km}$$

Une distance de 5 300 m est alors équivalente à 5,3 km.

LA LOI DES CHARGES

Pour les besoins de ce cours, on peut résumer la loi des charges de la manière suivante.

On distingue deux types de charges électriques : les charges positives (signe +) et les charges négatives (signe -). Alors que les charges de même signe (+ et + ou - et -) se repoussent, les charges de signes contraires (+ et -) s'attirent.

Tout corps non chargé, c'est-à-dire neutre, contient un nombre égal de charges positives et de charges négatives. L'exemple le plus évident pour nos besoins est celui de l'électron, porteur d'une charge négative, et du proton, porteur d'une charge positive, qui s'attirent l'un l'autre. Par contre, deux électrons ou deux protons auront tendance à se repousser.

LA LOI DES EXPOSANTS

On peut effectuer le produit de plusieurs puissances d'un même nombre en effectuant la somme de leurs exposants.

$$\begin{aligned} \text{En effet,} \quad 10^3 \quad \times \quad 10^2 \quad &= ? \\ 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 &= 100\,000 \\ 10^5 &= 100\,000 \end{aligned}$$

On peut alors écrire: $10^3 \times 10^2 = 10^{3+2} = 10^5$

On peut effectuer le quotient de plusieurs puissances d'un même nombre en effectuant la différence de leurs exposants.

$$\text{en effet, } \frac{10^4}{10^2} = \frac{\cancel{10} \times \cancel{10} \times 10 \times 10}{\cancel{10} \times \cancel{10}} = 100 = 10^2 \text{ ou}$$

$$\frac{10^4}{10^2} = 10^{4-2} = 10^2$$

$$\text{Rappel : } 0,001 = \frac{1}{1\,000} = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}$$

$$0,1 = \frac{1}{10} = 10^{-1}$$

$$10 = 10^1$$

$$1 = 10^0$$

Exemple

Soit à effectuer les deux opérations suivantes.

$$\text{a) } \frac{8,4 \times 10^7}{4 \times 10^3} \quad \text{et} \quad \text{b) } \frac{150 \times 10^{-8}}{3,22 \times 10^{-7}} \times 2$$

En appliquant la loi des exposants pour les nombres ayant la même base, on obtient :

$$\text{a) } \frac{8,4 \times 10^7}{4 \times 10^3} = \frac{8,4}{4} \times 10^{7-3} = 2,1 \times 10^4 = 21\,000$$

$$\text{b) } \frac{150 \times 10^{-8}}{3,22 \times 10^{-7}} \times 2 = \frac{150 \times 2}{3,22} \times 10^{-8-(-7)} = 93,17 \times 10^{-1} = 9,32$$

Ces opérations peuvent aussi se faire à l'aide de la calculatrice : référez-vous au guide d'utilisation de celle-ci.

DISTINGUER UN FAIT D'UNE OPINION

Quelle différence y a-t-il entre un fait et une opinion? Les journaux, les magazines et les médias électroniques comme la radio ou la télévision nous bombardent sans cesse de toutes sortes d'informations. Dans certains cas, on rapporte des faits; dans d'autres, certaines personnes donnent leur opinion. Mais la distinction entre les deux n'est pas toujours exposée clairement et, bien souvent, des gens qui tiennent particulièrement fort à leur opinion tentent de les faire passer pour des faits établis. Comment s'y retrouver?

Une première étape, dans une situation pareille, est de se donner des définitions précises des termes que l'on cherche à comprendre. La meilleure manière reste encore de consulter le dictionnaire.

Fait

- Ce qui est fait, ce qui existe; réalité. (*Le Petit Larousse illustré*)
- Ce qui est arrivé, ce qui a eu lieu. (*Le Petit Robert*)

Opinion

- Jugement, avis émis sur un sujet. (*Le Petit Larousse illustré*)
- Manière de penser, de juger. (*Le Petit Robert*)

On énonce donc un fait et on exprime une opinion.

Exemple

Énoncés de faits

- Je vous rappelle que la Terre est ronde.
- L'ordinateur via l'Internet permet la diffusion rapide de l'information.
- Certains indices économiques montrent que la récession achève.
- La France est un pays de l'Europe de l'Ouest.
- Les États-Unis ont lancé les premières bombes atomiques sur des populations civiles en 1945, au Japon.

Énoncés d'opinions

- Il me semble que la course aux armements a suffisamment duré.
- Je suis certain que les Canadiens de Montréal forment la meilleure équipe de hockey au monde.
- Je n'ai pas l'impression qu'il pleuvra demain.
- La découverte de l'énergie nucléaire est une bonne chose pour l'humanité.
- Le présent gouvernement n'est pas à l'écoute de la population.

LES DIFFÉRENTES PARTIES D'UN TRAVAIL DE RECHERCHE

Introduction

L'introduction, c'est la présentation du sujet. Il s'agit, en fait, d'expliquer le sujet et d'en donner votre interprétation. Vous repérez d'abord les mots clés qui se trouvent dans l'énoncé du sujet et qui constituent ce sur quoi portera votre réflexion. Il importe de donner l'interprétation que vous faites du sujet : la compréhension de votre commentaire par votre lectrice ou par votre lecteur en dépend. (6 à 8 lignes)

Développement

La première partie du développement doit être votre prise de position (aussi nommée « opinion »). Celle-ci doit répondre à la question suivante : « Êtes-vous favorable à ce fait, à cette mesure, à cette situation? » Vous devez ici exprimer clairement votre prise de position par des phrases complètes qui incluront nécessairement la reformulation du sujet. (2 à 3 lignes)

Vous devez par la suite présenter quatre arguments pour appuyer votre prise de position. Chacune des raisons qui vous amènent à prendre telle ou telle position par rapport au sujet traité constitue un argument favorable. Vous pouvez utiliser un exemple ou un fait pour donner davantage de poids à un argument; cette méthode est très efficace pour convaincre. (4 à 6 lignes par argument)

Vous apportez par la suite deux arguments défavorables des tenants de la prise de position contraire à la vôtre; ces arguments doivent être réfutés. (3 à 6 lignes par argument)

Chacun des arguments que pourraient apporter celles et ceux qui auraient une position opposée à la vôtre constitue un argument défavorable à votre prise de position. Attention à l'intégration de ces arguments défavorables dans votre texte : marquez ces arguments par des formules du genre « Certains croient que... » ou « Nous entendons parfois... » ou toute autre formule propre à distancier ces arguments de votre propre opinion.

De toute évidence, quand vous apportez un argument défavorable, il faut le contrer : c'est la réfutation. Si vous intégrez à votre texte des arguments que vous donneraient des adversaires et que vous ne réfutez pas ces arguments, cela signifiera que vous leur donnez raison. Or, le but de votre travail, ce n'est pas de donner raison à celle ou à celui qui pense différemment de vous mais de démontrer que vous avez raison. L'argumentation contraire vous fournit un excellent moyen de renverser les arguments de l'adversaire. Comme vous le constatez, l'argumentation contraire (ou défavorable) et la réfutation créent la force du commentaire.

Conclusion

Vous avez expliqué le sujet, vous avez pris position sur ce sujet, vous avez donné vos arguments tout en réfutant ceux de vos adversaires : de toute évidence, votre opinion est la bonne et cela doit ressortir du texte. Vous pouvez maintenant, en conclusion, réaffirmer votre prise de position. Il est également souhaitable, ici, d'ouvrir le sujet sur un autre aspect sur lequel il y aurait lieu aussi de s'interroger ou sur un sujet relié à celui que vous avez traité en établissant le lien entre le sujet traité dans votre travail et celui sur lequel vous ouvrez pour conclure. (5 à 6 lignes)

Le nombre de lignes est toujours donné à titre indicatif.

En résumé

Voici quelques conseils pratiques pour la rédaction de votre travail de recherche.

- Analysez bien le sujet choisi. Réfléchissez à ses différents aspects : notez les idées au fur et à mesure qu'elles surgissent.
- Faites le plan de votre travail. Inscrivez vos idées à l'intérieur du plan-type :

Introduction

Développement

Prise de position

Arguments favorables

Arguments contraires

Conclusion

- Rédigez un brouillon à double interligne pour que vous puissiez relire, corriger, rayer, ajouter. Utilisez le dictionnaire et la grammaire au besoin.
- Revoyez les critères de notation et vérifiez si votre brouillon y correspond.
- Recopiez votre travail au propre.

LE NUCLÉAIRE : DE L'ÉNERGIE DANS LA MATIÈRE

On s'est intéressé au monde de l'atome depuis l'Antiquité grecque, mais il a fallu attendre le tournant du XX^e siècle pour véritablement percer les secrets de la matière.

Quelles sont les forces qui habitent la matière? Comment évolue-t-elle? De quelle façon pouvons-nous agir sur les changements qui se produisent au cœur même de l'atome?

Telle est l'optique générale de ce cours, qui présente dans un premier temps les grands principes scientifiques liés à cette relation fondamentale entre matière et énergie. Les progrès de la connaissance ont permis aux humains de canaliser l'énergie nucléaire, la plus puissante connue à ce jour. Le cours présente également les utilisations militaires et pacifiques que la société moderne a tirées de l'énergie du noyau de l'atome.

Les répercussions de ces développements sont considérables et plusieurs d'entre eux demeurent controversés. Quelle position la société doit-elle adopter devant les technologies nées de l'avancement de la science? C'est là la deuxième étape de ce cheminement, qui invite l'adulte à débattre des tenants et des aboutissants pour affiner sa propre attitude devant l'un des enjeux majeurs de notre siècle.

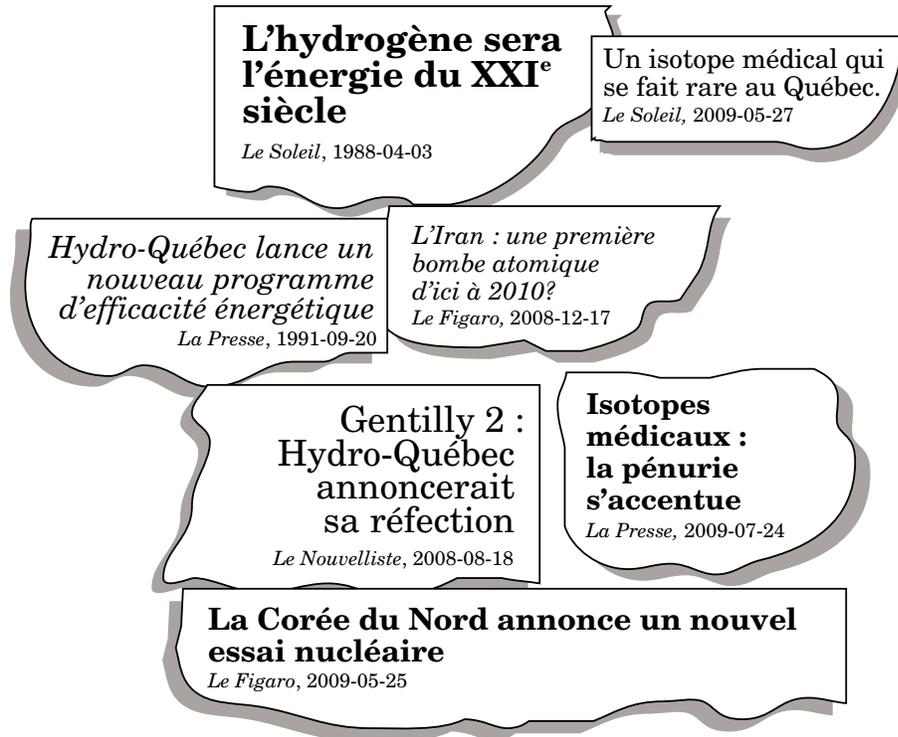
Pour comprendre les débats actuels, il faut en connaître les bases fondamentales. Cet aller-retour entre science et conscience marque l'ensemble du cours de sciences physiques intitulé *Le nucléaire : de l'énergie dans la matière*.

CHAPITRE 1

POURQUOI UN DÉBAT?



Ex. 1.1 Chaque jour, les médias traitent de questions d'énergie : l'énergie du XXI^e siècle, l'énergie nucléaire, la production et la consommation d'électricité, les installations et le rôle d'Hydro-Québec, la construction de mégaprojets comme Grande-Baleine. Voilà autant de sujets qui font régulièrement la manchette.



a) En quelques mots, expliquez le sens que vous donnez au mot « énergie ».

b) Cherchez dans le dictionnaire les définitions du terme « énergie » et transcrivez celle qui convient aux sciences physiques.

Regardez autour de vous. Tout ce que vous voyez comme tout ce que vous faites dépend de l'énergie. Dès que vous ouvrez les yeux le matin, vous baignez dans un monde d'énergie : la radio, le chauffe-eau, le grille-pain et la bouilloire fonctionnent tous parce qu'on leur fournit l'énergie nécessaire. Sans énergie, pas de voiture ou d'autobus pour nous transporter. Même notre corps a besoin de l'énergie qu'il tire de la nourriture! Sans énergie, rien ne fonctionne. En fait, elle est tellement présente autour de nous que nous oublions parfois à quel point elle est précieuse.

ÉNERGIE : UNE RÉALITÉ MESURABLE

Qu'est-ce au juste que l'énergie? C'est une notion qui recoupe plusieurs phénomènes physiques. On l'associe souvent à la force. Ne dit-on pas « Aujourd'hui, j'ai l'impression de manquer d'énergie » parce que l'on se sent un peu faible? Au mot « énergie » est toujours liée l'idée de travail qu'il s'agisse du moteur à pistons d'une voiture, du système de chauffage d'une maison ou de la nourriture qui nous soutient. En somme, l'**énergie** représente la capacité de faire un travail¹.

Cette capacité de faire un travail, on peut la mesurer, lui attribuer une valeur. En sciences, l'unité de mesure d'énergie habituellement utilisée est le **joule (J)**.

Il existe d'autres unités avec lesquelles vous êtes, sans le savoir, déjà familier. C'est le cas lorsque vous lisez votre facture d'électricité ou les informations sur les contenants de certains aliments. Les unités de mesure d'énergie utilisées sont le **kilowattheure (kWh)** et la calorie. Voyons d'un peu plus près de quoi il s'agit.

Figure 1.1 – Facture d'électricité

Mode de versements égaux		Facture		Numéro de client		Numéro de compte		Numéro de contrat		Page	
Hydro Québec		000 000 000 000		000 000 000		000 000 000 000		0000 00000		1 de 1	
Services fournis à Nicole Bernard 101, Grande Pente St-Eustache Qc JOP 1B7		Calcul de votre consommation pour la période du 2009-12-15 au 2010-02-12									
		Compteur		Relevés		Précédent		Différence		Multiplicateur*	
		39218238938		Nouveau 8574		7972		602		10	
		R : Réel		E : Estimé		Date du dernier relevé : 2010-02-12				Consommation 6 020 kWh R	
		* Voir l'explication au verso.									
À titre d'information		Solde MVE		État de votre compte au 18 février 2010		Paiement effectué le 9 février 2010. Merci.				- 140,14\$	
Solde MVE précédent - 265,60\$		Coût de votre consommation 493,59 \$		Facture courante		Mensualité (avant taxes) 124,15 \$				TPS (5,0 %) 6,21 \$	
Sous-total 227,99 \$		Mensualité (taxes comprises) - 140,14\$		N° TPS : 11944 9775 RT0001		TVQ (7,5 %) 9,78 \$				N° TVQ : 1000042605 TQ0020	
Nouveau solde MVE 87,85 \$				Ce montant sera prélevé le 11 mars 2010.		140,14 \$					
				Détail de votre consommation (à titre d'information seulement)		Pour la période du 2009-12-15 au 2010-02-12 au tarif domestique D pour 60 jour(s)					
		Redevance d'abonnement (Voir la définition au verso.)		60 jour(s) x 0,4064 \$		24,38 \$					
		Consommation		6 020 kWh							
		Les 30 premiers kWh par jour		1 800 kWh x 0,0545 \$		98,10 \$					
		Le reste de la consommation		4 220 kWh x 0,0746 \$		314,81 \$					
		Sous-total (avant taxes) 437,29 \$		TPS (5,0 %)		21,86 \$					
				TVQ (7,5 %)		34,44 \$					
		Total (Ne pas payer ce montant; il est présenté à titre d'information seulement) 493,59 \$									

Sur la facture d'électricité ci-dessus, la consommation d'énergie s'élève à 6 020 kWh pour une période de 60 jours.

Le montant de votre facture d'électricité est établi en fonction de la quantité d'électricité consommée. Hydro-Québec calcule le coût de votre consommation en multipliant le nombre de kilowattheures par le prix unitaire d'un kilowattheure.

1. Cette définition de l'énergie est celle que l'on trouve dans les manuels de physique. Cependant, pris dans son sens physique, le mot « travail » n'a pas la même signification que dans le langage courant. Il suffit toutefois, pour la compréhension du contenu de ce guide, de savoir qu'il y a une différence, sans en connaître la nature.

Le joule et le kilowattheure sont les deux unités généralement utilisées pour mesurer l'énergie. Il en existe une autre qui tend à disparaître depuis l'implantation du système international d'unités. Vous la connaissez. Elle fait le cauchemar des gens qui cherchent à perdre du poids et les étiquettes de nombreux produits alimentaires la mentionnent.

Bien sûr, c'est la calorie, dont le nom vient du mot latin calor qui veut dire chaleur. La chaleur est une manifestation de l'énergie. Lorsque nous nous activons et que nous avons chaud, on dit souvent que nous brûlons des calories. Mais si nous ne faisons qu'en emmagasiner, alors... Les calories donnent la mesure de l'énergie alimentaire dont nous avons besoin pour vivre. Il existe également un lien entre le joule et la calorie : une petite calorie vaut 4,18 joules. De manière générale, on considère qu'une femme adulte a besoin d'environ 2 000 grandes calories par jour et un homme 2 500. Une grande calorie (Cal ou kcal) équivaut à 1 000 petites calories (cal)



Le pétrole : une référence pour mesurer l'énergie

Pour exprimer la consommation énergétique totale d'un pays ou d'une province, on utilise habituellement l'unité tep.

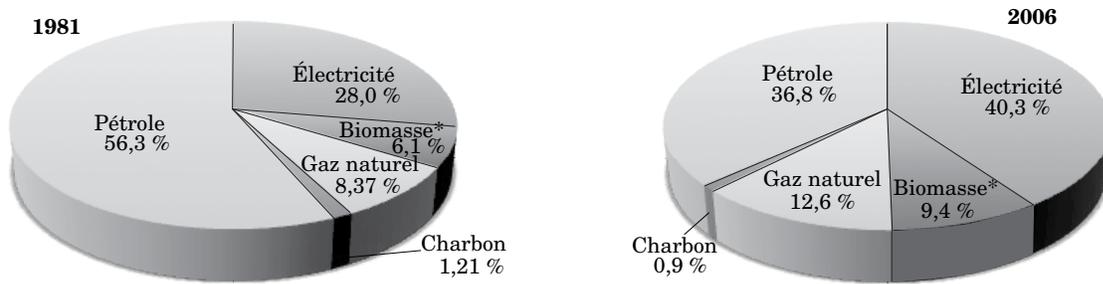
L'acronyme tep signifie « **T**on **E**quivalent **P**etroleum » ou l'équivalent d'une tonne de pétrole. C'est l'unité de base du système métrique pour indiquer l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole. Cette unité nous permet de comparer les quantités d'énergie produite par l'électricité, l'uranium ou par la combustion de pétrole, de gaz naturel ou de charbon.

ÉNERGIE ET ACTIVITÉ HUMAINE

Les humains ont toujours utilisé l'énergie mais, au cours de l'histoire, les formes d'utilisation ont changé. Au début, ils ne comptaient que sur la force de leurs bras ou celle de leurs bêtes. Ils ont peu à peu appris à faire du feu avec le bois. Ils ont ensuite utilisé la force de l'eau et du vent pour faire tourner les moulins. Par la suite, ils ont inventé des machines fonctionnant avec la vapeur, le charbon, le pétrole, l'hydroélectricité et, aujourd'hui, l'énergie nucléaire.

En un sens, nous sommes choyés : tout est maintenant à portée de la main. Contrairement à nos ancêtres qui étaient relativement autosuffisants, nous sommes cependant devenus plus dépendants. Comment vous débrouillez-vous lorsqu'il y a grève des transports en commun? Que faites-vous, l'hiver, quand survient une panne d'électricité au beau milieu de la soirée?

Figure 1.2 – Le bilan énergétique du Québec



La part de l'électricité est passée de 28,0 à 40,3 % entre 1981 et 2006, principalement aux dépens du pétrole, dont la part a chuté de 56,3 à 36,8 % dans la même période.

* Biomasse : matière organique, à base de carbone, qui englobe aussi bien les arbres que les déchets urbains.

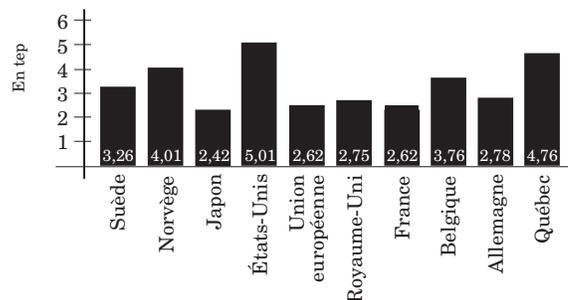
Source : Banque de données des statistiques officielles sur le Québec, 2010.

Au Québec, les ressources énergétiques sont abondantes. Des cours d'eau nombreux et puissants permettent de produire beaucoup d'électricité. En 2005, le Québec se situe au quatrième rang des états producteurs d'hydroélectricité, derrière la Chine, le Brésil et les États-Unis. Par ailleurs, les provinces de l'Ouest et les pays producteurs de pétrole nous alimentent en pétrole et en gaz naturel. De nouvelles techniques permettent maintenant de domestiquer le vent et le soleil, sans oublier le chauffage au bois qui demeure populaire.

Il y a aussi l'énergie nucléaire. Beaucoup de pays l'utilisent. L'Ontario en tire plus de 50 % de son électricité. Le Québec ne compte qu'une seule centrale nucléaire à Gentilly près de Bécancour, alors qu'il en existe plus de 400 sur la planète. C'est une source d'énergie fabuleuse, même si elle comporte des risques.

Peu importe son origine, l'énergie est essentielle à notre bien-être. Les Québécoises et les Québécois se situent parmi les plus grands consommateurs d'énergie de la planète.

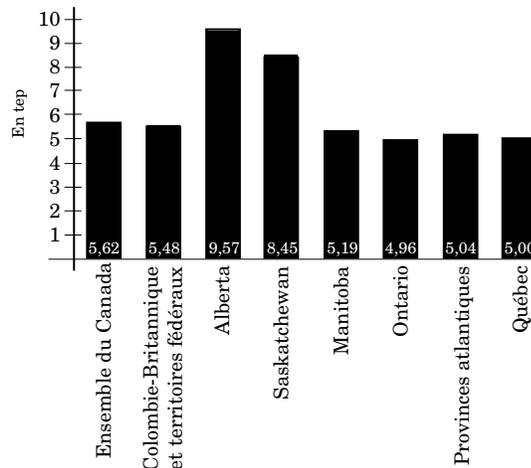
**Figure 1.3 – La consommation énergétique par habitant
Québec et principaux pays industrialisés (2001)**



Le Québec est l'une des régions du monde où la consommation d'énergie est la plus élevée.

Source : Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. L'énergie au Québec, 2004, p. 25.

**Figure 1.4 – La consommation énergétique par habitant
Québec et autres provinces canadiennes (2002)**



En 2002, la consommation énergétique par habitant mesurée au Québec était l'une des plus basses au Canada.

Source : Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. L'énergie au Québec, 2004, p. 22.

Bien sûr, les rigueurs de l'hiver font monter la facture de chauffage mais cela n'explique pas tout. Nous possédons beaucoup de voitures qui brûlent beaucoup de carburant. Nos résidences sont équipées de toute la gamme des appareils ménagers et il suffit d'actionner un commutateur pour faire apparaître la lumière.

Ex. 1.2 De toutes les formes d'énergie utilisées au Québec, l'hydroélectricité occupe une place de choix et toute panne de courant électrique perturbe grandement nos activités quotidiennes.

Pour chacune des activités suivantes, dites quelles formes d'énergie de remplacement pourraient être utilisées en cas de panne de courant électrique.

Activités	Énergie de remplacement
Éclairage	
Radio	
Plinthe électrique	
Cuisinière	

Ex. 1.3 En plus des barrages hydroélectriques, nommez deux moyens utilisés au Québec pour produire de l'électricité. Donnez des exemples.

ÉNERGIE ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

L'énergie est aussi essentielle à notre économie qu'elle est essentielle à notre bien-être. Nos principales industries sont de grandes consommatrices d'énergie. Les usines de pâtes et papiers et les alumineries, entre autres, dévorent d'énormes quantités d'électricité. La seule aluminerie de Deschambault près de Québec, propriété d'ALCOA, demande autant d'électricité que les 500 000 citoyens de la Communauté urbaine de Québec. C'est d'ailleurs parce que l'électricité est abondante et peu chère que beaucoup de ces grandes entreprises ont choisi de s'installer chez nous. Pour le Québec, l'énergie est un important facteur de développement économique qui contribue à créer des emplois.

Tableau 1.1 – Répartition de l'électricité consommée au Québec en fonction des secteurs (2002)

Secteur	Millions de kWh	%
Industriel	94 180	51,27
Résidentiel	55 158	30,03
Commercial	34 063	18,54
Transport	282	0,15

Source : Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. L'énergie au Québec, 2004, p. 68.

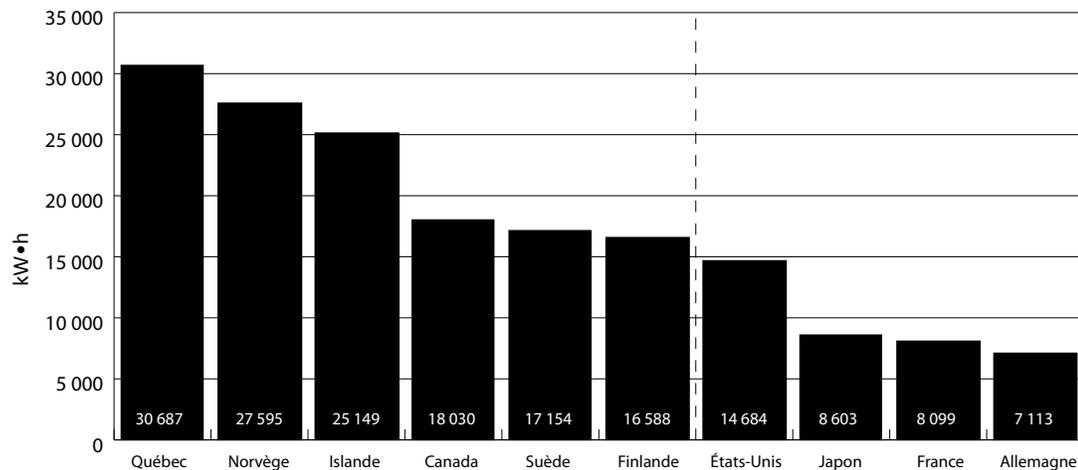
Tableau 1.2 – Consommation d'électricité dans certaines industries québécoises (2002)

Type d'industrie	Millions de kWh	%
Fonte et affinage*	47 121	37,74
Pâtes et papiers	21 485	22,81
Produits chimiques	4 867	5,17
Sidérurgie	2 768	2,94
Mines	2 736	2,90
Ciment	449	0,48

* Fonderies, alumineries, usines de bouletage du fer, etc.

Source : Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. L'énergie au Québec, 2004, p.70.

**Figure 1.5 – La consommation d’électricité par habitant dans le monde
Québec et principaux pays (2000)**



Source : Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. *L'énergie au Québec*, 2004, p. 71.

Faut-il dévorer autant d'énergie pour être prospère et vivre confortablement?

Tout dépend du point de vue. Les Japonais consomment en moyenne deux fois moins d'énergie que les Nord-Américains, même si leur climat ressemble au nôtre. On ne peut pas dire pour autant qu'ils sont pauvres. Ils se sont habitués à tirer profit des moindres ressources dont ils disposent et ils sont arrivés à développer l'une des économies les plus dynamiques au monde.

Ce n'est pas le cas du Tiers-Monde. L'électricité et le pétrole, qui nous sont si familiers, demeurent souvent inabordables dans ces pays qui manquent de tout. Prenons, par exemple, le Sahel, une des régions les plus pauvres d'Afrique. Une personne de cette région consomme en moyenne 80 fois moins d'énergie qu'une personne du Québec. Pas question de gaspiller puisque, en fait, les gens n'ont même pas le strict minimum.

Les ressources énergétiques ne sont pas distribuées également, même si tout le monde en a besoin. Résultat? Des pays vont jusqu'à se faire la guerre pour s'accaparer des réserves énergétiques. C'est l'un des facteurs qui ont provoqué le conflit de 1990 entre l'Irak et le Koweït. Les ressources énergétiques sont devenues un enjeu stratégique mondial. Quand le prix du baril de pétrole brut grimpa à 150,00 \$ US en juillet 2008, on assista à la pire chute des bourses partout dans le monde. Certains analystes financiers prédisent un prix de 200,00 \$ US et plus d'ici quelques années, la demande demeurant forte.

Ex. 1.4 Dans votre région, quelles industries peuvent être considérées comme de grandes consommatrices d'énergie?

Ex. 1.5 a) Au Québec, quel secteur est le plus grand consommateur d'énergie?

b) Nommez quelques industries se trouvant dans cette catégorie.

c) Quel rang le secteur résidentiel occupe-t-il? _____

ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

La répartition des ressources énergétiques n'est pas le seul problème. Il y a aussi les questions environnementales. On s'aperçoit aujourd'hui que la production et la consommation d'énergie provoquent des bouleversements écologiques. Les centrales au charbon ou au pétrole dégagent dans l'atmosphère des composés du carbone, ce qui accélère l'effet de serre² responsable du réchauffement de la planète. Trop souvent, des superpétroliers s'échouent et causent des marées noires qui mettent en péril la vie aquatique. Nos voitures émettent des oxydes de soufre et d'azote qui contribuent aux précipitations acides.

Jusqu'ici, nous avons cru que l'hydroélectricité nous mettait à l'abri de ce débat. L'hydroélectricité est renouvelable et, comme elle n'émet pas de polluants dans l'atmosphère, c'est encore la plus propre des principales formes d'énergie.

Le grand débat sur les mégaprojets³ de la baie James nous a cependant appris que l'hydroélectricité a également ses mauvais côtés. Pour produire autant d'électricité, il faut créer des réservoirs, inonder des territoires, détourner des rivières, bouleverser les écosystèmes⁴, déplacer la population et modifier son mode de vie. On sait maintenant que la formation de ces réservoirs libère le mercure contenu dans le sol. Les poissons sont contaminés et les humains qui les mangent le sont aussi. Cette pollution touche particulièrement les Cris et les Inuit dont la base de l'alimentation est le poisson.

Que faire? Nous voulons cette énergie pour nous et nous en vendrons à nos voisins américains. Si notre rythme de vie ne change pas, il va falloir nous procurer cette énergie

2. Phénomène par lequel les rayons du Soleil restent prisonniers à la surface de la Terre, un peu comme dans une serre.
3. Projets de grande envergure par les investissements et l'activité qu'ils engendrent.
4. Unité écologique de base formée par le milieu vivant et les organismes animaux et végétaux qui y vivent.

d'une façon ou d'une autre, en construisant de nouvelles centrales hydroélectriques ou nucléaires.

Ex. 1.6 Précisez les problèmes sociaux et environnementaux associés à la production de l'énergie hydroélectrique.

Ex. 1.7 Pour chacune des sources d'énergie suivantes, indiquez, s'il y a lieu, le ou les problèmes causés à l'environnement.

Soleil _____

Combustion du bois _____

Combustion du charbon _____

Création de réservoirs d'eau _____

Combustion du pétrole _____

Combustion du gaz naturel _____

Effet du vent _____

ÉNERGIE NUCLÉAIRE : UNE SOLUTION DE REMPLACEMENT?

Faut-il recourir maintenant à l'énergie nucléaire? Les constructeurs de centrales nucléaires se disent prêts à répondre à nos besoins. Les centrales nucléaires ne dégagent ni oxydes de soufre ni gaz carbonique dans l'atmosphère, elles ne requièrent pas de grands réservoirs. En ce qui concerne la pollution, le principal souci touche les déchets radioactifs toujours difficiles à éliminer.

De tous les types de centrales qui produisent de l'électricité, les centrales nucléaires sont théoriquement les plus acceptables sur le plan environnemental. Il y a cependant un grave problème. Un accident dans un réacteur nucléaire peut devenir un désastre. C'est ce qui s'est passé en 1986 avec l'accident à la centrale de Tchernobyl, en Ukraine. Les conséquences de la catastrophe sont importantes. Un rapport établi par l'AIEA (Agence Internationale de l'Énergie Atomique) en 2005 recense près de 50 morts directement attribuables à l'accident et estime que près de 4 000 morts supplémentaires peuvent être dus à des radiations émises par la **radioactivité**. Plus de 200 000 personnes ont dû être évacuées.

Pour compliquer la situation, on ne peut pas parler de l'énergie nucléaire sans parler de bombes atomiques et d'ogives nucléaires. Les villes japonaises d'Hiroshima et de Nagasaki ont été pulvérisées par deux bombes atomiques en 1945; des centaines de milliers de gens ont péri. Le nucléaire, c'est aussi la mort.

On s'est efforcé par la suite de transformer cette arme dévastatrice en outils pacifiques. De nouvelles utilisations sont apparues : on traite les personnes atteintes de cancer, on irradie les aliments pour les conserver plus longtemps, on peut même se servir de l'énergie nucléaire pour voyager sur terre, sur et sous l'eau, comme dans l'espace!

Une nouvelle chance s'offre présentement à l'énergie nucléaire avec les problèmes qui discréditent les autres formes d'énergie. Les grands promoteurs disent qu'il est temps de construire des centrales nucléaires. Les écologistes, quant à eux, soutiennent que c'est trop dangereux.

Au Québec, nous nous sommes longtemps tenus à l'écart de ce débat. Nous n'avons qu'une seule centrale nucléaire, celle de Gentilly, en face de Trois-Rivières. Du reste, plus de 95 % de notre électricité provient des turbines actionnées par les cours d'eau. Les revendications des peuples autochtones montrent cependant qu'on ne peut plus aménager aussi facilement de nouveaux complexes hydroélectriques. Il serait possible, en économisant l'électricité, d'éviter la construction de certaines centrales. Il serait aussi possible d'envisager l'option nucléaire.

Ex. 1.8 Quels problèmes environnementaux l'utilisation de l'énergie nucléaire serait-elle censée résoudre?

Ex. 1.9 Beaucoup de gens pensent que l'énergie nucléaire comporte des risques plus grands que ceux des autres formes d'énergie.

D'après vous, sur quoi ces craintes reposent-elles?

POUR UNE DÉCISION ÉCLAIRÉE

Que faut-il faire? Harnacher d'autres cours d'eau? Économiser encore plus l'énergie? Opter pour le nucléaire? Réduire notre train de vie? La question va surgir tôt ou tard. Que faut-il connaître pour faire le bon choix?

D'abord, il faut s'interroger sur les véritables besoins de nos sociétés, sur la place qu'occupe l'énergie dans nos vies. C'est là une réflexion personnelle à laquelle chaque citoyen devrait se prêter.

Pour bien comprendre cet enjeu, il faut cependant aller plus loin : il faut comprendre ce qu'est l'énergie nucléaire. En d'autres termes, il faut explorer la structure même de la matière puisque c'est en perçant les secrets de la matière qu'on a mis au jour le potentiel de l'énergie nucléaire. Pour voir clair dans tout ce débat, il faut d'abord savoir de quoi l'on parle.

Comprendre l'énergie nucléaire au-delà des clichés, tel est l'objectif du cheminement qui est proposé dans ce cours de sciences physiques. Il sera plus facile après de trouver réponse aux grandes questions que débat notre société.



L'uranium décortiqué en 5 points

Par Éric Moreault, Le Soleil

Qu'est-ce que l'uranium?

L'uranium est un métal lourd radioactif, à l'état naturel. Il est plus répandu que l'or ou l'argent. Il est surtout utilisé dans les centrales nucléaires, pour la production d'électricité, et entre dans la composition des armes nucléaires.

Ses autres usages sont, entre autres, dans les détecteurs de fumée, les sous-marins nucléaires et en médecine nucléaire, principalement en radiothérapie.

La production

Le Canada est en ce moment le plus gros producteur mondial : le quart des 40 000 tonnes produites annuellement (chiffres de 2006), pour un chiffre d'affaires de 500 millions \$ par année. La grande majorité de la production est concentrée en Saskatchewan et est exportée.

L'Australie, le Kazakhstan et le Canada possèdent la moitié des réserves exploitables.

L'exploitation

La décision d'exploiter une mine d'uranium dépend du prix de la matière et de sa concentration. À 1 % d'uranium dans le minerai, le filon sera exploité (bien que des projets à 5 % se sont retrouvés sur la glace).

Les concentrations actuelles en Saskatchewan, où les mineurs creusent depuis 50 ans, tournent autour de 5 %, mais certains sites, découverts récemment, affichent des taux de 10 %, voire de 20 % (à Cigar Lake).

Une mine de Namibie, en Afrique, présente toutefois des concentrations très faibles en uranium, concentrations deux fois plus importantes que celles qu'on retrouve en ce moment dans les environs de Sept-Îles (0,02 %).

La demande et le prix

La demande pour l'uranium, liée aux changements climatiques et au prix du pétrole, a fait exploser les prix depuis 2005. Après avoir un creux historique de 7 \$US la livre en 2001, le prix a atteint un sommet record de 136 \$US la livre en 2007, pour redescendre à 44 \$US au début de 2009. Les contrats à long terme se négocient toutefois autour de 90 \$US la livre.

La pression sur la demande se fera plus insistante avec la croissance en Inde, en Chine et au Brésil et leur appétit pour de l'énergie. Les gisements du Québec, même en faible concentration, finiront par devenir intéressants.

Il s'est dépensé 1,3 million \$ en exploration pour de l'uranium en 2004 au Québec, 70,9 millions \$ en 2007! On observe le même phénomène en Saskatchewan.

L'environnement et la santé

L'exploitation de l'uranium est liée, entre autres, au cancer du poumon. Il est difficile de faire la part des choses sur l'effet réel - car effet, il y a - qu'elle génère sur l'environnement et la santé, entre les prétentions de l'industrie et des écologistes.

Les effets de la catastrophe de Tchernobyl sont connus et documentés. Toutefois, selon l'Institut écologique d'Autriche, l'exploitation de l'uranium et le traitement des déchets nucléaires sont les deux phases du cycle de vie qui contribuent le plus à la diffusion de radiations dans l'eau et dans l'air.

Le plus grand risque pour l'environnement est dû aux résidus miniers laissés par le broyage et le traitement du minerai d'uranium. Ces résidus conservent 85 % de la radioactivité du minerai d'origine. Les tas de résidus miniers contiennent également des matières chimiques toxiques : acides, arsenic, nitrates et métaux lourds.

Au Canada, le cas de contamination le plus connu est celui d'Elliott Lake, en Ontario.

© 2000-2009 Cyberpresse inc., une filiale de Gesca. Tous droits réservés

Ex. 1.10 Si aujourd'hui, par référendum, le gouvernement du Québec demandait à la population de se prononcer pour ou contre l'utilisation de l'énergie nucléaire pour la production de l'électricité, quelle serait votre réponse?

Pour	<input type="radio"/>
Contre	<input type="radio"/>

a) Quels motifs justifieraient votre position?

b) Quels seraient les principaux arguments des personnes ayant une opinion différente de la vôtre?



Mots clés du chapitre

- Énergie
- Joule
- Kilowattheure



Résumé

Nous vivons dans un monde marqué du sceau de l'énergie. Notre bien-être personnel et l'ensemble du développement économique en dépendent.

Le besoin existe depuis des millénaires, mais il a pris une dimension nouvelle depuis l'avènement de la société industrielle. Le charbon, le pétrole, l'hydroélectricité et, aujourd'hui, le nucléaire ont modifié nos rapports avec la nature.

Au Québec, nous disposons de l'énergie nécessaire pour vivre confortablement. Ce n'est pas le cas partout sur la planète. Le partage des ressources énergétiques provoque des discordes qui vont jusqu'à la guerre.

Par ailleurs, la production et la consommation d'énergie pèsent lourd sur l'environnement, au point de compromettre le fragile équilibre de la nature.

Comment agir pour réduire les risques tout en conservant nos acquis? Nous pouvons décider d'économiser, nous pouvons également choisir les sources d'énergie les plus efficaces.

L'énergie nucléaire se pose comme solution de remplacement à nos problèmes. Est-ce le meilleur choix? Le présent cours vise à vous fournir les connaissances nécessaires pour en arriver à faire par vous-même un choix éclairé.



Exercices de synthèse

Ex. 1.11 a) Actuellement, quel est le choix privilégié par le gouvernement du Québec en matière de production d'énergie?

b) Quels motifs pourraient l'amener à reconsidérer son choix?

c) Quelles autres options pourraient alors être proposées?

Ex. 1.12 Le secteur industriel est un grand consommateur d'électricité. Deux types d'industries sont particulièrement énergivores.

Quelles sont ces deux types d'industries?

Ex. 1.13 Quels problèmes environnementaux l'utilisation de l'énergie nucléaire est-elle censée résoudre?
