

## Différents types de liaisons chimiques

**DONNÉES : Numéro atomique et électronégativité :**

${}^1\text{H}$ 2,2							${}^2\text{He}$
${}^3\text{Li}$ 1,0	${}^4\text{Be}$ 1,5	${}^5\text{B}$ 2,0	${}^6\text{C}$ 2,5	${}^7\text{N}$ 3,0	${}^8\text{O}$ 3,5	${}^9\text{F}$ 4,0	${}^{10}\text{Ne}$
${}^{11}\text{Na}$ 0,9	${}^{12}\text{Mg}$ 1,2	${}^{13}\text{Al}$ 1,5	${}^{14}\text{Si}$ 1,8	${}^{15}\text{P}$ 2,2	${}^{16}\text{S}$ 2,5	${}^{17}\text{Cl}$ 3,1	${}^{18}\text{Ar}$
${}^{19}\text{K}$ 0,8	${}^{20}\text{Ca}$ 1,0	${}^{31}\text{Ga}$ 1,6	${}^{32}\text{Ge}$ 1,8	${}^{33}\text{As}$ 2,0	${}^{34}\text{Se}$ 2,4	${}^{35}\text{Br}$ 2,8	${}^{36}\text{Kr}$

### Exo 1

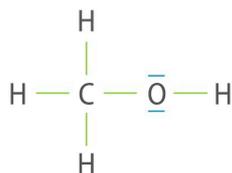
1. Parmi les liaisons covalentes ci-dessous, lesquelles sont polarisées ? Strictement covalentes ? Justifier en calculant si besoin la différence d'électronégativité entre les deux atomes liés.

a. C—C ; b. C—H ; c. C—O ; d. C—Cl ; e. C—N ; f. H—Cl

2. Dans le cas des liaisons polarisées, représenter la charge partielle positive et la charge partielle négative.

### Exo 2

Le schéma de la molécule de méthanol est le suivant :



■ Indiquer les liaisons polarisées de cette molécule. Justifier.

### Exo 3

Une liaison ionique est formée lorsque deux atomes possèdent une grande différence d'électronégativité. C'est le type de liaison qui se produit entre un ion sodium  $\text{Na}^+$  et un ion chlorure  $\text{Cl}^-$ . Le chimiste L. PAULING a montré que la liaison ionique pure n'existe pas : les espèces présentent un pourcentage de liaison ionique en fonction de la différence d'électronégativité  $\Delta\chi$ . Plus la différence d'électronégativité entre deux atomes est importante, plus la liaison est ionique. La formule empirique de Haney-Smith permet d'évaluer le pourcentage de liaison ionique  $P$  d'une liaison :  $P = 16 \times |\Delta\chi| + 3,5 \times (\Delta\chi)^2$ . Plus elle est proche de 100 %, plus la liaison est ionique.

1. Établir les schémas de Lewis des molécules HF, HCl, HBr et HI.

2. Déterminer, par des calculs, laquelle des liaisons possède le plus fort caractère ionique.

**Données**

°  $\chi(\text{H}) = 2,2$  ;  $\chi(\text{F}) = 3,98$  ;  $\chi(\text{Cl}) = 3,16$  ;  $\chi(\text{Br}) = 2,96$  ;  $\chi(\text{I}) = 2,66$ .

## Exo 4

La charge partielle d'un atome d'oxygène est-elle toujours négative dans un édifice chimique ?

## Exo 5

- a. À l'aide du tableau périodique, identifier, en expliquant le raisonnement, un atome qui a toujours une charge partielle positive lorsqu'il forme une liaison avec un atome différent.
- b. Identifier de même un atome qui a toujours une charge partielle négative.

## Exo 6

Les organomagnésiens sont des composés organiques très utiles dans les synthèses organiques. Leur découverte par le chimiste français Victor Grignard à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle a permis de grandes avancées en chimie organique. Il a reçu le prix Nobel de chimie en 1912 avec Paul Sabatier.



Leur réactivité s'explique par leurs structures et polarités particulières. Ils ont pour formule générale  $R-Mg-X$ ,  $R$  étant un radical composé uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène et  $X$  un atome de la famille des halogènes.

1. **Étude du chlorométhane, de formule  $CH_3Cl$** 
  - a. Donner le schéma de Lewis de la molécule.
  - b. Identifier et caractériser la ou les liaisons polarisées de cette molécule.
2. **Étude du chlorure de méthylmagnésium**

Une molécule simple de la famille des organomagnésiens est le chlorure de méthylmagnésium de formule  $CH_3-Mg-Cl$ .

  - a. Donner le schéma de Lewis de la molécule.

Que peut-on observer au niveau de l'atome de magnésium ?
  - b. Identifier et caractériser la ou les liaisons polarisées de cette molécule.
3. Comparer la charge partielle des atomes de carbone présents dans la molécule de chlorométhane et de chlorure de méthylmagnésium. Que peut-on conclure ?

## Polaire ou apolaire ?

### Exo 7

#### Le méthanol

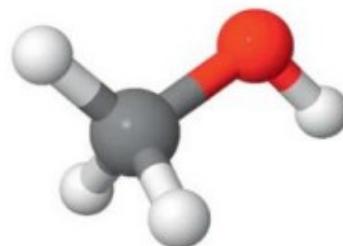
Mobiliser et organiser ses connaissances ; utiliser un modèle pour prévoir.

Le méthanol, dont le modèle de sa molécule est donné ci-contre, est un alcool produit naturellement par de nombreuses variétés de bactéries.

- La molécule de méthanol est-elle polaire ou apolaire ?

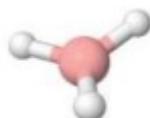
#### Données

- $\chi(\text{H}) = 2,2$  ;  $\chi(\text{C}) = 2,6$  et  $\chi(\text{O}) = 3,4$ .
- Les valeurs des électronégativités des atomes d'hydrogène et de carbone étant proches, les liaisons C-H sont non polarisées.



### Exo 8

- Parmi les deux molécules dont les modèles sont fournis, laquelle est une molécule polaire ? Justifier.



> Borane  $\text{BH}_3$



> Ammoniac  $\text{NH}_3$

Utiliser le réflexe 4

#### Données

- $\chi(\text{H}) = 2,2$  ;  $\chi(\text{B}) = 2,0$  et  $\chi(\text{N}) = 3,0$ .

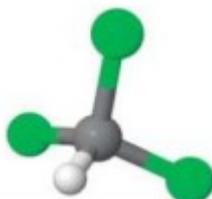
### Exo 9

Le modèle de la molécule de trichlorométhane est donné ci-contre.

- Justifier que cette molécule est polaire.

#### Données

- $\chi(\text{H}) = 2,2$  ;  $\chi(\text{C}) = 2,6$  et  $\chi(\text{Cl}) = 3,2$ .



### Exo 10

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

Le méthoxyméthane  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  est un gaz incolore utilisé pour traiter les verrues dans les fluides cryogéniques. Dans sa molécule, l'atome d'oxygène est fixé à deux atomes de carbone.

#### Données

- $\text{H} (1s^1)$  ;  $\chi(\text{H}) = 2,2$ .
- $\text{C} (1s^2 2s^2 2p^2)$  ;  $\chi(\text{C}) = 2,6$ .
- $\text{O} (1s^2 2s^2 2p^4)$  ;  $\chi(\text{O}) = 3,4$ .
- On considère que les liaisons C-H de cette molécule ne sont pas polarisées.

#### Énoncé compact

- La molécule de méthoxyméthane est-elle polaire ?



## Exo 11

On considère les molécules de :

- a fluorure d'hydrogène HF ;
- b difluorure d'oxygène F<sub>2</sub>O ;
- c trifluorure d'azote F<sub>3</sub>N ;
- d fluorure de carbonyle COF<sub>2</sub> ;
- e tétrafluorure de carbone CF<sub>4</sub>.

- Ces molécules sont-elles polaires ?

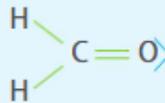
Données

- H (1s<sup>1</sup>) ;  $\chi(\text{H}) = 2,2$ .
- C (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup>) ;  $\chi(\text{C}) = 2,6$ .
- N (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>3</sup>) ;  $\chi(\text{N}) = 3,0$ .
- O (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>) ;  $\chi(\text{O}) = 3,4$ .
- F (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>) ;  $\chi(\text{F}) = 4,0$ .

## Exo 12

Le méthanal, de formule CH<sub>2</sub>O, est une molécule très soluble dans l'eau. La solution obtenue est appelée formol et a été longtemps utilisée pour conserver les échantillons médicaux.

Données • Schéma de Lewis de la molécule de méthanal :



- Électronégativités :  $\chi_{\text{C}} = 2,55$      $\chi_{\text{H}} = 2,20$      $\chi_{\text{O}} = 3,44$

- a Combien de doublets entourent l'atome central ?
- b Quelle est la forme de la molécule ? Est-elle plane ?
- c Préciser, en expliquant la démarche, si cette molécule possède des liaisons polarisées. Le cas échéant, recopier la molécule et faire apparaître la ou les liaisons polarisées et les charges partielles.
- d Cette molécule est-elle polaire ?

## Exo 13

L'eau de formule H<sub>2</sub>O est présente sur Terre sous les trois états physiques.

- Données • Configuration électronique de l'oxygène : 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>  
• Configuration électronique de l'hydrogène : 1s<sup>1</sup>  
• Électronégativités :  $\chi_{\text{H}} = 2,20$  ;  $\chi_{\text{O}} = 3,44$

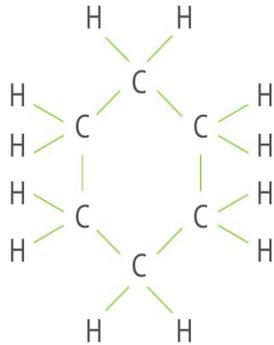
- a Établir le schéma de Lewis de la molécule.
- b Quelle est la géométrie de la molécule ? Justifier la réponse.
- c Indiquer la polarisation des liaisons de la molécule.
- d Cette molécule est-elle polaire ? Justifier la réponse.



L'eau sous ses trois états physiques : nuages (par condensation du gaz), mer (liquide) et banquise (solide).

### Exo 14

**38** Le cyclohexane est un solvant organique de formule  $C_6H_{12}$ . Son schéma de Lewis est donné ci-dessous.



- La liaison C-H est-elle polarisée ?
- La molécule est-elle polaire ? Justifier.

### Exo 15

**39** La molécule de chlorure d'hydrogène a pour formule HCl.

- Quelle est la configuration électronique de chacun des atomes ?
- Donner le schéma de Lewis de la molécule.
- La liaison est-elle polarisée ?
- La molécule est-elle polaire ?

### Exo 16

Le sulfure d'hydrogène est un composé naturel contenu dans les pétroles.

Son schéma de Lewis est le suivant :



- Recopier le schéma de Lewis et faire apparaître les charges partielles positives et négatives.
- Construire le centre géométrique des charges partielles positives  $G^+$ .
- Placer le centre géométrique des charges partielles négatives  $G^-$ .
- Sont-ils confondus ? La molécule est-elle polaire ?

### Exo 17

Le dioxyde de silicium est présent dans de nombreux minéraux. Il est un constituant essentiel du verre. Son schéma de Lewis simplifié est le suivant :



- Recopier le schéma de Lewis et faire apparaître les charges partielles positives et négatives.
- Placer les centres géométriques des charges partielles positives  $G^+$  et négatives  $G^-$ .
- Sont-ils confondus ? La molécule est-elle polaire ?

### Exo 18

- Dessiner les schémas de Lewis des molécules suivantes.
  - Dichlore  $\text{Cl}_2$
  - Diazote  $\text{N}_2$
  - Chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}$
  - Cyanure d'hydrogène  $\text{HCN}$
- Sont-elles polaires ou apolaires ?

### Exo 19

On considère les molécules de méthane  $\text{CH}_4$  et d'eau  $\text{H}_2\text{O}$ , qui s'inscrivent dans un tétraèdre.

- Représenter ces deux molécules dans leur tétraèdre.
- En déduire la forme géométrique de chaque molécule.
- Indiquer, le cas échéant, la présence de liaisons polarisées.
- Conclure quant à la polarité de chacune des molécules.

### Exo 20

On considère les molécules d'ammoniac  $\text{NH}_3$  et de tétrachlorométhane  $\text{CCl}_4$ , qui s'inscrivent dans un tétraèdre.

- Représenter ces deux molécules dans leur tétraèdre.
- En déduire la forme de chaque molécule.
- Indiquer, le cas échéant, la présence de liaisons polarisées.
- Conclure quant à la polarité de chacune des molécules.

## Exo 21

On considère le trifluorure d'azote  $\text{NF}_3$  et le trifluorure de bore  $\text{BF}_3$ .

L'électronégativité des atomes est :

$$\chi_{\text{F}} = 3,98 ; \chi_{\text{N}} = 3,04 \text{ et } \chi_{\text{B}} = 2,04.$$

La molécule  $\text{BF}_3$  est plane et la molécule  $\text{NF}_3$  est triangulaire pyramidale.

- Donner la représentation dans l'espace de chaque molécule.
- Déterminer, en justifiant, si chacune des molécules est polaire ou apolaire.

## Exo 22

On considère les deux molécules  $\text{CO}_2$  et  $\text{SO}_2$ .

- Nommer ces molécules.
- Donner le schéma de Lewis de la molécule de  $\text{CO}_2$ .
- Expliquer pourquoi la molécule est linéaire.
- $\text{SO}_2$  a un schéma de Lewis similaire à celle de  $\text{CO}_2$  mais la molécule est coudée. Elle possède en plus un doublet non liant sur l'atome de soufre. Donner son schéma de Lewis.
- Ces molécules possèdent-elles des liaisons polarisées ?
- Ces molécules sont-elles polaires ?

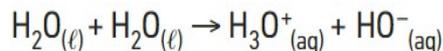
## Exo 23

Lors de la chloration du méthane  $\text{CH}_4$ , les atomes d'hydrogène H sont progressivement remplacés par des atomes de chlore Cl.

- Donner les formules des quatre composés chlorés possibles.
- Quelle est la géométrie commune à toutes les molécules ?
- Parmi ces molécules, quelles seront celles forcément apolaires ? Justifier la réponse.

## Exo 24

L'eau participe à une réaction particulière (non totale) appelée réaction d'autoprotolyse :



La présence d'ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  dans l'eau pure est traduite par la valeur de son potentiel hydrogène,  $\text{pH} = 7,0$  à  $25^\circ\text{C}$ .



### 1. Molécule d'eau

- Donner le schéma de Lewis de la molécule d'eau.
- Cette molécule est-elle polaire ou apolaire ?

### 2. Processus de formation de l'ion oxonium

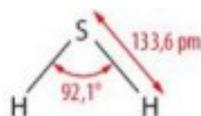
- Quelle est l'ion capté par  $\text{H}_2\text{O}$  pour former  $\text{H}_3\text{O}^+$  ?
- Donner le schéma de Lewis de cet ion.  
Comment s'associe-t-il avec l'eau pour former  $\text{H}_3\text{O}^+$  ?
- Donner le schéma de Lewis de l'ion oxonium.

### 3. Ion hydroxyde

Quel est l'ion libéré par la molécule d'eau pour former l'ion hydroxyde ?  
En déduire le schéma de Lewis de l'ion hydroxyde.

## Exo 25

La formule incomplète du schéma de Lewis de la molécule de sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$  est donnée ici.



- Corriger son schéma de Lewis.
- Montrer que les liaisons de cette molécule sont polarisées.
- Représenter les charges partielles associées à ces liaisons.
- La molécule de sulfure d'hydrogène est-elle polaire ?

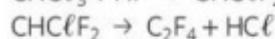
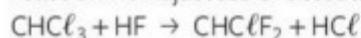
## Exo 26

Le tétrafluoroéthène, de formule brute  $C_2F_4$ , intervient dans la synthèse du Téflon<sup>®</sup>. C'est un polymère utilisé pour fabriquer des ustensiles de cuisine car il résiste à la chaleur, aux acides et est un bon anti-adhésif.

Le tétrafluoroéthène est synthétisé en deux étapes.

On fait d'abord réagir du chloroforme  $CHCl_3$  et du fluorure d'hydrogène HF. Puis sous l'effet de la chaleur, le chlorodifluorométhane  $CHClF_2$  obtenu se décompose en chlorure d'hydrogène HCl et en tétrafluoroéthène  $C_2F_4$ .

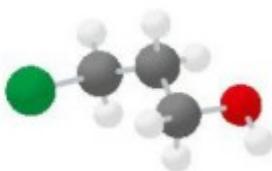
Les deux étapes sont modélisées par les équations de réaction non ajustées ci-dessous :



1. Ajuster ces équations chimiques.
2. Représenter les schémas de Lewis des molécules HF,  $CHClF_2$  et  $C_2F_4$ .
3. Justifier la géométrie tétraédrique du chlorodifluorométhane.
4. Cette molécule est-elle polaire ? Expliquer.

## Exo 27

Le modèle moléculaire du 3-chloropropan-1-ol est représenté ci-contre :



1. Écrire le schéma de Lewis de cette molécule.
2. Identifier les types d'interactions qui peuvent s'établir entre deux molécules de 3-chloropropan-1-ol.
3. Représenter les éventuels ponts hydrogène que peuvent établir ces deux molécules.

## Exo 28

Les épaisses couches nuageuses de Neptune paraissent bleues du fait de la présence de méthane  $CH_4$  gazeux. Les longs nuages blancs contiennent des cristaux de glace de méthane.



1. Représenter le schéma de Lewis du méthane.
2. Préciser si cette molécule est polaire.
3. Indiquer la nature des interactions responsables de la cohésion de la glace de méthane.