Chapitre C6

La chimie organique : de sa naissance à son omniprésence dans le quotidien

I) Qu'est-ce que la chimie organique ?

I-1) Aux origines de la chimie organique :

Depuis l'Antiquité, chimistes et alchimistes savaient utiliser les ressources de la nature pour améliorer le confort des êtres vivants. Ainsi des médicaments d'origine végétale animale sont connus depuis des millénaires. Les Égyptiens maîtrisaient les techniques de la teinture et savaient extraire, des végétaux, des colorants tels que la garance et l'indigo. Ils fabriquaient le vin et le vinaigre et connaissaient donc les premiers acides organiques.

Ainsi à l'origine, on appelait chimie organique, l'étude de tous les composés présents dans les organismes vivants. Elle consistait uniquement à extraire les substances appartenant à la matière vivante.

I-2) Qu'appelle t-on « chimie organique » de nos jours ?

Voir document : *Qu'est-ce que la chimie organique ?*

La chimie organique explore l'univers prodigieusement varié des molécules à base de carbone. Le terme organique vient du fait que les premiers chimistes rencontrèrent ces composés du carbone surtout chez les êtres vivants et pensèrent qu'une mystérieuse “ force vitale ” était à l'origine de leur formation ; par conséquent, l'homme ne devait pas être capable de fabriquer ces composés organiques. Croyance qui persista jusqu'au jour où un chimiste du nom de Wöhler réussit à synthétiser l'urée. Depuis cette découverte qui bouleversa la chimie, la synthèse des composés organiques progressa très vite.

Aujourd'hui, **la chimie organique** est la chimie des **composés du carbone**, que ces composés soient naturels ou de synthèses. **Les molécules organiques sont essentiellement constituées des éléments carbone (C) et hydrogène (H).**
Les molécules organiques qui ne contiennent que des atomes de carbone et d'hydrogène sont appelés **hydrocarbures.**

I-3) Quelques grandes dates dans l'histoire de la chimie organique :

Voir recherche documentaire : *Des synthèses et des hommes*

Espèce chimique synthétisée	Nom du chimiste ayant effectué cette synthèse	Date de la synthèse	Remarques ou précisions
Urée	F.Wöhler	1828	Première synthèse d'une espèce naturelle dans l'histoire de la chimie.
Aspirine	F.Hoffmann	1897	C'est Gerhardt qui a tenté le premier la synthèse de l'aspirine. Mais il est mort peu de temps après et ses travaux sont tombés dans l'oubli jusqu'à ce que Hoffmann les reprennent et réalise cette synthèse.
Colorants synthétiques	W.H. Perkins	1856	
Nylon	W.H Carothers	1937	Le nylon est un produit 100% purement synthétique. Il n'existe pas à l'état naturel.
Vanilline	J.C.W Tieman	1876	
Vitamine C	A. Szent-Györgyi	1928	
Pénicilline	A. Flemming, H.W. Florey et B. Chain	1945	La pénicilline est le premier antibiotique produit. Il a révolutionné la médecine

Ethanol	M. Berthelot	1855	Chimiste français, Berthelot a également synthétisé le méthanol, l'éthylène, le benzène, et l'acétylène.

I-4) Quelles sont les matières premières de la chimie organique ?

De nombreuses espèces organiques ont une origine naturelle tel le glucose fabriqué par les plantes grâce à la photosynthèse ou l'insuline sécrétée par le pancréas.
D'autres sont issues des organismes végétaux et animaux (ex : saccharose obtenu à partir de la betterave, pénicilline extraite de moisissures...).
Mais la plupart des molécules organiques son synthétisées à partir du gaz naturel et du pétrole, formés par la lente décomposition des organismes végétaux et animaux. **Le pétrole est la principale matière première de la chimie organique.**

II) Comment l'atome de carbone établit-il des liaisons avec d'autres atomes ?

II-1) Le trétravalence du carbone :

***Voir* la fiche de rappels de secondes sur les molécules**

Activité : *Comment écrire la formule de Lewis d'un hydrocarbure ?*

L'éthane, récupéré lors de la distillation du pétrole, a pour formule brute C_2H_6. L'éthylène, gaz dégagé par les fruits mûrs, a pour formule brute C_2H_4. L'acétylène, utilisé comme gaz d'éclairage, a pour formule brute C_2H_2.
1- Écrire les formules de Lewis de ces trois molécules.
2-Combien de liaisons peut former l'atome de carbone ? Conclure.

Doc. 4 *Dans les mûrisseries de bananes, la température et la teneur en éthylène sont contrôlées. Ce gaz participe à la maturation des fruits.*

Correction :

1- Formules de Lewis des molécules :

- C_2H_6 :

Configuration électroniques des atomes : C $(K)^2\ (L)^4$ et H $(K)^1$

On en déduit donc le nombre d'électrons présents dans la couche externe de chaque atome : $n_e(C) = 4$ et $n_e(H) = 1$.

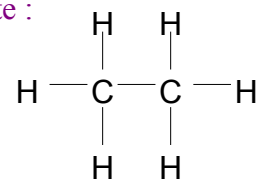
On détermine ainsi le nombre totale d'électrons externes intervenant dans la molécule

soit $n_t = 2\times4 + 6\times1 = 14$ (car la molécule est constituée de 2 atomes de C et 6 atomes de H)

On en déduit ainsi le nombre de doublets mis en jeu dans la molécule : $n_d = \frac{n_t}{2} = \frac{14}{2}$ = 7 doublets.

Vu les configurations électroniques des atomes, on en déduit que chaque atome de carbone va devoir capter 4 électrons pour respecter la règle de l'octet. Il va donc mettre en commun les 4 électrons de sa couche L et ainsi former 4 liaisons covalentes (c'est à dire 4 doublets liants). L'atome d'hydrogène doit capter 1 électron pour respecter la règle du duet, il va donc mettre son électron en commun avec un électron de la couch L de l'atome de C et ainsi former une liaison covalente.

On obtient ainsi la représentation de Lewis suivante :



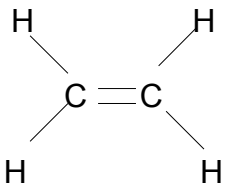
- C_2H_4 :

Selon la même méthode on a : $n_t = 2\times4 + 4\times1 = 12$

Soit un nombre de doublet qui vaut : $n_d = \frac{12}{2}$ = 6 doublets

Chaque atome d'hydrogène va mettre en commun son électron avec un des électrons fourni par un atome de carbone pour former une liaison covalente. Les deux atomes de carbones vont ensuite mettre en

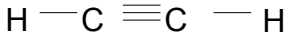
commun leurs deux électrons pour former une liaison covalente double. Ce qui nous donne la représentation de Lewis suivante :



- C_2H_2 :

$n_t = 2\times4 + 2\times1 = 10$ d'où $n_d = \frac{10}{2} = 5$ doublet.

On obtient une liaison covalente simple entre les atomes H et C, et une liaison covalente triple entre les deux atomes C. Soit la représentation de Lewis suivante :



2- Conclusion :

On constate donc que dans les trois molécules étudiées, les atomes de carbone sont à chaque fois engagés dans quatre liaisons covalentes, on dit pour cela que le carbone est tétravalent.
Dans l'éthane, chaque atome de carbone est lié à quatre autres atomes par une liaison covalente simple, on dit qu'il est tétragonal.
Dans l'éthylène, chaque atome de carbone est lié à trois autres atomes, on dit qu'il est trigonal.
Dans l'acétylène, chaque atome de carbone est lié à deux autres atomes, on dit qu'il est digonal.

Les résultats observés pour ces hydrocarbures sont généraux

Dans toutes espèces organiques, les atomes de carbone sont **tétravalent**, ils satisfont à la règle de l'octet. Les liaisons alors formées peuvent être simples, doubles ou triples.

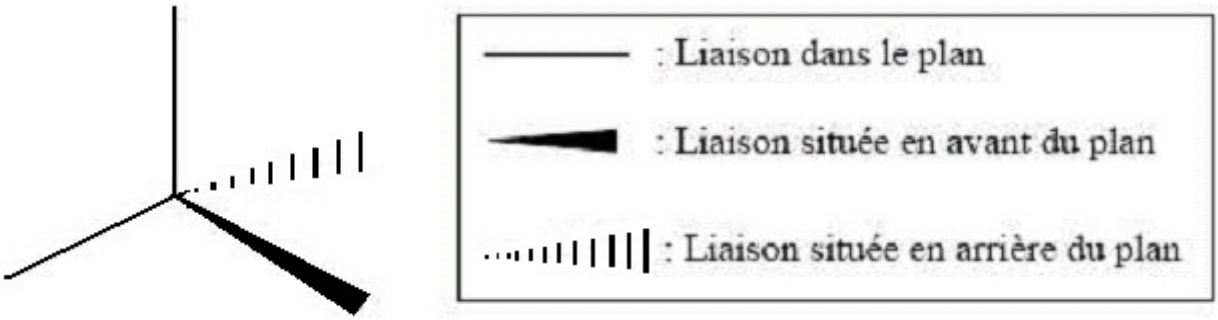
II-2) Géométrie des molécules :

Sachant que les charges électriques de même signe se repoussent, il apparaît évident que les doublets électriques vont se repousser du fait de l'interaction électrique. Ils vont donc se répartir dans l'espace de façon à minimiser ces répulsions électriques en s'éloignant les uns des autres le plus possible.

Ces interactions sont responsables de la géométrie des molécules. Dans le modèle de Gillespie, les doublets liants et non liant s'orientent de façon à ce que les angles qu'ils forment entre eux soient maximal.

La représentation de Lewis ne donne aucune indication sur la géométrie des molécules. Cram a conçu une représentation pouvant rendre compte de cette géométrie :
La molécule est placée de façon à ce que le maximum d'atomes et de liaisons soient dans le même plan. Les doublets non liant ne sont pas représentés.

Convention de représentation :

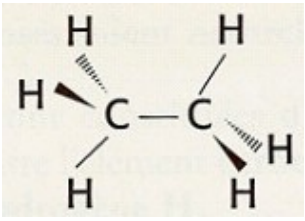


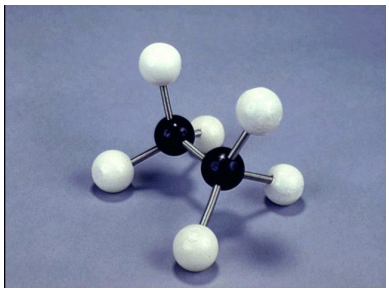
-

Activité : ***Tracer les représentations de Cram des molécules d'hydrocarbure de l'activité précédente (C_2H_6 ; C_2H_6 ; C_2H_6).***

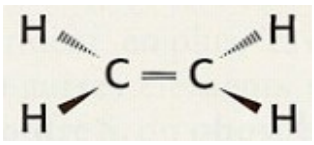
Réponses :

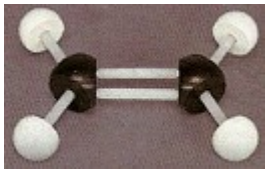
- Dans l'éthane, tous les doublets sont liants et relient un atome de carbone à quatre autres atomes. Afin que les liaisons soient les plus éloignées possibles les unes des autres, il faut que la molécule adopte une géométrie tétraédrique, ce qui nous donne en représentation de Cram :





- Dans l'éthylène, tous les doublets sont liants et relient un atome de carbone à trois autres atomes. La molécule est donc plane (toutes les liaisons sont dans un même plan), ce qui nous donne en représentation de Cram :



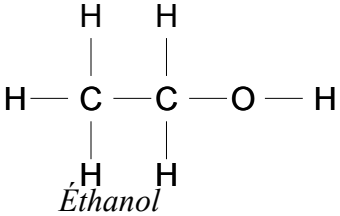


- Dans l'acétylène, tous les doublets sont liants et relient un atome de carbone à deux autres atomes. Tous les atomes sont alignés et la molécule est donc linéaire. Ce qui nous donne en représentation de Cram :

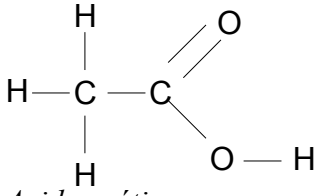
II-3) Formule brute, développée et semi développée :

Activité :

Écrire les formules brute et semi développée de l'éthanol et de l'acide acétique, dont les formules développée sont données ci-dessous.



Éthanol



Acide acétique

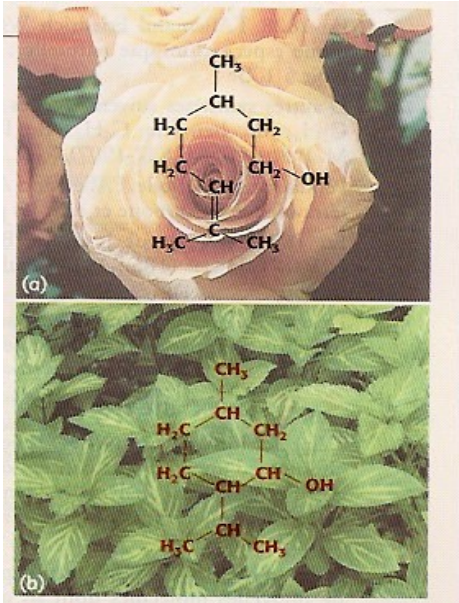
Réponses :

- Formule brute de l'éthanol : C_2H_6O
- Formule semi-developpée de l'éthanol : CH_3-CH_2-OH
- Formule brute de l'acide acétique : $C_2H_4O_2$
- Formule semi-developpée de l'acide acétique : $CH_3-C(=O)-OH$

La formule brute d'un composé, qui indique la nature et le nombre d'atomes présent dans la molécules ne donne parfois pas assez d'informations au chimiste.

C'est pour cela que les chimistes ont parfois recours à l'écriture de formules dites « développées » des molécules chimiques qui précisent l'enchaînement des atomes au sein de la molécule étudiée et les liaisons qui les unissent.

Cette écriture étant très « lourde » surtout pour les grosses molécules, on lui privilégie très souvent l'écriture de formules semi développées dans lesquelles on ne représente plus les liaisons des atomes d'hydrogène. ***Exercice 16 p 182***



Doc. 8 *Le citronellol (a) et le menthol (b) sont des isomères de formule $C_{10}H_{20}O$. Le citronellol se trouve dans le géranium ou la rose et a une odeur épicée d'écorce d'agrumes, alors que le menthol est le constituant principal de la menthe à qui il donne son odeur fraîche caractéristique.*

II-4) Isomérie :

On appelle **isomère**, des espèce chimiques qui ont la même formule brute mais des formules développées différentes (ou semi-développées) différentes. Ces espèces ont des propriétés physiques et chimiques différentes.

C'est le cas du citronellol et du menthol ci-contre (doc 8)

III) L'omniprésence de la chimie organique dans notre quotidien :

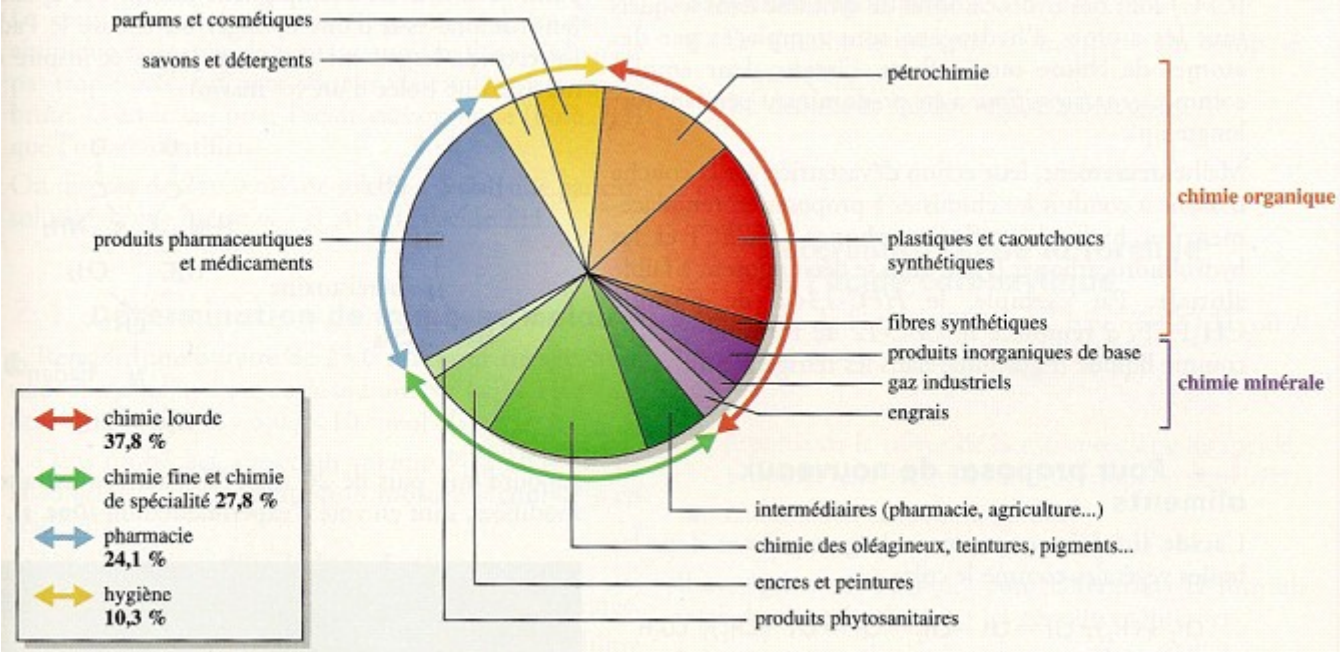
L'industrie chimique est un véritable pilier de l'économie mondiale. Tous les autres secteurs industriels (textile, automobile, alimentaire, pharmaceutique,…) ont plus ou moins recours à la chimie qui intervient également dans des domaines aussi variés que le transport, la culture, l'environnement, le sport ou les loisirs.

Avec près de 556 milliards d'euros de chiffre d'affaire en 2003, l'industrie chimique européenne se situe au premier rang mondial devant l'Asie et les États-Unis. La France est quand à elle le 2e pays d'Europe et le 5e dans le monde en terme de chiffre d'affaire, et l'industrie chimique représente un véritable atout pour notre pays (l'industrie chimique est la première des industries exportatrice française).

La chimie peut se diviser en grands secteurs industriels :

- ➔ La chimie lourde fabrique en grandes quantités les produits les produits de base à partir des matières premières (ex: pétrochimie). La chimie organique couvre plus de 80% de la production, contre 20% pour la chimie minérale.
- ➔ La chimie fine et la chimie de spécialités élaborent des grands intermédiaires et des molécules plus complexes à partir des produits de base. Elles fournissent des secteurs aussi variés que la pharmacie, les cosmétiques... Dans tous les domaines, la chimie organique reste, là aussi, largement majoritaire.

Doc. 12 *De la pervenche de Madagascar, on extrait deux alcaloïdes utilisés en chimiothérapie des cancers. En modifiant leurs structures, les chimistes ont synthétisé trois nouveaux médicaments anticancéreux plus efficaces, dont l'un est actuellement en essais cliniques.*



Doc. 13 *Répartition en pourcentage du chiffre d'affaires des grands secteurs d'activité de la chimie européenne, en 2003.*
CEFIC, European Chemical Industry