

Fiche 4 : Constitution de la matière : des atomes aux molécules (2)**I Comment passe-t-on des atomes aux molécules ?****Bien lire le texte suivant puis répondre aux questions en fin de texte.****REGLE DE L' OCTET ET DU DUET*****Inertie chimique et stabilité des gaz nobles***

Les gaz (*mot invariable donc pas de 's' au pluriel*) nobles se caractérisent par **une grande inertie chimique** : ils réagissent pas ou peu pour former des ions ou des molécules. Leur configuration électronique (deux ou huit électrons sur le niveau de valence) correspond donc à une grande stabilité.

Structure en duet, structure en octet

Un atome ou un ion qui a **2 électrons** sur son niveau de valence (« couche externe ») a une **structure en duet**.
Un atome ou un ion qui a **8 électrons** sur son niveau de valence (« couche externe ») a une **structure en octet**.

Règles de stabilité des structures électroniques : règle de l'octet et du duet :

Pour $Z \leq 18$, les atomes qui n'ont pas la structure en duet ou en octet tendent à capter ou céder des électrons pour l'acquérir.

LA LIAISON CHIMIQUE : MODELE DE LEWIS**Enoncé n°1 : principes de base du modèle de Lewis**

Principe n°1 : le modèle de Lewis ne s'intéresse qu'aux électrons de valence de chaque atome. (« couche externe » ou « couche périphérique » **ou mieux**, les électrons du dernier niveau occupé appelés donc « électrons de valence ») (*Rem : il vaut mieux éviter le terme de « couche » et le remplacer par celui de « niveau »*)

Principe n°2 : Le modèle de Lewis ne s'intéresse qu'à **UNE** liaison entre deux atomes, **sans s'occuper du reste de l'édifice** (liaison localisée)

Enoncé n°2 : définition de la liaison chimique covalente

Deux atomes liés par une liaison chimique covalente **mettent en commun** un doublet d'électrons :
Ce doublet d'électrons est obtenu :

- soit par l'appariement de deux électrons célibataires fournis respectivement par chaque atome,
- soit par l'un des deux atomes, l'autre ayant une vacance électronique (*voir exemple lors du TP*)

Le (ou les) doublet(s) d'électrons mis en commun est (sont) localisé(s) entre les deux atomes ; on représente ces 2 électrons par un trait entre les symboles des 2 atomes : exemple H—Cl.

Enoncé n°3 : doublet non partagé et doublet liant

Dans les molécules habituelles, on groupe les électrons par paires. Quand une paire d'électrons constitue une liaison chimique covalente, c'est un doublet liant, sinon, c'est un doublet non partagé (appelé aussi doublet non liant).

On convient de représenter un doublet d'électrons par un trait “—”. Un **doublet liant**, c'est-à-dire une liaison chimique covalente est donc représentée par un trait **entre** les symboles de 2 atomes, et un **doublet non partagé (ou non liant)** est représenté par un trait **à côté** du symbole d'un atome.

Rem : Certains logiciels d'édition de formule permettent de différencier les doublets non liants en les représentant par deux points (exemple Chemskech) voir des exemples ci-après

Enoncé n°4 : électrons qui entourent un atome faisant partie d'une molécule.

- a) **Dans une molécule**, on appelle électrons qui “**entourent**” un atome, les électrons des doublets non partagés de l'atome **et** des doublets liants attachés à l'atome. **Attention** à ne pas confondre avec les électrons de valence de l'atome.
- b) Les deux électrons d'un doublet qui lie deux atomes A et B font partie des électrons qui entourent l'atome A **et** des électrons qui entourent l'atome B.

Première S - Chimie

Énoncé n°5 : représentation de Lewis et décompte des électrons

- La représentation de Lewis d'une molécule est une représentation des atomes et de tous les doublets d'électrons (liants et non liants) de cette molécule.
- Le nombre d'électrons (nb de doublets x 2) qui apparaissent dans cette représentation de Lewis d'une molécule doit être égal à la somme des nombres d'électrons de valence de chaque atome la constituant.

Ne sont pas concernés par ce modèle :

- Les solides ioniques, par exemple NaCl ou MgO. Ces solides ioniques ne sont pas constitués de molécules mais d'ions. (voir Fiche 3)
- Les solides métalliques, par exemple, le fer, le cuivre...
- Quelques molécules qui ne sont pas au programme du lycée (exemples : SF₆, BF₃...).

Conséquences du modèle de Lewis

- Si l'on représente une molécule dont les atomes ne respectent pas la règle de l'octet ou du duet, c'est que l'on a commis une erreur.
- Il arrive qu'il faille établir des liaisons double ou triple entre certains atomes pour que la règle de l'octet soit satisfaite.
- Une molécule est forcément électriquement neutre (non chargée).

Questions

- Par quoi représente-t-on un doublet d'électrons dans la représentation de Lewis ?
.....
.....

- On considère l'atome de carbone de numéro atomique Z = 6.

- Donner la configuration électronique de l'atome de carbone :
.....

- Donner le nombre d'électrons périphériques pour cet atome.
.....

- Cet atome a-t-il une structure en octet ? En déduire la structure de Lewis des composés CH₄ et CO₂
.....
.....

- Un doublet non partagé peut-il constituer une liaison chimique covalente ? Expliquer pourquoi à l'aide de l'énoncé 3 du modèle de Lewis.
.....
.....
.....

- Une même formule brute d'une espèce chimique (qui rend compte de la composition – nature des éléments chimiques et rapport relatif de ces éléments) peut correspondre à des structures de Lewis différentes : comment appelle-t-on des molécules ayant même formule brute mais correspondant à des composés différents ?
.....

Liens à voir : Gaz , rares ? nobles ? inertes ? http://fr.wikidia.org/wiki/Gaz_rare

Quelques informations sur les gaz nobles : <http://www.webelements.com/history.html>

<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/familles/Inertes/CBourassa.html>

Gilbert Newton Lewis (1875-1946)

http://www.sciences-en-ligne.com/DIST/Data/Ressources/lic2/chimie/hist_chi/biographies/g_l/Biog_Lewis.htm

<http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pauling/bond/people/lewis.html>

Un cours sur les structures moléculaires par Linus Pauling (deux fois prix Nobel : une fois de Chimie et de la Paix)

<http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pauling/bond/video/1957v.1.html>

Une (très !) brève histoire de la chimie :

<http://isimabomba.free.fr/histoire/historique.htm>

<http://www.woodrow.org/teachers/chemistry/institutes/1992/> ... pour quelques noms essentiels de la chimie

II De la géométrie des molécules

La représentation de Lewis d'une molécule précise l'enchaînement des atomes mais ne donne aucun renseignement sur la disposition des atomes dans l'espace, c'est-à-dire sur la géométrie de la molécule.

Le modèle **VSEPR (Valence-Shell Electron-Pair Repulsion** ou répulsion des doublets électroniques de la couche de valence) permet de prédire la forme d'une molécule ou d'un ion polynucléaire. C'est un modèle empirique c'est-à-dire qu'il est fondé sur des règles suggérées par les observations expérimentales plutôt que sur des principes fondamentaux.

La principale règle de ce modèle est la suivante:

- Les interactions à l'échelle de l'atome, de l'ion et de la molécule sont essentiellement **de nature électrique**
- dans un édifice constitué d'une atome central autour duquel d'autres atomes sont fixés, les zones de forte concentration électronique (les liaisons et les doublets non liants) se repoussent mutuellement et, pour minimiser leurs répulsions, ces zones s'éloignent le plus possible des unes des autres en conservant la même distance par rapport à l'atome central.

Donc si l'atome central est entouré de 4 doublets électroniques, ceux-ci pointeront vers les sommets d'un tétraèdre régulier fictif dont le centre est occupé par l'atome central.

On peut avoir une idée de la géométrie de quelques édifices simples en faisant une analogie avec des ballons

Pour représenter les molécules et la répartition des doublets sur celles ci, on peut utiliser des ballons comme ci-contre. On voit

- un modèle moléculaire compact
- un modèle moléculaire éclaté
- une représentation des doublets avec des ballons



1) Quelle peut-être la molécule étudiée dans la partie I représentée ci-contre ?

.....
2) Soient les deux représentations ci-dessous, dans chaque cas, déterminer les molécules représentées et préciser la nature des doublets également représentés.



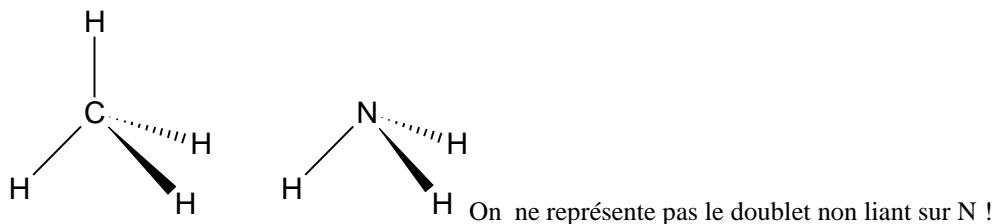
Molécule (a)



Molécule (b)

Représentation de CRAM :

(essentiellement pour les composés du carbone –alcanes- mais appliquée également ici pour la molécule d'ammoniac)



Règles de la représentation de CRAM (ou « flying edges » en anglais)

- un simple trait correspond à une liaison dans le plan de représentation
- un triangle plein => à une liaison « en avant » du plan
- un triangle pointillé => à une liaison « en arrière » du plan

Compléments le **modèle VSEPR (1957)** (Sidwick, Powell, Nyholm, Gillespie)

- Soit A, l'atome central
- S'il est entouré de p doublets liants et de q doublet non liants, on dit qu'il est de type : $A X_p E_q$
- Les $(p + q)$ doublets (sans distinction s'ils sont liants ou non liants) se disposent de façon à minimiser les interactions
- **Cas particulier** : dans le cas d'une liaison multiple, cette liaison multiple est traitée comme un seul doublet liant.

Exemple : si $(p + q) = 4$, tous les doublets sont disposés suivants un tétraèdre !

MAIS POUR OBTENIR LA STRUCTURE GEOMETRIQUE DEFINITIVE DE L'EDIFICE, ON NE CONSIDERE QUE LES DOUBLET LIANTS !

Voir <http://www.faidherbe.org/site/cours/dupuis/vsepr.htm> (Niveau Enseignement Supérieur)

TRAVAIL A FAIRE

1) D'une part consulter une banque de données

<http://www.faidherbe.org/site/cours/dupuis/banque.htm>

2) D'autre part, pour les molécules suivantes, remplir les différentes cases :

MOLECULE	STRUCTURE DE LEWIS	ATOME CENTRAL	STRUCTURE VSEPR ($A X_p E_q$)	GEOMETRIE DE L'EDIFICE
<i>exemple traité</i> NH_3		N	AX_3E_1 (p+q) = 4 doublets ⇒ Géométrie tétraédrique	pyramide à base triangulaire (voir ci-dessus)
CH_4				
H_2O				
CO_2				
C_2H_6				
C_2H_4				

Représenter les différentes molécules ci-dessus en représentation de CRAM. Est ce possible pour toutes les molécules ?