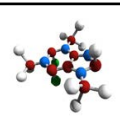


# LA CHIMIE ORGANIQUE





## APERÇU DU REGROUPEMENT

Dans le présent regroupement, les élèves étudient plusieurs aspects de la chimie organique. Ils explorent les caractéristiques structurales du carbone ainsi que la structure et la nomenclature des hydrocarbures. Ils étudient aussi divers groupes fonctionnels tels que les alcools, les acides organiques et les esters. L'élève aura aussi l'occasion d'explorer l'importance des produits de la chimie organique ainsi que les enjeux liés à la chimie organique.

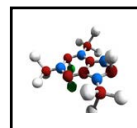
## CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

Il se peut que les élèves connaissent de nombreux composés organiques, sans savoir que ceux-ci entrent effectivement dans la catégorie générale des produits « organiques ».

En sciences de la nature 9<sup>e</sup> année, les élèves ont dessiné des modèles de Bohr pour illustrer les atomes, y compris les atomes de carbone. Ils ont aussi appris ce qu'était la périodicité, la capacité de combinaison des éléments et les caractéristiques des éléments communs, y compris le carbone. En 10<sup>e</sup> année (S2-2-02), les élèves ont appris à utiliser les structures de Lewis pour illustrer la capacité de combinaison d'un atome de former des liaisons ioniques et covalentes. Les élèves connaîtront la structure d'une liaison covalente triple s'ils ont parlé du gaz d'azote en 10<sup>e</sup> année.

Autant que possible, il faut permettre aux élèves de travailler avec des modèles d'atomes grâce auxquels ils pourront voir l'organisation structurale des atomes, à mesure qu'ils construiront des modèles moléculaires d'hydrocarbures. S'il n'y a pas assez de modèles moléculaires pour tous les élèves, il devrait y en avoir au moins un pour que l'enseignant puisse montrer à quoi ressemblent des structures correctes.

La chimie organique est un domaine qui ne cesse de progresser, donc l'accès des élèves à Internet est fortement recommandé afin qu'ils puissent faire des recherches sur les utilisations des produits de la chimie organique ainsi que les enjeux dans ce domaine.

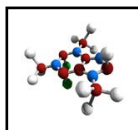


## BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de chimie. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour la chimie 11<sup>e</sup> année.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux de la chimie 11<sup>e</sup> année ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

	Titre du bloc	RAS inclus dans le bloc	Durée suggérée
Bloc A	La chimie organique	C11-5-01, C11-5-02, C11-0-C1, C11-0-R1	2 h
Bloc B	Les caractéristiques du carbone	C11-5-03, C11-5-04, C11-0-C1, C11-0-R1	1 h
Bloc C	Les alcanes	C11-5-05, C11-5-06, C11-5-07, C11-0-C1, C11-0-R1	2,5 h
Bloc D	Les alcènes	C11-5-08, C11-5-09, C11-5-10, C11-0-C1, C11-0-R1, C11-0-D1	3 h
Bloc E	Les alcynes	C11-5-11, C11-5-12, C11-0-C1, C11-0-R1	2 h
Bloc F	Les hydrocarbures aromatiques	C11-5-13, C11-5-14, C11-0-C1, C11-0-R1	1,5 h
Bloc G	Les alcools	C11-5-15, C11-5-16, C11-0-C1, C11-0-R1	1 h
Bloc H	Les acides carboxyliques	C11-5-17, C11-5-18, C11-0-C1, C11-0-R1	1 h
Bloc I	Les esters	C11-5-19, C11-5-20, C11-5-21, C11-0-C1, C11-0-R1, C11-0-S1, C11-0-S9, C11-0-G1, C11-0-G3	2 h
Bloc J	La polymérisation	C11-5-22, C11-5-23, C11-0-R1, C11-0-R2, C11-0-D1, C11-0-D2	2 h
Bloc K	La chimie organique et les enjeux STSE	C11-5-24, C11-0-D1, C11-0-D2, C11-0-D3, C11-0-D4, C11-0-D5	2 h
<i>Récapitulation et objectivation pour le regroupement en entier</i>			1 à 2 h
<b>Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement</b>			<b>21 à 22 h</b>



## RESSOURCES ÉDUCATIVES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) ou de les commander auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

[R] indique une ressource recommandée

## LIVRES

CHANG, Raymond, et Luc PAPILLON. *Chimie fondamentale, 3<sup>e</sup> édition – Chimie générale volume 1*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2009.

[R] CLANCY, Christina, et al. *Chimie 11 – STSE – Guide d'enseignement*, Montréal, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill, 2011. (DREF 540 C518c 11, CMSM 97382)

[R] CLANCY, Christina, et al. *Chimie 11 – STSE – Manuel de l'élève*, Montréal, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill, 2011. (DREF 540 C518c 11, CMSM 97383)

[R] CLANCY, Christina, et al. *Chimie 12 STSE – Manuel de l'élève*, Montréal, TC Média Livre Inc., 2014. (CMSM 98878)

[R] EDWARDS, Lois, et al. *Chimie 12 STSE – Guide d'enseignement*, Montréal, TC Média Livres Inc., 2014. (CMSM 91609)

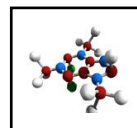
FLAMAND, Eddy et Jean-Luc ALLARD. *Chimie générale, 2<sup>e</sup> édition*, Mont-Royal, Éd. Modulo, 2004. (DREF 541 F577c)

FLAMAND, Eddy et Jacques BILODEAU. *Chimie organique*, Mont-Royal, Éd. Modulo, 2003. (DREF 547 F577c)

HAYNES, William M., éd. *CRC Handbook of Chemistry and Physics, 95<sup>th</sup> Edition*, Boca Raton, CRC Press, 2014. [ressource qui contient beaucoup d'information et de données sur les propriétés des composés chimiques]

HILL, John W. et al. *Chimie générale*, Saint-Laurent, Éd. du Renouveau pédagogique, 2008. (DREF 541 H646c 2008)

[R] JENKINS, Frank, et al. *Chimie 11-12 – Guide d'enseignement*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2008. (DREF 540 J52ch, CMSM 96139)



- [R] JENKINS, Frank, et al. *Chimie 11-12 – Manuel de l'élève*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2008. (DREF 540 J52ch, CMSM 97715)
- [R] MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE. *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique*, Winnipeg, Manitoba, Le Ministère, 2000. (DREF P.D. 507.12 E59, CMSM 93965) [stratégies de pédagogie différenciée]
- [R] MUSTOE, Frank, et al. *Chimie 11 – Guide d'enseignement*, Montréal, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill, 2002. (DREF 540 C518c 11, CMSM 91607)
- [R] MUSTOE, Frank, et al. *Chimie 11 – Manuel de l'élève*, Montréal, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill, 2002. (DREF 540 C518c 11)
- [R] MUSTOE, Frank et John IVANCO. *Chimie 12 – Guide d'enseignement*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2003. (DREF 540 C518c 12, CMSM 91609)
- [R] MUSTOE, Frank et John IVANCO. *Chimie 12 – Manuel de l'élève*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2003. (DREF 540 C518c 12, CMSM 91610)

#### AUTRES IMPRIMÉS

*L'Actualité*, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois l'an; articles d'actualité canadienne et internationale]

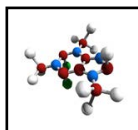
*Ça m'intéresse*, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]

*Découvrir : la revue de la recherche*, Association francophone pour le savoir, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE [revue bimestrielle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

*Pour la science*, Éd. Bélin, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]

- [R] *Québec Science*, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois l'an]

- [R] *Science et vie junior*, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; explications logiques avec beaucoup de diagrammes]



[R] *Science et vie*, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]

*Sciences et avenir*, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]

### DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

[R] JENKINS, Frank, et al. *Chimie 11-12 – Banque d'évaluation informatisée*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2008. (DREF 540 J52ch, CMSM 96140)

[R] JENKINS, Frank, et al. *Chimie 11-12 – Banque d'images*, Montréal, Éd. Chenelière Éducation, 2008. (DREF 540 J52ch, CMSM 96141)

### SITES WEB

*L'actualité*. <<http://www.lactualite.com/>> (avril 2013).

*Agence Science-Press*. <<http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html>> (novembre 2000). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

*Aliments et nutrition – Les gras trans*. <<http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/gras-trans-fats/index-fra.php>> (avril 2013).

[R] *Avogadro*. <[http://avogadro.openmolecules.net/wiki/Main\\_Page](http://avogadro.openmolecules.net/wiki/Main_Page)> (avril 2013). [logiciel gratuit permettant de construire des molécules]

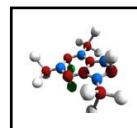
[R] *La chimie.net*. <<http://www.lachimie.net/>> (avril 2013). [site avec beaucoup d'informations et d'exercices]

*Chimie organique*. <[http://www.ping.be/at\\_home/ch-org1.htm](http://www.ping.be/at_home/ch-org1.htm)> (avril 2013).

[R] *Des modèles moléculaires virtuels, avec le logiciel Avogadro*. <<http://profgeek.fr/des-modeles-moleculaires-virtuels-avec-le-logiciel-avogadro/>> (avril 2013). [ce blog comprend une courte vidéo expliquant les fonctions majeures du logiciel Avogadro]

[R] *Doit-on bannir les gras trans?* <<http://www.radio-canada.ca/radio/maisonneuve/19112004/42368.shtml>> (avril 2013). [émission traitant des gras trans]

[R] *L'épicerie – Le gras trans*. <<http://www.radio-canada.ca/actualite/lepicerie/docArchives/2003/11/27/enquete.shtml>> (avril 2013). [Émission traitant des gras trans]



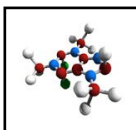
*Kekulé et le serpent qui se mord la queue : chimie en vidéo.* <<http://attentionalaterre.blogspot.ca/2009/01/kekule-serpent-mort-queue-chimie-video.html>> (avril 2013). [vidéo sur la découverte de la structure du benzène]

*La science amusante.* <<http://wiki.scienceamusante.net/index.php?title=Catégorie:Chimie>> (avril 2013). [site qui offre plusieurs démonstrations et activités de laboratoire, ainsi que des informations]

[R] *Sciences en ligne.* <<http://www.sciences-en-ligne.com/>> (octobre 2000). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]

*La structure du benzène.* <<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/chimisterie/2001-2002/bolducc.html>> (avril 2013). [biographie de Kekulé et sa découverte de la structure du benzène]

*Synthèse d'arôme.* <<http://www2.cnrs.fr/jeunes/479.htm>> (avril 2013). [activité de laboratoire sur la synthèse d'esters]



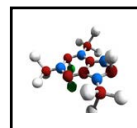


## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE THÉMATIQUES

L'élève sera apte à :

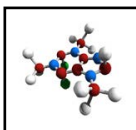
---

- C11-5-01** comparer la chimie organique à la chimie inorganique, entre autres l'apport de Friedrich Wöhler en ce qui concerne le rejet du vitalisme;  
RAG : A2, A4, B1, B2
- C11-5-02** relever l'origine et les principales sources des hydrocarbures et d'autres composés organiques, entre autres les sources naturelles et les sources synthétiques;  
RAG : A2, A4, B1, B2
- C11-5-03** décrire les caractéristiques structurelles du carbone, entre autres les caractéristiques des liaisons de l'atome de carbone dans les hydrocarbures (liaison simple, liaison double, liaison triple);  
RAG : D1, D3
- C11-5-04** comparer la structure moléculaire des alcanes, des alcènes et des alcynes, entre autres les tendances relatives au point de fusion et au point d'ébullition des alcanes seulement;  
RAG : D1, D3, D5
- C11-5-05** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires des dix premiers alcanes, entre autres la nomenclature de l'UICPA, la formule développée, la formule condensée, la formule moléculaire, la formule générale  $C_nH_{(2n+2)}$ ;  
RAG : D3
- C11-5-06** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires d'alcane ramifiés, entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, les groupes éthyle et méthyle, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-07** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires des isomères d'alcane comptant jusqu'à six atomes de carbone, entre autres la formule condensée;  
RAG : D3, E1
- C11-5-08** décrire de façon sommaire la transformation des alcanes en alcènes, et des alcènes en alcanes, entre autres la déshydrogénation/l'hydrogénation, les modèles moléculaires;  
RAG : D3, D4, E3



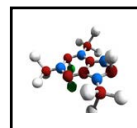
## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE THÉMATIQUES (suite)

- C11-5-09** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires d'alcènes et d'alcènes ramifiés,  
entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, les groupes éthyle et méthyle, la nomenclature de l'UICPA, la formule développée, la formule condensée, la formule moléculaire, la formule générale  $C_nH_{2n}$ ;  
RAG : D3
- C11-5-10** distinguer les hydrocarbures saturés des hydrocarbures insaturés;  
RAG : B3, C8, D3
- C11-5-11** décrire de façon sommaire la transformation des alcènes en alcynes, et des alcynes en alcènes,  
entre autres la déshydrogénation/l'hydrogénation, les modèles moléculaires;  
RAG : D3, E3
- C11-5-12** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires d'alcynes et d'alcynes ramifiés,  
entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, les groupes éthyle et méthyle, la nomenclature de l'UICPA, la formule développée, la formule condensée, la formule moléculaire, la formule générale  $C_nH_{2n-2}$ ;  
RAG : D1, D3, E3
- C11-5-13** comparer la structure des hydrocarbures aromatiques avec celle des hydrocarbures aliphatiques,  
entre autres les modèles moléculaires, les formules condensées;  
RAG : A2, A4, B1, D3
- C11-5-14** décrire des utilisations pratiques des hydrocarbures aromatiques,  
*par exemple les diphényles polychlorés, la caféine, les stéroïdes, les solvants organiques (toluène, xylène);*  
RAG : A5, B3, B5, E2
- C11-5-15** écrire la formule condensée et le nom d'alcools communs,  
entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-16** décrire des utilisations de l'alcool méthylique (méthanol), de l'alcool éthylique (éthanol) et de l'alcool isopropylique (propan-2-ol);  
RAG : B3, D3



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE THÉMATIQUES (suite)

- C11-5-17** écrire la formule condensée et le nom d'acides carboxyliques, entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-18** décrire des utilisations d'acides carboxyliques communs, *par exemple les acides acétique, ascorbique, citrique, formique, acétylsalicylique (AAS)*;  
RAG : B3
- C11-5-19** mener une expérience en laboratoire impliquant la formation d'esters et examiner le processus d'estérification;  
RAG : C2, C3, C7, D3
- C11-5-20** écrire la formule condensée et le nom d'esters, entre autres les alcools et les esters comptant jusqu'à six atomes de carbone, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-21** décrire des utilisations d'esters communs, *par exemple les phéromones, les saveurs artificielles*;  
RAG : D3, D6, E1
- C11-5-22** décrire le processus de polymérisation et nommer d'importants polymères naturels et synthétiques, *par exemple le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, le Teflon<sup>MC</sup>*;  
RAG : A4, A5, D4, E1, E2
- C11-5-23** décrire l'influence des produits de la chimie organique sur la qualité de la vie, *par exemple les caoutchoucs synthétiques, le nylon, des médicaments, le Teflon<sup>MC</sup>*;  
RAG : A4, A5, B1
- C11-5-24** utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à la chimie organique, *par exemple la production de gasohol, les sources d'énergie de remplacement, le recyclage du plastique*.  
RAG : B1, B2, B3, B5, C4



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

L'élève sera apte à :

---

**Démonstration de la compréhension**

**C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension de concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3

**C11-0-C2** démontrer une compréhension de concepts en chimie,  
*par exemple utiliser un vocabulaire scientifique approprié, expliquer un concept à une autre personne, comparer, appliquer ses connaissances à une nouvelle situation ou à un nouveau contexte, créer une analogie, utiliser des manipulatifs;*  
RAG : D3

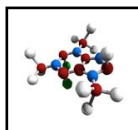
**Étude scientifique**

**C11-0-S1** faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi de mesures de sécurité, de règlements du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), et de l'équipement d'urgence appropriés;  
RAG : B3, B5, C1, C2

**C11-0-S2** énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés;  
RAG : C2

**C11-0-S3** planifier une expérience afin de répondre à une question scientifique précise, entre autres préciser le matériel nécessaire, déterminer les variables dépendantes, indépendantes et contrôlées, préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre;  
RAG : C1, C2

**C11-0-S4** sélectionner et employer l'équipement scientifique de façon appropriée et sécuritaire,  
*par exemple la verrerie jaugée, la balance, le thermomètre;*  
RAG : C1, C2

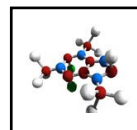


## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

- C11-0-S5** enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié,  
*par exemple des diagrammes étiquetés, des graphiques, des applications multimédias,  
des logiciels, des sondes;*  
RAG : C2, C5
- C11-0-S6** estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international  
(SI) ou d'autres unités standard,  
entre autres les conversions SI, les chiffres significatifs;  
RAG : C2
- C11-0-S7** reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en  
expliquer des relations;  
RAG : C2, C5
- C11-0-S8** évaluer la fiabilité et l'exactitude des données et des méthodes de collecte de  
données,  
entre autres les écarts dans les données, les sources d'erreur, le pourcentage  
d'erreur;  
RAG : C2, C5
- C11-0-S9** tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données,  
entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres  
explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction;  
RAG : C2, C5, C8

**Recherche et communication**

- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse,  
entre autres imprimées, électroniques et humaines;  
RAG : C2, C4, C6
- C11-0-R2** évaluer l'information obtenue afin de déterminer l'utilité des renseignements,  
*par exemple l'exactitude scientifique, la fiabilité, le degré d'actualité, la pertinence,  
l'objectivité, les préjugés;*  
RAG : C2, C4, C5, C8
- C11-0-R3** citer ou noter des références bibliographiques selon les pratiques acceptées;  
RAG : C2, C6



**RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)**

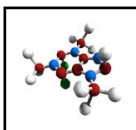
- C11-0-R4** comparer les perspectives et les interprétations proposées par les médias avec celles d'autres sources;  
RAG : C2, C4, C5, C8
- C11-0-R5** communiquer l'information sous diverses formes en fonction du public-cible, de l'objectif et du contexte;  
RAG : C5, C6

**Travail en groupe**

- C11-0-G1** collaborer avec les autres afin d'assumer les responsabilités et d'atteindre les objectifs d'un groupe;  
RAG : C2, C4, C7
- C11-0-G2** susciter et clarifier des questions, des idées et des points de vue divers lors d'une discussion, et y réagir;  
RAG : C2, C4, C7
- C11-0-G3** évaluer les processus individuels et collectifs employés;  
RAG : C2, C4, C7

**Prise de décisions**

- C11-0-D1** identifier et explorer un enjeu STSE courant,  
*par exemple clarifier ce qu'est l'enjeu, identifier différents points de vue ou intervenants, faire une recherche sur l'information/les données existantes;*  
RAG : C4, C8
- C11-0-D2** évaluer les implications d'options possibles ou de positions possibles reliées à un enjeu,  
*par exemple les conséquences positives et négatives d'une décision, les forces et faiblesses d'une position;*  
RAG : B1, C4, C5, C6, C7
- C11-0-D3** reconnaître que les décisions peuvent refléter certaines valeurs, et tenir compte de ses propres valeurs et de celles des autres en prenant une décision,  
*par exemple être en harmonie avec la nature, générer de la richesse, privilégier la liberté individuelle;*  
RAG : C4, C5



## RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

**C11-0-D4** recommander une option ou identifier sa position en justifiant cette décision;  
RAG : C4

**C11-0-D5** évaluer le processus utilisé par soi-même ou d'autres pour parvenir à une décision;  
RAG : C4, C5

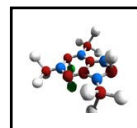
### Attitudes

**C11-0-A1** faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique en chimie ou d'examiner un enjeu STSE;  
RAG : C2, C4, C5

**C11-0-A2** valoriser le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision, la persévérance et l'ouverture d'esprit en tant qu'états d'esprits scientifiques et technologiques;  
RAG : C2, C3, C4, C5

**C11-0-A3** manifester un intérêt soutenu et plus éclairé pour la chimie et pour les carrières et les enjeux liés à la chimie;  
RAG : B4

**C11-0-A4** se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes.  
RAG : B4, B5



Bloc A : La chimie organique

L'élève sera apte à :

- C11-5-01** comparer la chimie organique à la chimie inorganique, entre autres, l'apport de Friedrich Wöhler en ce qui concerne le rejet du vitalisme;  
RAG : A2, A4, B1, B2
- C11-5-02** relever l'origine et les principales sources des hydrocarbures et d'autres composés organiques, entre autres les sources naturelles et les sources synthétiques;  
RAG : A2, A4, B1, B2
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension de concepts en chimie, *par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse, entre autres imprimées, électroniques et humaines.  
RAG : C2, C4, C6

Stratégies d'enseignement suggérées

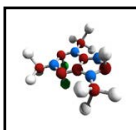
En tête

Inscrire le mot « organique » sur une grande feuille de papier et le mot « inorganique » sur une deuxième feuille. Inviter les élèves à faire une chaîne de graffitis coopératifs (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16).

Mettre en évidence les préconceptions des élèves et les adresser tout au long du regroupement.

Il se peut que les élèves connaissent de nombreux composés organiques, sans savoir que ceux-ci entrent effectivement dans la catégorie générale des produits « organiques ». Ils diront peut-être que l'expression « produit organique » signifie « produit cultivé sans engrais chimiques ou sans aides chimiques ».

OU





Inviter les élèves à compléter l'activité de ⑩ l'annexe 1, afin de les introduire à certains exemples de composés organiques.

Réponses : 1. Gaz moutarde 2. Caféine 3. Benzène 4. Acétaminophène 5. Nicotine 6. Butane 7. Éthanol 8. Malathion 9. Acide acétique (vinaigre) 10. Formaldéhyde 11. LSD 12. Glucose 13. Thalidomide 14. Méthane 15. Épinéphrine (adrénaline)

## En quête

---

### Événement inattendu/Démonstration

Présenter aux élèves comme démonstration la partie II de l'activité de laboratoire décrite à ⑩ l'annexe 11 du regroupement 3. Cette activité porte sur la réaction typique de l'acide sulfurique concentré avec le sucre, réaction qui engendre du carbone solide et un certain nombre d'autres produits toxiques. Il faut faire la démonstration sous une hotte de laboratoire en observant toutes les consignes de sécurité applicables décrites à ⑩ l'annexe 12 du regroupement 3. Avant de procéder, se munir de la fiche de sécurité sur l'acide sulfurique concentré.

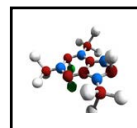
### Démonstration

Présenter aux élèves une démonstration d'une réaction de chimioluminescence à partir d'un composé organique, le luminol (voir ⑩ l'annexe 2).

### Enseignement direct – histoire de la chimie organique

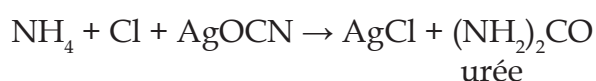
Présenter aux élèves les grandes lignes de l'histoire de la chimie organique. En 1800, la chimie s'était fermement établie parmi les sciences; au cours de la décennie suivante, les scientifiques se sont vivement intéressés à l'étude de la composition des substances et à la manière dont elles pouvaient être modifiées. Par suite de recherches, ils ont commencé à faire la distinction entre deux genres de composés : ceux qui étaient issus de sources végétales ou animales ont été appelés composés organiques, et ceux qui provenaient de constituants minéraux de la Terre ont été appelés « inorganiques ».

Les chimistes connaissaient l'existence de très nombreux composés organiques telles que les teintures, les savons, le vinaigre, le sucre, les parfums, les gommés et le caoutchouc, pour n'en mentionner que quelques-uns, mais ils n'arrivaient pas à expliquer comment tant de composés pouvaient être faits à partir de quelques éléments seulement. Le chimiste suédois Berzelius venait d'expliquer que les composés inorganiques étaient formés d'ions aux charges opposées. Toutefois, cela n'expliquait en rien les composés organiques tels que le  $C_2H_6$ , le  $C_2H_4$ , le  $C_3H_8$ , le  $C_4H_{10}$ , etc. Tout le monde savait que le chlore moléculaire ( $Cl_2$ ) pouvait se substituer à l'hydrogène (H) dans  $C_2H_6$  pour produire  $C_2Cl_6$ . Toutefois, cela signifiait qu'un ion Cl négatif pouvait se substituer à un ion H positif. Cela ne correspondait pas à la notion définie par Berzelius selon que les ions de charges opposées s'attiraient.



Jusqu'alors, on n'avait jamais synthétisé un composé organique à partir de matières inorganiques; par conséquent, de nombreux scientifiques croyaient que les composés organiques se formaient sous l'influence d'une « **force vitale** ». En 1828, Friedrich Wöhler a fait une découverte remarquable à l'Université de Göttingham en Allemagne. Il a essayé de fabriquer du cyanate d'ammonium au moyen d'une réaction de décomposition double, dans une solution de chlorure d'ammonium et de cyanate d'argent. Or, ces deux composés étaient considérés comme étant « inorganiques ».

Cependant, au lieu d'obtenir du cyanate d'ammonium, il a produit des cristaux d'urée, un composé organique!



Au cours des années qui ont suivi cette découverte et après que l'acide acétique et plusieurs autres composés organiques eurent été fabriqués à partir de matières inorganiques, la validité de la « force vitale » a été mise en doute. Avec le temps, de plus en plus de composés organiques ont été synthétisés à partir de matières inorganiques. Il est devenu évident qu'il n'était pas nécessaire que tous les composés organiques soient associés à des organismes vivants. Au milieu des années 1850, on a compris que le facteur commun à tous les composés organiques était le carbone. Maintenant, les chimistes disent simplement que les composés organiques sont ceux qui contiennent du carbone, sauf les oxydes de carbone, les carbonates, les carbures et les cyanures. Ces exceptions, en plus de toutes les autres substances connues, sont dites inorganiques. Trois à quatre millions de composés organiques sont connus tandis que seulement 50 000 composés inorganiques sont connus.

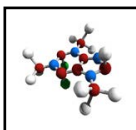
### Recherche - l'origine des combustibles fossiles

Inviter les élèves à faire une courte recherche sur l'origine des combustibles fossiles et ses sources majeures.

En sciences 7<sup>e</sup> année, les élèves ont étudié la formation des combustibles fossiles.

Beaucoup de manuels contiennent des renseignements sur l'origine des hydrocarbures et sur leurs principales sources. Il faut rappeler aux élèves, à la faveur de la révision, que les hydrocarbures naturels ont résulté de la décomposition d'animaux et de végétaux préhistoriques. Les combustibles hydrocarbonés issus de la compaction de matières organiques sont généralement appelés « combustibles fossiles » ou produits pétroliers. Le mot « pétrole » est dérivé des mots latins « *petra* » et « *oleum* » signifiant respectivement « roche » et « huile ».

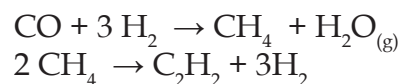
Il convient d'expliquer aux élèves le processus de raffinage du pétrole brut. C'est là un vaste sujet dont l'étude risque facilement de devenir ingérable. Il importe que les élèves connaissent le principe général de la distillation fractionnée et la façon dont on procède au « craquage » du pétrole brut pour en faire des produits pétroliers plus légers et ayant une chaîne moléculaire plus petite.



L'autre catégorie de produits pétroliers comprend ceux qui sont fabriqués par des moyens synthétiques. Les hydrocarbures synthétiques sont construits à partir d'un composé pétrochimique auquel on ajoute des éléments pour créer ainsi des hydrocarbures dont la chaîne moléculaire est plus longue.

De nombreux produits synthétiques sont plus stables à températures plus élevées et sont très insolubles, ce qui en fait d'excellents lubrifiants. Il existe de nombreuses méthodes brevetées pour fabriquer des produits s'assimilant au pétrole. Nous en donnons ici quelques exemples.

- Syntroleum<sup>MC</sup> est un procédé breveté pour convertir le gaz naturel en des hydrocarbures liquides synthétiques ayant des propriétés des combustibles et des lubrifiants.
- Un brevet russe décrit la production de substances synthétiques. On recourt à un champ statique et à la lumière ultraviolette pour catalyser les réactions suivantes.



L'acétylène réagit avec l'hydrogène pour produire un certain nombre d'hydrocarbures saturés et insaturés qui se transforment en un mélange s'apparentant au pétrole en se condensant.

- La matière extraite des sables bitumineux de l'Alberta s'appelle bitume. Dans le processus d'extraction, on craque le bitume complexe, dont la chaîne moléculaire est plus longue, pour faire du pétrole brut synthétique.

### En fin

---

Inviter les élèves à comparer la chimie organique à la chimie inorganique à l'aide d'un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18 et p. 10.24).


### En plus

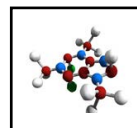
---

Inviter les élèves à mener des recherches sur les producteurs mondiaux de pétrole brut et sur leur capacité de production quotidienne en barils de pétrole. Il convient aussi que les élèves fassent des recherches sur la production canadienne de pétrole brut et sur la consommation projetée de pétrole en Amérique du Nord et dans le reste du monde.

### Stratégies d'évaluation suggérées

#### 1

Inviter les élèves à compléter l'activité de  l'annexe 3 afin de différencier les composés organiques des composés inorganiques.



Bloc B : Les caractéristiques du carbone

L'élève sera apte à :

- C11-5-03** décrire les caractéristiques structurales du carbone, entre autres les caractéristiques des liaisons de l'atome de carbone dans les hydrocarbures (liaison simple, liaison double, liaison triple);  
RAG : D1, D3
- C11-5-04** comparer la structure moléculaire des alcanes, des alcènes et des alcynes, entre autres les tendances relatives au point de fusion et au point d'ébullition des alcanes seulement;  
RAG : D1, D3, D5
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension des concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse, entre autres imprimées, électroniques, humaines; différents types d'écrits.  
RAG : C2, C4, C6

**Stratégies d'enseignement suggérées**

**En tête**

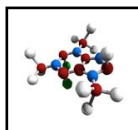
Inviter les élèves à dessiner un modèle de Bohr et un modèle de Lewis pour un atome de carbone.

Leur poser les questions suivantes :

- *Qu'est-ce qu'un électron de valence?*
- *Combien d'électrons de valence a un atome de carbone?*
- *Combien d'électrons sont nécessaires pour remplir sa couche de valence?*
- *Combien d'atomes d'hydrogène peuvent former des liaisons avec un atome de carbone? Dessine la molécule formée.*
- *La liaison entre le carbone et l'hydrogène est-elle ionique ou covalente?*

En sciences de la nature 9<sup>e</sup> année, les élèves ont étudié les éléments du tableau périodique. Ils ont aussi dessiné des modèles de Bohr pour illustrer les atomes, y compris les atomes de carbone. Ils ont aussi appris ce qu'était la périodicité, la capacité de combinaison des éléments et les caractéristiques des éléments communs, y compris le carbone. En 10<sup>e</sup> année (S2-2-02), les élèves ont appris à utiliser les structures de Lewis pour illustrer la capacité de combinaison d'un atome de former des liaisons ioniques et covalentes.

Il est fort probable que l'on aura abordé en 10<sup>e</sup> année (S2-2-07) la synthèse et la décomposition de composés organiques simples tels que le méthane et le propane.

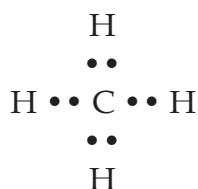


**En quête****Enseignement direct – les caractéristiques du carbone**

Rappeler aux élèves qu'en raison de sa position dans le tableau périodique, le carbone a quatre électrons de valence pouvant servir à former des liaisons chimiques. Comme le carbone est un métalloïde, il favorise des liaisons covalentes par le partage de quatre électrons.



Ces quatre électrons de valence se lient facilement à quatre atomes d'hydrogène pour former la molécule organique la plus simple, soit celle du méthane.

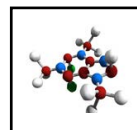


Noter qu'il y a huit électrons autour de l'atome de carbone, ce qui donne un octet complet. Les points doubles qui représentent deux électrons, ou une paire d'électrons, seront désormais remplacés par une seule ligne de liaison covalente. Des renseignements pour l'enseignant sur les caractéristiques structurales du carbone figurent à l'annexe 4.

**Démonstration – fabrication du méthane en laboratoire**

Il vaut mieux faire cette expérience sous la forme d'une démonstration exécutée par l'enseignant ou par un groupe choisi d'élèves supervisés par l'enseignant.

Mettre environ un gramme d'acétate de sodium anhydre et deux grammes de chaux sodée dans une grande éprouvette et bien mélanger. Introduire un coude de verre dans un bouchon à trous et placer ce dernier sur l'embouchure de l'éprouvette. Fixer un tube de caoutchouc au bout du coude de verre. Remplir une éprouvette avec de l'eau et la recouvrir d'une plaque de verre. En tenant la plaque contre l'embouchure, renverser l'éprouvette dans une cuvette d'eau, enlever la plaque et introduire le bout libre du tube de caoutchouc dans l'embouchure renversée. Chauffer le mélange, et recueillir le gaz par le déplacement d'eau. Si l'on recueille deux éprouvettes de méthane, on peut observer les propriétés physiques et l'inflammabilité du gaz.



**Enseignement direct – les liaisons simples, doubles et triples**

Expliquer aux élèves que le carbone peut former des liaisons simples, doubles ou triples. Montrer des modèles de tels composés. Inviter les élèves à construire des modèles de composés formés de carbone et d'hydrogène (avec des liaisons simples doubles et triples). Indiquer aux élèves que les composés de carbone et d'hydrogène avec des liaisons simples se nomment alcanes, ceux qui contiennent une ou plusieurs liaisons doubles se nomment alcènes et ceux qui contiennent une ou plusieurs liaisons triples se nomment alcynes. Les hydrocarbures qui contiennent seulement des liaisons simples sont saturés tandis que ceux qui contiennent des liaisons doubles ou triples sont insaturés. Faire le lien avec les graisses et les huiles.

Les élèves connaîtront la structure d'une liaison covalente triple s'ils ont parlé du gaz d'azote en 10<sup>e</sup> année. Pour que l'octet demeure stable, les atomes d'azote se partagent trois paires d'électrons (:N ≡ N:).

On peut ensuite établir une relation entre cette structure et une liaison semblable trouvée dans un alcyne. Le premier terme de cette série est l'éthyne, ou ce que l'on appelle communément l'acétylène (CH ≡ CH). Les élèves doivent noter qu'il y a encore quatre liens avec chaque atome de carbone et que l'octet d'électrons est toujours intact.

Expliquer aux élèves qu'il y a plusieurs façons de représenter les composés organiques. Une formule développée montre les liaisons entre tous les atomes. Une formule condensée montre seulement les liaisons entre les atomes de carbone. Un diagramme structural linéaire comprend seulement des tirets représentant les liaisons entre les atomes de carbone (voir *Chimie 11*, p. 541, *Chimie 11-12*, p. 368 ou *Chimie 12 STSE*, p. 16).

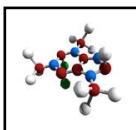
**Démonstration – fabrication d'acétylène en laboratoire**

Il vaut mieux faire cette expérience sous la forme d'une démonstration exécutée par l'enseignant ou par un groupe choisi d'élèves supervisés par l'enseignant.

Deux grosses éprouvettes sont remplies d'eau et renversées dans une cuve également remplie d'eau. On met dans la cuve un morceau de carbure de calcium, puis on le couvre rapidement avec une des éprouvettes remplies d'eau. On capte le gaz grâce au déplacement d'eau. On peut recueillir plusieurs éprouvettes de gaz de cette façon. Une fois les éprouvettes remplies de gaz, les fermer avec un bouchon et les retirer de la cuve pour faire des tests. Vérifier l'inflammabilité du gaz avec une tige brûlante. Pour la fabrication d'acétylène, la réaction est la suivante :



On mènera une discussion plus approfondie sur les séries d'alcanes, d'alcènes et d'alcynes dans le cadre des résultats d'apprentissage C11-5-05, C11-5-09 et C11-5-12.





**Points de fusion et d'ébullition des alcanes**

Fournir aux élèves les points d'ébullition et de fusion de divers alcanes (voir le tableau qui suit). Les inviter à noter toute tendance qu'ils remarquent. Les élèves devraient conclure que le point de fusion et le point d'ébullition sont proportionnels à la masse molaire ou à la longueur de la chaîne moléculaire des hydrocarbures. On ne s'attend pas à ce qu'ils mémorisent les données, mais ils doivent se rappeler les tendances générales. Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 5.

Propriétés physiques de quelques alcanes				
Nom	Formule	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)	État
méthane	CH <sub>4</sub>	-183	-164	Gazeux
éthane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-183	-89	Gazeux
propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-190	-45	Gazeux
butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-138	-0,5	Gazeux
pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-130	36	Liquide
hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-95	69	Liquide
heptane	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	-91	98	Liquide
octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-57	125	Liquide

**En fin**

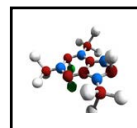
Inviter les élèves à utiliser le procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9 et 10.10) pour représenter les liaisons simples, doubles et triples.

**Stratégies d'évaluation suggérées****1**

Inviter les élèves à compléter l'activité de l'annexe 6.

**2**

Remettre aux élèves une série d'illustrations ou modèles de composés organiques et les inviter à déterminer si ces composés sont possibles (stables) ou non (faire des modèles où le carbone a 5 liaisons, ou 3 liaisons). Inclure des liaisons doubles et triples dans les modèles.



Bloc C : Les alcanes

L'élève sera apte à :

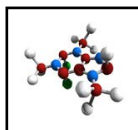
- C11-5-05** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires des dix premiers alcanes, entre autres, la nomenclature de l'UICPA, la formule développée, la formule condensée, la formule moléculaire, la formule générale  $C_nH_{(2n+2)}$ ;  
RAG : D3
- C11-5-06** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires d'alcane ramifiés, entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, les groupes éthyle et méthyle, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-07** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires des isomères d'alcane comptant jusqu'à six atomes de carbone, entre autres la formule condensée;  
RAG : D3, E1
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension des concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations à partir d'une variété de sources et en faire la synthèse, entre autres imprimées, électroniques et humaines.  
RAG : C2, C4, C6

**Stratégies d'enseignement suggérées**

**En tête**

Activer les connaissances antérieures des élèves en posant aux élèves des questions telles que :

- Pourquoi classe-t-on les choses?
- Nommez différents systèmes de classification (différentes façons de classer des objets ou des êtres vivants)
- Que savez-vous au sujet de l'Union internationale de chimie pure et appliquée?





## En quête

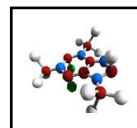
**Détermination de la formule générale des alcanes**

Donner aux élèves les formules moléculaires développées pour les 10 premiers alcanes et les inviter à déterminer la proportion d'atomes d'hydrogène aux atomes de carbone en remplissant un tableau semblable à celui qui suit.

Nom de l'alcane	Formule moléculaire développée	Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'atomes d'hydrogène
méthane	CH <sub>4</sub>		
éthane	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>		
propane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
butane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
pentane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
hexane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
heptane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
octane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
nonane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
décane	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		

Poser les questions suivantes aux élèves :

- Que remarquez-vous au sujet du rapport entre le nombre d'atomes de carbone et le nombre d'atomes d'hydrogène en observant ce tableau? (En ce qui a trait au nombre d'atomes d'hydrogène, les élèves devraient remarquer qu'il y a toujours deux fois le nombre d'atomes de carbone plus deux pour chaque alcane)
- D'après vos observations, combien d'atomes d'hydrogène y aurait-il dans un alcane à 11 atomes de carbone? À 20 atomes de carbone? À 50 atomes de carbone? Expliquez comment vous le savez. (24; 42; 102)
- Essayez d'écrire une formule générale pour les alcanes. (C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>)



**Enseignement direct – la nomenclature des alcanes**

Présenter aux élèves les règles de nomenclature pour les alcanes (voir *Chimie 11*, p. 546-550, *Chimie 11-12*, p. 366-371 ou *Chimie 12 STSE*, p. 16-18). Les élèves devraient pouvoir nommer les dix premiers alcanes linéaires selon les règles de l'UICPA (Union internationale de chimie pure et appliquée), ainsi que les alcanes ramifiés avec la chaîne principale de jusqu'à 6 atomes de carbone et les isomères d'alcanes jusqu'à 6 atomes de carbone.

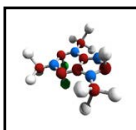
Le système d'appellation des composés organiques de l'UICPA permet aux scientifiques de nommer des molécules ramifiées très complexes. La présente introduction à la chimie organique n'a pas pour objet de surcharger les élèves en leur présentant des structures complexes. Dans l'énoncé du résultat d'apprentissage, on précise qu'il ne faut utiliser que les chaînes moléculaires latérales du méthyle et de l'éthyle avec une chaîne moléculaire principale comptant au maximum six atomes de carbone.

Expliquer qu'il y a d'autres méthodes pour nommer les composés organiques (ex. : le nom commun, le nom dérivé). Cependant, le système de l'UICPA a été adopté pour permettre aux scientifiques de dialoguer au sujet des composés organiques, en employant un vocabulaire commun.

Les règles de nomenclature générales de l'UICPA sont les suivantes :

1. Trouver et nommer la plus longue chaîne moléculaire continue du carbone.
2. Identifier et nommer les groupes liés à cette chaîne.
3. Numéroter les chaînes consécutivement, en commençant par l'extrémité la plus proche d'un groupe substituant.
4. Désigner l'emplacement de chaque substituant avec un nombre et un nom appropriés.
5. Une ancienne règle exigeait que la somme des nombres soit aussi petite que possible. Cependant, en vertu d'une règle relativement nouvelle, il faut utiliser le premier nombre le plus bas; donc, on emploierait 1,1,3- plutôt que 1,2,2- et 1,1,3,4- au lieu de 1,2,2,3-. (Cela s'appliquerait aux groupes fonctionnels, mais non aux alcanes ramifiés, car en désignant un groupe ramifié avec un 1, on allongerait la chaîne moléculaire parente.)
6. Assembler le nom, en énumérant les groupes dans l'ordre alphabétique. Les préfixes di, tri, tétra, etc. que l'on emploie pour désigner plusieurs groupes de la même sorte ne sont pas pris en compte dans l'ordre alphabétique (p. ex. : 3-éthyl-2,2-diméthylpentane).

S'assurer de présenter le concept d'isomérie aux élèves avant d'aborder leur nomenclature (voir *Chimie 11*, p. 539-540, *Chimie 11-12*, p. 366-367 ou *Chimie 12 STSE*, p. 10-13). Les isomères structuraux sont des composés ayant la même formule moléculaire ( $C_5H_{12}$ ), mais des formules développées différentes.



Exemples :

pentane  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

méthylbutane 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

diméthylpropane 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

Les isomères structuraux auront la même masse molaire, mais des propriétés physiques et chimiques différentes.

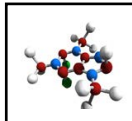
Inviter les élèves à nommer divers composés, à partir de leur formule moléculaire, leur formule moléculaire développée ou leur formule moléculaire condensée.

### Construction de modèles moléculaires

Remettre aux équipes de deux élèves un certain nombre de boules d'atome de carbone noir, chacune ayant quatre trous pour les liaisons avec d'autres atomes de carbone. Leur remettre aussi des atomes d'hydrogène blancs ayant un trou pour la liaison avec les atomes de carbone.

Une fois que les élèves ont appris à relier soigneusement les atomes ensemble, leur proposer de construire des molécules de la série des alcanes. Beaucoup d'élèves connaîtront les préfixes latins désignant le nombre d'atomes de carbone : meth, eth, prop, but, pent, hex, hept, oct, non, dec. Inviter les élèves à se servir de la formule générale pour calculer le nombre d'atomes d'hydrogène nécessaires pour un nombre donné d'atomes de carbone.

Autant que possible, il faut permettre aux élèves de travailler avec des modèles d'atomes grâce auxquels ils pourront voir l'organisation structurale des atomes, à mesure qu'ils construiront chaque structure successive dans la série des alcanes. L'utilisation d'autres éléments tels que des guimauves et des cure-dents pour créer la série des alcanes risque de donner aux élèves une fausse impression au sujet de la structure tridimensionnelle réelle. S'il n'y a pas assez de modèles moléculaires pour tous les élèves, il devrait y en avoir au moins un pour que l'enseignant puisse montrer à quoi ressemblent des structures correctes.



La construction de molécules peut aussi se faire à l'aide de logiciels, par exemple *Avogadro*, [http://avogadro.openmolecules.net/wiki/Main\\_Page](http://avogadro.openmolecules.net/wiki/Main_Page), qui peut être téléchargé gratuitement et est disponible avec une interface de langue française. Une courte vidéo expliquant les fonctions majeures du logiciel est accessible au site <http://profgeek.fr/des-modeles-moleculaires-virtuels-avec-le-logiciel-avogadro/>.

### En fin

---

Le nombre d'isomères qui sont possibles relativement à une formule moléculaire donnée augmente rapidement en fonction du nombre d'atomes de carbone.

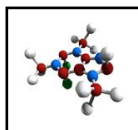
Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'isomères
4	2
5	3
6	5
10	75
40	62 491 178 805 831

Proposer aux élèves de dessiner ou construire tous les isomères possibles de l'heptane (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>) (voir *Chimie 11*, p. 542).

### Stratégies d'évaluation suggérées

1

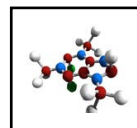
Proposer aux élèves de nommer et dessiner ou construire des alcanes linéaires, des alcanes ramifiés ainsi que des isomères (voir *Chimie 11-12*, p. 372-373 ou *Chimie 12 STSE*, p. 19-21).



## Bloc D : Les alcènes

L'élève sera apte à :

- C11-5-08** décrire de façon sommaire la transformation des alcanes en alcènes, et des alcènes en alcanes,  
entre autres, la déshydrogénation/l'hydrogénation, les modèles moléculaires;  
RAG : D3, D4, E3
- C11-5-09** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires d'alcènes et d'alcènes ramifiés,  
entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, les groupes éthyle et méthyle, la nomenclature de l'UICPA, la formule développée, la formule condensée, la formule moléculaire et la formule générale  $C_nH_{2n}$ ;  
RAG : D3
- C11-5-10** distinguer les hydrocarbures saturés des hydrocarbures insaturés;  
RAG : B3, C8, D3
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension des concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations à partir d'une variété de sources et en faire la synthèse,  
entre autres imprimées, électroniques et humaines;  
RAG : C2, C4, C6
- C11-0-D1** identifier et explorer un enjeu STSE courant,  
*par exemple clarifier ce qu'est l'enjeu, identifier différents points de vue ou intervenants, faire une recherche sur l'information/les données existantes.*  
RAG : C4, C8

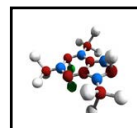
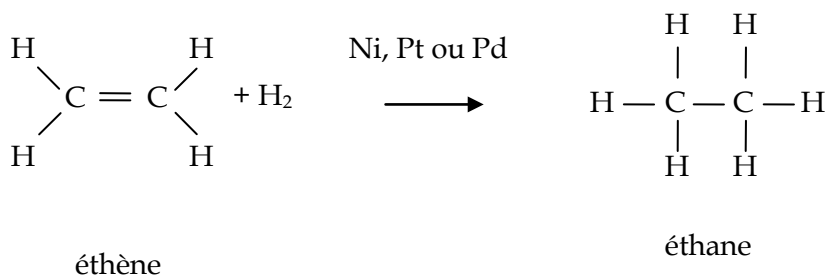




La pyrolyse des alcanes, dans le pétrole, s'appelle « craquage ». Lors du craquage thermique, les alcanes passent tout simplement dans une chambre de réaction à température élevée. Les grandes chaînes moléculaires des alcanes sont converties en molécules plus petites et en hydrogène. Ce procédé produit surtout de l'éthylène (éthène). Comme de l'hydrogène est engendré ou enlevé pendant la réaction, on appelle aussi le procédé « déshydrogénation ». Le craquage à la vapeur est un procédé pendant lequel les hydrocarbures sont dilués avec de la vapeur et portés instantanément à une température de 700 à 900 °C. Ce procédé engendre l'éthylène, le propylène (propène) et un certain nombre de « diènes » importants.

Il est intéressant de constater que le n-butane se déshydrogène en présence d'une haute température et d'un catalyseur pour former un mélange de 1-butène et de 2-butène.

Les alcènes sont convertis en alcanes au moyen d'une réaction moins complexe. On peut ajouter de l'hydrogène à un alcène en présence d'un catalyseur tel que le nickel, le platine ou le palladium. Pour des raisons évidentes, le processus s'appelle « réaction d'addition », et c'est une réaction commune en chimie organique. Rien de surprenant à ce que cette réaction soit aussi appelée « hydrogénation catalytique ».



**Détermination de la formule générale des alcènes**

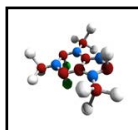
Donner aux élèves les formules moléculaires développées pour les 10 premiers alcènes et les inviter à déterminer la proportion d'atomes d'hydrogène aux atomes de carbone en remplissant un tableau semblable à celui qui suit. Indiquer aux élèves que le premier alcène doit être une molécule avec deux atomes de carbone.

Nom de l'alcène	Formule moléculaire développée	Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'atomes d'hydrogène
éthène	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>		
propène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>3</sub>		
but-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
pent-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
hex-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
hept-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
oct-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
non-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
déc-1-ène	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		

Poser les questions suivantes aux élèves :

- *Que remarquez-vous au sujet du rapport entre le nombre d'atomes de carbone et le nombre d'atomes d'hydrogène en observant ce tableau? (les élèves devraient remarquer qu'il y a toujours deux fois plus d'atomes d'hydrogène que d'atomes de carbone)*
- *D'après vos observations, combien d'atomes d'hydrogène y aurait-il dans un alcane à 11 atomes de carbone? À 20 atomes de carbone? À 50 atomes de carbone? Expliquez comment vous le savez. (22; 40; 100)*
- *Essayez d'écrire une formule générale pour les alcanes. (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)*

Étant donné la formule générale C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>, les élèves devraient comprendre que le nombre d'atomes d'hydrogène est le double de celui des atomes de carbone. En outre, chaque terme de cette série comportera une liaison double.





**La nomenclature des alcènes**

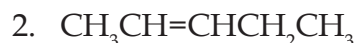
Présenter aux élèves les règles de nomenclature de l'UICPA pour les alcènes (voir *Chimie 11*, p. 556-557, *Chimie 11-12*, p. 375-376 ou *Chimie 12 STSE*, p. 24-25).

1. La chaîne de carbone principale est la plus longue chaîne continue de carbone qui contient une liaison double. Celle-ci va porter le nom de l'hydrure avec le suffixe « ène ».
2. Cette chaîne principale est numérotée dans le sens où la position du premier carbone qui a une liaison double a le plus petit indice. On place cet indice avant la terminaison « ène », par exemple but-1-ène.
3. Désigner l'emplacement de chaque substituant avec un nombre et un nom appropriés, comme pour les alcanes.

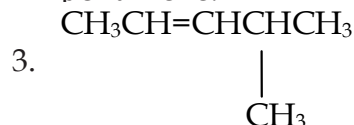
Inviter les élèves à nommer des alcènes.

Exemples :

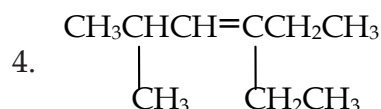
L'alcène est linéaire donc comprend 5 atomes carbones. Il s'agira donc de pentène. La liaison double est sur le premier carbone donc cette molécule se nomme pent-1-ène.



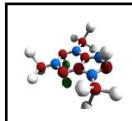
L'alcène est linéaire donc comprend 5 atomes de carbone. Il s'agit à nouveau d'un pentène, mais la liaison double est sur le deuxième atome de carbone, donc cette molécule se nomme pent-2-ène.



La plus longue chaîne comprend 5 atomes de carbone et la liaison double se retrouve sur le deuxième atome de carbone. Le composé est un pent-2-ène. Il y a un groupe méthyle sur le 4<sup>e</sup> atome de carbone, donc la molécule se nomme 4-méthylpent-2-ène.



Le texte du résultat d'apprentissage précise qu'il faut utiliser des chaînes moléculaires principales d'au plus six atomes de carbone. Les molécules deviendront suffisamment complexes une fois que les élèves commenceront à ajouter des ramifications. Le texte du RAS limite aussi les chaînes latérales aux groupes méthyle et éthyle. Dans le cours de chimie 11<sup>e</sup> année, il ne sert à rien de surcharger les élèves avec des chaînes latérales complexes comme celles de l'isopropyle. Comme les élèves ont déjà appris à ramifier les chaînes latérales des alcanes, les alcènes doivent être plus simples. Il faut informer les élèves que la liaison double est toujours numérotée d'abord, de manière à être désignée par le nombre le plus petit.



La plus longue chaîne qui contient une liaison double a 6 atomes de carbone. La liaison double serait sur le troisième atome de carbone. De plus, il y a un groupe méthyle sur le deuxième atome de carbone et un groupe éthyle sur le quatrième atome de carbone. La molécule se nomme donc 4-éthyl-2-méthylhex-3-ène.

### Construction de modèles moléculaires

Proposer aux élèves de construire des modèles moléculaires d'alcènes. Lorsqu'ils arrivent au butène, leur montrer les deux isomères possibles :

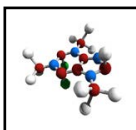


Si les élèves ont compris le concept de la numérotation des alcanes ramifiés, ils comprendront la nécessité de désigner la position de la liaison double et de proposer correctement les noms des deux isomères. Rappelez aux élèves que la numérotation peut commencer à partir de l'une ou l'autre des extrémités de la molécule, de sorte que la structure  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  est encore celle du but-1-ène.

### Enseignement direct – les hydrocarbures saturés et insaturés

Expliquer aux élèves que les hydrocarbures saturés ont un nombre maximal d'atomes d'hydrogène liés à chaque atome de carbone. Les alcanes sont des composés saturés puisqu'ils ont seulement des liaisons simples. Les hydrocarbures qui comprennent des liaisons doubles ou triples comprennent moins d'atomes d'hydrogène que ceux qui ont seulement des liaisons simples. On les nomme des hydrocarbures insaturés. Les hydrocarbures saturés ont tendance à avoir des points de fusion et d'ébullition plus élevés que les hydrocarbures insaturés. Les molécules de gras saturés, par exemple le beurre, sont habituellement solides à la température de la pièce contrairement aux gras insaturés qui sont habituellement liquides.

Les élèves auront sans doute entendu le terme « polyinsaturé » dans le contexte de la nutrition, des régimes alimentaires ou de la santé. Beaucoup devraient avoir entendu la nouvelle expression à la mode fortement utilisée dans les médias : acides gras trans. Il n'est pas nécessaire que les élèves comprennent toutes les complexités des structures cis vs trans des alcènes. Il suffit de dire que les acides gras trans se forment quand les fabricants ajoutent de l'hydrogène aux composés insaturés pour former des structures saturées. Les fabricants ont constaté que l'hydrogénation des huiles végétales comporte de nombreux avantages économiques, dont les suivants : le processus prolonge la durée de conservation, accroît la stabilité des saveurs du produit, solidifie le produit et réduit le risque de rancidité.



**En plus**

---

**1**

Inviter les élèves à faire une recherche sur la pyrolyse du pétrole brut et de se pencher sur les dossiers STSE connexes, par exemple le transport du pétrole par bateau ou pipeline.

**2**

Inviter les élèves à faire une recherche sur les acides gras trans et la santé des Canadiennes et des Canadiens. Les questions suivantes peuvent servir à entamer une réflexion sur ce thème :

- Comment le secteur manufacturier utilise-t-il les acides gras trans pour vendre ses produits?
- Dans quelle mesure consomme-t-on ces acides gras aujourd'hui?
- L'obésité fait-elle problème actuellement dans la société?
- Y a-t-il une solution au problème de l'obésité?
- Quel effet l'obésité aura-t-elle sur les générations à venir?

Les sites Internet suivants pourraient servir à appuyer cette recherche :

*L'actualité.* <http://www.lactualite.com/>

*Radio-Canada, émission L'épicerie.* <http://www.radio-canada.ca/actualite/lepicerie/docArchives/2003/11/27/enquete.shtml>

*Radio-Canada, émission Maisonneuve.* <http://www.radio-canada.ca/radio/maisonneuve/19112004/42368.shtml>

*Aliments et nutrition.* [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/gras-trans-fats/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/gras-trans-fats/index_f.html)

**Stratégies d'évaluation suggérées****1**

Proposer aux élèves de comparer les réactions d'hydrogénation et de déshydrogénation à l'aide d'un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.19).

**2**

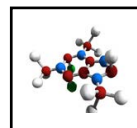
Demander aux élèves de rédiger la formule à partir du nom d'un alcène et, inversement, dessiner la formule développée condensée à partir du nom. Ils doivent aussi pouvoir dessiner et nommer des alcènes ramifiés comportant une chaîne principale d'au plus six atomes de carbone.

**3**

Demander aux élèves de comparer les hydrocarbures saturés et insaturés à l'aide d'un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.19).

**4**

Proposer aux élèves de compléter l'activité de  l'annexe 7.



## Bloc E : Les alcynes

L'élève sera apte à :

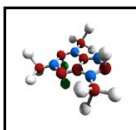
- C11-5-11** décrire de façon sommaire la transformation des alcènes en alcynes, et des alcynes en alcènes,  
entre autres la déshydrogénation/l'hydrogénation, les modèles moléculaires;  
RAG : D3, E3
- C11-5-12** nommer, dessiner et construire des modèles moléculaires d'alcynes et d'alcynes ramifiés,  
entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, les groupes éthyle et méthyle, la nomenclature de l'UICPA, la formule développée, la formule condensée, la formule moléculaire, la formule générale  $C_nH_{2n-2}$ ;  
RAG : D1, D3, E3
- S3C-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension des concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- S3C-0-R1** tirer des informations à partir d'une variété de sources et en faire la synthèse,  
entre autres imprimées, électroniques et humaines.  
RAG : C2, C4, C6

**Stratégies d'enseignement suggérées****En tête**

Inviter les élèves à construire un modèle d'éthène et leur poser les questions suivantes :

- *Que faudrait-il faire pour transformer cette liaison double en liaison triple? (enlever un atome d'hydrogène à chacun des atomes de carbone afin de créer la liaison triple entre les atomes de carbone)*
- *Quel type de molécule est formé? (un alcyne)*
- *Quel nom pourrait-on donner à cette molécule? (éthyne)*

Les élèves connaissent maintenant la structure des alcanes et des alcènes, ainsi que les processus de transformation que sont la déshydrogénation et l'hydrogénation. Ils ont aussi étudié les différences entre la formule moléculaire, la formule développée et la formule développée condensée, ainsi que l'organisation des électrons autour de l'atome de carbone dans les liaisons simples et doubles. Les élèves ont appris ce qu'étaient les alcynes dans le cadre du résultat d'apprentissage C11-5-04; on a alors fait une brève comparaison pour cerner les différences quant à la structure et aux propriétés physiques relatives.



- Que faudrait-il faire pour retransformer cet alcyne en éthène? (rajouter un atome d'hydrogène à chacun des atomes de carbone)

## En quête

### Enseignement direct - la transformation des alcènes en alcynes

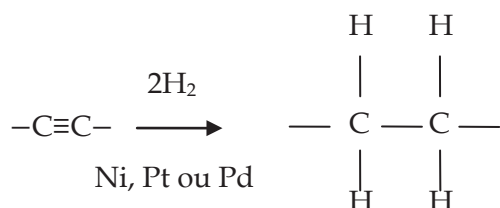
Présenter aux élèves la réaction impliquée dans la transformation d'alcènes en alcynes (déshydrogénation) et la réaction impliquée dans la transformation d'alcynes en alcènes (hydrogénation).

On peut fabriquer l'acétylène (éthyne) en faisant réagir de l'eau avec le carbure de calcium ( $\text{CaC}_2$ ). Ce composé est fabriqué au moyen de la simple réaction de l'oxyde de calcium avec du charbon, à des températures élevées. Une autre synthèse repose sur l'oxydation partielle du méthane à haute température.

Comme c'est le cas de la préparation des alcènes supérieurs, les alcynes supérieurs sont fabriqués par la déshydrohalogénéation des halogénures d'alkyle. Il ne faut pas s'attendre à ce que les élèves mémorisent les transformations, mais plutôt à ce qu'ils se rendent compte de la complexité des composés organiques et de leurs réactions.



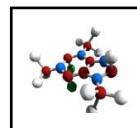
Le processus inverse est beaucoup moins complexe. On peut facilement convertir un alcyne en un alcane.



L'hydrogénation dans des conditions différentes produit un alcène; toutefois, deux formes de l'alcène sont produites, soit les formes cis et trans.

### Formule générale des alcènes et construction de modèles moléculaires

Expliquer aux élèves que le premier terme de cette série doit être l'éthyne, molécule à deux atomes de carbone, communément appelé acétylène. Présenter la formule générale  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . Les élèves devraient comprendre que le nombre d'atomes d'hydrogène est inférieur de deux à ce qui est le cas d'un alcène. En outre, chaque terme de la série contient une triple liaison.



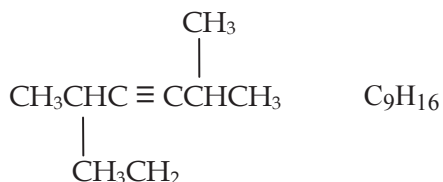
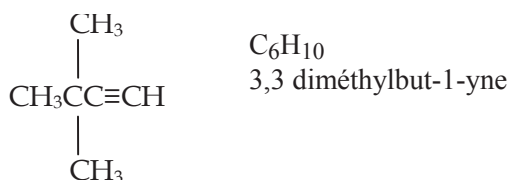
Proposer aux élèves de dessiner la formule développée, de manière à voir plus facilement l'octet de chaque atome de carbone. La liaison triple réduit aussi le nombre d'atomes d'hydrogène liés aux atomes de carbone raccordés à la liaison triple. Les élèves peuvent utiliser des modèles moléculaires pour créer des exemples de molécules dans le contexte de ce résultat d'apprentissage.

En dessinant et en construisant la molécule d'éthyne, de propyne, etc., les élèves percevront la nature de la structure des composés et la position des atomes d'hydrogène autour de la molécule. Quand ils parviendront au butyne, ils comprendront que, comme dans le butène, elle a deux isomères distincts ayant des noms différents.

Les élèves doivent pouvoir nommer les alcynes, y compris les chaînes moléculaires principales comportant six atomes de carbone : éthyne, propyne, butyne, pentyne et hexyne. Les élèves savent déjà ce que sont les alcanes et les alcènes ramifiés, de sorte que le remplacement de la liaison double par une liaison triple ne devrait présenter aucune difficulté, pourvu qu'ils aient soigneusement appris le système d'appellation des alcanes et des alcènes (voir *Chimie 12 STSE*, p. 28-30).

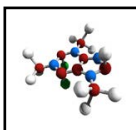
Il n'est pas nécessaire d'aborder la question des composés mélangés à double et à triple liaison, non plus que le concept des diènes, des triènes, des diyynes et des triynes.

Voici quelques exemples pour illustrer la nomenclature des alcynes ramifiés.



Bien sûr, celle-ci est quelque peu trompeuse, car la chaîne parente la plus longue est 7, de sorte que le nom correct est :

2,5-diméthylhept-3-yne.





Indiquer aux élèves que, dans un espace tridimensionnel, les molécules ont une tout autre allure. C'est là un autre argument favorisant l'utilisation par les élèves des modèles moléculaires qui leur permettent de voir concrètement la configuration tridimensionnelle des molécules organiques ramifiées.

### En fin

Inviter les élèves à consolider leur compréhension des termes suivants au moyen du procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9 et 10.10, et 10.22) : alcane, alcène, alcyne, hydrogénation, déshydrogénation.

### Stratégies d'évaluation suggérées

1

Si une trousse de construction de modèles moléculaires est disponible, une excellente façon de passer en revue les séries homologues d'hydrocarbures étudiées jusqu'ici consiste à organiser un test pratique. Construire diverses molécules dans le laboratoire, et les élèves ont quelques minutes pour identifier la structure de chacune et en écrire le nom correct, avant de passer à la suivante.

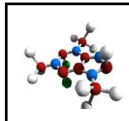
2

Inviter les élèves à donner le nom correct de divers alcynes et alcynes ramifiés, à partir de la formule condensée et, inversement, dessiner une molécule à partir de son nom.

Les renseignements suivants sont destinés à renseigner l'enseignant, mais celui-ci voudra peut-être transmettre une partie de ces données historiques aux élèves.

L'acétylène (éthyne), premier terme de cette nouvelle série homologue d'hydrocarbures, est très important dans les secteurs de la fabrication et de la construction, car on s'en sert dans le soudage oxyacétylénique. D'énormes quantités de ce gaz sont utilisées chaque année. Il est dissous sous pression dans l'acétone contenue dans des bonbonnes, et il est vendu comme combustible de soudage. C'est aussi la matière organique de base pour la synthèse à grande échelle d'un certain nombre d'importants composés organiques, y compris l'acide acétique et divers composés insaturés utilisés dans la fabrication de plastiques et de caoutchouc synthétique.

Edmund Davy a découvert l'acétylène en 1836, et la plupart des recherches ont été menées par Berthelot, mais il a fallu que le chimiste français F.F.H. Moisson invente la fournaise électrique et réussisse à produire du carbure de calcium à grande échelle pour que l'acétylène devienne un important produit chimique industriel. Bon nombre des utilisations synthétiques de l'acétylène sont issues du travail que l'Allemagne a fait avant, pendant et après la Deuxième Guerre mondiale, sous la direction de W. Reppe. Les recherches sur ce composé ont été accélérées parce que l'Allemagne manquait de sources de pétrole brut. Celle-ci espérait pouvoir remplacer le pétrole par ce composé, en tant que combustible. La majeure partie des recherches effectuées ont révolutionné la chimie industrielle de l'acétylène.



Bloc F : Les hydrocarbures aromatiques

L'élève sera apte à :

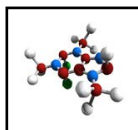
- C11-5-13** comparer la structure des hydrocarbures aromatiques avec celle des hydrocarbures aliphatiques,  
entre autres les modèles moléculaires, les formules condensées;  
RAG : A2, A4, B1, D3
- C11-5-14** décrire des utilisations pratiques des hydrocarbures aromatiques,  
*par exemple les diphényles polychlorés, la caféine, les stéroïdes, les solvants organiques (toluène, xylène);*  
RAG : A5, B3, B5, E2
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension de concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse,  
entre autres imprimées, électroniques et humaines.  
RAG : C2, C4, C6

Stratégies d'enseignement suggérées

En tête

Inviter les élèves à développer un schéma conceptuel sur les composés organiques et d'y inclure les termes suivants : *hydrocarbure, saturé, insaturé, chaîne, cycle, alcane, alcène, alcyne.*

En dehors du fait qu'ils connaîtront le sens non organique du mot « aromatique », les élèves ne sauront probablement pas ce que sont les hydrocarbures aromatiques. Certains élèves concluront peut-être que les substances aromatiques dégagent une odeur forte. En fait, c'est cette description qui, à l'origine, a distingué ces dernières des substances aliphatiques parentes.

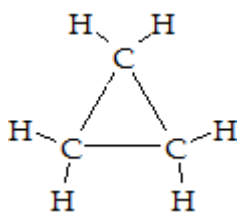




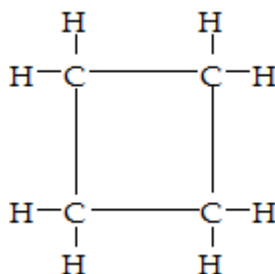
## En quête

## Enseignement direct – les composés aromatiques

Expliquer aux élèves que le mot « aromatique » a désigné à l'origine l'odeur plaisante de nombreux composés naturels. Le benzène et ses dérivés ont été produits à partir de divers baumes et résines odorants. Le mot « aliphatique » s'appliquait quant à lui aux substances dérivées d'acides gras (*du grec, aleiphatos, qui veut dire « gras »*). Ces noms ont donné lieu à deux branches de la chimie organique, soit celles des substances aliphatiques et des substances aromatiques (voir *Chimie 11*, p. 18-19, *Chimie 11-12*, p. 381-383 ou *Chimie 12 STSE*, p. 35-36).



cyclopropane



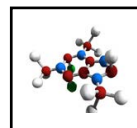
cyclobutane

Le mot « aromatique » est associé au benzène et à ses dérivés, tandis que le terme « aliphatique » désigne essentiellement des composés à chaîne ouverte, exception faite de certains composés aliphatiques cycliques tels que le cyclopropane et le cyclobutane, illustrés ci-haut.

Les composés aliphatiques et aromatiques sont semblables, en ce sens que ce sont des hydrocarbures contenant des atomes d'hydrogène attachés à des atomes de carbone et qu'ils respectent la tétravalence du carbone. Les deux groupes de composés sont généralement inflammables et ils ont des points d'ébullition relativement bas.

Toutefois, les composés de benzène insaturés, mis à part le fait qu'ils ont une structure différente, ne réagissent pas de la même manière que les oléfines aliphatiques.

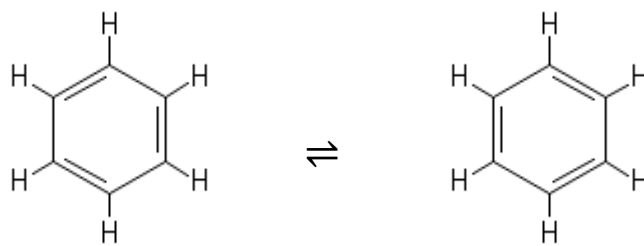
La découverte du benzène et de sa structure a marqué une étape à la fois intéressante et importante dans l'histoire de la chimie organique. Michael Faraday a isolé cette substance remarquable pour la première fois en 1825. Il l'a découverte dans le condensat huileux qui se formait dans les conduites de gaz d'éclairage de Londres, en Angleterre. Faraday a établi sa formule empirique comme étant CH et a appelé la substance « hydrogène carburé ». En 1834, Eilhard Mitscherlich a arrêté la formule moléculaire réelle (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), en chauffant de l'acide benzoïque avec de la chaux. La définition de la formule développée de ce composé a présenté un défi beaucoup plus grand que celle d'autres composés organiques. Sa formule moléculaire donnait à penser que c'était une substance insaturée, mais elle ne réagissait pas comme d'autres hydrocarbures insaturés. En fait, elle était remarquablement stable.



Il fallut attendre 1865 pour que le chimiste allemand Kekulé propose une structure qui expliquait le comportement chimique de la substance. Il a proposé une structure hexagonale cyclique de six atomes de carbone avec des liaisons doubles et simples alternées. Chaque atome de carbone n'était lié qu'à un seul atome d'hydrogène.

Après d'autres expériences menées par d'autres scientifiques, Kekulé a modifié sa structure pour tenir compte d'autres éléments d'information. Dans le diagramme, les liaisons doubles se situent entre les atomes de carbone 2 et 3. Il a soutenu que les liaisons doubles oscillaient ou résonnaient entre les atomes de carbone 2 et 1. De même, les autres liaisons doubles résonneraient entre les autres atomes de carbone, comme le diagramme suivant l'illustre.

Ces deux structures d'égale énergie sont appelées « hybrides de résonance ». La structure réelle se situe, croit-on, quelque part entre ces deux structures que l'on peut représenter simplement de la façon suivante :



Structure de Kekulé

On peut simplifier ces diagrammes pour n'en faire qu'un représentant les deux hybrides de résonance.

### Recherche

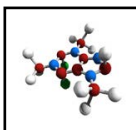
Proposer aux élèves de faire des recherches et un compte rendu sur le travail que Kekulé et d'autres scientifiques ont fait pour définir la structure du benzène. Ils pourront ensuite présenter le fruit de leurs recherches sous la forme :

- de comptes rendus écrits;
- d'exposés oraux;
- de tableaux d'information.

### En fin

---

Inviter les élèves à compléter leur schéma conceptuel en y ajoutant les termes : *aliphatique* et *aromatique*.



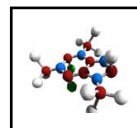
**En plus**

La découverte du benzène, de sa structure et de ses propriétés uniques a donné naissance à une nouvelle industrie qui s'est consacrée entièrement à la fabrication du benzène et de ses dérivés. En faisant des recherches sur le Web ou en recevant des renseignements de leur enseignant, les élèves prendront rapidement conscience de la toxicité de la majorité des dérivés aromatiques du benzène, même si ce sont des ingrédients essentiels des produits de nylon et de plastique. De nombreux thèmes STSE peuvent faire l'objet d'une discussion en classe ou d'une recherche. Voici un certain nombre de questions pour amorcer la discussion sur l'utilisation et l'élimination des hydrocarbures aromatiques. Ces questions pourraient aussi être étudiées dans le cadre du résultat d'apprentissage C11-5-24 qui propose aux élèves d'examiner des enjeux liés à la chimie organique.

- Dans quelle mesure le benzène et ses dérivés sont-ils toxiques?
- Quelle est l'importance des plastiques et des produits de caoutchouc synthétique dans notre vie?
- À quel point sont-ils nécessaires?
- À quel point ces solvants toxiques sont-ils nécessaires pour fabriquer les plastiques et les produits de caoutchouc synthétique?
- Où la majorité de ces produits sont-ils fabriqués?
- De quelle main-d'œuvre se sert-on principalement pour fabriquer les produits de plastique?
- Quelles mesures doit-on prendre pour assurer la sécurité des travailleurs dans cette industrie?
- Comment les stéroïdes anabolisants sont-ils utilisés dans la société?
- La caféine cause-t-elle une accoutumance?
- Quels sont les effets négatifs connus de la caféine?
- Comment utilise-t-on les BPC aujourd'hui?
- Quelles mesures de sécurité applique-t-on pour éliminer les BPC?
- Où les déchets toxiques sont-ils entreposés au Canada?
- Où les déchets toxiques sont-ils entreposés au Manitoba?

**Stratégies d'évaluation suggérées****1**

Inviter les élèves à comparer les composés aromatiques et les composés aliphatiques à l'aide d'un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18 et p. 10.24).



Bloc G : Les alcools

L'élève sera apte à :

- C11-5-15** écrire la formule condensée et le nom d'alcools communs, entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-16** décrire des utilisations de l'alcool méthylique (méthanol), de l'alcool éthylique (éthanol) et de l'alcool isopropylique (propan-2-ol);  
RAG : B3, D3
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension de concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse, entre autres imprimées, électroniques et humaines.  
RAG : C2, C4, C6

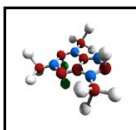
Stratégies d'enseignement suggérées

En tête

Inviter les élèves à faire un remue-méninges sur les alcools. Les questions suivantes pourraient servir à appuyer cette réflexion :

- C'est quoi un alcool?
- Connaissez-vous différents types d'alcool?
- À quoi servent ces différents types d'alcools?

Les élèves devraient connaître les termes méthanol, éthanol et alcool isopropylique. Ils connaissent peut-être même d'autres noms de ces alcools et certaines données sur le processus de fermentation servant à produire l'alcool éthylique (éthanol). Les élèves connaissent déjà les préfixes désignant la longueur des chaînes moléculaires.



**En quête****Enseignement direct – les groupes fonctionnels**

Expliquer aux élèves que les groupes fonctionnels sont des atomes ou groupes d'atomes rattachés à une molécule organique et lui donnant des propriétés physiques et chimiques particulières. Le groupe fonctionnel qui caractérise un alcool se nomme le groupe hydroxyle, -OH. S'assurer que les élèves ne mélangent pas ce groupe et l'ion hydroxyde (OH<sup>-</sup>) dans les composés inorganiques. Le groupe hydroxyle est lié de façon covalente à un atome de carbone dans la chaîne principale (voir *Chimie 11-12*, p. 425, *Chimie 12*, p. 25 ou *Chimie 12 STSE*, p. 42).

**La nomenclature des alcools**

Expliquer aux élèves que plusieurs alcools ont des noms communs, mais que le système de l'UICPA permet aussi de les nommer. Selon ce système, l'alcool est nommé selon le nom de l'hydrure auquel on ajoute le suffixe « ol ». Ce suffixe est précédé d'un indice de position, qui doit être le plus petit possible (voir *Chimie 11-12*, p. 427, *Chimie 12*, p. 26 ou *Chimie 12 STSE*, p. 43-45). S'il y a des ramifications (p. ex. : méthyle), les inclure dans le nom en donnant priorité à la fonction alcool. Il n'est pas nécessaire d'inclure des diols lorsqu'on présente la nomenclature des alcools.

Exemples :

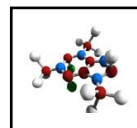
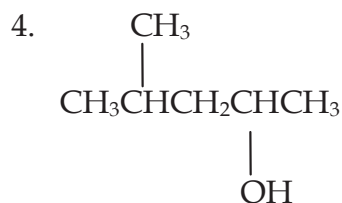
La chaîne principale contient un carbone, donc il s'agit de méthanol (noms communs : alcool méthylique, ou alcool de bois)



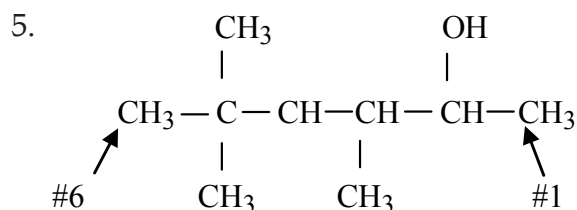
La chaîne contient 2 carbones, donc il s'agit d'éthanol (nom commun : alcool éthylique)



La chaîne principale contient 3 atomes de carbone et le groupe hydroxyle est sur le 2<sup>e</sup> atome de carbone, donc il s'agit de propan-2-ol (noms communs : alcool isopropylique ou alcool à friction)



La plus longue chaîne qui contient le groupe hydroxyle comprend 5 atomes de carbone. Il s'agit donc de pentanol. L'indice le plus bas pour le groupe hydroxyle est 2, donc il s'agit de pentan-2-ol. Il y a aussi un groupe méthyle sur le 4<sup>e</sup> atome de carbone, donc le nom final pour cette molécule est 4-méthylpentan-2-ol.



La plus longue chaîne qui contient le groupe hydroxyle comprend 6 atomes de carbone. Il s'agit donc d'hexanol. L'indice de position le plus petit pour le groupe hydroxyle est 2. Il y a trois groupes méthyle, donc le nom pour cette molécule est 3, 5, 5-triméthylhexan-2-ol

### Recherche - utilisation des alcools

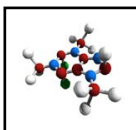
Proposer aux élèves de faire une courte recherche sur le méthanol, l'éthanol et le propan-2-ol. La recherche devrait inclure :

- la formule et le nom de l'alcool (nom commun et nomenclature UICPA);
- un modèle moléculaire de l'alcool;
- les applications de l'alcool.

### En fin

---

Proposer aux élèves d'utiliser un procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9, 10.10 et 10.22) pour représenter le groupe fonctionnel des alcools.



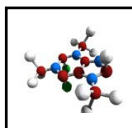
## Stratégies d'évaluation suggérées

1

Demander aux élèves d'écrire les noms d'alcools dont la chaîne principale comporte au plus six atomes de carbone, et d'en dessiner la formule condensée, comme l'indique l'énoncé du résultat d'apprentissage.

2

Évaluer la recherche des élèves en fonction des éléments demandés.



---

Bloc H : Les acides carboxyliques

---

L'élève sera apte à :

- C11-5-17** écrire la formule condensée et le nom d'acides carboxyliques, entre autres la chaîne principale comptant jusqu'à six atomes de carbone, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-18** décrire des utilisations d'acides carboxyliques communs, *par exemple les acides acétique, ascorbique, citrique, formique, acétylsalicylique (AAS)*;  
RAG : B3
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension de concepts en chimie, *par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots*;  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse, entre autres imprimées, électroniques et humaines.  
RAG : C2, C4, C6

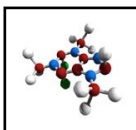
**Stratégies d'enseignement suggérées**

**En tête**

---

Inviter les élèves à faire un remue-méninges sur les acides carboxyliques. Les questions suivantes pourraient servir à appuyer cette réflexion :

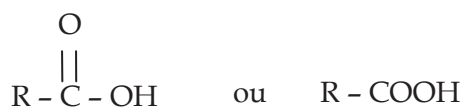
- *C'est quoi un acide carboxylique?*
- *Savez-vous ce qu'est l'acide acétique?*





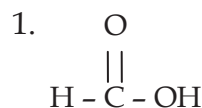
**En quête****Enseignement direct - les acides carboxyliques**

Présenter aux élèves la formule générale des acides carboxyliques. Le groupe fonctionnel des acides carboxyliques se nomme groupe carboxyle, qui peut être représenté par :

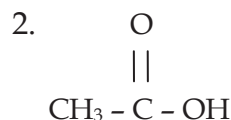


R représente n'importe quel hydrocarbure, un peu comme x peut représenter n'importe quel nombre entier en algèbre.

Tout comme les alcools, les acides carboxyliques ont souvent des noms courants. Selon la nomenclature de l'UICPA, deux éléments font partie du nom. On commence avec le mot acide et ensuite la chaîne parent d'hydrocarbure est nommée en remplaçant la terminaison « e » avec le suffixe « oïque ». Le groupe fonctionnel est toujours lié au premier carbone, donc la numérotation n'est pas nécessaire (voir *Chimie 11-12*, p. 436-438, *Chimie 12*, p. 39-40 ou *Chimie 12 STSE*, p. 57-60).

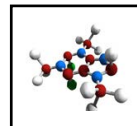
**Exemples**

Il y a seulement un carbone, donc le nom de cet acide est acide méthanoïque.



Il y a deux atomes de carbone donc le nom de cet acide est acide éthanoïque.

L'enseignant peut donner aux élèves la formule développée condensée des dérivés de l'acide carboxylique proposés dans les exemples cités dans l'énoncé du résultat d'apprentissage (ascorbique, lactique, etc.), mais ne doit pas s'attendre à ce que les élèves mémorisent les formules.



### Recherche - utilisation des acides carboxyliques

Proposer aux élèves de faire une courte recherche sur des acides carboxyliques communs, par exemple l'acide méthanoïque (acide formique), l'acide éthanoïque (acide acétique ou vinaigre), l'acide citrique (acide ascorbique), l'acide butanoïque, ou l'acide 2-hydroxypropanoïque (acide lactique). La recherche devrait inclure :

- la formule et le nom de l'acide (nom commun et nomenclature UICPA);
- les applications de l'acide.

Comme les alcools et les acides carboxyliques sont les réactifs quand on produit des esters, il importe que les élèves se familiarisent bien avec ces composés pour comprendre plus clairement l'expérience sur les esters dans le prochain bloc d'enseignement.

### Construction de modèles

Tout comme pour les autres familles de composés organiques, on peut ici se servir de modèles atomiques pour faire voir aux élèves la structure tridimensionnelle des acides carboxyliques.

### En fin

---

Inviter les élèves à représenter les acides carboxyliques à l'aide du procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9, 10.10 et 10.22).

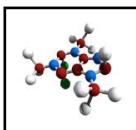
### Stratégies d'évaluation suggérées

1

Demander aux élèves d'écrire les noms d'acides carboxyliques dont la chaîne principale comporte au plus six atomes de carbone, et d'en dessiner la formule condensée.

2

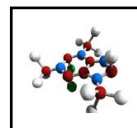
Évaluer la recherche des élèves en fonction des éléments demandés.



## Bloc I : Les esters

L'élève sera apte à :

- C11-5-19** mener une expérience en laboratoire impliquant la formation d'esters et examiner le processus d'estérification;  
RAG : C2, C3, C7, D3
- C11-5-20** écrire la formule condensée et le nom d'esters,  
entre autres les alcools et les esters comptant jusqu'à six atomes de carbone, la nomenclature de l'UICPA;  
RAG : D3
- C11-5-21** décrire des utilisations d'esters communs,  
*par exemple les phéromones, les saveurs artificielles;*  
RAG : D3, D6, E1
- C11-0-C1** utiliser des stratégies et des habiletés appropriées pour développer une compréhension de concepts en chimie,  
*par exemple les analogies, les cadres de concepts, les organigrammes, les manipulatifs, les représentations particulières, les jeux de rôle, les simulations, les cadres de tri et de prédiction, les cycles de mots;*  
RAG : D3
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse,  
entre autres imprimées, électroniques et humaines;  
RAG : C2, C4, C6
- C11-0-S1** faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement,  
entre autres connaître et prendre les précautions nécessaires à la sécurité, être au courant du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), savoir utiliser l'équipement d'urgence;  
RAG : B3, B5, C1, C2
- C11-0-S9** tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données,  
entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction;  
RAG : C2, C5, C8



**C11-0-G1** collaborer avec les autres afin d'assumer les responsabilités et d'atteindre les objectifs d'un groupe;  
RAG : C2, C4, C7

**C11-0-G3** évaluer les processus individuels et collectifs employés.  
RAG : C2, C4, C7

### Stratégies d'enseignements suggérées

#### En tête

---

Inviter les élèves à faire une chaîne de graffitis coopératifs (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16 et 3.17) en se servant des mots clés suivants : *équipement de sécurité, règles de sécurité, SIMDUT*.

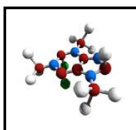
#### En quête

---

#### Activité de laboratoire - la formation d'esters

Proposer aux élèves de mener une activité de laboratoire pour préparer des esters (voir ☺ l'annexe 8, *Chimie 11-12*, p. 463, *Chimie 12*, p. 42-43 ou *Chimie 12 STSE*, p. 130-131). L'odeur qu'engendre l'expérience risque d'incommoder certains élèves (et enseignants!). Toutefois, la fiche signalétique au sujet des esters produits précise que les émanations issues de ces derniers n'ont aucun effet nuisible (réponses pour la question 2 de l'annexe 8 : *banane, dissolvant pour vernis, menthe, ananas, rhum, pomme, jasmin*).

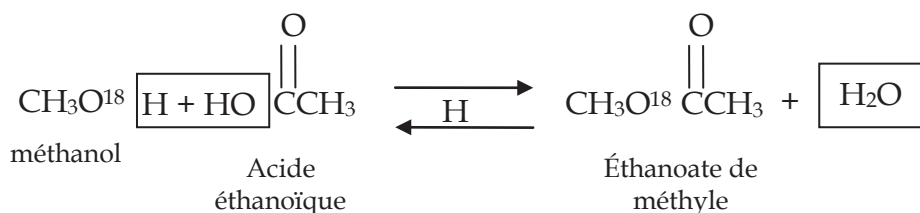
Si la pièce où l'expérience a lieu n'est pas bien ventilée, on recommande fortement de faire cette dernière sous une hotte de laboratoire. Une autre solution consiste à exécuter l'expérience pendant l'été, quand les fenêtres de la classe peuvent être ouvertes pour assurer une bonne ventilation. La réaction, même avec le catalyseur (acide sulfurique concentré), est lente. L'ajout d'une quantité excessive d'alcool fera en général basculer l'équilibre en faveur des produits, ce qui entraînera une production d'esters légèrement meilleure. L'enseignant doit conseiller aux élèves d'amener l'air vers eux avec leurs mains pour diluer l'odeur de la substance dans l'air. Tout enseignant qui a fait cette expérience sait que les odeurs ne sont pas très distinctes. Parmi les esters que l'on peut habituellement identifier, il y a le thé des bois ou le salicylate de méthyle. Comme les esters sont huileux et que leur densité est inférieure à celle de l'eau, on peut les verser délicatement dans de l'eau froide, dans un plat à évaporation, pour mieux en déceler l'odeur.



On ne doit pas exécuter toutes les réactions, car le laboratoire finirait par contenir tellement d'odeurs diverses qu'il serait très difficile de cerner clairement toute différence entre les odeurs. Les élèves disent généralement que les esters produits sentent tous la même chose. Il serait possible d'utiliser différents composés d'une année à l'autre, jusqu'à ce que les résultats soient satisfaisants.

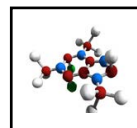
La réaction d'un alcool avec un acide carboxylique produisant un ester est généralement appelée estérification de Fischer. Les réactions de ce genre sont réversibles; en équilibre, une quantité appréciable d'acide et d'alcool n'ayant pas réagi peut être présente, ce qui donne un  $K_{eq}$  relativement grand. Compte tenu du principe de Le Châtelier, il faut faire basculer l'équilibre à droite pour produire plus d'esters. Dans le laboratoire de l'école secondaire, on peut faire cela en ajoutant un surplus d'acide carboxylique.

Des recherches faites avec des alcools primaires contenant de l'oxygène isotopique ( $O^{18}$ ) dans le groupe hydroxyle ont montré que l'oxygène radioactif issu de l'alcool devient partie intégrante de l'ester et non de l'eau. C'est là une utilisation intéressante des traceurs radioactifs pour suivre l'évolution d'une réaction.



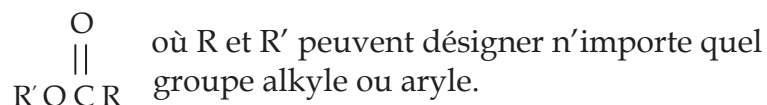
La marche à suivre décrite porte sur certaines des structures plus complexes. Les élèves doivent d'abord se familiariser avec les exemples de ce bloc d'apprentissage avant le début de l'expérience; cela les encouragera à lire la procédure et à songer aux mesures de sécurité applicables. Les élèves doivent préparer la cuve d'eau chaude nécessaire pour exécuter la réaction, avant de commencer à utiliser les alcools inflammables. De l'eau très chaude du robinet suffira souvent pour remplir la cuve.

Le tableau de l'annexe 9 présente d'autres réactions entre des alcools et des acides carboxyliques résultant en la formation d'esters.



**Enseignement direct – formule des esters et nomenclature**

Les réactions provoquées pendant l'expérience en laboratoire ont déjà exposé les élèves à la formule des esters. Les réactions d'estérification montrent aussi aux élèves comment les éléments sont rassemblés pour former un ester. L'enseignant doit donner aux élèves la formule générale des esters.



Expliquer aux élèves la nomenclature des esters (voir *Chimie 11-12*, p. 439-441, *Chimie 12*, p. 44 et 45 ou *Chimie 12 STSE*, p. 61-65). Indiquer aux élèves que, même si l'on a mis l'accent sur la nomenclature de l'UICPA, la désignation des esters comporte souvent aussi les noms communs de l'alcool et de l'acide carboxylique utilisés.

Étape 1 : identifier la partie « acide » et la nommer en remplaçant la terminaison « oïque » en « oate ».

Étape 2 : nommer le reste de la molécule avec la terminaison « yle ».

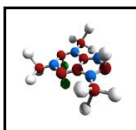
Étape 3 : placer les noms ensemble, les séparant avec la préposition de.

Exemples

La partie « acide » (celle qui contient C=O) a 6 carbones donc est un acide hexanoïque. On change la terminaison pour qu'elle devienne hexanoate. Le reste de la molécule contient 3 carbones alors devient le groupe propyle. Le nom de l'ester est donc *hexanoate de propyle*.



La partie « acide » comprend 5 atomes de carbones (acide pentanoïque) donc devient pentanoate. Le reste de la molécule comprend 1 atome de carbone donc est un groupe nommé méthyle. Le nom de l'ester est donc *pentanoate de méthyle*.



**Recherche – utilisation des esters**

Proposer aux élèves de mener une courte recherche au sujet d'esters communs et le présenter à la classe. Cette recherche doit inclure :

- les propriétés de l'ester;
- la formule et le nom de l'ester (nom commun s'il y a lieu et la nomenclature IUPAC);
- un modèle moléculaire de l'ester;
- les applications de l'ester.

Lors des présentations, encourager les élèves à compléter un cadre de notes. Indiquer aux élèves qu'ils doivent connaître les 6 premiers composés de chaque groupe fonctionnel.

Cette recherche peut être faite avec les trois groupes fonctionnels, différents groupes d'élèves présentant soit un alcool, un acide carboxylique ou un ester.

Outre l'utilisation évidente, soit le rehaussement des saveurs, de nombreux esters sont des phéromones. Une phéromone est une substance chimique qui transmet des éléments d'information d'un membre d'une espèce à un autre. Dans le cas des insectes, un langage virtuel existe entre les membres d'une même famille. Des phéromones spécifiques ont été détectées et analysées. Elles peuvent servir à diverses fins, par exemple, marquer une piste, avertir du danger, attirer un membre du sexe opposé, ou convoquer une assemblée. L'ester appelé acétate d'isopentyle est en fait la phéromone d'alarme de l'abeille domestique. Les élèves se rappelleront son odeur caractéristique, rappelant celle des bananes, quand ils l'auront préparée dans le laboratoire.

**En fin**

Proposer aux élèves de participer à un concours de construction de modèles de composés organiques (voir ☺ l'annexe 10).

**Stratégies d'évaluation suggérées****1**

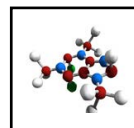
Évaluer le rapport d'expérience des élèves à l'aide d'une grille d'évaluation (voir ☺ l'annexe 6 du regroupement 2).

**2**

Se référer aux ☺ annexes 10 et 11 du regroupement 1 pour évaluer les habiletés de laboratoire des élèves.

**3**

Inviter les élèves à compléter l'exercice de ☺ l'annexe 11.



Bloc J : La polymérisation

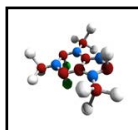
L'élève sera apte à :

- C11-5-22** décrire le processus de polymérisation et nommer d'importants polymères naturels et synthétiques,  
*par exemple le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, le Teflon<sup>MC</sup>;*  
RAG : A4, A5, D4, E1, E2
- C11-5-23** décrire l'influence des produits de la chimie organique sur la qualité de la vie,  
*par exemple les caoutchoucs synthétiques, le nylon, des médicaments, le Teflon<sup>MC</sup>;*  
RAG : A4, A5, B1
- C11-0-R1** tirer des informations d'une variété de sources et en faire la synthèse,  
entre autres imprimées, électroniques et humaines;  
RAG : C2, C4, C6
- C11-0-R2** évaluer l'information obtenue afin de déterminer l'utilité des renseignements,  
*par exemple l'exactitude scientifique, la fiabilité, le degré d'actualité, la pertinence, l'objectivité, les préjugés;*  
RAG : C2, C4, C5, C8
- C11-0-D1** identifier et explorer un enjeu STSE courant,  
*par exemple clarifier ce qu'est l'enjeu, identifier différents points de vue ou intervenants, faire une recherche sur l'information/les données existantes;*  
RAG : C4, C8
- C11-0-D2** évaluer les implications d'options possibles ou de positions possibles reliées à un enjeu,  
*par exemple les conséquences positives et négatives d'une décision, les forces et faiblesses d'une position, les dilemmes moraux.*  
RAG : B1, C4, C5, C6, C7

Stratégies d'enseignement suggérées

En tête

Proposer aux élèves de mener une activité pour fabriquer un polymère, en mélangeant une solution de 1 g de borate de sodium (Borax) dans 25 mL d'eau avec 4 g d'alcool polyvinyle dissout dans 25 mL d'eau chaude. On peut ajouter du colorant alimentaire à la solution d'alcool polyvinyle. Inviter les élèves à comparer les propriétés avant et après la réaction (voir *Chimie 11*, p. 535 ou *Chimie 12 STSE*, p. 132-133 pour une activité semblable).





**En quête****Enseignement direct – les polymères**

Expliquer aux élèves qu'un polymère est une très longue molécule formée par l'union de plus petites unités appelées monomères (voir *Chimie 11-12*, p. 445, *Chimie 12*, p. 81 ou *Chimie 12 STSE*, p. 116). Plusieurs des composés synthétiques qu'on utilise sont des polymères, par exemple le nylon, les plastiques, les adhésifs et la gomme à mâcher. Il existe aussi des polymères naturels tels que les molécules biologiques (l'amidon, les protéines, la cellulose, l'ADN, l'ARN et les graisses).

Les chimistes classent les polymères en plusieurs grandes catégories, tout dépendant de la façon dont ils sont préparés.

Les polymères d'addition

Les polymères d'addition (voir *Chimie 11-12*, p. 445-448, *Chimie 12*, p. 82 ou *Chimie 12 STSE*, p. 117-118) sont formés par une réaction dans laquelle des monomères s'ajoutent les uns aux autres pour former un polymère à longue chaîne. Le monomère contient d'habitude une double liaison carbone-carbone. Le polyéthylène, le polypropylène, le Teflon<sup>MC</sup>, l'orlon et les caoutchoucs synthétiques sont des exemples de produits polymériques formés de cette façon.

Les polymères de condensation

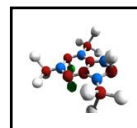
Les polymères de condensation sont formés par des réactions éliminant des petits groupements fonctionnels (p. ex. eau, ammoniac, chlorure d'hydrogène) de monomères différents (voir *Chimie 11-12*, p. 449, *Chimie 12*, p. 83 ou *Chimie 12 STSE*, p. 119-120). Les monomères se lient ensuite ensemble. Des exemples connus de polymères de condensation sont le nylon, le dacron et le polyuréthane.

Les polymères réticulés

Les polymères réticulés sont formés par l'union de longues chaînes en structures tridimensionnelles gigantesques et très rigides. Les polymères formés par les réactions d'addition et de condensation peuvent être modifiés par réticulation. Exemples connus de polymères réticulés : le bakalite<sup>MC</sup>, le caoutchouc et les résines de fibre de verre. La réticulation des polymères les rend plus rigides, mais cela les rend très difficiles à recycler.

**Démonstration – polyacrylate de sodium**

Un polymère plutôt inhabituel se trouve dans les couches jetables. Ce polymère granuleux est le polyacrylate de sodium (Waterloc<sup>MC</sup>). Ce solide absorbe environ 100 fois plus d'eau que son propre poids. On peut exécuter plusieurs tours de « magie » avec cette substance et quelques tasses de carton à intérieur blanc.



Placer environ 0,25 g de polyacrylate de sodium au fond d'une des tasses. Ajouter quelques gouttes d'eau pour faire adhérer la poudre au fond de la tasse. Prendre un verre d'eau et proposer aux élèves de participer au jeu des gobelets, en faisant attention de verser l'eau dans chacune des tasses, SAUF dans celle contenant la poudre. Mélanger les tasses, puis demander aux élèves de deviner où l'eau se trouve. Après avoir fait cela plusieurs fois, verser l'eau dans la tasse contenant la poudre. Attendre quelques minutes, puis inverser la tasse. Le polyacrylate de sodium aura absorbé toute l'eau, et la tasse paraîtra vide! (L'enseignant devra s'exercer quelques fois pour trouver la bonne quantité d'eau et de poudre, de manière que toute l'eau soit absorbée.)

### Recherche - les produits de la chimie organique

Proposer aux élèves de mener une recherche sur un composé organique de leur choix. Leur demander de partager l'information recueillie selon la méthode de leur choix (p. ex. : exposé oral, brochure informative, affiche). Peu importe la méthode choisie, le travail des élèves devrait contenir les renseignements suivants :

- nom et description du composé organique;
- utilisations du composé organique;
- effets positifs et négatifs sur la qualité de vie.

Les élèves devraient comprendre que des améliorations remarquables ont accompagné les progrès de l'être humain, MAIS aux dépens de l'environnement. La discussion de cette question doit mener les élèves au prochain résultat d'apprentissage, axé expressément sur les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE).

---

### En fin

1

Inviter les élèves à répondre à la question suivante dans leur carnet scientifique :

- *En quoi votre vie serait-elle différente si les composés organiques synthétiques tels que le nylon ou le Téflon n'existaient pas?*

2

Inviter les élèves à compléter un mot mystère pour revoir le vocabulaire lié à la chimie organique (voir @ l'annexe 12). Le corrigé figure à @ l'annexe 13.

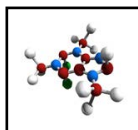
### Stratégies d'évaluation suggérées

1

Évaluer la recherche des élèves selon les critères établis.

2

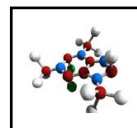
Demander aux élèves de préparer un cadre sommaire de concept pour décrire les polymères (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.25)



## Bloc K : La chimie organique et les enjeux STSE

L'élève sera apte à :

- C11-5-24** utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à la chimie organique,  
*par exemple la production de gasohol, les sources d'énergie de remplacement, le recyclage du plastique;*  
RAG : B1, B2, B3, B5, C4
- C11-0-D1** identifier et explorer un enjeu STSE courant,  
*par exemple clarifier ce qu'est l'enjeu, identifier différents points de vue ou intervenants, faire une recherche sur l'information/les données existantes;*  
RAG : C4, C8
- C11-0-D2** évaluer les implications d'options possibles ou de positions possibles reliées à un enjeu,  
*par exemple les conséquences positives et négatives d'une décision, les forces et faiblesses d'une position, les dilemmes moraux;*  
RAG : B1, C4, C5, C6, C7
- C11-0-D3** reconnaître que les décisions peuvent refléter certaines valeurs, et tenir compte de ses propres valeurs et de celles des autres en prenant une décision,  
*par exemple être en harmonie avec la nature, générer de la richesse, privilégier la liberté individuelle;*  
RAG : C4, C5
- C11-0-D4** recommander une option ou identifier sa position en justifiant cette décision;  
RAG : C4
- C11-0-D5** évaluer le processus utilisé par soi-même ou d'autres pour parvenir à une décision.  
RAG : C4, C5



## Stratégies d'enseignement suggérées

### En tête

---

Pour activer les connaissances antérieures des élèves en ce qui concerne le processus de prise de décisions, les inviter à discuter des projets qu'ils ont entrepris en 9<sup>e</sup> ou en 10<sup>e</sup> année :

- *Quels enjeux STSE avez-vous abordés?*
- *Quels étaient les intervenants concernés?*
- *Combien d'options avez-vous élaborées?*
- *Quelle option avez-vous finalement adoptée? Pourquoi?*
- *Quels sont vos meilleurs souvenirs du processus de prise de décisions?*
- *Quels ont été les moments les plus frustrants?*

Le modèle de prise de décisions a été présenté aux élèves dans le cours de sciences de la nature de la 9<sup>e</sup> et de la 10<sup>e</sup> année. Les élèves ont analysé des enjeux STSE en appliquant ce modèle. Les élèves sont censés connaître ce dernier, mais il serait utile, avant d'entreprendre la présente partie du cours, de le revoir rapidement.

Discuter de la nature des enjeux STSE. Amener les élèves à comprendre qu'un enjeu est une situation à l'égard de laquelle on doit prendre une décision d'ordre social, économique ou environnemental, et qu'il y a toujours plus d'une option. Les enjeux sont habituellement formulés à l'aide d'expressions telles que :

- Devrait-on...
- Doit-on...
- Faut-il...

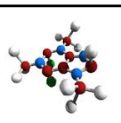
### En quête

---

Pour amorcer le processus de prise de décisions, inviter les élèves à relever des enjeux ayant trait à la chimie organique. Cerner chacun des enjeux en formulant une question qui touche de près l'environnement, la société ou l'économie, par exemple :

- *Le gouvernement manitobain devrait-il subventionner la production de gasohol?*
- *Devrait-on continuer le développement du champ d'Hibernia situé au large des Grands Bancs de Terre-Neuve?*
- *Devrait-on continuer l'exploitation des sables bitumineux au nord de l'Alberta?*
- *Devrait-on imposer des taxes plus élevées afin d'assurer le recyclage de plastiques?*
- *Devrait-on bannir l'utilisation de pesticides pour les gazons ou pour contrôler les insectes nuisibles tels que les maringouins?*

Inviter les élèves à entreprendre un projet dans lequel ils aborderont un enjeu particulier lié à l'utilisation des produits chimiques organiques dans notre société en passant par les étapes du processus de prise de décisions. Présenter une liste d'exigences aux élèves et leur fournir une



grille d'accompagnement (voir @ l'annexe 14 pour des informations sur le processus de prise de décision). Avec les élèves, décider si la classe examinera plusieurs questions ou une seule.

Les élèves peuvent présenter ces opinions variées, en adoptant plusieurs méthodes :

- un débat;
- une affiche;
- une argumentation comme celles faites devant un tribunal;
- un jeu de rôle;
- un exposé multimédia;
- une lettre;
- un article de journal.

Une fois les arguments présentés, les élèves appliquent le processus de prise de décision pour en venir à un consensus. On pourrait aussi organiser un scrutin à l'échelle de la classe ou auprès de tous les élèves de l'année en question.

## En fin

---

1

Inviter les élèves à compléter une auto-évaluation de leur travail de groupe à l'aide de @ l'annexe 15.

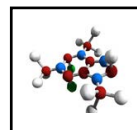
2

Inviter les élèves à ajouter, dans leur carnet scientifique, une inscription résumant leur opinion sur la décision de la majorité et sur celle de la minorité. Qui avait raison et qu'arrivera-t-il si un compromis s'impose pour régler les questions?

## Stratégies d'évaluation suggérées

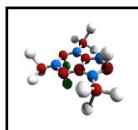
1

Le type d'évaluation utilisée variera selon l'approche adoptée, mais l'évaluation devrait mettre l'accent sur la capacité de l'élève à démontrer les habiletés indiquées dans le regroupement 0.



LISTE DES ANNEXES

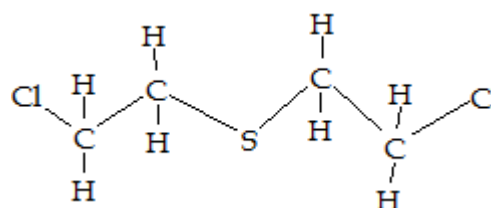
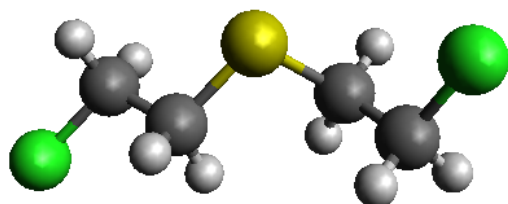
ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques.....	5.63
ANNEXE 2 : Démonstration – Réaction du luminol.....	5.71
ANNEXE 3 : Organique ou inorganique?.....	5.74
ANNEXE 4 : Les caractéristiques structurales du carbone – Renseignements pour l’enseignant.....	5.75
ANNEXE 5 : Les alcanes – Renseignements pour l’enseignants.....	5.76
ANNEXE 6 : Tendances chez les points de fusion et d’ébullition des alcanes.....	5.80
ANNEXE 7 : Les hydrocarbures saturés et insaturés.....	5.83
ANNEXE 8 : Expérience – La formation d’esters.....	5.85
ANNEXE 9 : Exemples de réactions produisant des esters.....	5.87
ANNEXE 10 : Concours de construction de modèle organique.....	5.88
ANNEXE 11 : Les esters.....	5.89
ANNEXE 12 : Grille de mots croisés – La chimie organique.....	5.90
ANNEXE 13 : Grille de mots croisés – Corrigé.....	5.93
ANNEXE 14 : Le processus de prise de décisions.....	5.94
ANNEXE 15 : Évaluation – Processus de collaboration.....	5.95



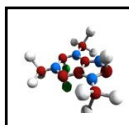
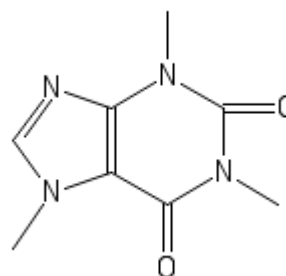
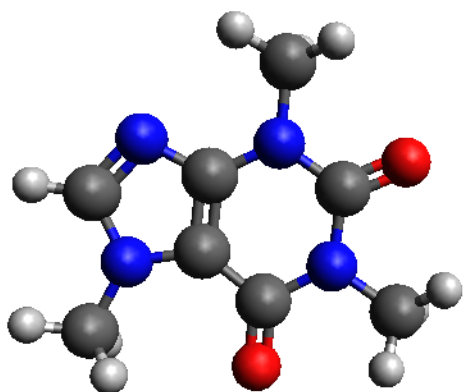
## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\*

À partir de la liste présentée à la fin de cette activité, choisis le composé chimique qui représente le mieux chacune des descriptions suivantes. Toutes les substances décrites sont des composés organiques.

1. Je suis un agent de guerre chimique utilisé durant la Première Guerre mondiale, qui cause de grosses ampoules au contact avec la peau. Ma formule chimique est  $C_4H_8Cl_2S$  et ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

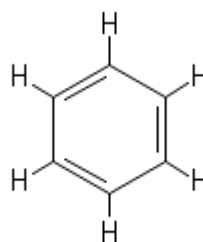
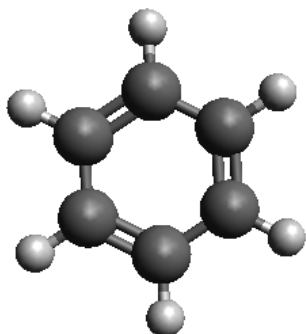


2. J'agis comme stimulant du système nerveux central, diminuant la fatigue et augmentant l'attention de façon temporaire. On peut me trouver dans une tasse de café et ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

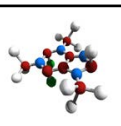
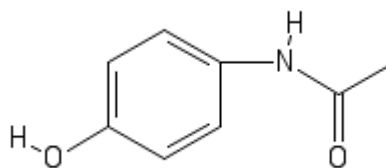
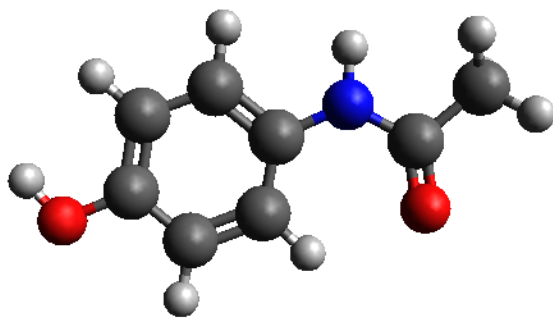


ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

3. Je suis un composé organique cancérigène avec la formule chimique  $C_6H_6$ . Je suis un solvant industriel important et un précurseur pour la production de plastiques, de caoutchouc synthétique et de colorants. Je suis un liquide incolore, inflammable et j'ai une odeur sucrée. On peut me représenter à l'aide de l'une ou l'autre des structures suivantes. Qui suis-je?



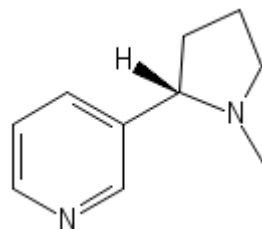
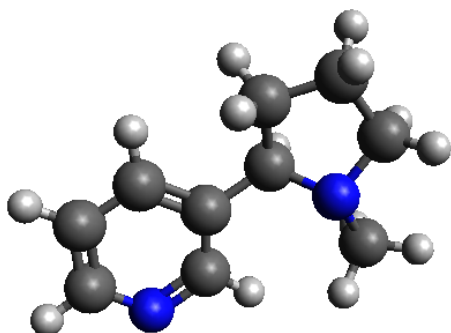
4. Je suis un des ingrédients majeurs dans le Tylenol<sup>MC</sup>. On m'utilise pour soulager les fièvres, les maux de tête ou autres douleurs. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?



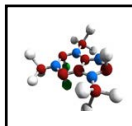
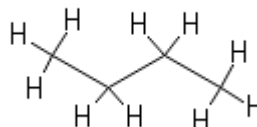
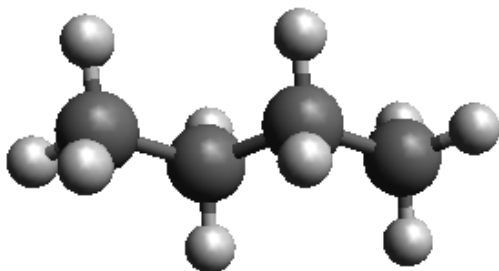


## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

5. Je suis un alcaloïde qu'on retrouve dans les plantes de tabac et de coca. À de faibles concentrations, j'agis comme stimulant chez les mammifères. Je suis un des principaux facteurs causant la dépendance physique au tabagisme. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

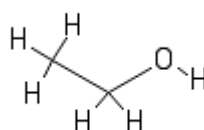
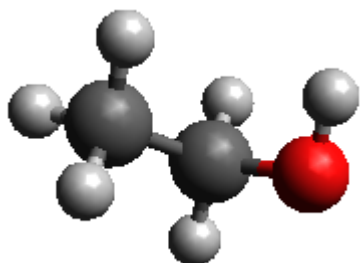


6. Je suis un gaz inflammable, incolore, inodore qui est facilement liquéfié. On me retrouve souvent dans les briquets. J'ai un point d'ébullition peu élevé, donc lorsqu'on fait activer la roulette, je me vaporise et je m'enflamme facilement. Ma réaction de combustion avec l'oxygène produit du  $\text{CO}_2$  et du  $\text{H}_2\text{O}$ . Ma formule chimique est  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  et ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

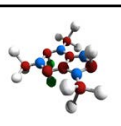
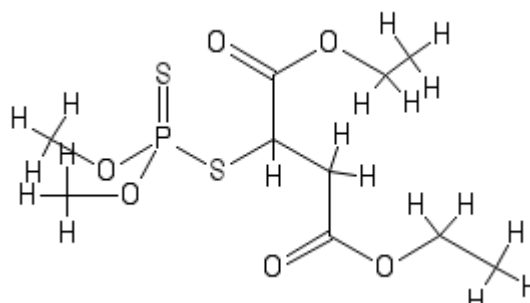
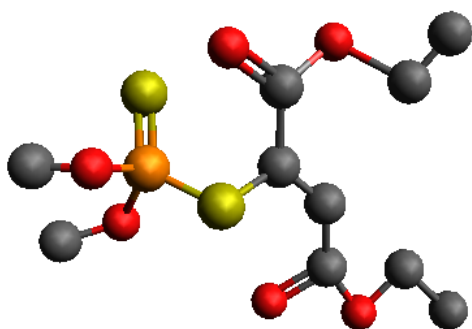


## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

7. Je suis l'agent intoxicant dans les boissons alcoolisées. On m'utilise beaucoup comme solvant pour des substances qui seront utilisées pour la consommation humaine ou comme produit à appliquer sur la peau, par exemple des parfums, des saveurs, des colorants et des médicaments. Je suis produit de façon synthétique par l'hydratation de l'éthylène ou par moyen biologique, en faisant fermenter des sucres avec de la levure. Ma formule chimique est  $C_2H_5OH$  et ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

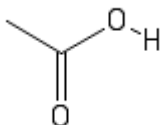
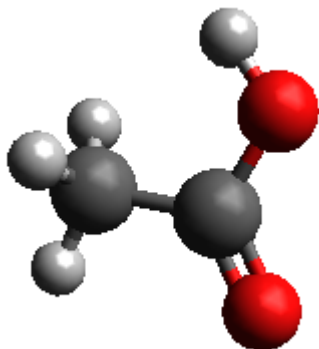


8. Je suis un insecticide organophosphaté à toxicité relativement basse pour les humains. J'empoisonne et je tue les moustiques, mais mon utilisation est controversée. On m'utilise aussi comme traitement contre les poux de tête, les poux de corps et la gale. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

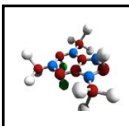
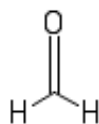
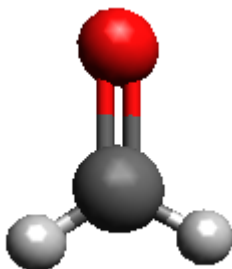


## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

9. J'ai un goût aigre et une odeur piquante. Je suis corrosif et ma vapeur peut causer une irritation aux yeux, au nez et à la gorge, ainsi qu'une congestion des poumons. Malgré ceci, plusieurs m'ajoutent en forme diluée sur leurs frites. Ma formule chimique est  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

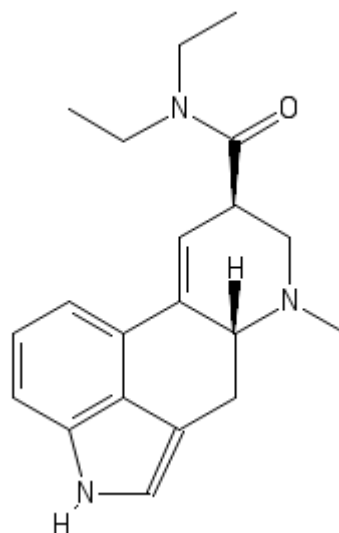
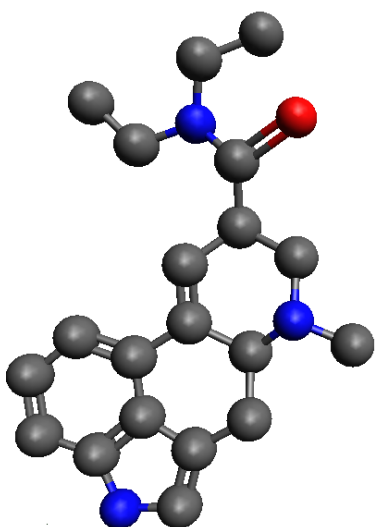


10. Je suis produit à partir de l'oxydation catalytique du méthanol. On m'utilise lors du processus d'embaumement pour désinfecter et préserver les restes humains de façon temporaire. Je suis aussi utile comme désinfectant puisque je tue la plupart des bactéries et des moisissures. J'agis aussi parfois comme agent de conservation dans les vaccins. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

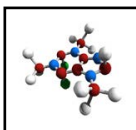
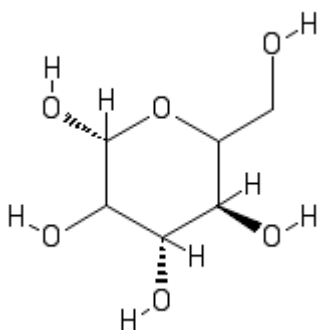


## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

11. Je suis une drogue psychédélique semi-synthétique. On me consomme (de façon illégale) comme drogue à usage récréatif. Les gens qui me consomment peuvent subir des symptômes physiques tels que des contractions utérines, l'hypothermie, la fièvre, des taux élevés de glucose sanguin, la chair de poule, une augmentation du rythme cardiaque, l'action de serrer les dents, la transpiration, la dilatation des pupilles, la production de salive, la production de mucus, l'insomnie, la paresthésie, l'euphorie, la surréflectivité, des tremblements et la synesthésie. La plupart des usagers disent qu'ils ressentent un engourdissement, un affaiblissement et la nausée. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

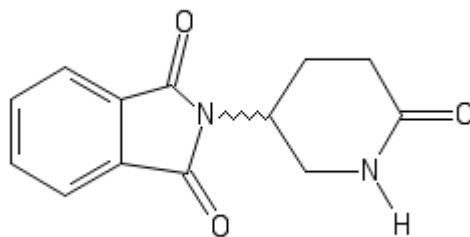


12. Je suis un monosaccharide et j'ai un goût sucré agréable. Les cellules se servent de moi comme source d'énergie. Je suis un des produits majeurs de la photosynthèse. Ma formule chimique est  $C_6H_{12}O_6$  et ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

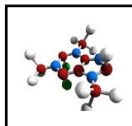
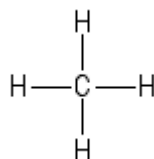
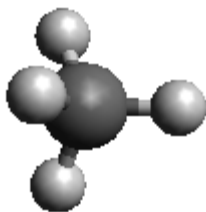


## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

13. Vers la fin des années 1950, on me prescrivait aux femmes enceintes pour combattre la nausée et pour les aider à mieux dormir. Ma prescription a eu des conséquences sérieuses, car environ 10 000 enfants de ces femmes sont nés avec des malformations importantes. Aujourd'hui, on m'utilise comme anti-inflammatoire et comme traitement pour des conditions cutanées douloureuses associées à la lèpre. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

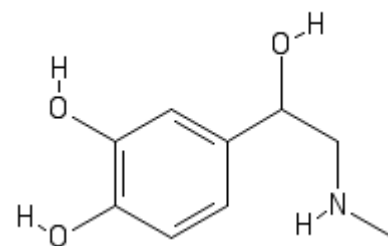
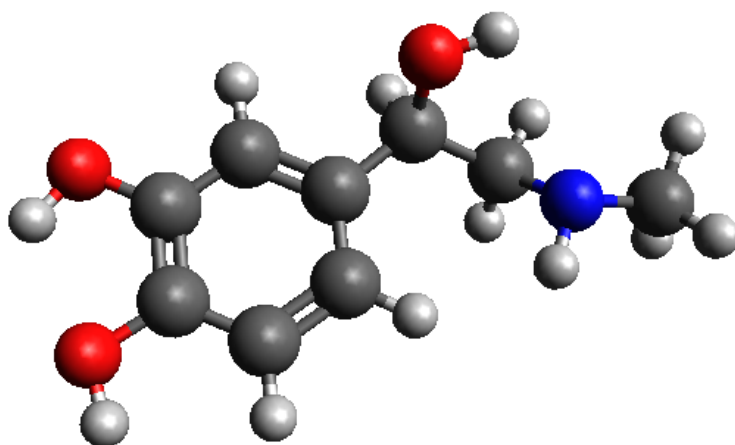


14. Je suis un gaz à effet de serre qui a un grand potentiel pour le réchauffement de la planète. Je suis l'alcane le plus simple et le composant principal du gaz naturel. Je suis incolore et inodore, mais on me mélange souvent à un produit odorant comme mesure de sécurité. Je suis non toxique, mais très inflammable. Je **peux aussi** former des mélanges explosifs avec l'air. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?



## ANNEXE 1 : Qui suis-je? – Une introduction aux composés organiques\* (suite)

15. On me nomme souvent l'hormone de la réaction de combat ou de fuite et je joue un rôle important dans la réaction à court terme au stress. Les glandes surrénales me libèrent lorsque le corps réagit au stress. Lorsque je suis sécrété dans le sang, je prépare le corps pour agir dans une situation d'urgence. J'augmente l'apport d'oxygène et de glucose au cerveau et aux muscles, tout en inhibant des processus corporels qui se déroulent lorsque le corps est au repos (surtout la digestion). Je suis aussi utilisé dans les EpiPen<sup>MC</sup>. Ma structure chimique est présentée ci-dessous. Qui suis-je?

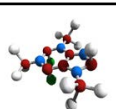


Source des molécules à 3 dimensions : Avogadro, <http://avogadro.openmolecules.net/>, version 1.0.3

Liste des composés :

butane	éthanol
Acide ascorbique	épinéphrine (adrénaline)
formaldéhyde	LSD
AAS (acide acétylsalicylique)	caféine
méthane	malathion
diméthoxane	glucose
thalidomide	octane
gaz moutarde	benzène
acide acétique (vinaigre)	acétaminophène
nicotine	alcool isopropylique

\*Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning, «Organic Compounds - C11-5-01 », *Chemistry Teaching Resources*, <<http://umanitoba.ca/outreach/crystal/chemistry.html>> (Consulté le 14 mai 2012). Adaptation autorisée par l'Université du Manitoba.



## ANNEXE 2 : Démonstration – Réaction du luminol\*

La première mention écrite des réactions de chimiluminescence a été faite par Aristote (384-322 A.J.-C.) qui observa des émissions faibles à partir de poissons et champignons morts.

**Introduction**

La chimiluminescence est un processus où l'énergie d'une réaction chimique est libérée sous forme de lumière, sans la participation de chaleur ou d'une flamme. Ce processus ressemble à la fluorescence (p. ex. les enseignes lumineuses au néon), la phosphorescence (les jouets qui brillent dans le noir) ou l'incandescence (les ampoules), mais ressemble le plus à la bioluminescence. L'exemple le plus courant de ce processus est la bioluminescence de la luciole.

La luciole présente le système de bioluminescence le plus efficace découvert jusqu'à ce jour. Il produit 88 photons de lumière pour chaque 100 molécules de réactif, résultant en un taux d'efficacité de 88 %! La recherche moderne sur les phénomènes de chimiluminescence a mené à la découverte d'une douzaine de réactions chimiques produisant de la lumière, mais la plupart ont un taux d'efficacité de seulement environ 1 %. Aux fins de comparaison, une ampoule a une efficacité d'environ 10 % lorsqu'elle convertit de l'énergie électrique en lumière, le reste de l'énergie produisant de la chaleur.

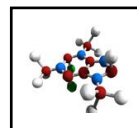
L'importance majeure de ce type de réaction est l'absence de chaleur. De l'énergie lumineuse est produite directement à partir d'une réaction chimique sans passer par un stade intermédiaire impliquant la chaleur. Les produits de la chimiluminescence ne se réchauffent jamais et sont ininflammables. Cela explique pourquoi les scientifiques voudraient bien copier la luciole!

**Applications de la chimiluminescence :**

- L'industrie pharmaceutique (analyse et contrôle de qualité)
- La science en milieu clinique
- L'industrie d'oxyde d'aluminium
- La criminalistique (le luminol est utilisé pour l'analyse des lieux d'un crime en permettant de déceler des traces de sang en réagissant avec les ions fer des globules rouges)
- La détection de photoactivité dans l'eau à partir de sa concentration en  $H_2O_2$
- La détection de monoxyde d'azote chez les patients souffrant d'asthme
- La chromatographie liquide à haute performance (CLHP)

**Réaction de chimiluminescence**

Éteindre les lumières et observer la production d'une lumière bleue lorsque deux solutions froides sont mélangées.



**ANNEXE 2 : Démonstration – Réaction du luminol\* (suite)**

**Matériel**

- 0,05 g de luminol (composé organique)
- 100 mL de solution d'hydroxyde de sodium 1,0 mol/L
- 100 mL de solution d'hypochlorite de sodium, 0,5 % (produite en diluant 10 mL d'une solution d'hypochlorite de sodium 5 % avec 100 mL d'eau distillée ou en diluant de l'eau de Javel 1:10 avec de l'eau distillée)
- cylindre gradué de 100 mL
- 2 béchers de 250 mL
- 1 bécher de 500 mL
- bain de glace (assez grand pour y placer les deux solutions)
- balance

**Mise en garde**

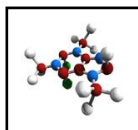
La solution de luminol/hydroxyde de sodium est corrosive et peut brûler la peau et endommager les yeux. L'hypochlorite de sodium est aussi corrosif et toxique et réagit avec les acides pour produire du chlore gazeux.

**Marche à suivre**

1. Mesurer 0,05 g de luminol et l'ajouter à 100 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium.
2. Placer les solutions de luminol/hydroxyde de sodium et d'hypochlorite de sodium dans un bain de glace pour les refroidir. Cela produira une réaction de plus longue durée.
3. Une fois les solutions refroidies, verser 100 mL de chacune d'entre elles dans des béchers différents.
4. Éteindre les lumières. La salle doit être très sombre pour observer cette réaction.
5. Verser les deux solutions simultanément dans un bécher de 500 mL.
6. Observer une lueur bleue produite par la réaction.

**Conseils**

- Plus les solutions sont froides plus la réaction est lente, prolongeant ainsi la chimiluminescence.
- La chimiluminescence dure seulement quelques minutes et se voit mieux dans une salle très sombre.
- Option : Enrouler un tube de plastique clair autour d'un cylindre gradué de 500 mL et le fixer en place. Placer un entonnoir au haut et ajouter graduellement les deux solutions de façon simultanée. Les solutions se déplacent le long du tube et peuvent être recueillies dans un bécher où elles continuent à luire.





## ANNEXE 2 : Démonstration – Réaction du luminol\* (suite)

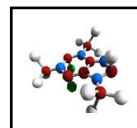
**Discussion**

Dans une réaction de chimiluminescence, l'énergie chimique est convertie en lumière. La solution d'hypochlorite de sodium est un agent oxydant qui convertit le luminol en un produit qui se trouve dans un état excité. Le retour de ce produit à son état fondamental provoque une émission de lumière.

**Questions**

1. Les solutions sont refroidies avant la réaction. Explique comment la réaction serait différente en fonction de la vitesse et de l'intensité si les solutions étaient à la température de la pièce.
2. L'énergie chimique peut être convertie en d'autres formes d'énergie. Quelle forme d'énergie est produite par les produits chimiques de cette démonstration?

\*Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning, « Luminol Glow Light – C11-5-01 » , *Chemistry Teaching Resources*, <<http://umanitoba.ca/outreach/crystal/chemistry.html>> (Consulté le 15 mai 2012). Adaptation autorisée par l'Université du Manitoba.

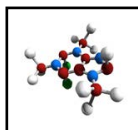


**ANNEXE 3 : Organique ou inorganique?\***

Pour chaque substance qui suit, indique si elle est organique ou inorganique.

- Le sel de table (chlorure de sodium - NaCl)
- Le beurre (contient des triglycérides)
- Le charbon (fait de carbone, hydrogène, oxygène, et parfois de soufre)
- Le fer
- L'acide chlorhydrique (HCl)
- Le papier (contient de la cellulose)
- Le saphir (variété du minéral corindon, qui est surtout formé d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ , avec des traces de fer, de titane ou de chrome)
- Le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ )
- L'urée
- La térébenthine (liquide obtenu par la distillation de résine d'arbres, surtout le pin)
- Le quartz ( $\text{SiO}_2$ )
- Le diamant
- Les perles d'eau douce (formées de  $\text{CaCO}_3$  à 90 %, le reste étant de l'eau et des substances organiques)
- La vitamine C (acide ascorbique)
- Le cinabre (minéral formé de sulfure de mercure (II) - HgS)
- L'eau
- Le lait (contient des protéines, du lactose et des lipides)
- L'AAS (acide acétylsalicylique)
- Des bougies en cire d'abeille

\* Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning, « Organic or Inorganic - C11-5-01 », Chemistry Teaching Resources, <<http://umanitoba.ca/outreach/crystal/chemistry.html>> (Consulté le 15 mai 2012). Adaptation autorisée par l'Université du Manitoba.



**ANNEXE 4 : Les caractéristiques structurales du carbone – Renseignements pour l'enseignant\***

La chimie organique est une branche de chimie très importante. La majorité des produits chimiques connus sont soit des composés organiques naturels ou synthétiques. Voici une analogie pour représenter ce concept. Si on cherchait un nom dans l'annuaire téléphonique d'une ville telle que Winnipeg, 90 % des noms appartiendraient à la famille des composés organiques! Tel que mentionné au début du regroupement, la chimie organique est essentiellement la chimie du carbone. Faisant partie du groupe IV d'éléments dans le tableau périodique, le carbone est très versatile lorsqu'il forme des liaisons, contribuant donc à la grande diversité de composés qui peuvent exister naturellement ou qui sont fabriqués de façon synthétique.

Le carbone est le seul élément qui a la capacité de former de longues chaînes. Le silicone pourrait théoriquement former des chaînes, mais les liaisons entre le silicone et l'oxygène sont tellement fortes que cet élément forme plus facilement des liaisons Si-O que des liaisons Si-Si. Le carbone peut former de longues chaînes parce que la liaison C-C est très forte. Le C participe donc à la formation de la majorité des éléments constitutifs des êtres vivants (gras, sucres, etc.). De plus, puisque le carbone peut former quatre liaisons, il peut exister sous différentes formes qu'on nomme isomères. Il est l'élément avec la plus grande capacité naturelle à faire ceci.

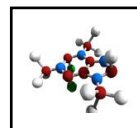
L'allotropie est la capacité d'un élément à exister sous deux ou plusieurs formes. Les atomes sont liés de différentes façons pour chaque allotrope d'un élément. Il y a plusieurs allotropes pour le carbone, par exemple le diamant, le graphite, les fullerènes, la lonsdaléite, le carbone amorphe et les nanotubes de carbone.

**Liaisons formées par le carbone avec d'autres atomes pour former des composés organiques**  
Les composés organiques incluent tous les composés de carbone sauf les oxydes de carbone, les carbonates, les carbures et les cyanures. Les substances dérivées d'organismes vivants ainsi que de nombreux composés synthétiques font partie de la famille des composés organiques.

Les liaisons carbone-carbone sont fortes et stables. Cette propriété permet au carbone de former un nombre presque infini de composés. De fait, il y a plus de composés à base de carbone que de composés formés par tous les autres éléments chimiques combinés, sauf pour ceux avec de l'hydrogène (puisque l'hydrogène fait partie de presque tous les composés organiques).

Les hydrocarbures sont la forme la plus simple de composés organiques. Il s'agit d'une famille de molécules organiques formées d'atomes d'hydrogène liés à une chaîne d'atomes de carbone. Toutes les liaisons dans les hydrocarbures sont des liaisons covalentes.

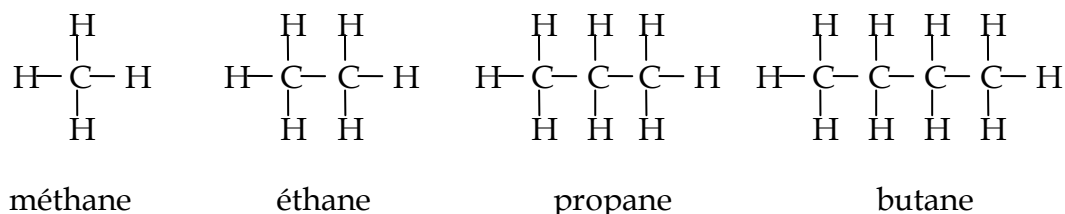
\*Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning, « Structural Characteristics of Carbon C11-5-03 », *Chemistry Teaching Resources*, <<http://umanitoba.ca/outreach/crystal/chemistry.html>> (Consulté le 15 mai 2012). Adaptation autorisée par l'Université du Manitoba.



## ANNEXE 5 : Les alcanes – renseignements pour l'enseignant\*

Les alcanes, parfois nommés paraffines, sont des composés chimiques seulement composés de carbone et d'hydrogène. On les nomme donc aussi hydrocarbures. Les alcanes comprennent seulement des liaisons simples entre les carbones et on les nomme donc des hydrocarbures saturés. La formule structurale générale des alcanes est  $C_nH_{2n+2}$ .

Les quatre premiers alcanes sont le méthane, l'éthane, le propane et le butane. Les diagrammes structuraux de ces derniers sont représentés ci-dessous.

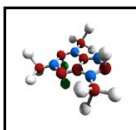


Tous les alcanes sont très inflammables et on s'en sert beaucoup comme carburants, leur réaction de combustion formant de l'eau et du dioxyde de carbone. Les quatre premiers alcanes – le méthane, l'éthane, le propane et le butane – sont à l'état gazeux à la température ambiante et on s'en sert directement comme carburants. Les alcanes du pentane jusqu'à celui à la formule  $C_{17}H_{36}$  sont des liquides à la température ambiante. L'essence est un mélange d'alcanes (pentane jusqu'à décane). Le kérosène contient des alcanes de 10 à 16 carbones. Les alcanes à plus de 17 carbones sont des solides à la température ambiante. On retrouve des alcanes à plusieurs carbones (n) dans le carburant diesel, le mazout, la gelée de pétrole, la cire de paraffine, l'huile pour moteurs et pour les valeurs les plus élevées de n, l'asphalte. Les dérivés d'alcane sont utilisés dans des centaines de produits, par exemple les plastiques, la peinture, les médicaments, les produits cosmétiques, les détergents, les insecticides, etc.

On retrouve les alcanes à plusieurs endroits dans la nature. Le méthane est produit dans le tube digestif des vaches par des microorganismes unicellulaires. Ces dernières sont responsables pour une partie du gaz méthane que l'on retrouve dans l'atmosphère.

Chez les plantes, une couche de cire est souvent formée sur les parties exposées à l'air. Cette cire protège la plante contre la perte d'eau et de minéraux, contre les bactéries, les moisissures et les insectes nocifs. Des alcanes sont aussi produits par certains animaux. Par exemple, l'huile de foie de requin est formée d'environ 14 % de pristane ( $C_{19}H_{40}$ ). Ils sont aussi présents dans les phéromones permettant aux insectes de communiquer entre eux.

Une proportion significative des atmosphères de Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune est formée d'alcanes. La sonde Huygens a décelé de la pluie de méthane sur Titan, un satellite de Saturne. Elle a aussi décelé un volcan émettant du méthane, ces émissions étant la cause



**ANNEXE 5 : Les alcanes – renseignements pour l'enseignant\* (suite)**

probable du montant élevé de méthane dans l'atmosphère de Titan. On croit aussi qu'il y a des lacs de méthane et d'éthane près des régions polaires de Titan, ceci grâce à l'imagerie radar captée par le vaisseau spatial Cassini. Du méthane et de l'éthane ont aussi été détectés dans la queue de la comète Hyakutake et dans certains météorites.

**Les propriétés physiques des alcanes**

Pour qu'une substance existe à l'état liquide ou solide, il doit y avoir des forces d'attraction intermoléculaires entre les particules de la substance pure. Ces forces sont de nature électrostatique, mais leur intensité varie considérablement selon le type de force.

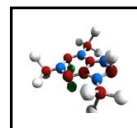
Il y a trois types de forces intermoléculaires : la force de Van der Waals, les interactions dipôle-dipôle, et les liaisons hydrogène. La force de Van der Waals est présente dans toutes les molécules. Les attractions dipôle-dipôle existent seulement chez les molécules polaires et les liaisons hydrogènes sont seulement présentes dans les molécules dont un atome d'hydrogène est lié à un atome de fluor, d'oxygène ou d'azote (atomes hautement électronégatifs). On voit seulement les forces de Van der Waals chez les alcanes puisqu'ils contiennent seulement des atomes d'hydrogène et de carbone et sont non-polaires.

**Le point d'ébullition**

Les forces d'attraction intermoléculaires chez les alcanes sont les forces de Van der Waals. Plus cette force est élevée, plus le point d'ébullition de l'alcane est élevé. Deux facteurs ont un effet sur l'intensité de la force Van der Waals :

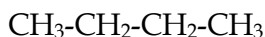
- Le nombre d'électrons autour de la molécule (qui augmente avec la masse moléculaire de l'alcane)
- La surface (taille) de la molécule

Aux conditions normales, les alcanes de un à quatre atomes de carbone sont à l'état gazeux, les alcanes de 5 à 17 atomes de carbone sont liquides et les alcanes de plus de 17 atomes de carbone sont solides. Puisque le point d'ébullition des alcanes est surtout déterminé par la masse de la molécule, il n'est pas surprenant que ce dernier ait un rapport presque direct avec la taille de l'alcane.

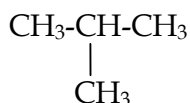


## ANNEXE 5 : Les alcanes – renseignements pour l'enseignant\* (suite)

Un alcane linéaire a un point d'ébullition plus élevé qu'un alcane ramifié parce que la surface de la molécule est plus grande, donc les forces de Van der Waals entre les molécules sont plus élevées. Comparons par exemple une molécule de n-butane et d'isobutane, dont les points d'ébullition respectifs sont de 0 °C et de -12 °C.



n-butane

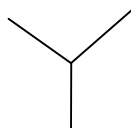


Iso-butane (2-méthylbutane)

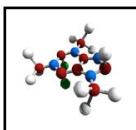
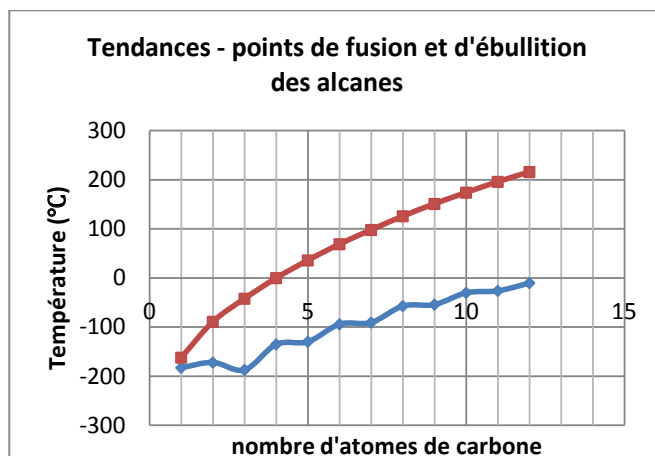
On peut aussi les représenter à l'aide d'un diagramme structurel linéaire :



et

**Le point de fusion**

Les points de fusion des alcanes suivent les mêmes tendances que les points d'ébullition pour les mêmes raisons présentées dans la section précédente. Plus la molécule a une grande taille, plus son point de fusion est élevé. Cependant, il y a une différence importante entre les points d'ébullition et de fusion. Les solides ont une structure plus rigide et fixe que les liquides. Un apport d'énergie est nécessaire pour défaire cette structure. Plus d'énergie sera nécessaire pour défaire les structures qui sont plus solides. Le graphique le démontre. Les alcanes avec un nombre impair d'atomes de carbone auront une hausse moins prononcée des points d'ébullition et de fusion que les alcanes avec un nombre pair d'atomes de carbone. Les alcanes à nombre pair s'agencent mieux à l'état solide, formant une structure bien organisée nécessitant un apport d'énergie plus important pour la défaire. Les alcanes à nombre impair s'agencent moins bien et la structure moins stable ne nécessite pas autant d'énergie pour se défaire.

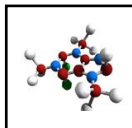


**ANNEXE 5 : Les alcanes – renseignements pour l'enseignant\* (suite)**

Les points de fusion pour les alcanes ramifiés peuvent être plus élevés ou moins élevés que ceux des alcanes linéaires correspondants, dépendant de la stabilité de la molécule à l'état solide. Ceci est particulièrement vrai pour les iso-alcanes (isomères 2-méthyle), dont le point de fusion est souvent plus élevé que pour l'alcane linéaire correspondant.

---

\*Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning, « MP BP Trends of Alkanes C11-5-4,5,6 », *Chemistry Teaching Resources*, <<http://umanitoba.ca/outreach/crystal/chemistry.html>> (Consulté le 15 mai 2012). Adaptation autorisée par l'Université du Manitoba.



## ANNEXE 6 : Tendances chez les points de fusion et d'ébullition des alcanes\*

Les chimistes recueillent souvent des données relatives aux propriétés physiques et chimiques des substances, données qui sont très utiles lorsqu'elles démontrent des tendances ou patrons chez ces propriétés. Les scientifiques tentent alors d'expliquer ces régularités. Cette activité te permettra d'examiner les points d'ébullition et de fusion des alcanes.

Dessine quatre molécules de propane qui sont rapprochées. Le propane est un gaz. Explique ce qui arrive aux molécules lorsque le propane est liquéfié. Essaie de dessiner une représentation de ce phénomène.

Examine les points d'ébullition pour huit des dix premiers alcanes :

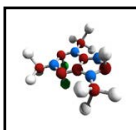
Points d'ébullition des alcanes		
Nom	Formule moléculaire	Point d'ébullition (°C)
méthane	CH <sub>4</sub>	-164
éthane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-89
propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	
butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-0,5
pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	36
hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	69
heptane	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	
octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	125
nonane	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	151
décane	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	174

**Le point d'ébullition des alcanes**

L'ébullition est un changement physique où un liquide est converti en gaz. L'ébullition commence lorsque la pression de vapeur d'un liquide est égale à la pression atmosphérique exerçant une pression vers le bas sur le liquide. Y a-t-il d'autres facteurs qui ont un effet sur le point d'ébullition d'un liquide?

Afin d'expliquer les points d'ébullition relatifs, on doit tenir compte d'un certain nombre de propriétés pour chaque substance, propriétés telles que la masse molaire, la structure et les forces intermoléculaires. Toutes ces propriétés peuvent avoir un effet sur la température d'ébullition d'un liquide. Cette activité te permettra d'examiner les points d'ébullition des dix premiers alcanes linéaires, surtout l'effet de la taille de la molécule (la masse) sur le point d'ébullition.

1. Examine le tableau de données ci-haut pour répondre aux questions suivantes :
  - a. Selon les données, quel serait le point d'ébullition du propane et de l'heptane?



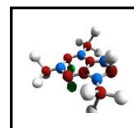


**ANNEXE 6 : Tendances chez les points de fusion et d'ébullition des alcanes\* (suite)**

- b. Quelles substances sont des gaz à la température ambiante (25 °C)?
  - c. Quelles substances sont des liquides à la température ambiante (25 °C)?
2. En examinant les points d'ébullition, que peux-tu conclure au sujet des attractions intermoléculaires du décane comparé à celles du butane?
  3. Dessine un graphique du point d'ébullition en fonction du nombre d'atomes de carbone pour les dix premiers alcanes linéaires.
  4. Utilise le graphique pour déterminer la variation moyenne du point d'ébullition lorsqu'un atome de carbone et deux atomes d'hydrogène sont ajoutés à un alcane linéaire.
  5. Décris la relation entre le nombre d'atomes de carbone et le point d'ébullition.
  6. À partir de ton graphique, détermine par extrapolation les points d'ébullition pour l'undécane (C<sub>11</sub>H<sub>24</sub>), le dodécane (C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>) et le tridécane (C<sub>13</sub>H<sub>28</sub>). Compare tes valeurs aux valeurs actuelles ci-dessous.

<i>composé</i>	<i>Formule moléculaire</i>	<i>Point d'ébullition (°C)</i>
undécane	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	196
dodécane	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	216
tridécane	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	234

7. Tu sais déjà que le point d'ébullition d'une substance dépend sur les forces intermoléculaires, en autres mots la force d'attraction entre les molécules. Comment ces forces intermoléculaires sont-elles liées au nombre d'atomes de carbone dans les molécules d'alcanes?



## ANNEXE 6 : Tendances chez les points de fusion et d'ébullition des alcanes\* (suite)

**Le point de fusion des alcanes**

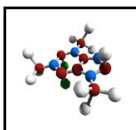
La fusion est un changement physique où un solide est transformé en liquide. À la pression atmosphérique standard, les solides purs cristallins vont fondre à une température spécifique. Le point de fusion est donc une propriété physique caractéristique d'une substance et on peut s'en servir pour l'identifier.

Examine les points de fusion pour les dix premiers alcanes pour répondre aux questions.

Nom	Formule	Point de fusion (°C)
méthane	CH <sub>4</sub>	-183
éthane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-183
propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-190
butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-138
pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-130
hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-95
heptane	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	-91
octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-57
nonane	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	-51
décane	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	-30

1. Examine les points de fusion du méthane et du décane. Quelle serait la différence entre leurs forces d'attraction intermoléculaires?
2. Dessine un graphique du point de fusion en fonction du nombre d'atomes de carbone pour les dix premiers alcanes linéaires.
3. Sers-toi du graphique pour calculer la variation moyenne du point de fusion pour :
  - a. Les alcanes à nombre pair de carbone
  - b. Les alcanes à nombre impair de carbone
4. Décris la relation générale entre le nombre d'atomes de carbones et le point de fusion.
5. Tu sais déjà que le point de fusion d'une substance dépend sur les forces intermoléculaires, en autres mots la force d'attraction entre les molécules. Comment ces forces intermoléculaires sont-elles liées au nombre d'atomes de carbone dans les molécules d'alcanes?

\*Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning, « MP BP Trends of Alkanes C11-5-4,5,6 », Chemistry Teaching Resources, <<http://umanitoba.ca/outreach/crystal/chemistry.html>> (Consulté le 15 mai 2012). Adaptation autorisée par l'Université du Manitoba.

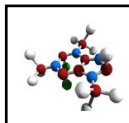


## ANNEXE 7 : Les hydrocarbures saturés et insaturés

1. Construis des modèles moléculaires pour les alcanes, les alcènes et les alcynes qui suivent. Complète le tableau ci-bas. Compte le nombre d'atomes de carbone et d'hydrogène. Remarques-tu un patron? Explique.

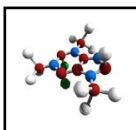
- a.  $\text{CH}_4$
- b.  $\text{C}_2\text{H}_6$
- c.  $\text{C}_2\text{H}_4$
- d.  $\text{C}_2\text{H}_2$
- e.  $\text{C}_3\text{H}_8$
- f.  $\text{C}_3\text{H}_6$
- g.  $\text{C}_3\text{H}_4$

hydrocarbure	Formule moléculaire	Diagramme structural complet	Diagramme structural condensé	Formule générale	Saturé ou insaturé?
Méthane					
Éthane					
Éthène					
Éthyne					
Propane					
Propène					
Propyne					



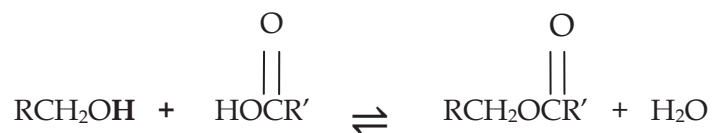
ANNEXE 7 : Les hydrocarbures saturés et insaturés (suite)

2. Compare la formule générale des alcanes, des alcènes et des alcynes. Explique pourquoi elle est différente pour chaque type d'hydrocarbure (en fonction des liaisons).
3. Détermine le nombre d'atomes d'hydrogène dans :
  - a. un alcane à 4 atomes de carbone;
  - b. un alcène à 14 atomes de carbone;
  - c. un alcyne à 6 atomes de carbone.
4. Détermine le nombre d'atomes de carbone dans :
  - a. un alcane à 42 atomes d'hydrogène;
  - b. un alcène à 20 atomes d'hydrogène;
  - c. un alcyne à 26 atomes d'hydrogène.
5. Selon les formules moléculaires suivantes, indique si le composé est un alcane, un alcène ou un alcyne et s'il est saturé ou insaturé.
  - a.  $C_{200}H_{400}$
  - b.  $C_{150}H_{302}$
  - c.  $C_{12}H_{26}$
  - d.  $C_{75}H_{148}$
  - e.  $C_{90}H_{178}$
  - f.  $C_{4050}H_{8100}$



## ANNEXE 8 : Expérience – La formation d'esters

Les esters ont souvent une odeur et un goût qui sont agréables. Ils sont souvent des composés essentiels dans les substances tels que les arômes naturels et artificiels. Chimiquement, un ester est formé à partir d'une réaction d'estérification entre un alcool et un acide carboxylique. Voici une réaction type d'estérification :



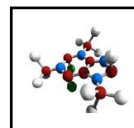
Les réactions d'estérification sont généralement lentes et de rendement faible. L'utilisation d'un catalyseur tel acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) peut s'avérer utile.

**But**

Synthétiser des esters, associer la bonne odeur à chaque ester et exprimer l'équation de chaque réaction d'estérification.

**Matériel**

- 7 éprouvettes
- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré
- montage de chauffage
- bécher
- eau distillée
- languette de papier filtre
- alcools et acides carboxyliques suivants :
  - 3-méthylbutan-1-ol (alcool isopentylique)
  - éthanol
  - méthanol
  - alcool benzylique
  - acide salicylique
  - acide éthanoïque (acide acétique)
  - acide propanoïque
  - acide butanoïque (acide butyrique)



## ANNEXE 8 : Expérience – La formation d'esters (suite)

## Marche à suivre

1. Étiquette 7 éprouvettes avec les numéros 1 à 7.
2. Mets dans l'éprouvette les quantités indiquées d'alcool et d'acide. Agite.

réaction	alcool	acide	ester
1	3-méthylbutane-1-ol (alcool isopentylique) 20 gouttes	Acide éthanoïque (acide acétique) 10 gouttes	Éthanoate de 3-méthylbutyle
2	Éthanol 20 gouttes	Acide éthanoïque (acétique) 10 gouttes	Éthanoate d'éthyle
3	Méthanol 15 gouttes	Acide salicylique 1 pointe de spatule (0,1 g)	Salicylate de méthyle (2-hydroxybenzoate de méthyle)
4	Éthanol 8 gouttes	Acide butanoïque (butyrique) 10 gouttes	Butanoate d'éthyle
5	Éthanol 15 gouttes	Acide propanoïque 20 gouttes	Propanoate d'éthyle
6	3-méthylbutane-1-ol (alcool isopentylique) 10 gouttes	Acide butanoïque (butyrique) 10 gouttes	Butanoate de 3-méthylbutyle
7	Alcool benzylique 20 gouttes	Acide éthanoïque (acétique) 10 gouttes	Éthanoate de phénylméthyle (acétate de phénylméthyle)

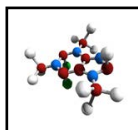
3. Ajoute une goutte d'acide sulfurique concentré.
4. Place l'éprouvette dans un bain d'eau bouillante pendant une minute, en agitant doucement.
5. Trempe une languette de papier filtre et inspire délicatement. Note l'odeur.

AVERTISSEMENT

L'ACIDE SULFURIQUE CONCENTRÉ EST TRÈS CORROSIF. Ton enseignant te montrera l'endroit où cet acide est rangé en toute sécurité et la façon d'ajouter la bonne quantité sans danger.

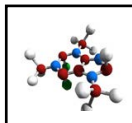
**Analyse et conclusion**

1. Pour chaque réaction, écris la réaction d'estérification.
2. Pour chaque odeur qui suit, identifie la réaction qui la produit : menthe, pomme, ananas, banane, rhum, dissolvant pour vernis, jasmin.



## ANNEXE 9 : Exemples de réactions produisant des esters

Exemples d'esters			
alcool	acide carboxylique	ester	odeur
éthanol	acide butanoïque	butanoate d'éthyle	ananas
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> O	H HO	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
<p>Notez que, si l'on déplace l'alcool et l'acide ensemble et que l'eau est enlevée, comme on le montre, la structure devient l'ester de l'alcool et de l'acide. L'oxygène dans l'ester vient de l'alcool.</p>			
3-méthyl-1-butanol	acide éthanoïque	éthanoate de 3-méthylbutyle	banane
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O} \end{array}$	H HO	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CCH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OCCH}_3 \end{array}$
2-méthyl-1-propanol	acide propanoïque	propanoate de 2-méthylpropyle	rhum
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O} \end{array}$	H HO	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OCCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
1-octanol	acide éthanoïque	éthanoate d'octyle	orange
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>2</sub> O	H HO	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CCH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{OCCH}_3 \end{array}$
méthanol	acide butanoïque	butanoate de méthyle	pomme
CH <sub>3</sub> O	H HO	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3\text{OCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$



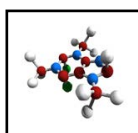
**ANNEXE 10 : Concours de construction de modèle organique**

**Ressources :**

La stratégie suivante peut servir à l'évaluation ou à l'apprentissage au début du regroupement, ou comme révision vers la fin du regroupement.

**Préparation :**

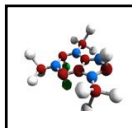
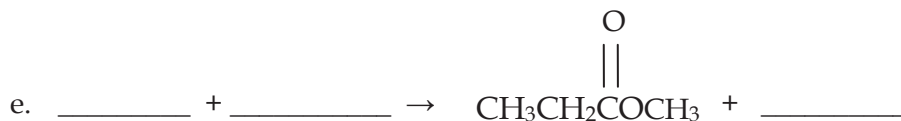
1. Avant de commencer le concours, donner aux élèves les préfixes qui spécifient le nombre d'atomes de carbone dans un substituant organique : méthyle = 1, éthyle = 2, etc., et certains groupements fonctionnels exprimés par les chaînes R : alcool = R-O-H, éther = R-O-R', etc. Présenter la série alcane, alcène et alcyne en même temps que les notions de base de la numérotation des atomes de carbone dans une molécule.
2. Former des équipes le jour du concours. Les capitaines choisissent les membres et consignent le pointage de leur équipe. Les équipes de 3 à 5 joueurs sont celles qui fonctionnent le mieux. Les élèves peuvent utiliser toutes les ressources qu'ils ont accumulées durant leur cours de chimie organique.
3. Inscrire le nom d'une molécule organique sur le tableau ou le rétroprojecteur, et demander aux équipes de construire les modèles de molécule à l'aide des balles et des tiges. (Remarque : Ce jeu peut être joué à l'envers pour varier - construire les modèles et demander aux équipes d'inscrire le nom exact au moyen de la nomenclature de l'UICPA.)
4. Accorder des points à toutes les équipes qui construisent le modèle avec succès, par exemple s'il y a cinq équipes, la première équipe à terminer son modèle marque 5 points, la deuxième marque 4 points, et ainsi de suite.





## ANNEXE 11 : Les esters

Complète la réaction d'estérification pour chaque exemple qui suit. Nomme et dessine la formule structurale pour chaque réactif et produit formé.



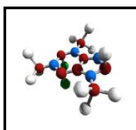
ANNEXE 12 : Grille de mots croisés – La chimie organique

**Horizontal**

1.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
4. Hydrocarbure qui contient seulement des liaisons simples entre les atomes de carbone.
9. Composé qui n'est pas à base de carbone et d'hydrogène.
12. Fabrication d'une grosse molécule par l'union de plus petites unités appelées monomères.
14.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
15. Composé organique formé par la réaction d'un acide carboxylique avec un alcool.
17. Hydrocarbure qui contient au moins une liaison triple entre les atomes de carbone.
20. Hydrocarbure qui contient des chaînes droites ou ramifiées, mais pas cycliques.
21.  $\text{CH}_4$
23. Type de liaison chez les alcanes.
24. Hydrocarbure aromatique dont la formule est  $\text{C}_6\text{H}_6$ .
25. 
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3\text{OCCH}_3 \end{array}$$

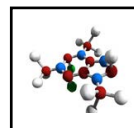
**Vertical**

2. Composé organique qui comprend un groupement hydroxyle.
3.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
5. Composé organique possédant une structure à base de benzène.
6. Composé à base de carbone.

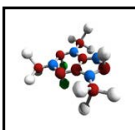
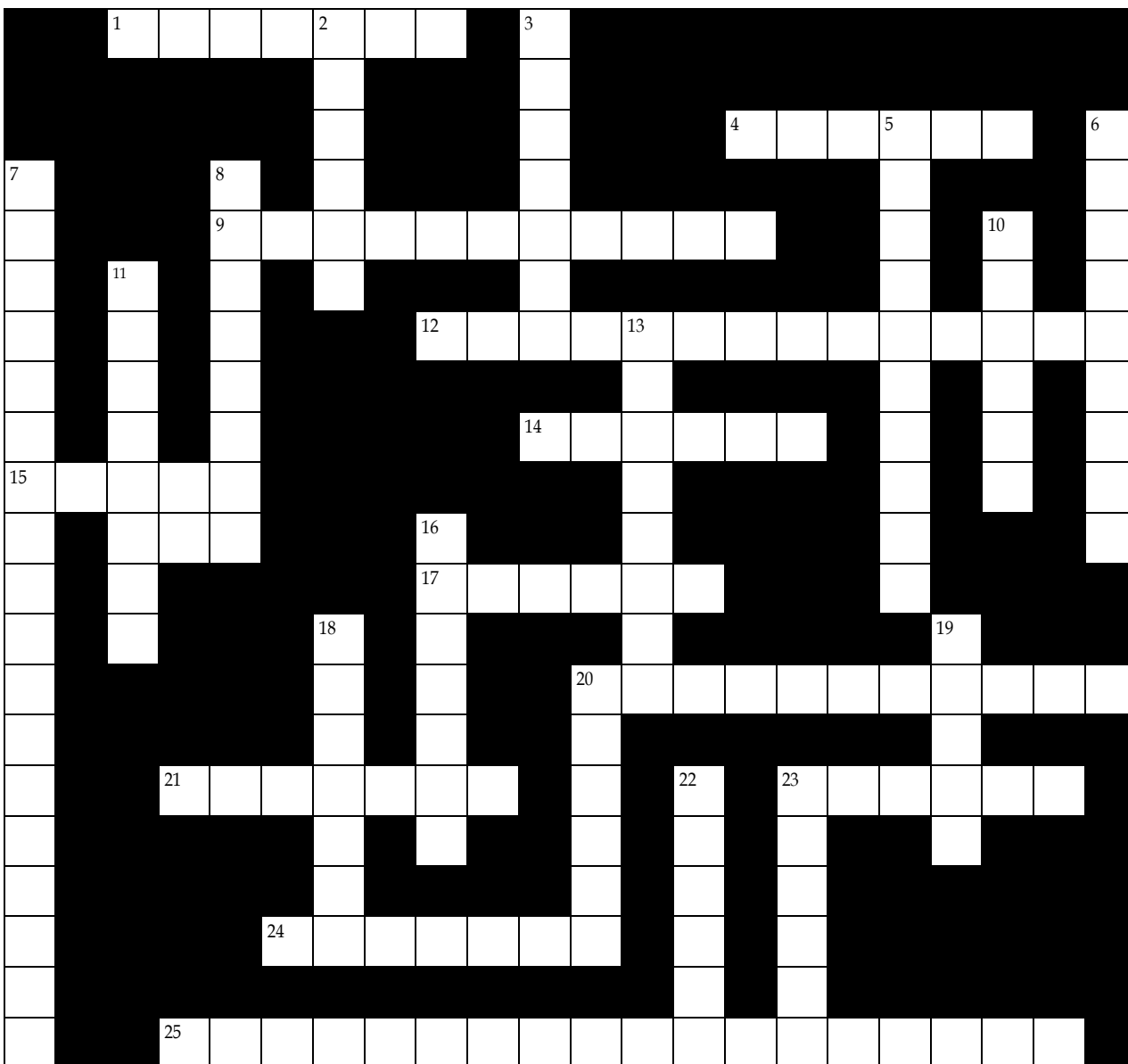


## ANNEXE 12 : Grille de mots croisés – La chimie organique (suite)

7. Formule indiquant le nombre d'atomes de chaque type dans une molécule organique (ex.  $C_4H_{10}$ ).
8. Nom commun pour l'acide carboxylique nommé acide éthanoïque.
10. Type de liaison chez les alcynes.
11. Hydrocarbure contenant des liaisons doubles ou triples.
13.  $CH_3OH$
16. Atome à la base des composés organiques.
18. Ramification ou chaîne latérale contenant un atome de carbone.
19. Abréviation pour l'Union internationale de chimie pure et appliquée.
20. Hydrocarbure comprenant au moins une liaison double.
22. Type de liaison chez les alcènes.
23. Hydrocarbure contenant seulement des liaisons simples.

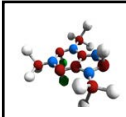


ANNEXE 12 : Grille de mots croisés – La chimie organique (suite)



## ANNEXE 13 : Grille de mots croisés – Corrigé

		<sup>1</sup> P	R	O	P	<sup>2</sup> A	N	E		<sup>3</sup> É											
						L				T											
						C				H		<sup>4</sup> A	L	C	<sup>5</sup> A	N	E		<sup>6</sup> O		
<sup>7</sup> F				<sup>8</sup> V		O				A					R						R
O			<sup>9</sup> I	N	O	R	G	A	N	I	Q	U	E		O		<sup>10</sup> T			G	
R		<sup>11</sup> I		N		L				O					M		R				A
M		N		A				<sup>12</sup> P	O	L	Y	<sup>13</sup> M	E	R	I	S	A	T	I	O	N
U		S		I								É					T		P		I
L		A		G				<sup>14</sup> B	U	T	A	N	E				I		L		Q
<sup>15</sup> E	S	T	E	R								H					Q		E		U
M		U		E				<sup>16</sup> C				A					U				E
O		R						<sup>17</sup> A	L	C	Y	N	E				E				
L		É				<sup>18</sup> M		R				O					<sup>19</sup> U				
É						É		B			<sup>20</sup> A	L	I	P	H	A	T	I	Q	U	E
C						T		O			L							C			
U		<sup>21</sup> M	É	T	H	A	N	E			C		<sup>22</sup> D		<sup>23</sup> S	I	M	P	L	E	
L					Y		E				È		O		A			A			
A					L						N		U		T						
I					<sup>24</sup> B	E	N	Z	È	N	E		B		U						
R													L		R						
E		<sup>25</sup> É	T	H	A	N	O	A	T	E	D	E	M	É	T	H	Y	L	E		



**ANNEXE 14 : Le processus de prise de décisions**

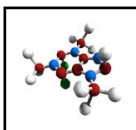
Le processus de prise de décision est un moyen d'analyser des questions et de faire un choix parmi différentes mesures. Les questions sont souvent complexes et ne donnent pas lieu à une réponse unique. Elles peuvent aussi susciter de la controverse lorsqu'elles portent sur des valeurs individuelles et collectives. Pour prendre une décision informée, les élèves doivent maîtriser les concepts scientifiques liés à la question et aussi être sensibilisés aux valeurs à l'origine d'une décision. Le processus comporte une série d'étapes, notamment :

- cerner et clarifier la question
- connaître les différents points de vue et/ou les personnes concernées par la question
- évaluer d'un regard critique l'information disponible
- déterminer les options possibles ou les positions adoptées sur le sujet
- évaluer les répercussions liées aux options possibles ou aux positions adoptées sur le sujet
- être sensibilisé aux valeurs pouvant orienter une décision
- prendre une décision réfléchie et fournir des justifications
- donner suite à une décision
- réfléchir au processus

Les élèves ont pris connaissance du processus de prise de décisions dans les cours de sciences de la 9<sup>e</sup> année. La plupart des questions abordées en biologie 11<sup>e</sup> concernent des décisions personnelles liées à la santé et au mieux-être, mais d'autres questions relèvent de valeurs de la société. Si les élèves ne possèdent pas beaucoup d'expérience en matière de prise de décisions, l'enseignant peut aborder le processus avec plus d'encadrement, donnant ainsi aux élèves la chance d'utiliser cette approche dans un environnement structuré. On peut ainsi choisir de leur présenter un scénario précis ou une question particulière à étudier. Les élèves prendront éventuellement une part active dans le processus en choisissant leurs propres questions, en effectuant leurs propres recherches, en prenant leurs propres décisions et en donnant suite à ces décisions.

On peut aborder le processus de prise de décisions sous divers angles. Par exemple, les élèves peuvent jouer le rôle de différentes personnes concernées par une question, travailler en équipes pour discuter d'une question ou prendre une décision en se fondant sur leurs propres recherches et valeurs personnelles. On peut demander aux élèves de prendre position et de débattre d'une question ou les placer dans une situation les obligeant à en venir à un consensus. Les élèves ne devraient pas seulement défendre un point de vue qu'ils partagent. On devrait leur demander d'adopter le point de vue de quelqu'un d'autre et de défendre ce point de vue. Peu importe la méthode utilisée, les questions suivantes peuvent orienter les élèves dans le processus de prise de décisions :

- Quelle est la question?



**ANNEXE 14 : Le processus de prise de décisions (suite)**

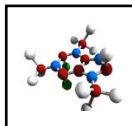
- Quelles sont les données scientifiques importantes nécessaires pour comprendre cette question? Où puis-je trouver ces renseignements?
- Qui a des intérêts dans cette affaire et pourquoi?
- Quelles sont les options possibles?
- Quel est le pour et le contre de chacune des options éventuelles?
- Quelle est ma décision? Quels critères ont mené à la prise de cette décision?

**Évaluation**

Puisqu'il existe de multiples façons d'aborder une question, divers résultats ou événements culminants peuvent découler du processus de prise de décisions, par exemple, une assemblée locale, une table ronde, une conférence, un débat, une étude de cas, un exposé de principe, un exposé en classe, une discussion en classe, etc. Peu importe le résultat ou l'événement, l'évaluation devrait mettre l'accent sur les compétences précisées dans le regroupement 0, ainsi que sur la compréhension et l'utilisation des concepts scientifiques.

Pour les jeux de rôles, comme les assemblées locales, les tables rondes ou les conférences, les critères d'évaluation devraient porter sur la capacité des élèves à entrer dans la peau de l'intervenant personnifié. Ils pourraient comprendre les critères suivants :

- opinions clairement définies
- présentation de preuves à l'appui des arguments
- réponses claires aux questions et conformes à l'opinion de l'intervenant
- exposé clair et organisé
- opinion de l'intervenant présentée avec précision
- absence de parti pris personnel



ANNEXE 15 : Évaluation – Processus de collaboration

**Évaluation du travail d'équipe**

Évaluer les processus de collaboration à l'aide de l'échelle suivante.

Échelle d'évaluation

- 4 Nous avons été systématiquement forts sur ce point.
- 3 Nous avons été généralement efficaces sur ce point.
- 2 Nous avons été parfois efficaces sur ce point.
- 1 Nous n'avons pas été efficaces sur ce point. Nous avons eu des problèmes que nous n'avons pas essayé de résoudre.

Processus de groupe	Note
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nous avons respecté les visions et les forces individuelles des membres du groupe.</li> <li>• Nous avons encouragé chaque personne à participer aux discussions de groupe et aux processus de prise de décisions.</li> <li>• Nous avons remis en question les idées de chacun, sans toutefois faire d'attaque personnelle.</li> <li>• Nous avons essayé d'explorer un large éventail d'idées et de perspectives avant de prendre des décisions.</li> <li>• Nous avons fait un partage équitable des tâches et des responsabilités.</li> <li>• Nous avons réglé avec succès les problèmes liés à l'absence ou au désintérêt des membres.</li> <li>• Nous avons pris des décisions consensuelles.</li> <li>• Nous avons fait un usage productif de notre temps.</li> </ul>	

