Science et technologie ST
Science et technologie de l'environnement STE

4e secondaire

KALÉIDOSCOPE

Cahier d'apprentissage • Savoirs et activités

3e édition

Ahmed Bensaada • Annie Bolduc • Valérie Claude • Mourad Meziane • Catherine Rhéaume • Karine Tardif

CHENELIÈRE ÉDUCATION

Conforme à la PROGRESSION des apprentissages

i+

TABLE DES MATIÈRES

Organisation du cahier VII

UNIVERS MATÉRIEL 1

CHAPITRE 1
L'organisation de la matière **2**

Rappel 3
1.1 Les modèles atomiques 3
1.1.1 Les premiers modèles atomiques 4
1.1.2 Le modèle de Rutherford-Bohr 6
1.1.3 Le modèle atomique simplifié STE 16
1.2 La masse atomique STE 21
1.2.1 La masse atomique relative 22
1.2.2 Les isotopes 23
1.2.3 Le calcul de la masse atomique 23
1.3 Le tableau périodique des éléments 29
1.3.1 L'organisation générale du tableau périodique 31
1.3.2 Les familles du tableau périodique 32
1.3.3 Les périodes du tableau périodique 34
1.3.4 La périodicité des propriétés STE 40
1.3.5 La notation de Lewis 43
1.4 Les molécules 48
1.4.1 Les ions 48
1.4.2 La nature de la liaison STE 54
1.4.3 Les règles de nomenclature et d'écriture des composés binaires STE 64
1.5 La notion de mole et le nombre d'Avogadro STE 66
1.5.1 La notion de mole 66
1.5.2 Le nombre d'Avogadro 67
1.5.3 La masse molaire 68
Consolidation du chapitre 1 ..... **74**

CHAPITRE 2
Les propriétés physiques des solutions **81**

Rappel 82
2.1 La concentration 83
2.1.1 La concentration en grammes par litre (g/L) et en pourcentage (%) 83
2.1.2 La concentration en parties par million (ppm) 84
2.1.3 La concentration molaire (mol/L) STE 85
2.2 Les électrolytes 92
2.2.1 La conductibilité électrique 92
2.2.2 La dissociation électrolytique 93
Outil 1 Vérifier la conductibilité électrique d'une solution aqueuse 95
2.2.3 La force des électrolytes STE 97
2.2.4 Les acides, les bases et les sels 99
2.3 Le pH 103
2.3.1 L'échelle pH 103
2.3.2 Le pH et la concentration molaire en ions H+ STE 104
Consolidation du chapitre 2 ..... **107**

CHAPITRE 3
Les transformations chimiques et les transformations nucléaires **113**

Rappel 114
3.1 Les transformations chimiques 115
3.1.1 La loi de la conservation de la matière 115
3.1.2 Le balancement des équations chimiques 119
3.1.3 La stœchiométrie STE 123
3.1.4 Les réactions endothermiques et exothermiques STE 133
3.1.5 Des exemples de transformations chimiques 137

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

CHAPITRE 3 (*suite*)

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'activité humaine au cœur des changements climatiques 143

3.2 Les transformations nucléaires STE 145

3.2.1 La stabilité nucléaire 145

3.2.2 La radioactivité 148

3.2.3 La fission et la fusion nucléaires 151

Consolidation du chapitre 3 154

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'irradiation des aliments STE 160

CHAPITRE 4

Les transformations de l'énergie 163

Rappel 164

4.1 La relation entre la masse et le poids STE 165

4.2 Le travail STE 168

4.2.1 La relation entre le travail, la force et le déplacement 168

4.2.2 La force efficace 169

4.3 L'énergie mécanique 173

4.3.1 La relation entre le travail et l'énergie STE 173

4.3.2 La relation entre l'énergie cinétique, la masse et la vitesse STE 174

4.3.3 La relation entre l'énergie potentielle gravitationnelle, la masse, la grandeur du champ gravitationnel et la hauteur STE 175

4.3.4 La loi de la conservation de l'énergie 176

4.4 L'énergie thermique 187

4.4.1 La distinction entre la chaleur et la température 187

4.4.2 La relation entre la chaleur, la capacité thermique massique, la masse et la variation de température STE 187

4.5 Le rendement énergétique 193

Consolidation du chapitre 4 195

CHAPITRE 5

L'électricité et l'électromagnétisme 201

5.1 Les phénomènes électriques 202

5.1.1 La charge électrique 202

5.1.2 L'électricité statique 203

5.1.3 La loi de Coulomb STE 208

5.1.4 Le champ électrique STE 209

5.2 Les circuits électriques 215

5.2.1 Les types de circuits électriques 217

5.2.2 Les instruments de mesure 218

OUTIL 2 Mesurer le courant et la différence de potentiel 218

5.2.3 La loi d'Ohm 226

5.2.4 Les lois de Kirchhoff STE 230

5.2.5 La relation entre la puissance et l'énergie électrique 243

5.3 Les phénomènes électromagnétiques 247

5.3.1 Les forces d'attraction et de répulsion magnétiques 247

5.3.2 Le champ magnétique d'un fil parcouru par un courant 252

5.3.3 Le champ magnétique d'un solénoïde STE 254

Consolidation du chapitre 5 259

UNIVERS TERRE ET ESPACE 267

CHAPITRE 6

L'espace et l'atmosphère 268

Rappel 269

6.1 L'espace 270

6.1.1 Le flux d'énergie émis par le Soleil 270

6.1.2 Le système Terre-Lune 271

6.2 Les masses d'air 275

6.3 La circulation atmosphérique 276

6.4 Les vents dominants STE 276

6.5 Les cyclones et les anticyclones 278

6.5.1 La formation d'un cyclone 278

6.5.2 La formation d'un anticyclone 279

6.6 La contamination de l'air STE 283

6.7 L'effet de serre 284

6.8 Les ressources énergétiques de l'atmosphère 287

Consolidation du chapitre 6 291

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

CHAPITRE 7

La lithosphère et l'hydrosphère 298

Rappel 299

7.1 La lithosphère 300

7.1.1 Les minéraux 300

7.1.2 Les horizons du sol 300

7.1.3 Le pergélisol 301

7.1.4 La contamination des sols STE 304

7.1.5 L'épuisement des sols STE 310

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

La déforestation 311

7.1.6 Les ressources énergétiques de la lithosphère 313

7.2 L'hydrosphère 318

7.2.1 Les bassins versants 319

7.2.2 La salinité 320

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'eau potable 323

7.2.3 La circulation océanique 324

7.2.4 Les glaciers et les banquises 325

7.2.5 La contamination de l'hydrosphère STE 328

7.2.6 Le traitement des eaux usées STE 330

7.2.7 Les ressources énergétiques de l'hydrosphère 335

Consolidation du chapitre 7 338

CHAPITRE 8

La biosphère 346

Rappel 347

8.1 Le cycle du carbone 347

8.2 Le cycle de l'azote 351

8.3 Le cycle du phosphore STE 355

8.4 Les biomes terrestres 358

8.5 Les biomes aquatiques 363

8.5.1 Les biomes marins 363

8.5.2 Les biomes d'eau douce 364

8.6 Les facteurs influençant la distribution des biomes 366

Consolidation du chapitre 8 368

UNIVERS VIVANT 371

CHAPITRE 9

L'écologie 372

Rappel 373

9.1 L'organisation des vivants 373

9.1.1 Les populations 373

9.1.2 Les communautés 374

9.1.3 Les écosystèmes 375

9.2 Les interactions 379

9.2.1 La dynamique des populations 379

9.2.2 La dynamique des communautés 380

9.2.3 La dynamique des écosystèmes 383

9.2.4 Les transformations de la matière et de l'énergie 388

9.3 L'écotoxicologie STE 391

9.3.1 Les contaminants 391

9.3.2 Le seuil de toxicité 392

9.4 L'empreinte écologique STE 393

Consolidation du chapitre 9 395

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

Des montagnes de déchets électroniques STE 398

CHAPITRE 10

La génétique STE 399

Rappel 400

10.1 Les mécanismes de l'ADN STE 401

10.1.1 La structure de l'ADN 401

10.1.2 La synthèse des protéines 402

10.2 L'hérédité STE 406

10.2.1 Les chromosomes et les gènes 407

10.2.2 Les allèles 407

10.3 Les croisements STE 413

10.3.1 L'échiquier de croisement 413

10.4 Le clonage STE 417

10.4.1 Le clonage naturel 417

10.4.2 Le clonage artificiel 417

Consolidation du chapitre 10 STE 421

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

UNIVERS TECHNOLOGIQUE 425

CHAPITRE 11
Le langage des lignes, les matériaux et la fabrication **426**

Rappel 427
11.1 Le langage des lignes STE 428
11.1.1 Le dessin technique 428
11.1.2 Les tolérances dimensionnelles 432
11.2 Les matériaux 434
11.2.1 Les contraintes 434
11.2.2 Les propriétés des matériaux 437
11.2.3 Les céramiques, les plastiques et les matériaux composites 440
11.2.4 La dégradation des matériaux et les procédés de protection 444
11.2.5 Les traitements thermiques STE 446
11.3 La fabrication STE 447
11.3.1 Le mesurage et le traçage 447
11.3.2 Le façonnage 448
11.3.3 L'inspection 450
OUTIL 3 Utiliser un pied à coulisse STE 451
Consolidation du chapitre 11 ..... **456**

CHAPITRE 12
L'ingénierie mécanique **463**

Rappel 464
12.1 Les caractéristiques des liaisons 465
12.2 Les degrés de liberté STE 466
12.3 La fonction de guidage 470
12.4 L'adhérence et le frottement STE 471
12.5 Les systèmes de transmission du mouvement 475
12.6 Les systèmes de transformation du mouvement 482
Consolidation du chapitre 12 ..... **490**

CHAPITRE 13
L'ingénierie électrique **498**

13.1 La fonction d'alimentation 499
13.1.1 Les condensateurs STE 500
13.2 Les fonctions de conduction, d'isolation et de protection 503
13.2.1 La fonction de conduction 503
13.2.2 La fonction d'isolation 504
13.2.3 La fonction de protection 505
13.3 La fonction de commande 509
13.3.1 Les types d'interrupteurs 510
13.3.2 Le rôle et la structure des différents interrupteurs STE 511
13.4 La fonction de transformation de l'énergie 514

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'énergie 518
13.5 La fonction de régulation STE 518
13.5.1 Les résisteurs 519
13.5.2 Les diodes 520
Consolidation du chapitre 13 ..... **522**

Index 527
Sources 533

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

ORGANISATION DU CAHIER

KALÉIDOSCOPE comprend une foule d'activités qui vous permettront d'acquérir les connaissances et de développer les compétences au programme. Les pages suivantes indiquent les contenus que vous trouverez dans le cahier imprimé ainsi que dans le cahier numérique.

Rendez-vous sur la plateforme Interactif pour accéder à toutes les ressources !

LE DÉBUT D'UNE PARTIE

Votre cahier est divisé en quatre parties : l'univers matériel, l'univers Terre et espace, l'univers vivant et l'univers technologique.

Consultez le **sommaire** pour repérer les chapitres à l'étude dans chaque univers.

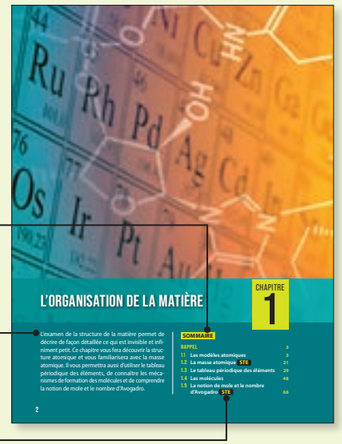
LE DÉBUT D'UN CHAPITRE

Entrez dans le vif du sujet dès l'ouverture des chapitres !

Consultez les sections du chapitre dans le **sommaire** pour découvrir les concepts à l'étude.

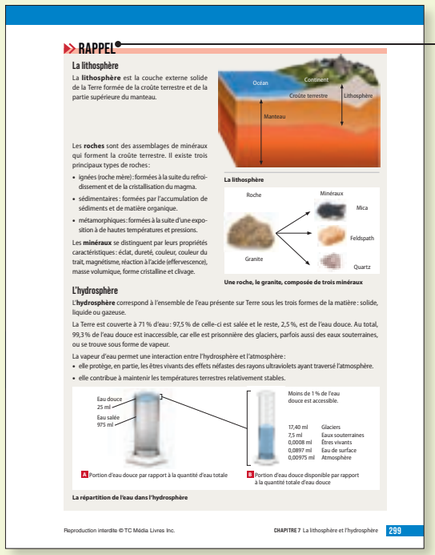
Le texte d'**introduction** annonce le contenu d'un chapitre.

Le pictogramme STE identifie les concepts exclusifs à ce programme.



Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

LE CONTENU D'UN CHAPITRE



RAPPEL

La lithosphère

La **lithosphère** est la couche externe solide de la Terre formée de la croûte terrestre et de la partie supérieure du manteau.

Les **roches** sont des assemblages de minéraux qui forment la croûte terrestre. Il existe trois principaux types de roches :

- ignées (roche mère) : formées à la suite du refroidissement et de la cristallisation du magma.
- sédimentaires : formées par l'accumulation de sédiments et de matière organique.
- métamorphiques : formées à la suite d'une exposition à de hautes températures et pressions.

Les **minéraux** se distinguent par leurs propriétés caractéristiques : éclat, dureté, couleur, couleur du trait, magnétisme, réaction à l'acide (effervescence), masse volumique, forme cristalline et clivage.

L'hydrosphère

L'**hydrosphère** correspond à l'ensemble de l'eau présente sur Terre sous les trois formes de la matière : solide, liquide ou gazeuse.

La Terre est couverte à 71 % d'eau : 97,5 % de celle-ci est salée et le reste, 2,5 %, est de l'eau douce. Au total, 99,3 % de l'eau douce est inaccessible, car elle est prisonnière des glaciers, parfois aussi des eaux souterraines, ou se trouve sous forme de vapeur.

La vapeur d'eau permet une interaction entre l'hydrosphère et l'atmosphère :

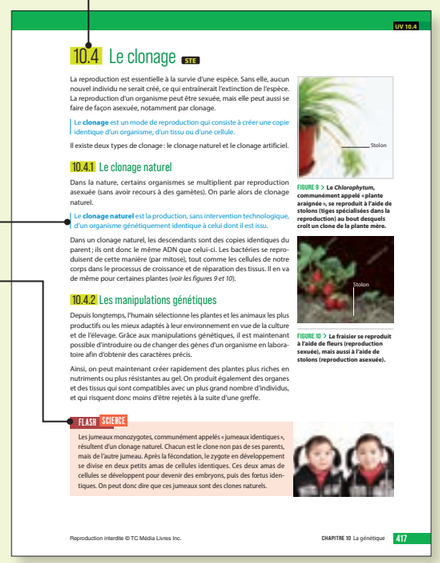
- elle protège, en partie, les êtres vivants des effets néfastes des rayons ultraviolets ayant traversé l'atmosphère.
- elle contribue à maintenir les températures terrestres relativement stables.

La répartition de l'eau dans l'hydrosphère

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc. CHAPITRE 7 La lithosphère et l'hydrosphère 299

Révisez certains concepts abordés en 1re, 2e et 3e secondaire dans le **Rappel**.

Dans chaque section, découvrez un nouveau **concept**.



UV 10.4

10.4 Le clonage STE

La reproduction est essentielle à la survie d'une espèce. Sans elle, aucun nouvel individu ne serait créé, ce qui entraînerait l'extinction de l'espèce. La reproduction d'un organisme peut être sexuée, mais elle peut aussi se faire de façon asexuée, notamment par clonage.

Le **clonage** est un mode de reproduction qui consiste à créer une copie identique d'un organisme, d'un tissu ou d'une cellule.

Il existe deux types de clonage : le clonage naturel et le clonage artificiel.

10.4.1 Le clonage naturel

Dans la nature, certains organismes se multiplient par reproduction asexuée (sans avoir recours à des gamètes). On parle alors de clonage naturel.

Le **clonage naturel** est la production, sans intervention technologique, d'un organisme génétiquement identique à celui dont il est issu.

Dans un clonage naturel, les descendants sont des copies identiques du parent ; ils ont donc le même ADN que celui-ci. Les bactéries se reproduisent de cette manière (par mitose), tout comme les cellules de notre corps dans le processus de croissance et de réparation des tissus. Il en va de même pour certaines plantes (*voir les figures 9 et 10*).

10.4.2 Les manipulations génétiques

Depuis longtemps, l'humain sélectionne les plantes et les animaux les plus productifs ou les mieux adaptés à leur environnement en vue de la culture et de l'élevage. Grâce aux manipulations génétiques, il est maintenant possible d'introduire ou de changer des gènes d'un organisme en laboratoire afin d'obtenir des caractères précis.

Ainsi, on peut maintenant créer rapidement des plantes plus riches en nutriments ou plus résistantes au gel. On produit également des organes et des tissus qui sont compatibles avec un plus grand nombre d'individus, et qui risquent donc moins d'être rejetés à la suite d'une greffe.

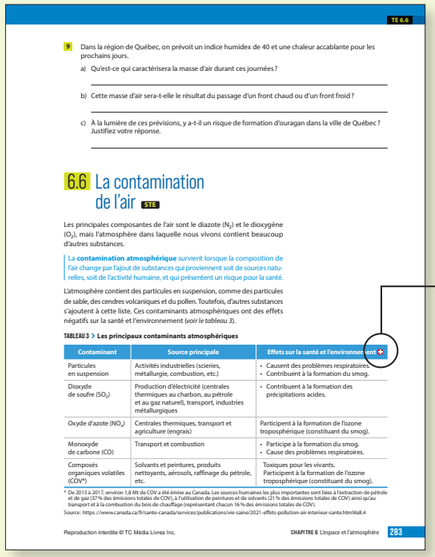
FLASH SCIENCE

Les jumeaux monozygotes, communément appelés « jumeaux identiques », résultent d'un clonage naturel. Chacun est le clone non pas de ses parents, mais de l'autre jumeau. Après la fécondation, le zygote en développement se divise en deux petits amas de cellules identiques. Ces deux amas de cellules se développent pour devenir des embryons, puis des fœtus identiques. On peut donc dire que ces jumeaux sont des clones naturels.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc. CHAPITRE 10 La génétique 417

La **définition** du concept est mise en évidence.

Découvrez des faits marquants et amusants dans la rubrique **Flash science** (nommée **Flash techno** dans les chapitres de l'univers technologique).



TE 6.6

9 Dans la région de Québec, on prévoit un indice humidex de 40 et une chaleur accablante pour les prochains jours.

a) Qu'est-ce qui caractérisera la masse d'air durant ces journées ?

b) Cette masse d'air sera-t-elle le résultat du passage d'un front chaud ou d'un front froid ?

c) À la lumière de ces prévisions, y a-t-il un risque de formation d'ouragan dans la ville de Québec ? Justifiez votre réponse.

6.6 La contamination de l'air STE

Les principales composantes de l'air sont le diazote (N_2) et le dioxygène (O_2), mais l'atmosphère dans laquelle nous vivons contient beaucoup d'autres substances.

La **contamination atmosphérique** survient lorsque la composition de l'air change par l'ajout de substances qui proviennent soit de sources naturelles, soit de l'activité humaine, et qui présentent un risque pour la santé.

L'atmosphère contient des particules en suspension, comme des particules de sable, des cendres volcaniques et du pollen. Toutefois, d'autres substances s'ajoutent à cette liste. Ces contaminants atmosphériques ont des effets négatifs sur la santé et l'environnement (*voir le tableau 3*).

TABLEAU 3 > Les principaux contaminants atmosphériques

Contaminant	Source principale	Effets sur la santé et l'environnement
Particules en suspension	Activités industrielles (scieries, métallurgie, combustion, etc.)	• Causent des problèmes respiratoires. • Contribuent à la formation du smog.
Dioxyde de soufre (SO_2)	Production d'électricité (centrales thermiques au charbon, au pétrole et au gaz naturel), transport, industries métallurgiques	• Contribuent à la formation des précipitations acides.
Oxyde d'azote (NO_x)	Centrales thermiques, transport et agriculture (engrais)	Participent à la formation de l'ozone troposphérique (constituant du smog).
Monoxyde de carbone (CO)	Transport et combustion	• Participe à la formation du smog. • Cause des problèmes respiratoires.
Composés organiques volatiles (COV)*	Solvants et peintures, produits nettoyants, aérosols, raffinage du pétrole, etc.	Toxiques pour les vivants. Participent à la formation de l'ozone troposphérique (constituant du smog).

* De 2015 à 2017, environ 1,8 Mt de COV a été émise au Canada. Les sources humaines les plus importantes sont liées à l'extraction de pétrole et de gaz (37 % des émissions totales de COV), à l'utilisation de peintures et de solvants (21 % des émissions totales de COV) ainsi qu'au transport et à la combustion du bois de chauffage (représentant chacun 16 % des émissions totales de COV).

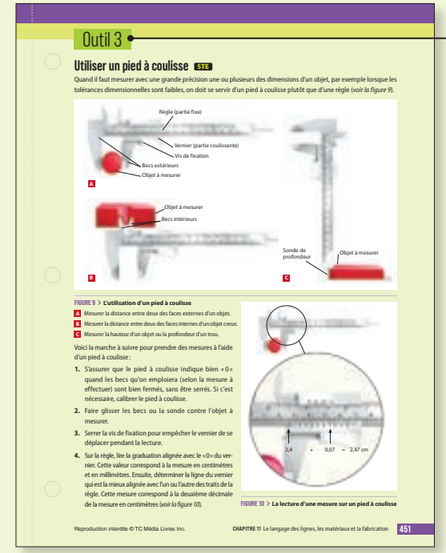
Source : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/2021-effets-pollution-air-interieur-sante.html#a8.4

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc. CHAPITRE 6 L'espace et l'atmosphère 283

Le pictogramme ✚ signale une occasion d'enrichir vos connaissances et de **dépasser les attentes de la progression des apprentissages** du 2e cycle du secondaire.

Dans les **activités**, répondez aux questions marquées du pictogramme ✚ pour vérifier vos connaissances sur des notions d'**enrichissement**.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.



Outil 3

Utiliser un pied à coulisse STE

Quand il faut mesurer avec une grande précision une ou plusieurs des dimensions d'un objet, par exemple lorsque les tolérances dimensionnelles sont faibles, on doit se servir d'un pied à coulisse plutôt que d'une règle (*voir la figure 9*).

FIGURE 9 > L'utilisation d'un pied à coulisse

A Mesurer la distance entre deux des faces externes d'un objet.
B Mesurer la distance entre deux des faces internes d'un objet creux.
C Mesurer la hauteur d'un objet ou la profondeur d'un trou.

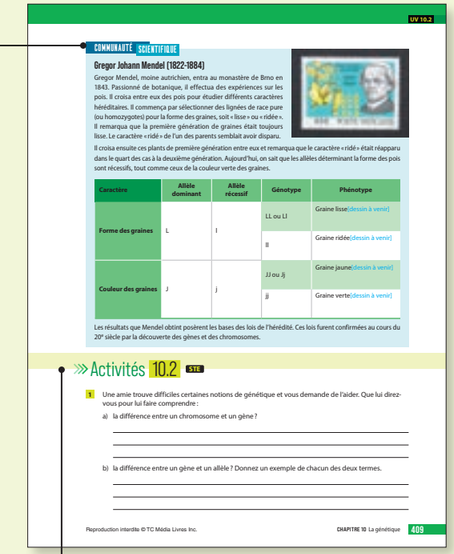
Voici la marche à suivre pour prendre des mesures à l'aide d'un pied à coulisse :

1. S'assurer que le pied à coulisse indique bien « 0 » quand les becs qu'on emploiera (selon la mesure à effectuer) sont bien fermés, sans être serrés. Si c'est nécessaire, calibrer le pied à coulisse.
2. Faire glisser les becs ou la sonde contre l'objet à mesurer.
3. Serrer la vis de fixation pour empêcher le vernier de se déplacer pendant la lecture.
4. Sur la règle, lire la graduation alignée avec le « 0 » du vernier. Cette valeur correspond à la mesure en centimètres et en millimètres. Ensuite, déterminer la ligne du vernier qui est la mieux alignée avec l'un ou l'autre des traits de la règle. Cette mesure correspond à la deuxième décimale de la mesure en centimètres (*voir la figure 10*).

FIGURE 10 > La lecture d'une mesure sur un pied à coulisse

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc. CHAPITRE 11 Le langage des lignes, les matériaux et la fabrication 451

Consultez les pages **Outil** pour mettre en pratique des **techniques** lors des laboratoires et des ateliers.



UV 10.2

COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE

Gregor Johann Mendel (1822-1884)

Gregor Mendel, moine autrichien, entra au monastère de Brno en 1843. Passionné de botanique, il effectua des expériences sur les pois. Il croisa entre eux des pois pour étudier différents caractères héréditaires. Il commença par sélectionner des lignées de race pure (ou homozygotes) pour la forme des graines, soit « lisse » ou « ridée ». Il remarqua que la première génération de graines était toujours lisse. Le caractère « ridé » de l'un des parents semblait avoir disparu.

Il croisa ensuite ces plants de première génération entre eux et remarqua que le caractère « ridé » était réapparu dans le quart des cas à la deuxième génération. Aujourd'hui, on sait que les allèles déterminant la forme des pois sont nécessifs, tout comme ceux de la couleur verte des graines.

Caractère	Allèle dominant	Allèle récessif	Génotype	Phénotype
Forme des graines	L	l	LL ou Ll	Graine lisse[dessin à venir]
			ll	Graine ridée[dessin à venir]
Couleur des graines	J	j	JJ ou Jj	Graine jaune[dessin à venir]
			jj	Graine verte[dessin à venir]

Les résultats que Mendel obtint posèrent les bases des lois de l'hérédité. Ces lois furent confirmées au cours du 20e siècle par la découverte des gènes et des chromosomes.

Activités 10.2 STE

1 Une amie trouve difficiles certaines notions de génétique et vous demande de l'aider. Que lui direz-vous pour lui faire comprendre :

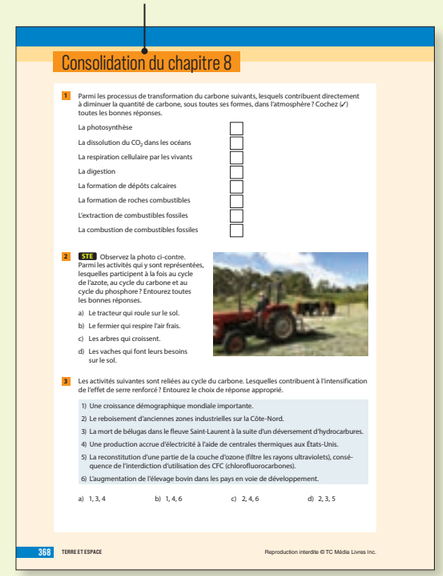
a) la différence entre un chromosome et un gène ?

b) la différence entre un gène et un allèle ? Donnez un exemple de chacun des deux termes.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc. CHAPITRE 10 La génétique 409

Découvrez des personnalités ayant marqué l'histoire scientifique ou technologique dans la rubrique **Communauté scientifique**.

Révisez l'ensemble des concepts d'un chapitre et établissez des liens grâce aux activités de la section **Consolidation**.



Consolidation du chapitre 8

1 Parmi les processus de transformation du carbone suivants, lesquels contribuent directement à diminuer la quantité de carbone, sous toutes ses formes, dans l'atmosphère ? Cochez (✓) toutes les bonnes réponses.

La photosynthèse
La dissolution du CO_2 dans les océans
La respiration cellulaire par les vivants
La digestion
La formation de dépôts calcaires
La formation de roches combustibles
L'extraction de combustibles fossiles
La combustion de combustibles fossiles

2 STE Observez la photo ci-contre. Parmi les activités qui y sont représentées, lesquelles participent à la fois au cycle de l'azote, au cycle du carbone et au cycle du phosphore ? Entourez toutes les bonnes réponses.

a) Le tracteur qui roule sur le sol.
b) Le fermier qui respire l'air frais.
c) Les arbres qui croissent.
d) Les vaches qui font leurs besoins sur le sol.

3 Les activités suivantes sont reliées au cycle du carbone. Lesquelles contribuent à l'intensification de l'effet de serre renforcé ? Entourez le choix de réponse approprié.

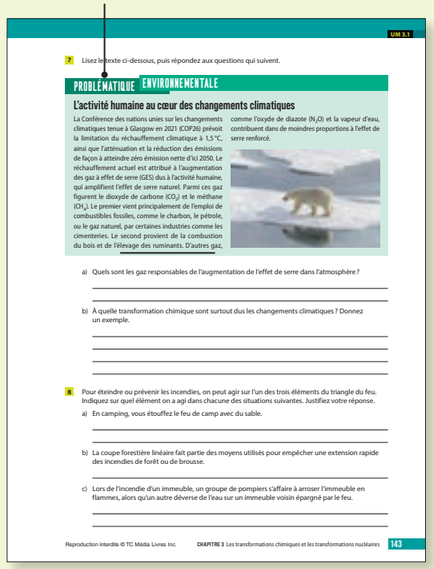
1) Une croissance démographique mondiale importante.
2) Le reboisement d'anciennes zones industrielles sur la Côte-Nord.
3) La mort de bélugas dans le fleuve Saint-Laurent à la suite d'un déversement d'hydrocarbures.
4) Une production accrue d'électricité à l'aide de centrales thermiques aux États-Unis.
5) La reconstitution d'une partie de la couche d'ozone (filtre les rayons ultraviolets), conséquence de l'interdiction d'utilisation des CFC (chlorofluorocarbones).
6) L'augmentation de l'élevage bovin dans les pays en voie de développement.

a) 1, 3, 4 b) 1, 4, 6 c) 2, 4, 6 d) 2, 3, 5

388 TERRE ET ESPACE Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

Exercez-vous grâce aux **activités** qui portent sur les concepts abordés dans la ou les sections précédentes.

Découvrez des enjeux environnementaux liés aux concepts à l'étude grâce à la rubrique **Problématique environnementale**. Cette rubrique est suivie d'activités qui s'y rapportent.



UM 3.1

7 Lisez le texte ci-dessous, puis répondez aux questions qui suivent.

PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'activité humaine au cœur des changements climatiques

La Conférence des nations unies sur les changements climatiques tenue à Glasgow en 2021 (COP26) prévoit la limitation du réchauffement climatique à 1,5 °C, ainsi que l'atténuation et la réduction des émissions de façon à atteindre zéro émission nette d'ici 2050. Le réchauffement actuel est attribué à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) dus à l'activité humaine, qui amplifient l'effet de serre naturel. Parmi ces gaz figurent le dioxyde de carbone (CO_2) et le méthane (CH_4). Le premier vient principalement de l'emploi de combustibles fossiles, comme le charbon, le pétrole, ou le gaz naturel, par certaines industries comme les cimenteries. Le second provient de la combustion du bois et de l'élevage des ruminants. D'autres gaz, comme l'oxyde de diazote (N_2O) et la vapeur d'eau, contribuent dans de moindres proportions à l'effet de serre renforcé.

a) Quels sont les gaz responsables de l'augmentation de l'effet de serre dans l'atmosphère ?

b) À quelle transformation chimique sont surtout dus les changements climatiques ? Donnez un exemple.

8 Pour éteindre ou prévenir les incendies, on peut agir sur l'un des trois éléments du triangle du feu. Indiquez sur quel élément on a agi dans chacune des situations suivantes. Justifiez votre réponse.

a) En camping, vous étouffez le feu de camp avec du sable.

b) La coupe forestière linéaire fait partie des moyens utilisés pour empêcher une extension rapide des incendies de forêt ou de brousse.

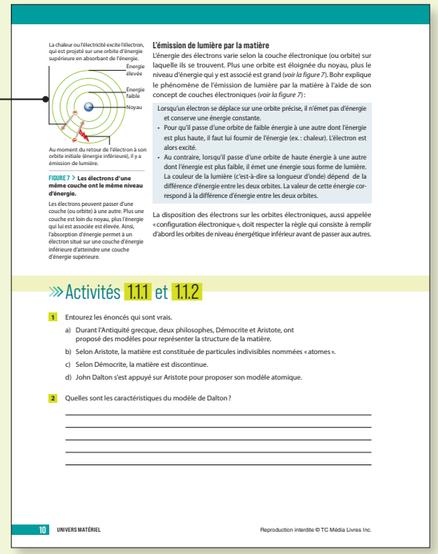
c) Lors de l'incendie d'un immeuble, un groupe de pompiers s'affaire à arroser l'immeuble en flammes, alors qu'un autre déverse de l'eau sur un immeuble voisin épargné par le feu.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc. CHAPITRE 3 Les transformations chimiques et les transformations nucléaires 143

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

Consultez les **schémas interactifs** de la plateforme pour obtenir de l'information complémentaire.

Testez vos connaissances en répondant aux questions des **activités interactives** de la plateforme.



La chaleur ou l'électricité excite l'électron, qui est projeté sur une orbite d'énergie supérieure en absorbant de l'énergie.

Au moment du retour de l'électron à son orbite initiale (énergie inférieure), il y a émission de lumière.

FIGURE 7 > Les électrons d'une même couche ont le même niveau d'énergie.

Les électrons peuvent passer d'une couche (ou orbite) à une autre. Plus une couche est loin du noyau, plus l'énergie qui lui est associée est élevée. Ainsi, l'absorption d'énergie permet à un électron situé sur une couche d'énergie inférieure d'atteindre une couche d'énergie supérieure.

L'émission de lumière par la matière

L'énergie des électrons varie selon la couche électronique (ou orbite) sur laquelle ils se trouvent. Plus une orbite est éloignée du noyau, plus le niveau d'énergie qui y est associé est grand (*voir la figure 7*). Bohr explique le phénomène de l'émission de lumière par la matière à l'aide de son concept de couches électroniques (*voir la figure 7*) :

Lorsqu'un électron se déplace sur une orbite précise, il n'émet pas d'énergie et conserve une énergie constante.

- Pour qu'il passe d'une orbite de faible énergie à une autre dont l'énergie est plus haute, il faut lui fournir de l'énergie (ex. : chaleur). L'électron est alors excité.
- Au contraire, lorsqu'il passe d'une orbite de haute énergie à une autre dont l'énergie est plus faible, il émet une énergie sous forme de lumière. La couleur de la lumière (c'est-à-dire sa longueur d'onde) dépend de la différence d'énergie entre les deux orbites. La valeur de cette énergie correspond à la différence d'énergie entre les deux orbites.

La disposition des électrons sur les orbites électroniques, aussi appelée « configuration électronique », doit respecter la règle qui consiste à remplir d'abord les orbites de niveau énergétique inférieur avant de passer aux autres.

Activités 1.1.1 et 1.1.2

1 Entourez les énoncés qui sont vrais.

a) Durant l'Antiquité grecque, deux philosophes, Démocrite et Aristote, ont proposé des modèles pour représenter la structure de la matière.

b) Selon Aristote, la matière est constituée de particules indivisibles nommées « atomes ».

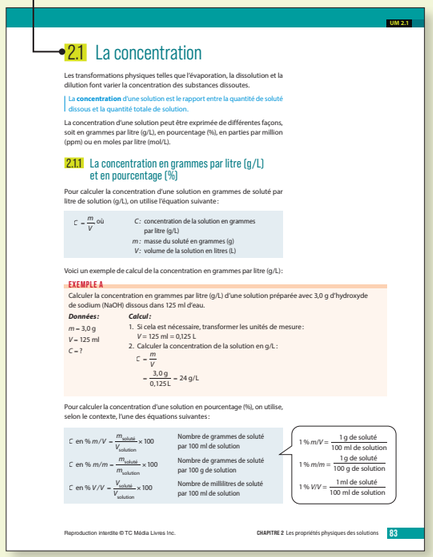
c) Selon Démocrite, la matière est discontinue.

d) John Dalton s'est appuyé sur Aristote pour proposer son modèle atomique.

2 Quelles sont les caractéristiques du modèle de Dalton ?

18 UNIVERS MATÉRIEL

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.



UM 2.1

2.1 La concentration

Les transformations physiques telles que l'évaporation, la dissolution et la dilution font varier la concentration des substances dissoutes.

La **concentration** d'une solution est le rapport entre la quantité de soluté dissous et la quantité totale de solution.

La concentration d'une solution peut être exprimée de différentes façons, soit en grammes par litre (g/L), en pourcentage (%), en parties par million (ppm) ou en moles par litre (mol/L).

2.1.1 La concentration en grammes par litre (g/L) et en pourcentage (%)

Pour calculer la concentration d'une solution en grammes de soluté par litre de solution (g/L), on utilise l'équation suivante :

$C = \frac{m}{V}$ où

C : concentration de la solution en grammes par litre (g/L)
m : masse du soluté en grammes (g)
V : volume de la solution en litres (L)

Voici un exemple de calcul de la concentration en grammes par litre (g/L) :

EXEMPLE A

Calculer la concentration en grammes par litre (g/L) d'une solution préparée avec 3,0 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) dissous dans 125 ml d'eau.

Données :
$m = 3{,}0$ g
$V = 125$ ml
$C = ?$

Calcul :
1. Si cela est nécessaire, transformer les unités de mesure : $V = 125$ ml $= 0{,}125$ L
2. Calculer la concentration de la solution en g/L :
$C = \frac{m}{V} = \frac{3{,}0\ g}{0{,}125\ L} = 24$ g/L

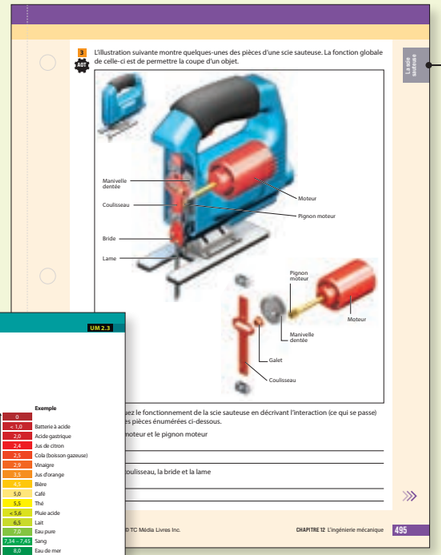
Pour calculer la concentration d'une solution en pourcentage (%), on utilise, selon le contexte, l'une des équations suivantes :

C en % $m/V = \frac{m_{soluté}}{V_{solution}} \times 100$	Nombre de grammes de soluté par 100 ml de solution
C en % $m/m = \frac{m_{soluté}}{m_{solution}} \times 100$	Nombre de grammes de soluté par 100 g de solution
C en % $V/V = \frac{V_{soluté}}{V_{solution}} \times 100$	Nombre de millilitres de soluté par 100 ml de solution

1 % $m/V = \frac{1\ g\ de\ soluté}{100\ ml\ de\ solution}$
1 % $m/m = \frac{1\ g\ de\ soluté}{100\ g\ de\ solution}$
1 % $V/V = \frac{1\ ml\ de\ soluté}{100\ ml\ de\ solution}$

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

CHAPITRE 2 Les propriétés physiques des solutions 83



3 L'illustration suivante montre quelques-unes des pièces d'une scie sauteuse. La fonction globale de celle-ci est de permettre la coupe d'un objet.

Manivelle double
Coulisseau
Bride
Lame
Moteur
Pignon moteur
Pignon moteur
Moteur
Manivelle double
Galet
Coulisseau

LA MÉCANIQUE

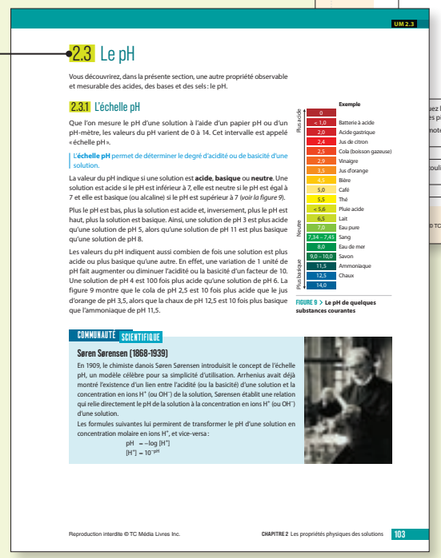
...ez le fonctionnement de la scie sauteuse en décrivant l'interaction (ce qui se passe) ...s pièces énumérées ci-dessous.

...oteur et le pignon moteur

...coulisseau, la bride et la lame

...TC Média Livres Inc.

CHAPITRE 12 L'ingénierie mécanique 495



UM 2.3

2.3 Le pH

Vous découvrirez, dans la présente section, une autre propriété observable et mesurable des acides, des bases et des sels : le pH.

2.3.1 L'échelle pH

Que l'on mesure le pH d'une solution à l'aide d'un papier pH ou d'un pH-mètre, les valeurs du pH varient de 0 à 14. Cet intervalle est appelé « échelle pH ».

L'**échelle pH** permet de déterminer le degré d'acidité ou de basicité d'une solution.

La valeur du pH indique si une solution est **acide**, **basique** ou **neutre**. Une solution est acide si le pH est inférieur à 7, elle est neutre si le pH est égal à 7 et elle est basique (ou alcaline) si le pH est supérieur à 7 (*voir la figure 9*).

Plus le pH est bas, plus la solution est acide et, inversement, plus le pH est haut, plus la solution est basique. Ainsi, une solution de pH 3 est plus acide qu'une solution de pH 5, alors qu'une solution de pH 11 est plus basique qu'une solution de pH 8.

Les valeurs du pH indiquent aussi combien de fois une solution est plus acide ou plus basique qu'une autre. En effet, une variation de 1 unité de pH fait augmenter ou diminuer l'acidité ou la basicité d'un facteur de 10. Une solution de pH 4 est 100 fois plus acide qu'une solution de pH 6. La figure 9 montre que le cola de pH 2,5 est 10 fois plus acide que le jus d'orange de pH 3,5, alors que la chaux de pH 12,5 est 10 fois plus basique que l'ammoniaque de pH 11,5.

	pH	Exemple
Plus acide	0	
	≈ 1,0	Batterie à acide
	2,0	Acide gastrique
	2,4	Jus de citron
	2,5	Cola (boisson gazeuse)
	2,9	Vinaigre
	3,5	Jus d'orange
	4,5	Bière
	5,0	Café
	5,5	Thé
	≈ 5,8	Pluie acide
	6,5	Lait
Neutre	7,0	Eau pure
	7,34 – 7,41	Sang
	8,0	Eau de mer
	9,0 – 10,5	Savon
Plus basique	11,5	Ammoniaque
	12,5	Chaux
	14,0	

FIGURE 9 > Le pH de quelques substances courantes

COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE

Søren Sørensen (1868-1939)

En 1909, le chimiste danois Søren Sørensen introduisit le concept de l'échelle pH, un modèle célèbre pour sa simplicité d'utilisation. Arrhenius avait déjà montré l'existence d'un lien entre l'acidité (ou la basicité) d'une solution et la concentration en ions H^+ (ou OH^-) de la solution, Sørensen établit une relation qui relie directement le pH de la solution à la concentration en ions H^+ (ou OH^-) d'une solution.

Les formules suivantes lui permirent de transformer le pH d'une solution en concentration molaire en ions H^+, et vice-versa :

$pH = -\log [H^+]$
$[H^+] = 10^{-pH}$

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

CHAPITRE 2 Les propriétés physiques des solutions 103

Consultez les **vidéos de démonstration** de la plateforme pour mieux visualiser certains concepts abordés dans le cahier.

Faites l'**analyse d'un objet technique** dans les activités accompagnées du pictogramme AOT.

Certaines **AOT** sont accompagnées d'une animation 3D offerte sur la plateforme.

UNIVERS MATÉRIEL

SOMMAIRE

CHAPITRE 1
L'organisation de la matière 2

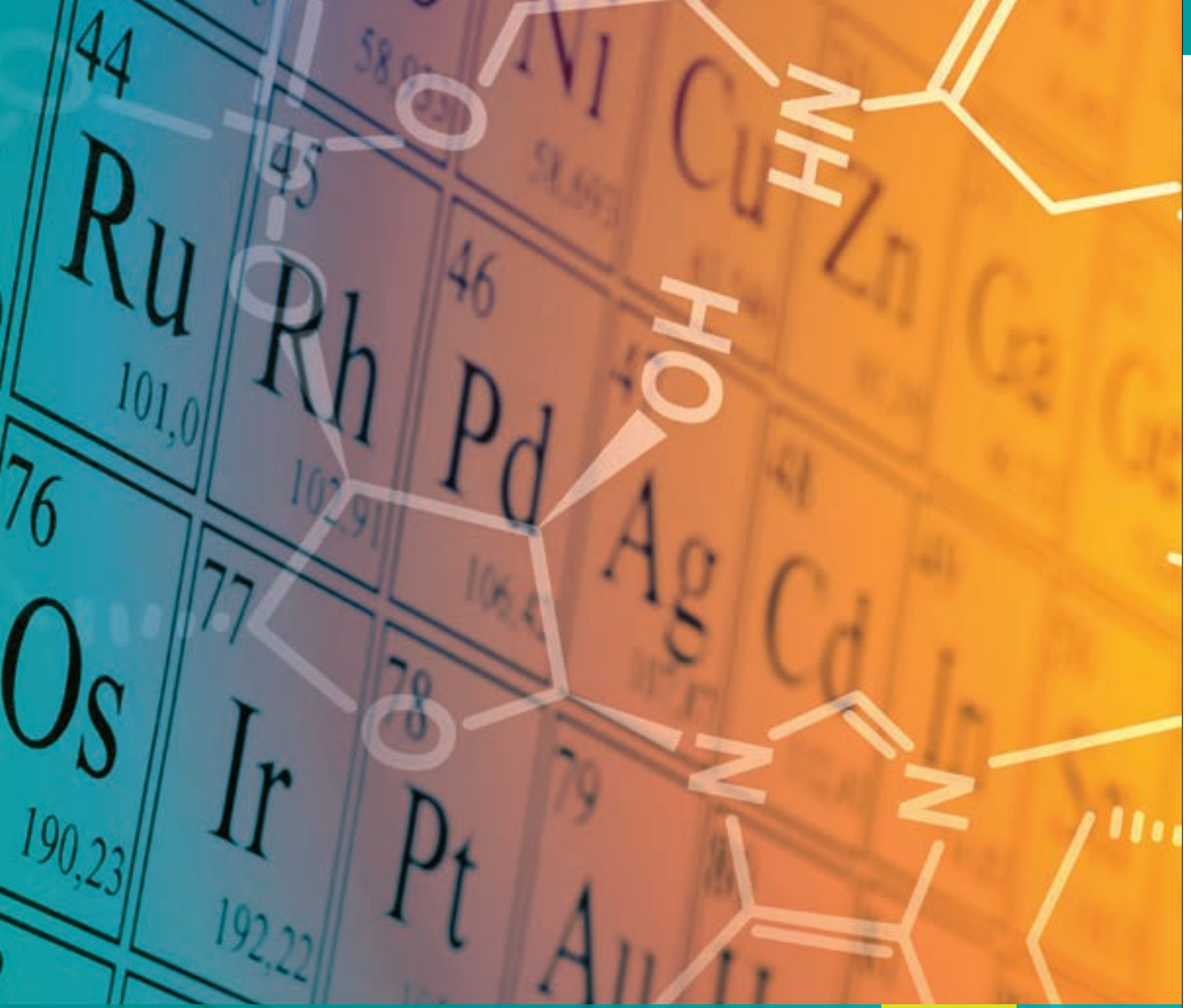
CHAPITRE 2
Les propriétés physiques des solutions 81

CHAPITRE 3
Les transformations chimiques et les transformations nucléaires 113

CHAPITRE 4
Les transformations de l'énergie 163

CHAPITRE 5
L'électricité et l'électromagnétisme 201

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.



CHAPITRE 1

L'ORGANISATION DE LA MATIÈRE

L'examen de la structure de la matière permet de décrire de façon détaillée ce qui est invisible et infiniment petit. Ce chapitre vous fera découvrir la structure atomique et vous familiarisera avec la masse atomique. Il vous permettra aussi d'utiliser le tableau périodique des éléments, de connaître les mécanismes de formation des molécules et de comprendre la notion de mole et le nombre d'Avogadro.

SOMMAIRE

RAPPEL 3
1.1 Les modèles atomiques 3
1.2 La masse atomique STE 21
1.3 Le tableau périodique des éléments 29
1.4 Les molécules 48
1.5 La notion de mole et le nombre d'Avogadro STE 66

17 Sachant que la masse de 1 neutron est égale à $1{,}674 \times 10^{-27}$ kg, calculez la masse de 25 neutrons en unités de masse atomique (u), en utilisant la formule de conversion suivante : $1\ u = 1{,}66 \times 10^{-27}$ kg.

Avis au lecteur

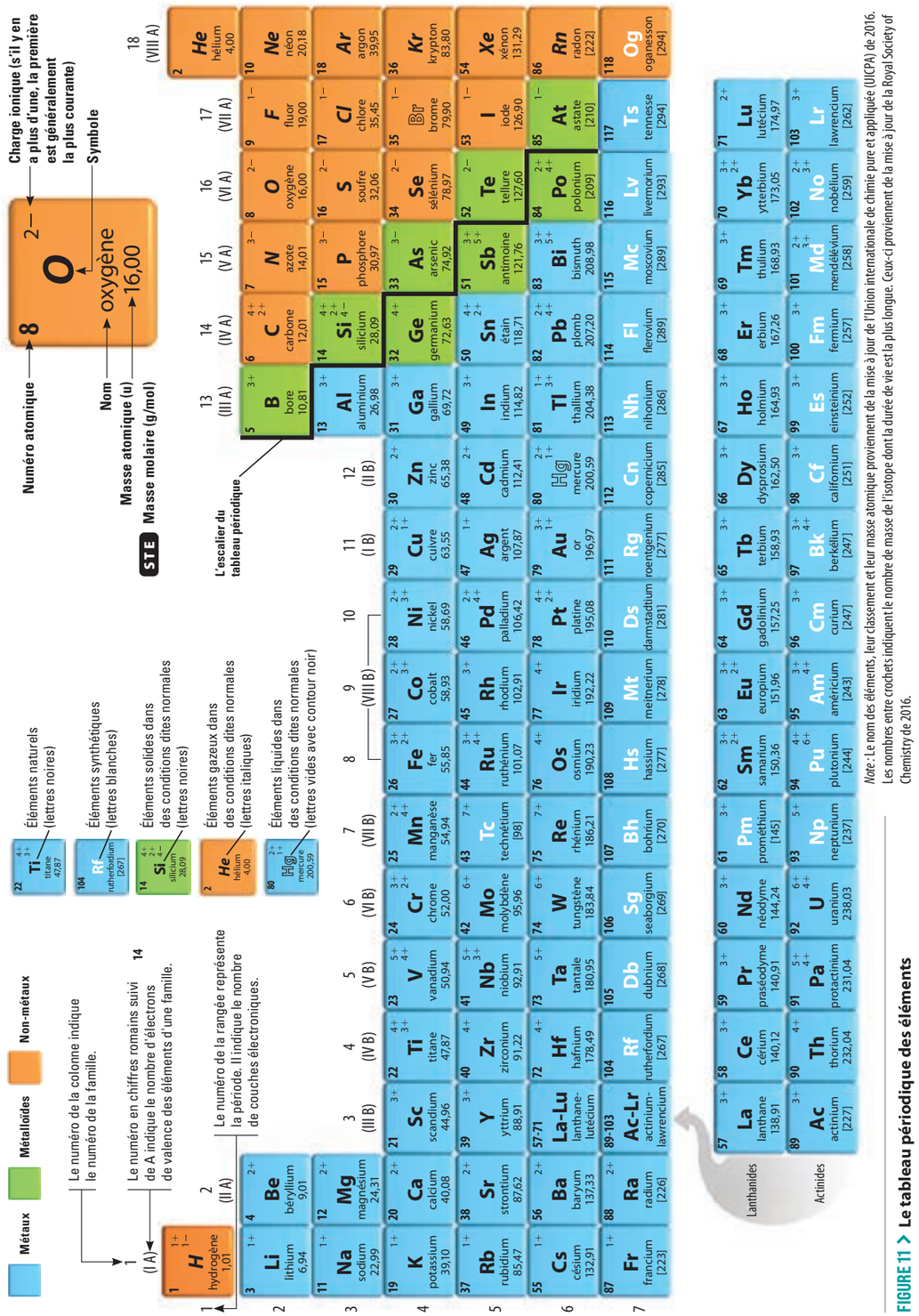
Ce contenu correspond aux Activités 1.2 de la section précédente.

1.3 Le tableau périodique des éléments

La découverte des différents éléments qui existent dans la nature est l'œuvre de nombreux scientifiques qui, durant des siècles, ont sondé la matière. À mesure que les techniques permettant d'identifier la nature des éléments se sont développées, le nombre d'éléments identifiés a augmenté. Il a alors fallu trouver un moyen d'organiser ces éléments d'une manière pratique. C'est au savant russe Dimitri Ivanovitch Mendeleïev (1834-1907) que l'on doit le premier tableau dans lequel les éléments ont été classés selon leurs propriétés physicochimiques. Mendeleïev montra que cette similitude des propriétés était périodique, c'est-à-dire qu'elle revenait à intervalles fixes lorsqu'on classait les éléments selon l'ordre croissant de leur masse atomique.

Dans le tableau périodique actuel (*voir la figure 11, à la page suivante*), les éléments sont plutôt classés selon l'ordre croissant de leur numéro atomique, numéro qui correspond au nombre de protons que l'élément contient. Les modifications engendrées par ce changement sont mineures, et la notion de périodicité demeure l'une des caractéristiques fondamentales du tableau des éléments.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.



Note : Le nom des éléments, leur classement et leur masse atomique proviennent de la mise à jour de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) de 2016. Les nombres entre crochets indiquent le nombre de masse de l'isotope dont la durée de vie est la plus longue. Ceux-ci proviennent de la mise à jour de la Royal Society of Chemistry de 2016.

FIGURE 11 > **Le tableau périodique des éléments**

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

1.3.1 L'organisation générale du tableau périodique

Le **tableau périodique des éléments** est un tableau qui répertorie tous les éléments chimiques connus à ce jour et les présente de telle façon que leurs propriétés physiques et chimiques reviennent de manière périodique.

Le tableau périodique des éléments comporte trois régions : celle des **métaux**, celle des **non-métaux** et celle des **métalloïdes**. Ces régions sont séparées par ce qui est communément appelé « l'escalier du tableau périodique », comme le montre la figure 11, à la page précédente.

Les **métaux** (*cases bleues de la figure 12*) : ils sont situés à gauche de l'escalier du tableau périodique. Ils représentent la plus grande proportion des éléments dans le tableau. Ces éléments ont des propriétés communes. Ils sont brillants, malléables (ils peuvent être déformés sans se casser), et de bons conducteurs électriques et thermiques.

En général, les métaux réagissent avec les acides. De plus, ils sont tous solides dans des conditions dites « normales » de température et de pression, sauf le mercure (Hg) qui, lui, est liquide.

Les **non-métaux** (*cases orange de la figure 12*) : beaucoup moins nombreux, ils sont localisés à droite de l'escalier du tableau périodique, à l'exception de l'hydrogène (H), qui est à gauche. Ils peuvent être gazeux ou solides. Le brome (Br) est le seul non-métal liquide. Ces éléments ont aussi des propriétés communes. Ils sont ternes, cassants et de mauvais conducteurs électriques et thermiques.

Certains éléments ne sont ni des métaux ni des non-métaux : ce sont des **métalloïdes** (*cases vertes de la figure 12*). Ils peuvent posséder certaines propriétés des métaux et des non-métaux énumérées précédemment. Ils sont situés de part et d'autre de l'escalier du tableau périodique.

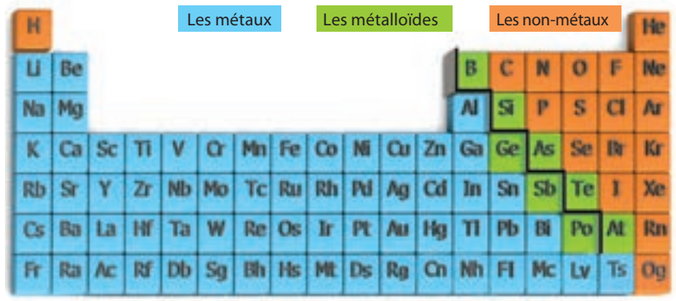


FIGURE 12 > **Les métaux, les non-métaux et les métalloïdes du tableau périodique**

Comme tout tableau, le tableau périodique est constitué de colonnes et de rangées. Dans les sections 1.3.2 et 1.3.3, aux pages 32 à 34, vous verrez à quoi elles correspondent.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

1.3.2 Les familles du tableau périodique

Dans le tableau périodique des éléments, les familles d'éléments sont regroupées en colonnes, numérotées de 1 à 18. Les colonnes sont également numérotées à l'aide de chiffres romains associés aux lettres A et B (*voir la figure 11, à la page 30*). La série A comporte huit colonnes numérotées de I A à VIII A. Le chiffre romain qui précède la lettre A indique le nombre d'électrons de valence (électrons sur la dernière couche électronique) des éléments de cette colonne, sauf en ce qui a trait à l'hélium (He).

Les familles peuvent avoir aussi des noms particuliers ou porter le nom de l'élément placé en haut de leur colonne. Par exemple, la famille 15 (V A) est appelée « famille de l'azote ». Les deux premières colonnes du tableau périodique et les deux dernières ont des noms particuliers (*voir la figure 13*).

Une **famille** correspond à une colonne dans le tableau périodique, et ses éléments présentent des propriétés chimiques et physiques similaires parce qu'ils possèdent le même nombre d'électrons de valence.

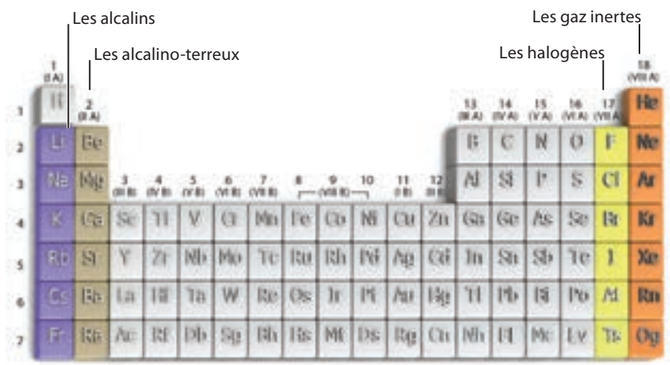


FIGURE 13 > Quatre des 18 familles du tableau périodique

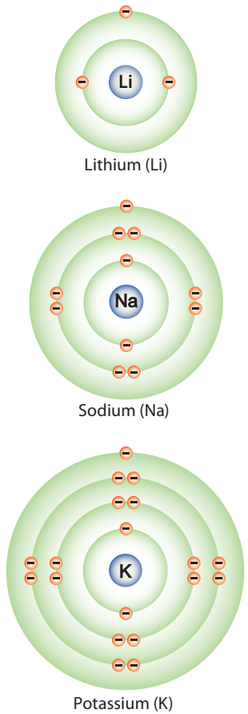


FIGURE 14 > La configuration électronique des alcalins montre que ceux-ci ne possèdent qu'un seul électron de valence.

La famille 1 (I A) : les alcalins

- Ils sont dans la première colonne du tableau périodique (*voir la figure 11, à la page 30*).
- Ce sont tous des métaux.
- Ils ne possèdent qu'un seul électron de valence (électron sur la dernière couche électronique). Cela est indiqué par le chiffre romain (I) placé en haut de la première colonne.
- Ce sont des métaux mous.
- À cause de leur grande réactivité, ils n'existent pas dans la nature sous la forme d'éléments purs, car ils se combinent avec d'autres éléments pour former des composés.
- Ils réagissent violemment avec l'eau pour former des bases.

Les bases sont des solutions alcalines.

La figure 14 illustre la configuration électronique de trois éléments appartenant à la famille des alcalins.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

Il est à noter que l'hydrogène (H), un non-métal, n'appartient pas à la famille des alcalins bien qu'il soit situé dans la colonne 1 du tableau périodique. En effet, même s'il a un seul électron de valence, il ne possède pas les propriétés des alcalins. L'hydrogène (H) ne fait partie d'aucune famille.

La famille 2 (II A) : les alcalino-terreux

- Ils sont situés dans la deuxième colonne du tableau périodique (*voir la figure 11, à la page 30*).
- Ce sont tous des métaux.
- Ils possèdent deux électrons de valence, comme l'indique le chiffre romain (II) placé en haut de la colonne.
- Ce sont des métaux plus durs que les alcalins et beaucoup moins réactifs.
- Leur température de fusion est plus élevée que celle des alcalins.

La figure 15 montre la configuration électronique de trois éléments appartenant à la famille des alcalino-terreux.

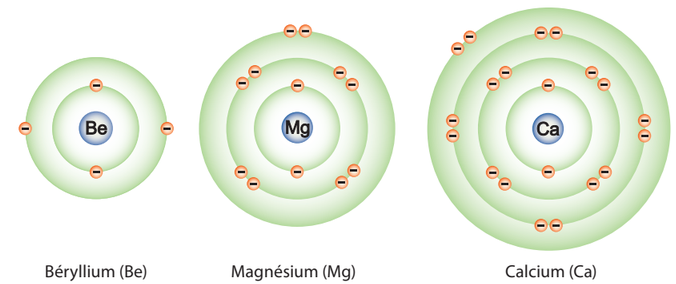


FIGURE 15 > Les alcalino-terreux possèdent deux électrons de valence.

La famille 17 (VII A) : les halogènes

- Ils sont situés dans l'avant-dernière colonne du tableau périodique (*voir la figure 11, à la page 30*).
- Ils possèdent sept électrons de valence, comme l'indique le chiffre romain (VII) placé en haut de la colonne.
- Ce sont des éléments colorés.
- Dans des conditions dites normales, ils peuvent être gazeux, comme le fluor (F) et le chlore (Cl), liquides, comme le brome (Br), ou solides, comme l'iode (I) et l'astate (At).
- Ils sont très réactifs de sorte qu'on ne les rencontre jamais tels quels dans la nature. Ils se combinent avec d'autres éléments pour former des sels.
- Ils sont corrosifs, c'est-à-dire qu'ils détruisent lentement certaines substances par une action chimique.
- Ils sont bactéricides, c'est-à-dire qu'ils tuent les bactéries.

La figure 16 présente la configuration électronique de deux éléments appartenant à la famille des halogènes.

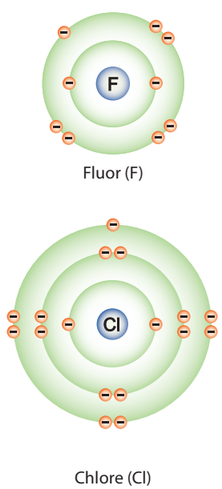


FIGURE 16 > Les halogènes possèdent sept électrons de valence.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

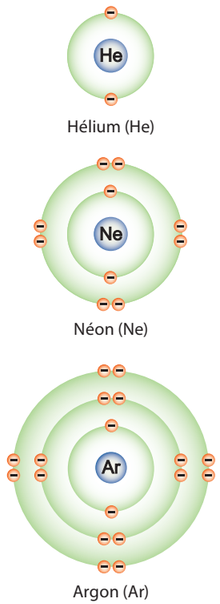


FIGURE 17 > L'hélium (He), un gaz inerte qui n'a qu'une seule couche électronique, contient un maximum de deux électrons. Le néon (Ne) et l'argon (Ar), qui ont respectivement deux couches électroniques et trois couches électroniques, ont une couche périphérique complète, contenant donc huit électrons.

La famille 18 (VIII A) : les gaz inertes

- Ils sont situés dans la dernière colonne du tableau périodique (*voir la figure 11, à la page 30*).
- Ils sont aussi appelés « gaz nobles » ou « gaz rares ».
- Leur dernière couche électronique est saturée d'électrons : deux dans le cas de l'hélium (He), qui ne possède qu'une seule couche électronique, et huit dans le cas des autres éléments de cette famille. C'est pour cette raison que la numérotation de la colonne de ces éléments est VIII. Cette saturation leur confère une très grande stabilité chimique.
- En raison de leur très grande stabilité chimique, ils sont qualifiés d'« inertes » : ils ne réagissent pratiquement pas avec d'autres éléments.
- Dans des conditions dites normales, ils sont tous à l'état gazeux.
- Ces gaz ont de nombreuses applications. Ils sont, par exemple, généralement utilisés dans les enseignes lumineuses ou dans les ballons-sondes.

La figure 17 montre la configuration électronique de trois éléments appartenant à la famille des gaz inertes.

1.3.3 Les périodes du tableau périodique

Les rangées du tableau périodique sont appelées « périodes ». Elles sont numérotées de 1 à 7 (*voir la figure 11, à la page 30*).

Lorsqu'on parcourt une rangée du tableau périodique de gauche à droite, on passe des métaux aux métalloïdes, puis aux non-métaux. De façon semblable, lorsqu'on garde le même sens de parcours, on rencontre un alcalin, un alcalino-terreux, un halogène, puis un gaz inerte et ainsi de suite dans la rangée suivante.

Ce comportement périodique est caractéristique du tableau des éléments. C'est pourquoi on le nomme « tableau périodique », et pourquoi ses rangées sont appelées des « périodes ».

Une **période** correspond à une rangée dans le tableau périodique, et ses éléments comptent le même nombre de couches électroniques.

Chaque fois qu'on passe d'une période à une autre, une couche électronique est ajoutée à la configuration électronique des éléments. L'hélium (He), par exemple, est situé dans la première période et a une seule couche, alors que l'argon (Ar) se trouve dans la troisième période et a trois couches (*voir la figure 17*). La rangée 2 du tableau périodique comprend les éléments de la deuxième période, qui ont tous deux couches (*voir la figure 18*).

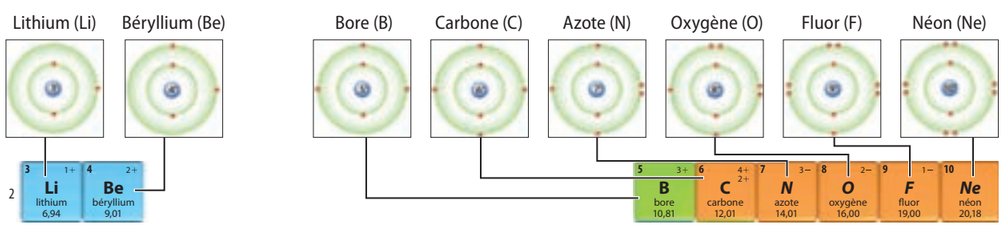


FIGURE 18 > La configuration électronique des huit éléments de la deuxième période du tableau périodique des éléments

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

Activités 1.3.1 à 1.3.3

1 Quel savant a mis au point le premier tableau dans lequel les éléments sont classés selon leurs propriétés physicochimiques ?

_____

_____

2 Entourez la bonne réponse. Dans le tableau périodique actuel, les éléments sont classés selon :

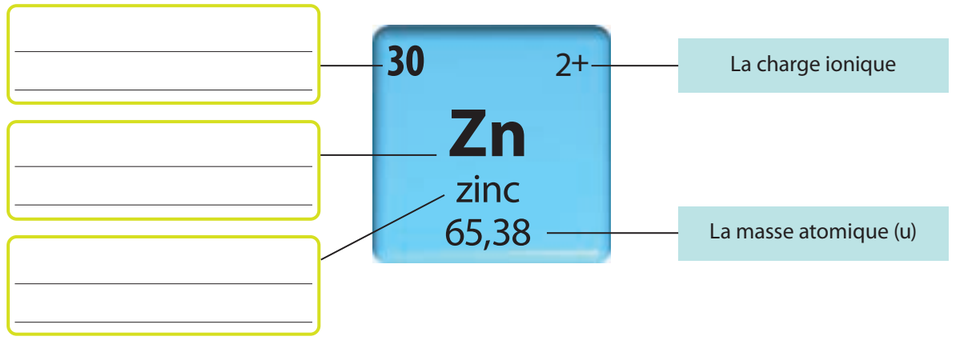
a) l'ordre croissant de leur masse atomique.

b) l'ordre croissant de leur numéro atomique.

c) l'ordre décroissant de leur nombre de neutrons.

d) l'ordre décroissant de leur numéro atomique.

3 Chaque élément du tableau périodique est représenté dans une case avec diverses indications. Inscrivez à quoi correspondent les indications de l'élément suivant.



4 Le tableau périodique des éléments comporte trois régions principales.

a) Quelles sont ces régions ?

_____

_____

b) Quelle région contient le plus grand nombre d'éléments ?

_____

c) Quelle région contient le plus petit nombre d'éléments ?

_____

d) Nommez deux éléments qui font partie de la région qui n'a pas été nommée dans les réponses aux questions b) et c).

_____

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

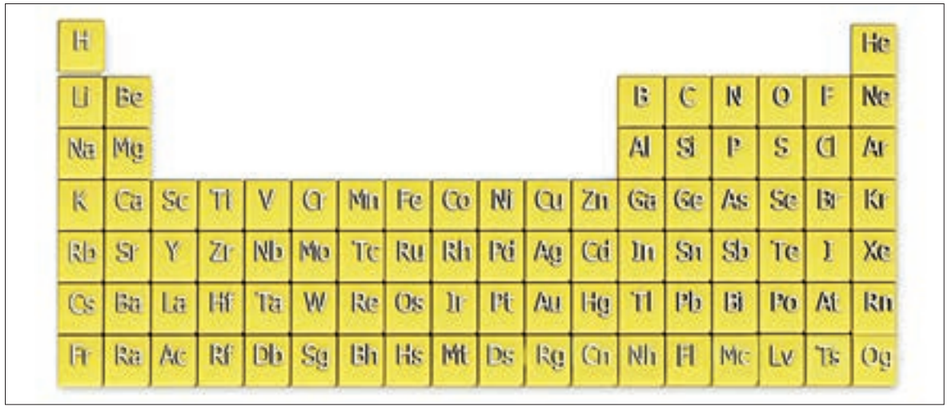
5 Le tableau périodique des éléments contient une ligne en forme d'escalier.

a) À quoi sert cet escalier ?

_____

_____

b) Tracez la ligne « en escalier » au bon endroit dans la représentation suivante du tableau périodique.



6 À quelle région du tableau périodique les éléments suivants appartiennent-ils ? Cochez la case appropriée à chaque élément donné.

Élément	Régions du tableau périodique		
	Métaux	Non-métaux	Métalloïdes
Si	☐	☐	☐
Ga	☐	☐	☐
Cl	☐	☐	☐
Cd	☐	☐	☐
Se	☐	☐	☐
Cu	☐	☐	☐
Xe	☐	☐	☐

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

7 Les énoncés suivants caractérisent l'une des trois régions du tableau périodique. Dans chaque cas, dites de quelle région du tableau périodique il s'agit. Inscrivez, dans chacune des cases, le numéro correspondant à la région appropriée.

1) Les métaux 2) Les non-métaux 3) Les métalloïdes

a) Nous sommes situés à droite de l'escalier du tableau périodique. ☐

b) Nous sommes ternes et cassants. ☐

c) Nous sommes de bons conducteurs électriques et thermiques. ☐

d) Nous sommes brillants et malléables. ☐

e) Nous possédons certaines propriétés des deux autres régions principales. ☐

f) Nous sommes tous solides dans des conditions dites normales, excepté le mercure (Hg). ☐

g) Nous sommes situés à gauche de l'escalier du tableau périodique, et un des éléments de notre colonne ne fait pas partie de notre région. ☐

h) Nous sommes de mauvais conducteurs électriques et thermiques. ☐

i) Nous sommes situés à la fois à gauche et à droite de l'escalier du tableau périodique. ☐

j) Nous sommes tous solides dans des conditions dites normales. ☐

k) Nous sommes solides ou gazeux dans des conditions dites normales, excepté le brome (Br), qui est liquide. ☐

l) L'hydrogène (H) fait partie de cette région. ☐

m) En général, les éléments de cette région réagissent avec les acides. ☐

8 Dans le tableau périodique des éléments :

a) comment les familles et les périodes sont-elles disposées ?

_____

b) comment les familles et les périodes sont-elles numérotées ?

_____

_____

_____

c) Quels éléments possèdent le même nombre d'électrons de valence : ceux d'une même famille ou ceux d'une même période ?

_____

_____

d) Quels éléments possèdent le même nombre de couches électroniques : ceux d'une même famille ou d'une même période ?

_____

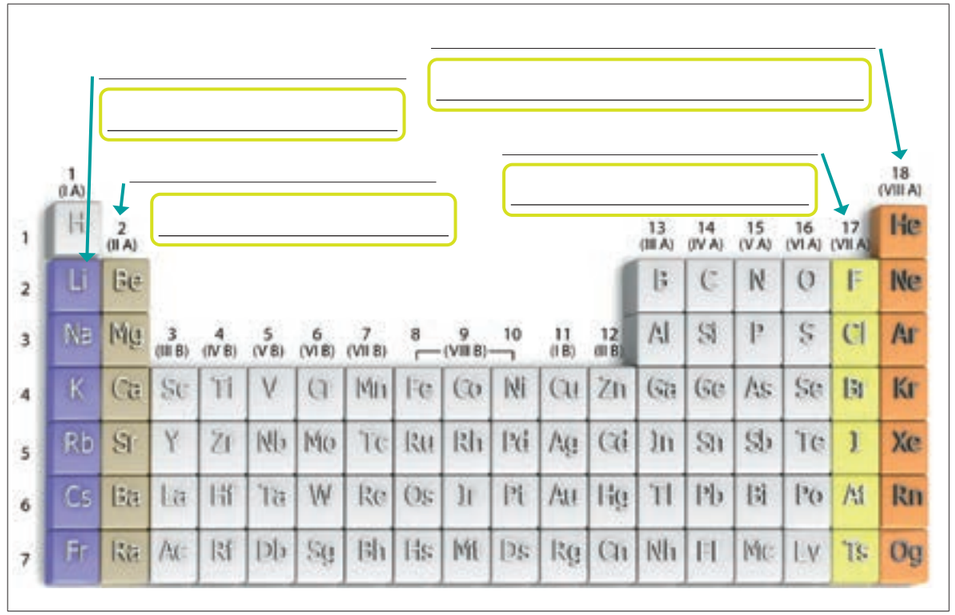
_____

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

9 Dans la représentation du tableau périodique ci-dessous :

a) identifiez les familles marquées d'une flèche ;

b) notez, dans le rectangle prévu à cette fin, le nombre d'électrons de valence que possèdent les éléments de chacune des familles.



10 Dans le tableau périodique, un élément est situé à gauche de l'escalier, bien qu'il soit un non-métal.

a) De quel élément s'agit-il ?

_____

b) Pourquoi cet élément est-il placé dans la première colonne du tableau périodique, alors qu'il ne fait pas partie de la famille des alcalins ?

_____

_____

11 À quelle famille chacun des éléments suivants appartient-il ?

a) Un élément gazeux très peu réactif _____

b) Un métal qui réagit violemment avec l'eau. _____

c) Un élément appartenant à la colonne II A _____

d) Un élément gazeux, coloré et très réactif _____

e) Un élément bactéricide _____

f) Un élément gazeux utilisé dans les enseignes lumineuses _____

g) Un métal mou _____

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

12 Complétez le tableau suivant en tenant compte des données qui sont déjà fournies. Représentez la configuration atomique en utilisant des arcs de cercle (*voir la figure 6, page 9*).

Nom et symbole de l'élément	Configuration atomique selon le modèle de Rutherford-Bohr	Nombre d'électrons	Nombre de protons	Numéro de famille	Nombre d'électrons de valence	Numéro de période	Nombre de couches électroniques
Béryllium (Be)							
		17					
				1 I A		3	
					8		3

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

1.3.4 La périodicité des propriétés STE

De nombreuses propriétés physicochimiques ont un comportement périodique lorsqu'on se déplace le long d'une période dans le tableau des éléments. C'est le cas de la **conductibilité électrique**, du **rayon atomique**, de l'**électronégativité**, du **point de fusion**, etc.

La **périodicité des propriétés** des éléments dans le tableau périodique correspond à la façon dont les propriétés physiques et chimiques des éléments se répètent régulièrement d'une période à l'autre.

La conductibilité électrique

La figure 19 montre la périodicité de la conductibilité électrique des 18 premiers éléments du tableau périodique. On y remarque une différence notable entre les métaux et les non-métaux : les valeurs élevées de la conductibilité électrique des métaux contrastent avec les valeurs faibles des non-métaux.

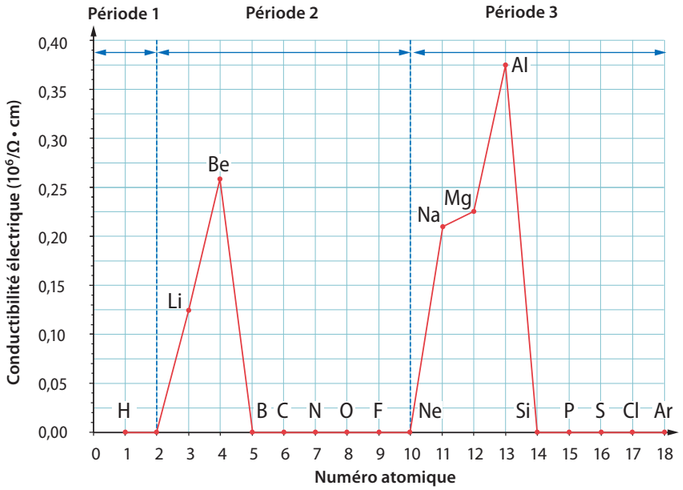


FIGURE 19 > La variation de la conductibilité électrique des éléments des trois premières périodes du tableau périodique en fonction du numéro atomique

La figure 19 montre que, dans la deuxième période, le lithium (Li) et le béryllium (Be) sont de meilleurs conducteurs que le bore (B), le carbone (C), l'azote (N), l'oxygène (O), le fluor (F) et le néon (Ne). Il en est de même, dans la troisième période, pour le sodium (Na), le magnésium (Mg) et l'aluminium (Al) comparativement au silicium (Si), au phosphore (P), au soufre (S), au chlore (Cl) et à l'argon (Ar).

Le rayon atomique

La figure 20, quant à elle, montre la **variation périodique du rayon atomique covalent** des 18 premiers éléments du tableau périodique en fonction de leur numéro atomique.

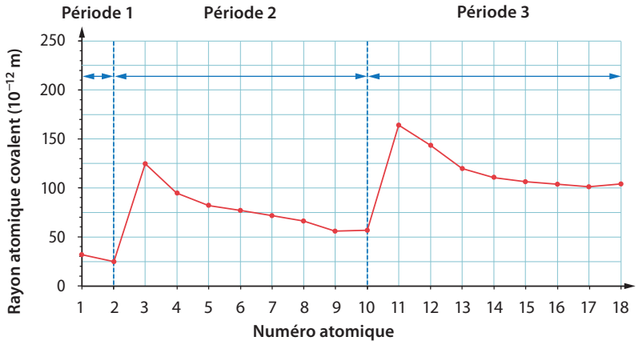


FIGURE 20 > La variation du rayon atomique covalent, en fonction du numéro atomique, des éléments des trois premières périodes du tableau périodique

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

Le rayon atomique d'un élément est la distance entre le centre du noyau de l'atome et son électron le plus éloigné. Le rayon est dit « covalent » lorsqu'il est mesuré à partir d'une liaison covalente (*voir la page 56*).

- Le rayon atomique est généralement exprimé en picomètres (1 pm = 10^{-12} m) ou en angströms (1 Å = 10^{-10} m).
- Le rayon atomique covalent **diminue** globalement **le long d'une période** lorsqu'on se déplace de gauche à droite.
- Ce comportement du rayon atomique covalent le long d'une période s'explique par le fait que, à mesure qu'on se déplace vers la droite, le nombre de protons et d'électrons augmente, ce qui fait croître la force d'attraction électrique entre le noyau et les électrons. Cela a pour conséquence de diminuer le rayon de l'atome.
- Le rayon atomique covalent **augmente** de haut en bas **le long d'une colonne (ou famille)** car, chaque fois qu'on passe d'une période à une autre, une couche électronique est ajoutée. Cet ajout a pour effet d'augmenter la taille des atomes.

La figure 21 constitue une autre façon de représenter la variation du rayon atomique covalent des éléments du tableau périodique.

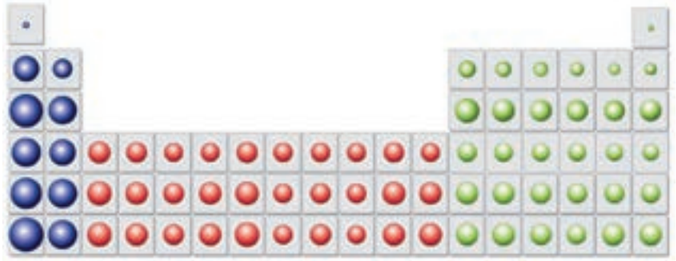


FIGURE 21 > La représentation schématique de la variation du rayon atomique covalent de certains éléments du tableau périodique

Plus le rayon atomique covalent d'un élément est grand, plus la sphère qui le représente est grande, et vice-versa.

L'électronégativité

L'électronégativité désigne la propriété que possède l'atome d'un élément d'une molécule d'attirer des électrons vers lui-même.

- L'électronégativité n'a pas d'unité.
- Plus l'électronégativité d'un élément est élevée, plus son aptitude à attirer des électrons est élevée.
- La figure 22 à la page suivante montre la périodicité de l'électronégativité. En effet, l'électronégativité augmente avec le numéro atomique le long de chacune des périodes 2 et 3.
- Dans une même période, l'électronégativité d'un alcalin (début de la période) est toujours plus faible que celle de l'halogène (vers la fin de la période).
- Les gaz inertes étant caractérisés par une grande stabilité chimique (couche périphérique saturée d'électrons), donc très peu réactifs, la notion d'électronégativité n'est pas définie dans leur cas.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

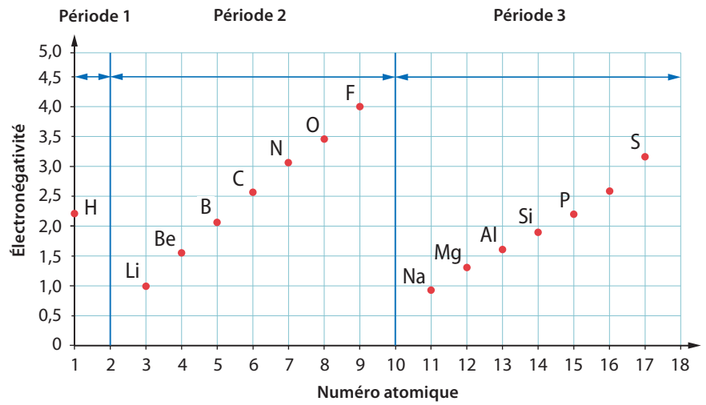


FIGURE 22 > La variation de l'électronégativité, en fonction du numéro atomique, des éléments des trois premières périodes du tableau périodique

L'énergie d'ionisation

L'énergie d'ionisation représente l'énergie nécessaire pour arracher un électron à un atome.

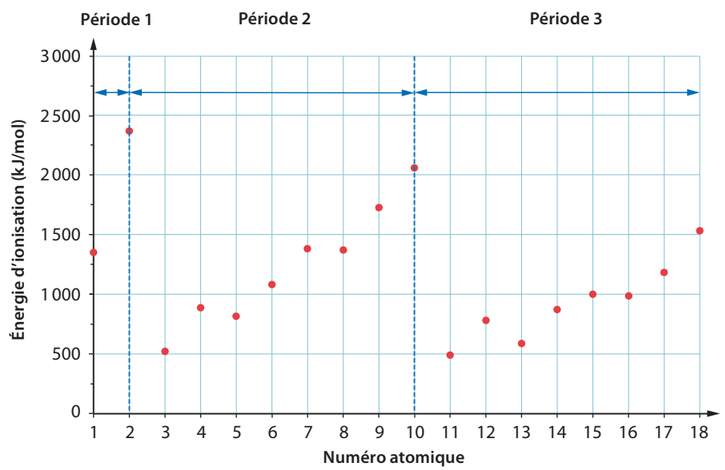


FIGURE 23 > La variation de l'énergie d'ionisation, en fonction du numéro atomique, des éléments des trois premières périodes du tableau périodique

- L'énergie d'ionisation s'exprime en kilojoules par mole (kJ/mol) ou en électrons-volts (eV).
- Plus l'énergie d'ionisation d'un élément est élevée, plus il est difficile d'arracher un électron à un atome de cet élément.
- La figure 23 montre la périodicité de l'énergie d'ionisation. On y constate que, de manière générale, les énergies d'ionisation augmentent avec le numéro atomique le long d'une période.
- Dans une même période, l'énergie d'ionisation d'un alcalin (début de la période) est toujours plus faible que celle du gaz rare (fin de la période).

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

1.3.5 La notation de Lewis

Les propriétés chimiques des éléments sont largement déterminées par le nombre d'**électrons de valence**, c'est-à-dire les électrons qui se trouvent sur la couche périphérique de l'atome. Ainsi, les éléments d'une même famille, qui partagent un ensemble de propriétés, ont le même nombre d'électrons de valence, sauf l'hélium (He) dans le cas de la famille des gaz inertes.

Si la couche périphérique d'un élément est saturée, comme dans le cas des éléments de la famille des gaz inertes, cet élément sera très stable chimiquement. Par contre, si la couche périphérique d'un élément ne contient qu'un seul électron, comme dans le cas des éléments de la famille des alcalins, ou sept électrons, comme dans le cas des éléments de la famille des alcalins, cet élément sera très réactif.

Les électrons de valence étant les électrons les plus importants en ce qui a trait au comportement chimique des éléments, il n'est pas utile de représenter toute la configuration électronique d'un atome ; on peut illustrer uniquement les électrons de valence. C'est à partir de cette idée que le scientifique américain Gilbert Newton Lewis (1875-1946) a proposé, en 1916, une notation qui porte son nom : la notation de Lewis.

La **notation de Lewis** est une façon de représenter l'atome d'un élément en illustrant les électrons de sa couche périphérique à l'aide de points disposés autour de son symbole chimique.

Selon cette notation, les éléments sont représentés par leurs symboles chimiques entourés d'autant de points qu'ils comptent d'électrons de valence (*voir l'exemple du sodium à la figure 24*).

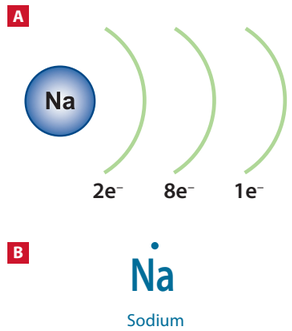


FIGURE 24 > A La configuration électronique du sodium (Na) et B sa représentation par la notation de Lewis

Les points sont disposés un à un, sur les côtés d'un carré imaginaire qui entoure le symbole de l'élément.

La distribution des points se fait dans le sens horaire, et il y a un maximum de deux points par côté. Dans le cas des éléments qui possèdent plus de quatre électrons de valence, un deuxième tour de remplissage est nécessaire (*voir la figure 25*).

Parmi les éléments possédant moins de quatre électrons, l'hélium (He) est le seul à faire exception à cette règle. En effet, l'hélium n'ayant qu'une seule couche saturée par deux électrons seulement, sa représentation est la suivante : He:

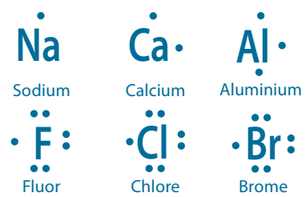


FIGURE 25 > La notation de Lewis utilisée pour représenter quelques éléments du tableau périodique

Activités 1.3.4 et 1.3.5

1 **STE** Expliquez ce qu'est une propriété périodique dans le tableau périodique des éléments. Donnez un exemple.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

2 Parmi les énoncés suivants, lesquels correspondent au comportement du rayon atomique covalent dans le tableau périodique ?

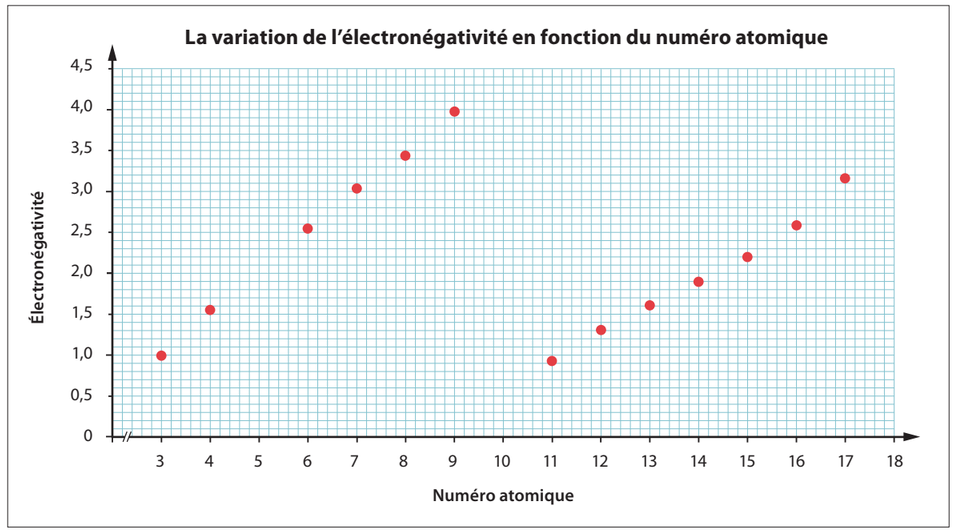
a) Le long d'une période, de gauche à droite du tableau périodique, le rayon atomique covalent diminue.

b) Le long d'une période, de gauche à droite du tableau périodique, le rayon atomique covalent augmente.

c) Le rayon atomique covalent diminue lorsqu'on se déplace de haut en bas d'une colonne du tableau périodique.

d) Le rayon atomique covalent augmente lorsqu'on se déplace de haut en bas d'une colonne du tableau périodique.

3 **STE** Le graphique ci-dessous représente la variation de l'électronégativité en fonction du numéro atomique de certains éléments du tableau périodique. Observez bien ce graphique et répondez aux questions suivantes :



a) Combien de périodes sont représentées dans ce graphique ?

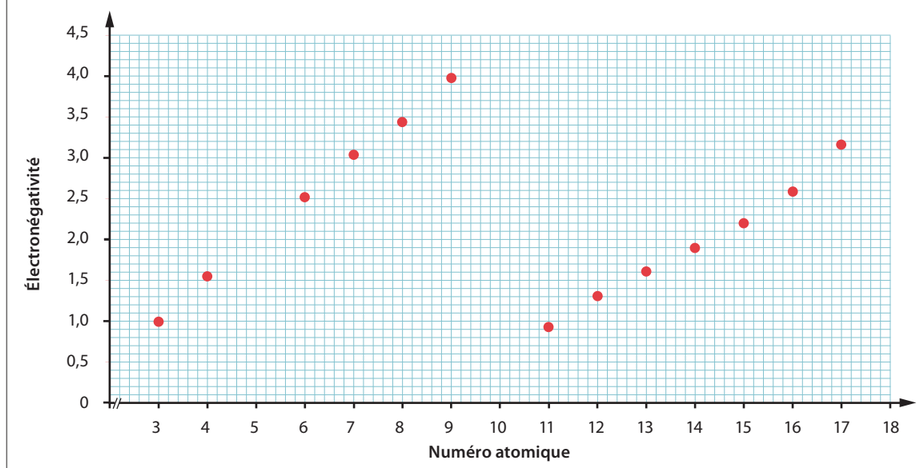
b) Comment évolue l'électronégativité le long d'une période du tableau périodique ?

c) Expliquez pourquoi les valeurs de l'électronégativité des gaz inertes ne figurent pas dans le graphique.

d) Selon ce graphique, quel est l'élément qui a la plus faible électronégativité : le béryllium (Be) ou le phosphore (P) ?

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

e) Déterminez la valeur approximative de l'électronégativité du bore (B). Présentez une solution numérique et une solution graphique.



4 Entourez la bonne réponse parmi les énoncés suivants relatifs au graphique de la figure 23 (*page 42*).

a) L'énergie d'ionisation de l'halogène de la deuxième période est plus faible que celle de l'alcalin de la troisième période.

b) L'énergie d'ionisation de l'halogène de la deuxième période est plus élevée que celle de l'alcalin de la troisième période.

c) L'énergie d'ionisation de l'halogène de la deuxième période est identique à celle de l'alcalin de la troisième période.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

5 En vous aidant des figures 19, 20, 22 et 23, entourez l'énoncé qui est vrai.

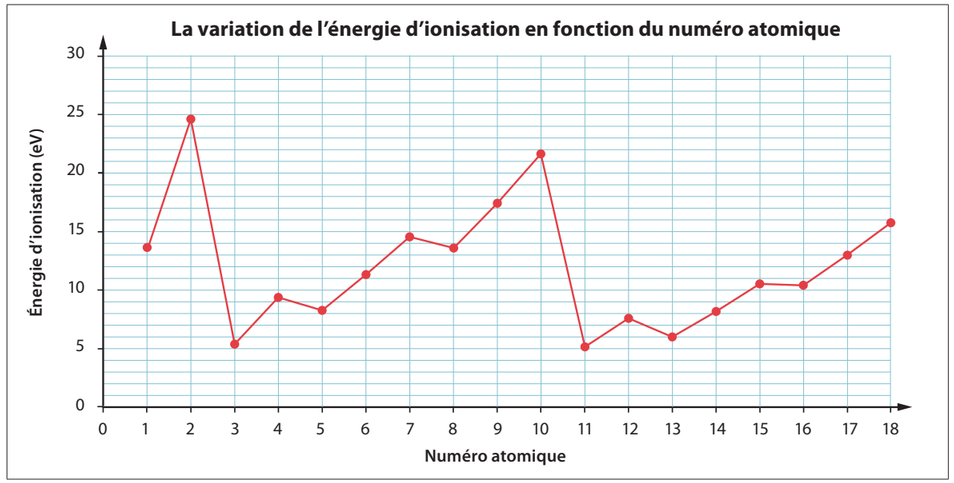
a) La conductibilité électrique du magnésium (Mg) est plus élevée que celle de l'aluminium (Al).

b) Le rayon atomique covalent du lithium (Li) est plus petit que celui du sodium (Na).

c) L'électronégativité du bore (B) est plus élevée que celle de l'oxygène (O).

d) L'énergie d'ionisation du néon (Ne) est plus petite que celle de l'azote (N).

6 **STE** Observez le graphique suivant qui montre la variation de l'énergie d'ionisation en fonction du numéro atomique de quelques éléments du tableau périodique.



a) Comment varie l'énergie d'ionisation des gaz inertes ?

b) Dans une même période, quel est l'élément qui a la plus grande énergie d'ionisation : l'élément « alcalin » ou l'élément « gaz inerte » ?

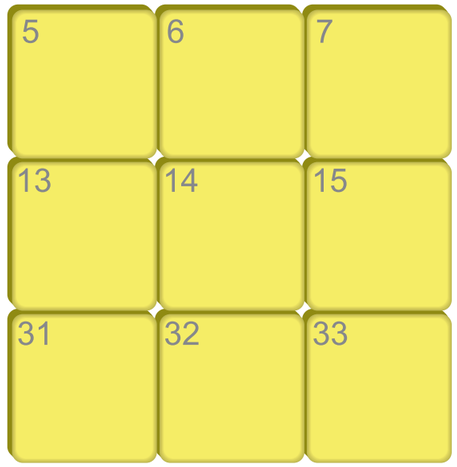
7 Les gaz inertes sont les éléments de la dernière colonne du tableau périodique. Combien de points seront nécessaires pour représenter les éléments de cette famille d'après la notation de Lewis ?

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

8 Dites si chacun des énoncés suivants est vrai ou faux. Corrigez l'énoncé lorsqu'il est faux dans l'espace prévu à cet effet.

	Vrai	Faux
a) Tous les électrons d'un élément sont représentés selon la notation de Lewis.	☐	☐
b) Dans la notation de Lewis, les électrons sont représentés par des points.	☐	☐
c) Deux points seront nécessaires pour représenter les éléments de la famille des alcalins selon la notation de Lewis.	☐	☐
d) Selon la notation de Lewis, tous les éléments d'une même période sont représentés par le même nombre de points.	☐	☐
e) Selon la notation de Lewis, tous les éléments qui sont représentés par un seul point sont des alcalins.	☐	☐

9 Voici une représentation incomplète d'une portion du tableau périodique des éléments.



a) Notez, dans chacune des cases, le symbole de l'élément qui correspond au numéro atomique inscrit.

b) Représentez ensuite ces éléments à l'aide de la notation de Lewis.

c) Que remarquez-vous quant à l'organisation des électrons de valence dans ce tableau ? Expliquez votre réponse.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

12 Calculez la masse de chacun des échantillons suivants.

a) 2 mol de Cu

b) 1,6 mol de CO_2

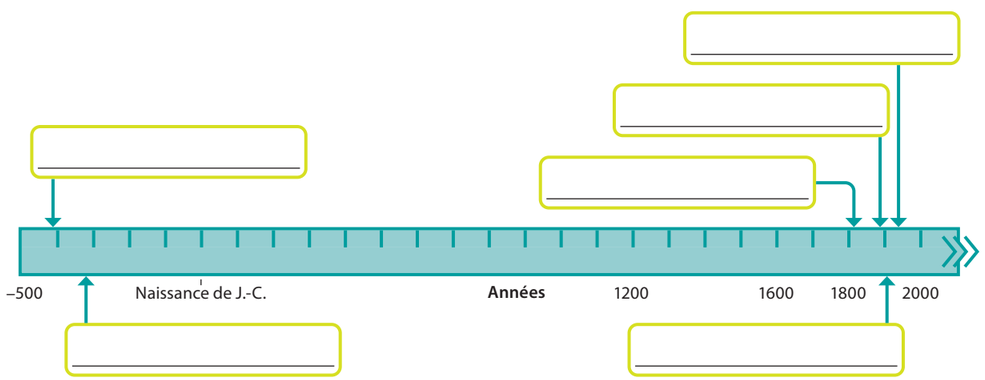
Avis au lecteur

Ce contenu correspond aux Activités 1.5 de la section précédente.

Consolidation du chapitre 1

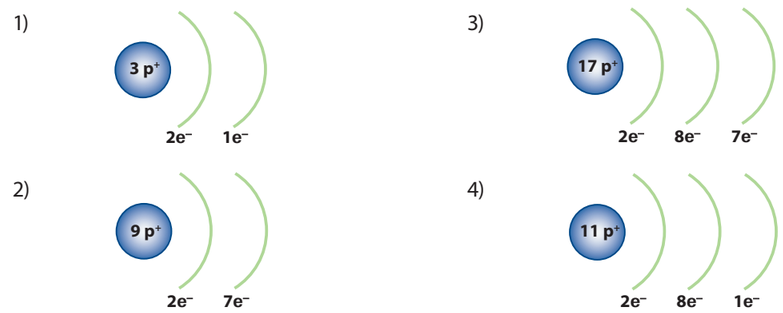
1 Placez les événements suivants dans l'ordre chronologique sur la ligne du temps.

Modèle de Dalton	Modèle d'Aristote	Modèle de Rutherford
Modèle de Démocrite	Modèle de Thomson	Modèle de Rutherford-Bohr



Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

2 Les configurations atomiques suivantes représentent quatre éléments du tableau périodique selon le modèle de Rutherford-Bohr.



Lequel des énoncés ci-dessous est vrai ?

a) Les atomes 1 et 2 font partie de la même famille.

b) Les atomes 2 et 3 font partie de la même période.

c) Les atomes 1 et 4 font partie de la même famille.

d) Les atomes 1 et 3 font partie de la même période.

3 Remplissez le tableau qui suit.

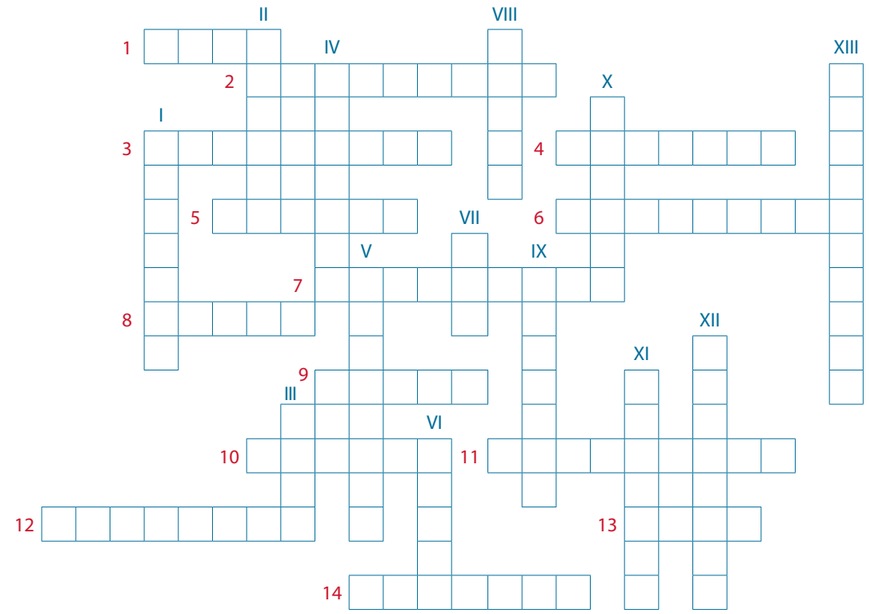
Les caractéristiques du silicium (Si)			
Numéro atomique		Nombre de masse	
Métal, non-métal ou métalloïde		Masse atomique STE	
État à la température ambiante		Masse molaire STE	
Nombre de protons		Numéro de colonne dans le tableau périodique	
Nombre d'électrons		Numéro de période dans le tableau périodique	
Nombre d'électrons de valence		Nombre de couches électroniques	

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

Les caractéristiques du silicium (Si) (*suite*)			
Nombre de neutrons **STE**		Configuration électronique	
Nombre de nucléons **STE**		Configuration atomique selon le modèle atomique simplifié **STE**	
Nombre de particules subatomiques **STE**		Représentation selon la notation de Lewis	
Nombre de moles d'atomes de Si contenues dans 100 g de Si **STE**			
Nombre d'atomes de Si contenus dans 1 g de Si **STE**			

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

4 Remplissez la grille de mots ci-dessous à l'aide des énoncés qui suivent.



Note : Dans une grille de ce type, on ne met pas d'accents sur les voyelles.

HORIZONTALEMENT

1. Métal appartenant à la douzième famille.
2. Famille d'éléments possédant sept électrons de valence.
3. Alcalino-terreux qui a une couche électronique de plus que le calcium.
4. Groupe d'éléments ayant le même nombre d'électrons de valence.
5. Élément de la famille des alcalins situé dans la sixième période du tableau périodique.
6. Non-métal situé à gauche de l'escalier du tableau périodique.
7. Élément situé dans la deuxième colonne et la troisième période du tableau périodique.
8. Son symbole est Sn.
9. Autre nom des gaz inertes.
10. Gaz inerte n'ayant pas le même nombre d'électrons de valence que le reste de sa famille.
11. Alcalino-terreux qui a le plus petit rayon atomique de sa famille.
12. Il a été découvert par J. J. Thomson.
13. Élément non métallique possédant 53 protons.
14. Les éléments d'une même famille possèdent le même nombre d'électrons de…

VERTICALEMENT

I. Se dit d'une couche électronique qui contient un nombre maximum d'électrons.
II. Élément qui a sept électrons de valence et qui est situé dans la troisième période du tableau périodique.
III. Gaz inerte qui a deux couches électroniques.
IV. Alcalin qui possède une couche électronique de plus que l'hydrogène.
V. Famille d'éléments qui réagissent violemment avec l'eau pour former des bases.
VI. Tout élément situé à gauche de l'escalier du tableau périodique.
VII. Métal qui a quatre couches électroniques.
VIII. Son nom fut donné à l'une des façons de représenter l'atome d'un élément.
IX. Se dit des gaz qui sont caractérisés par une très grande stabilité chimique.
X. Élément situé entre le césium et le lanthane.
XI. Bien qu'il ait quatre couches, sa représentation de Lewis ne comporte que deux points.
XII. Rangées du tableau périodique numérotées de 1 à 7.
XIII. Savant russe qui a élaboré le premier tableau dans lequel les éléments étaient classés selon leurs propriétés physicochimiques.

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

5 Quelles sont les informations exactes qui décrivent correctement l'élément portant le numéro atomique 18 dans le tableau périodique des éléments ? Entourez la bonne réponse (a, b, c ou d).

	Réactivité chimique	Famille	Nombre de couches électroniques	Nombre d'électrons de valence
a)	Élevée	Alcalin	3	1
b)	Élevée	Halogène	3	7
c)	Très faible	Gaz inerte	3	8
d)	Très faible	Gaz inerte	8	3

6 Choisissez l'énoncé correct concernant l'atome d'oxygène O et l'ion O^{2-}.

a) L'ion O^{2-} possède deux protons de moins que l'atome d'oxygène.

b) L'ion O^{2-} possède deux protons de plus que l'atome d'oxygène.

c) L'ion O^{2-} possède deux électrons de moins que l'atome d'oxygène.

d) L'ion O^{2-} possède deux électrons de plus que l'atome d'oxygène.

7 Les énoncés ci-dessous décrivent la formation d'un ion à partir d'un atome.

1) Un atome de sodium (Na) cède un proton pour former un ion de charge –1.
2) Un atome d'oxygène (O) gagne deux électrons pour former un ion de charge –2.
3) Un atome d'hélium (He) cède un électron pour former un ion de charge +1.
4) Un atome d'aluminium (Al) cède trois électrons pour former un ion de charge +3.
5) Un atome de fluor (F) gagne un électron pour former un ion de charge –1.

Lesquels de ces énoncés sont vrais ?

a) 2, 4 et 5 b) 1, 3 et 5 c) 2, 3 et 5 d) 1, 2 et 4

8 Laquelle des molécules ci-dessous sera formée à partir de l'ion magnésium (Mg^{2+}) et de l'ion hydroxyde (OH^-) ?

a) MgOH b) Mg_2OH c) $MgOH_2$ d) $Mg(OH)_2$

9 **STE** L'analyse chimique d'un composé binaire montre qu'il est constitué de deux éléments : le magnésium (Mg) et le fluor (F).

a) Par quel type de liaison ce composé est-il formé ? Expliquez pourquoi.

b) Quelle est la formule moléculaire de ce composé ?

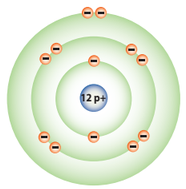
Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

c) Dans ce composé, combien y a-t-il de cations ? Combien y a-t-il d'anions ?

d) En utilisant les règles de nomenclature, donnez le nom de ce composé.

e) Combien de moles de molécules sont contenues dans 130 g de ce composé ?

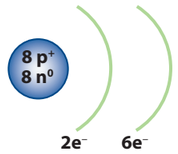
10 Les atomes ou ions représentés ci-dessous sont identifiés par les chiffres 1 à 6.

1) 

2) Cl^-

3) Na^+

4) $^{39}_{19}K$

5) 

6)

Inscrivez, dans le tableau ci-dessous, le chiffre de l'atome ou de l'ion correctement décrit par les énoncés a à d. Inscrivez un seul chiffre par énoncé.

	Énoncé	
a)	Je suis un alcalino-terreux.	
b)	Je possède plus d'électrons que de protons.	
c)	Je suis situé sur la période 2.	
d)	Je suis électriquement neutre et ma dernière couche est saturée d'électrons.	

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.

11 Remplissez le tableau ci-dessous en écrivant la formule de la molécule qui se forme selon les ions qui sont donnés.

	Ion sulfure (S^{2-})	Ion phosphure (P^{3-})	Ion chlorure (Cl^{-})
Ion potassium (K^{+})			
Ion aluminium (Al^{3+})			
Ion magnésium (Mg^{2+})			

12 **STE** Complétez le tableau suivant.

Molécule	Ion métallique	Ion polyatomique	
		Formule chimique	Nom de l'ion
	K^{+}		Carbonate
	Al^{3+}	OH^{-}	
$B_2(SO_4)_3$			
	Cu^{2+}		Phosphate

13 **STE** Notez, dans le tableau ci-dessous, le type de liaison (covalente ou ionique) que décrit chaque caractéristique.

Caractéristique	Type de liaison
Liaison métal–non-métal	
Liaison non-métal–non-métal	
Liaison produisant des doublets électroniques	
Liaison produisant des ions	
Liaison dans laquelle, après réaction chimique, les deux éléments ont la configuration électronique des gaz inertes les plus proches.	
Liaison formée par une attraction électrique	
Liaison formée grâce au partage d'électrons	
Liaison caractérisée par le transfert d'électrons d'un atome vers un autre	
Liaison entre l'aluminium et l'oxygène	
Liaison entre deux atomes d'hydrogène	
Liaison permettant la formation du trichlorure de fer	
Liaison permettant la formation du diazote	
Liaison permettant la formation du HCl	
Liaison permettant la formation du PbI_2	

Reproduction interdite © TC Média Livres Inc.