

# Exercices 2

## Structure des entités : Lewis, géométrie, polarité

Applications : atmosphère, molécules du vivant, micro-ondes, ozone

5 exercices · niveau ●●○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

### ★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Établir et exploiter des schémas de Lewis (liaisons multiples, lacune, charges formelles); en déduire la géométrie.
- Relier polarité des liaisons et géométrie au caractère polaire d'une molécule, dans des situations concrètes.

## Exercice 1 Les gaz de l'atmosphère et l'effet de serre

●●○

Composition de l'air sec (en volume; l'air contient aussi de 0 à 4 % de vapeur d'eau). Les molécules formées d'un seul élément et les atomes isolés n'absorbent pas le rayonnement infrarouge émis par la Terre; les molécules formées d'au moins deux éléments différents l'absorbent : ce sont des gaz à effet de serre (GES).

| Gaz                | N <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | Ar     | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |
|--------------------|----------------|----------------|--------|-----------------|-----------------|------------------|
| Fraction en volume | 78,1 %         | 20,9 %         | 0,93 % | 0,042 %         | 0,000 19 %      | 0,000 034 %      |

■ DONNÉES  $Z$  : H : 1; C : 6; N : 7; O : 8 •  $\chi$  (Pauling) : H : 2,20; C : 2,55; N : 3,04; O : 3,44 • liaison polarisée si  $\Delta\chi \geq 0,4$

- Parmi les gaz du tableau, lesquels sont, comme la vapeur d'eau, des GES ?
- Un élève affirme : « seules les molécules polaires sont des gaz à effet de serre ». Discuter cette affirmation en précisant la géométrie de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> et leur caractère polaire ou apolaire.
- Le protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O, issu des engrais azotés, a pour schéma de Lewis celui de la figure 1, où les charges formelles n'ont pas été représentées. Vérifier le nombre de doublets, puis déterminer la charge formelle de chaque atome. Prévoir la géométrie de la molécule.



Figure 1 — Molécule N<sub>2</sub>O, charges formelles non représentées

## Exercice 2 L'ozone, bouclier de la Terre

●●○

La molécule d'ozone O<sub>3</sub> (enchaînement O–O–O) absorbe dans la stratosphère une grande partie des ultraviolets solaires.

■ DONNÉES  $Z$  : O : 8

- Calculer le nombre de doublets de la molécule. Montrer qu'avec deux liaisons simples, l'octet ne peut pas être respecté pour tous les atomes.
- Établir un schéma de Lewis de l'ozone comportant une liaison double, et déterminer les charges formelles de ses atomes.
- Prévoir la géométrie de la molécule autour de l'atome central. L'angle mesuré est de 117° : est-ce cohérent ?
- Les deux liaisons de l'ozone mesurent chacune 128 pm, alors qu'une liaison simple O–O mesure 148 pm et une liaison double O=O 121 pm. Le schéma établi en 2.2 rend-il compte de cette mesure ? Dessiner un second schéma de Lewis possible et proposer une interprétation. (L'existence de plusieurs schémas de Lewis, appelés formes mésomères, est hors programme.)

### Exercice 3 Deux molécules du vivant : l'urée et la glycine



L'urée  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  élimine l'azote dans l'urine ; la glycine  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$  est le plus simple des acides aminés des protéines.

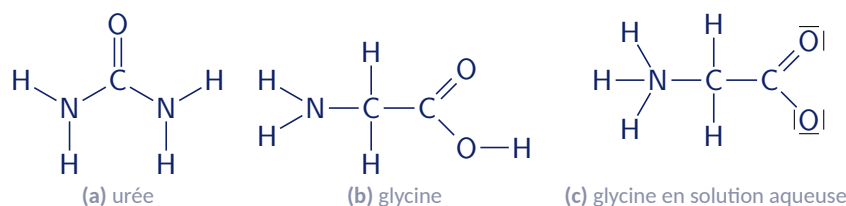


Figure 2 — Enchaînements des atomes ; en (c), schéma de Lewis complet sans les charges formelles

■ **DONNÉES**  $Z$  : H : 1 ; C : 6 ; N : 7 ; O : 8 •  $\chi$  (Pauling) : H : 2,20 ; C : 2,55 ; N : 3,04 ; O : 3,44 • liaison polarisée si  $\Delta\chi \geq 0,4$

- 3.1 Compléter les schémas (a) et (b) avec les doublets non liants, et vérifier le nombre total de doublets de chaque molécule.
- 3.2 Donner la géométrie autour de l'atome de carbone de l'urée, puis autour de chaque atome de carbone et de l'atome d'oxygène lié à H dans la glycine. Recenser les liaisons polarisées de la glycine et y placer les charges partielles.
- 3.3 En solution aqueuse, la glycine existe surtout sous la forme (c). Déterminer les charges formelles des atomes N et O, puis la charge globale de l'entité. À quels ions du cours ressemblent les groupes  $-\text{NH}_3$  et  $-\text{COO}^-$  ?

### Exercice 4 Le four à micro-ondes



Dans un four, l'onde de fréquence  $f = 2,45 \text{ GHz}$  crée un champ électrique  $\vec{E}$  qui change de sens deux fois par période. Une molécule polaire s'oriente dans ce champ, sa partie  $\delta^-$  vers la zone chargée positivement (figure 3) ; en tournant sans cesse, les molécules d'eau agitent leurs voisines et l'aliment s'échauffe.

- 4.1 Établir le schéma de Lewis de la molécule d'eau, prévoir sa géométrie et y placer les charges partielles. Justifier que la molécule est polaire.
- 4.2 L'angle mesuré entre les liaisons vaut  $104,5^\circ$ . Sachant que les doublets non liants repoussent plus fortement les autres doublets que ne le font les doublets liants, expliquer pourquoi cet angle est inférieur à  $109,5^\circ$ .
- 4.3 Reproduire la figure 3 et y dessiner une molécule d'eau orientée par le champ.
- 4.4 Combien de fois par seconde le champ change-t-il de sens ?
- 4.5 On place dans le four deux flacons, l'un de tétrachlorométhane  $\text{CCl}_4$ , l'autre de dichlorométhane  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Lequel s'échauffe ? Justifier.

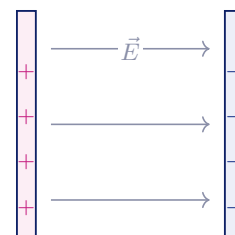


Figure 3 — Champ électrique à un instant donné

■ **DONNÉES**  $Z$  : H : 1 ; C : 6 ; O : 8 ; Cl : 17 •  $\chi$  (Pauling) : H : 2,20 ; C : 2,55 ; O : 3,44 ; Cl : 3,16 • liaison polarisée si  $\Delta\chi \geq 0,4$

### Exercice 5 Une lacune qui attire un doublet



■ **DONNÉES**  $Z$  : H : 1 ; B : 5 ; N : 7 ; F : 9 •  $\chi$  (Pauling) : B : 2,04 ; F : 3,98

- 5.1 Établir le schéma de Lewis du trifluorure de bore  $\text{BF}_3$  (atome central B) : montrer que B porte une lacune électronique. Prévoir la géométrie de  $\text{BF}_3$  et justifier qu'il est apolaire.
- 5.2  $\text{BF}_3$  réagit avec l'ammoniac  $\text{NH}_3$  pour former l'entité de la figure 4. Quel atome apporte le doublet de la nouvelle liaison B–N ? Déterminer les charges formelles de B et de N, et la géométrie autour de chacun de ces atomes.

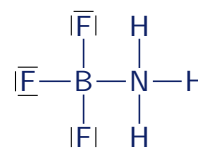


Figure 4 — Entité  $\text{H}_3\text{NBF}_3$ , charges formelles non représentées