



# CH-110 Advanced General Chemistry I

Prof. A. Steinauer  
[angela.steinauer@epfl.ch](mailto:angela.steinauer@epfl.ch)

# Retour d'information indicatif

Retours	Implémentation
Le cours est trop rapide et trop dense.	Guide d'étude, résumés à la fin des chapitres.
Certains concepts ne sont pas expliqués en profondeur et il n'est pas clair quels concepts sont importants.	Guide d'étude, mise en ligne de la feuille de calcul d'ici fin novembre, exercices.
Fournir des résumés et mettre en évidence les points clés.	
Provide summaries and highlight key points.	Guide d'étude, résumés à la fin des chapitres.
Style d'enseignement : le tableau noir est préférable aux diapositives. Plus d'exemples pratiques pendant les cours.	J'essaierai d'en faire plus sur le tableau noir/iPad.
Problèmes de compréhension de l'anglais.	Sous-titres, diapositives, les enseignants parlent français.
Réduire le niveau de bruit dans l'amphithéâtre.	Je vous le rappellerai plus souvent.
Fournir plus d'explications mathématiques.	
L'engagement et la passion sont appréciés.	Merci!
La clarté des diapositives est appréciée.	Merci!
Réponses sexistes lors des sondages.	

# Notes d'ordre administratif

- Les **électronégativités** de N et de Cl sont très proches. La valeur la plus élevée ou la plus basse dépend du tableau périodique utilisé. Par exemple, pour le tableau du livre, l'électronégativité de Cl > N, mais pour celui de la salle de classe, N > Cl.

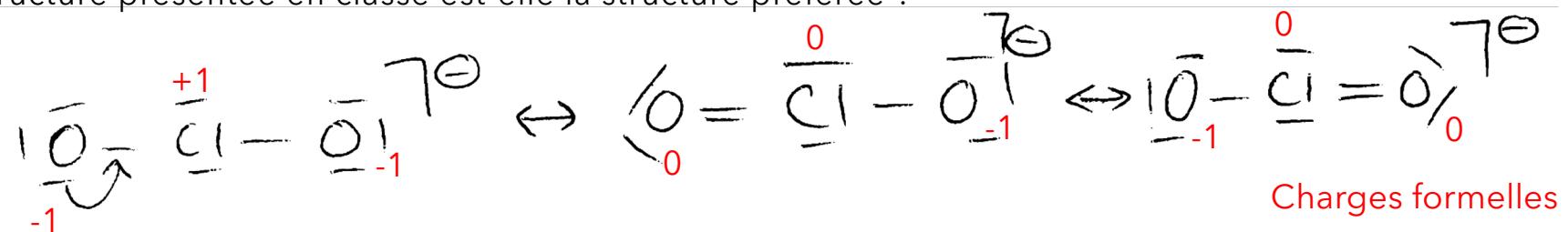
TENDANCE de l'électronégativité : F > O > **N/Cl** > Br > I > S > C/Se > H >...

- **Exercice d'aujourd'hui :** 5.8 et 5.9 plus série 6
- **Exercice 3:** nous avons revu l'exercice 3.4, il n'a pas de sens. Si vous voulez vous entraîner sur ce chapitre, je vous recommande de vous concentrer sur les **exercices 1D.3, 1.9, 1.33 du livre.**
- Le guide d'étude annoté pour le chapitre 1 est téléchargé sur Moodle.
- **Pas d'heures de bureau aujourd'hui.** Veuillez m'envoyer un courriel si vous avez des questions auxquelles les assistants techniques ne peuvent pas répondre.

## 2B.1: Structures de Lewis

### Question d'un étudiant

La structure de Lewis de l'ion chlorite pourrait également comporter une double liaison. Pourquoi la structure présentée en classe est-elle la structure préférée ?



La première répond à la règle de l'octet. Les deuxièmes et troisièmes structures contiennent du chlore hypervalent. Laquelle est la plus proche de la vérité ? L'analyse des charges formelles suggère la deuxième et la troisième structure. En outre, il faut tenir compte de la longueur des liaisons :

Cl–O (liaison simple): 172 pm

Cl=O (liaison double): 140 pm

C–O in  $\text{ClO}_2^-$ : 156 pm → La chlorite a un ordre de liaison entre 1 et 2.

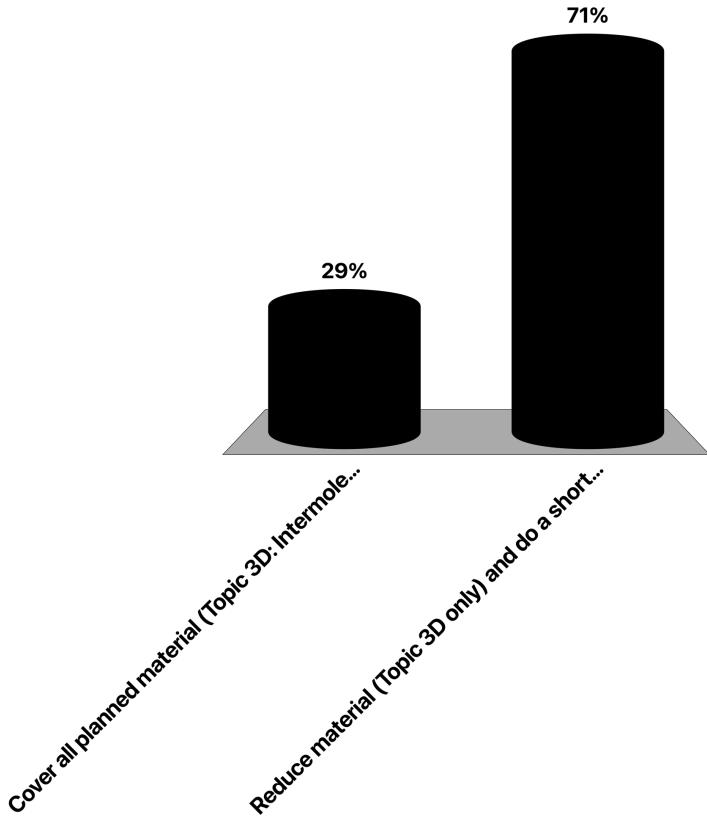
# Que préférez-vous ?

## A. Couvrir tout le matériel

**prévu** (Sujet 3D : Forces intermoléculaires, 3F : Liquides, 3G : Solides)

## B. Réduire la matière

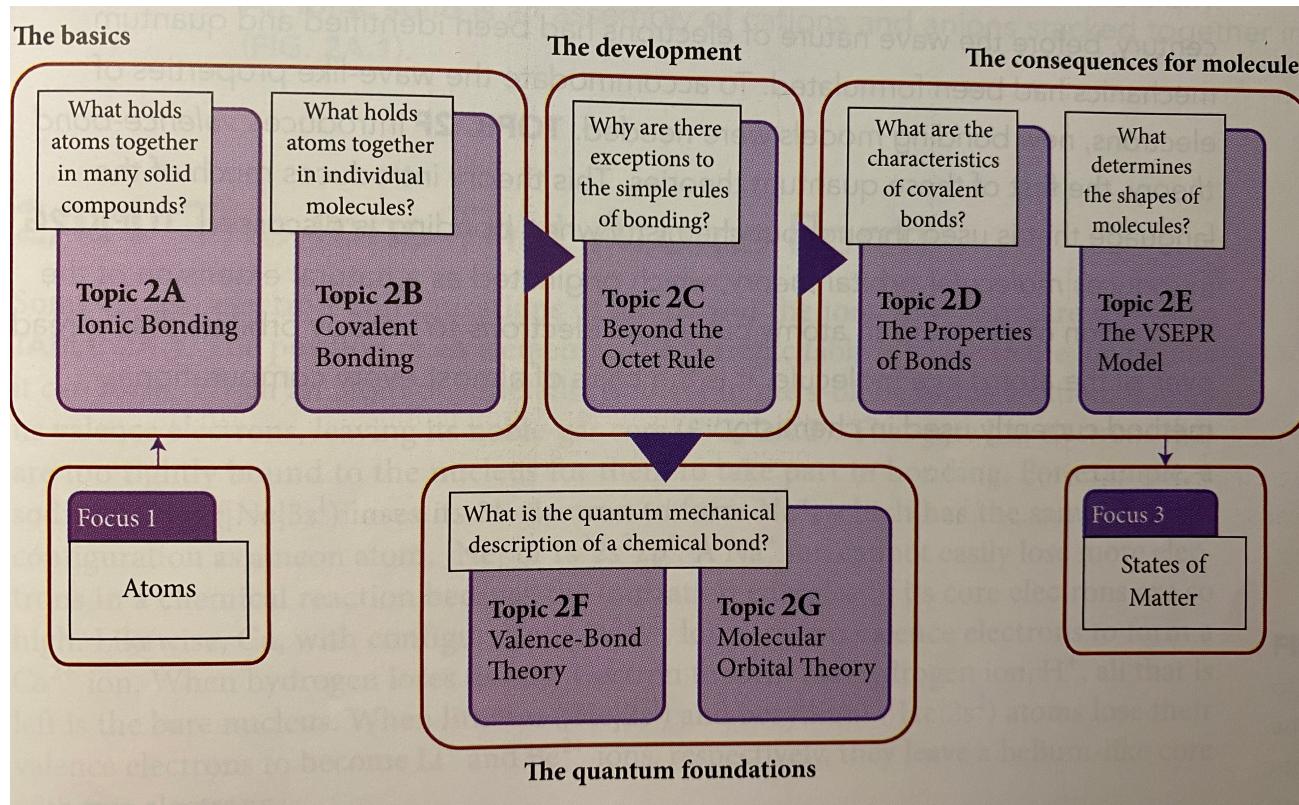
(thème 3D uniquement) et faire un **petit examen pratique** en classe (non noté).



Link: [www.responseware.eu](http://www.responseware.eu)

Session ID: 124362

# Vue d'ensemble du chapitre 2 (Thème 2 : Liaisons entre atomes)



# Les propriétés des liaisons

Sujet 2D



**Topic 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité**

**Topic 2D.2 Correction du modèle ionique : la polarisabilité**

**Topic 2D.3 Force de liaison**

**Topic 2D.4 Longueur de liaison**

**POURQUOI AVEZ-VOUS BESOIN DE CONNAÎTRE CE MATÉRIEL ?**

- Les propriétés des liaisons varient considérablement. Les variations de la force et de la longueur des liaisons, ainsi que la distribution des électrons dans une liaison, sont utilisées pour expliquer les propriétés physiques et chimiques des molécules.

**QUE FAUT-IL DÉJÀ SAVOIR ?**

- Tendances périodiques (Sujet 1F)
- Concept de résonance (Sujet 2B)
- Rôle du partage des paires d'électrons dans la liaison covalente (Sujet 2B)

# Correction du modèle covalent : électronégativité

Topic 2D.1



## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Deux extrêmes

Liaison covalente ← → Liaison ionique

De nombreux composés se  
situent entre les deux

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

Deux extrêmes



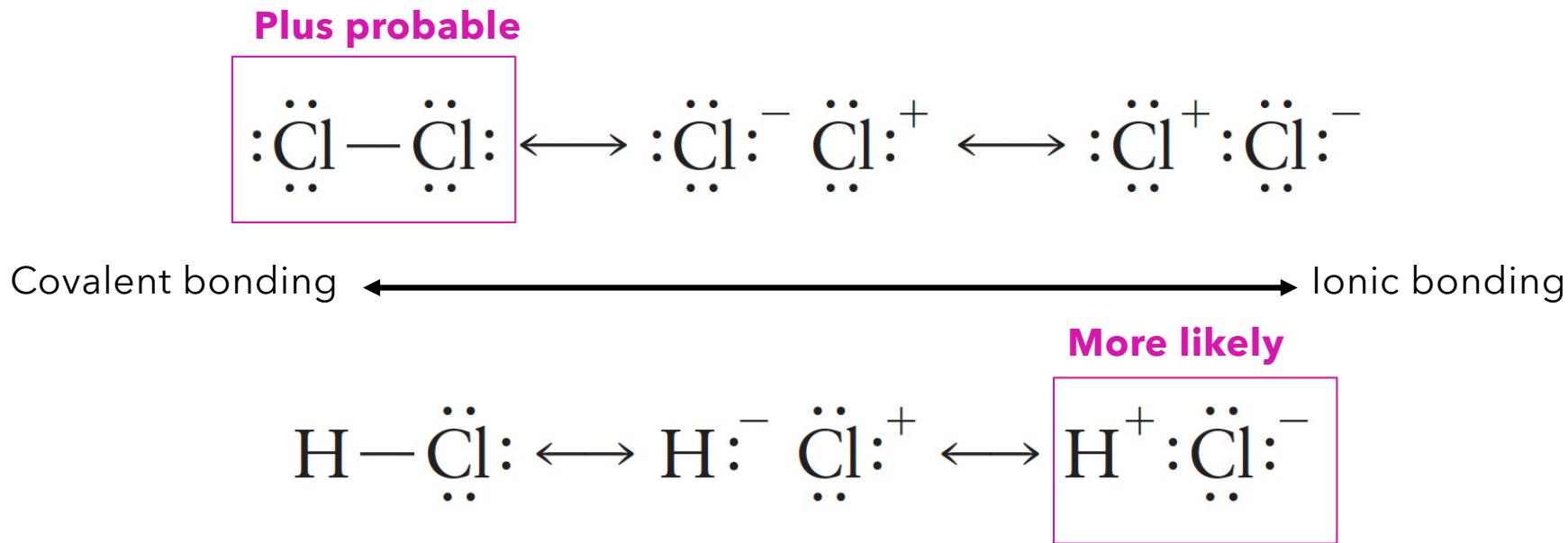
Covalent bonding

← → Ionic bonding

Toutes les molécules doivent être  
considérées comme des  
**hybrides de résonance de  
structures purement covalentes  
et purement ioniques**

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

Deux extrêmes



Covalent bonding

Ionic bonding

$\text{H}-\ddot{\text{Cl}}\text{:}$

$\longleftrightarrow$

$\text{H}\text{:}^-$

$\ddot{\text{Cl}}\text{:}^+$

$\longleftrightarrow$

$\text{H}^+\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}^-$

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Charges partielles

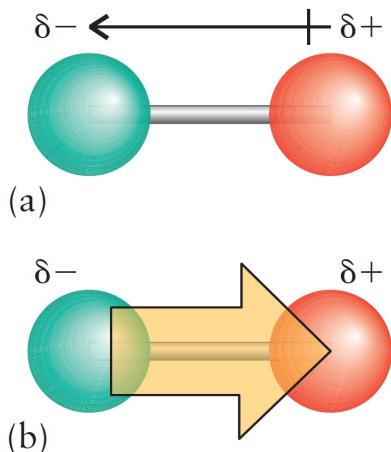
- Résultat de la résonance favorisant H-Cl : petite charge négative sur Cl, petite charge positive sur H (**charges partielles**)



- Liaison avec charge partielle non nulle : **liaison covalente polaire**
- Liaison avec charge partielle nulle : **liaison non polaire**

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Dipôle électrique



- Les **charges partielles** des deux atomes dans une liaison covalente polaire forment un **dipôle électrique**.
  - a) Le dipôle est représenté par une flèche qui pointe vers la charge partielle négative.
  - b) Convention moderne (utilisée ici) : les flèches pointent vers la charge partielle positive
- Le **moment dipolaire électrique** ( $\mu$ ) décrit l'ampleur d'un dipôle électrique, unités : debye (D)

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Electronegativity ( $\chi$ ): Pauling vs. Mullikan

Electronégativité ( $\chi$ ) : **pouvoir d'attraction des électrons d'un atome dans une molécule.**

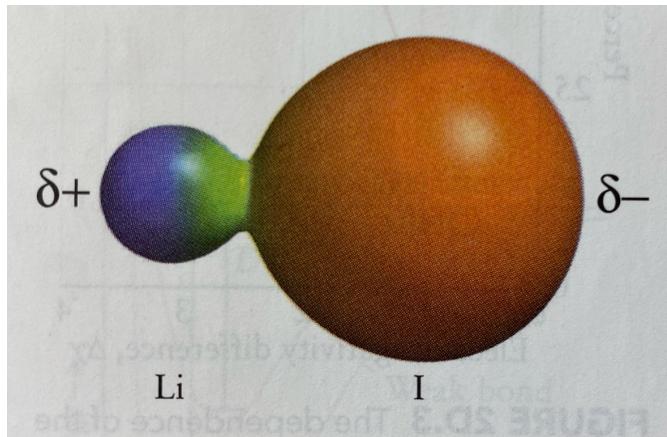


Figure 2D.1

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Electronegativity ( $\chi$ ): Pauling vs. Mullikan

- Les électronégativités de Pauling étaient basées sur les énergies de dissociation entre les liaisons.
- Pour deux éléments, A et B, quelles sont les énergies nécessaires pour rompre les liaisons A-A, B-B et A-B.
- **Pauling** a défini la différence d'électronégativité des deux éléments A et B comme suit :

$$|\chi_A - \chi_B| = \left\{ D(A - B) - \frac{1}{2}[D(A - A) + D(B - B)] \right\} \text{ (no need to know by heart)}$$

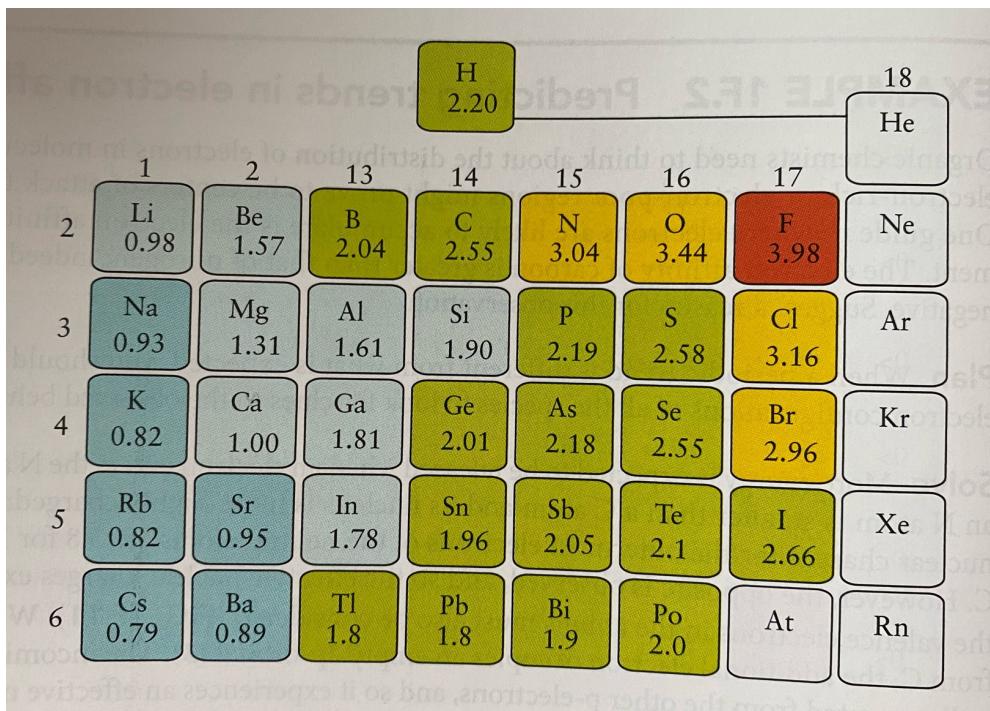
- Mullikan (voir sujet 1F.5) a utilisé une stratégie différente :

$$\chi = \frac{1}{2}(I_I + E_{ea})$$

Les électronégativités de Pauling et de Mullikan sont **qualitativement similaires**.

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Électronégativité ( $\chi$ ) : Valeurs de Pauling



- Éléments à **haute énergie d'ionisation et à haute affinité électronique** : fortement électronégatifs
- Éléments à **faible énergie d'ionisation et à faible affinité électronique** : faible électronégativité.
- Attention : l'electropositivité est utilisée pour un concept différent et n'est PAS le contraire de l'électronégativité.

Figure 1F.12 and 2D.2

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Deux extrêmes

Faible différence d'électronégativité entre les atomes →  
Faible charge partielle  
→ Le moment dipolaire qui en résulte est faible.

#### **Liaison covalente**

Grande différence d'électronégativité entre les atomes → charge partielle élevée  
→ le moment dipolaire résultant est grand

#### **Liaison ionique**



Continuum

Pas de lignes de démarcation nettes

## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

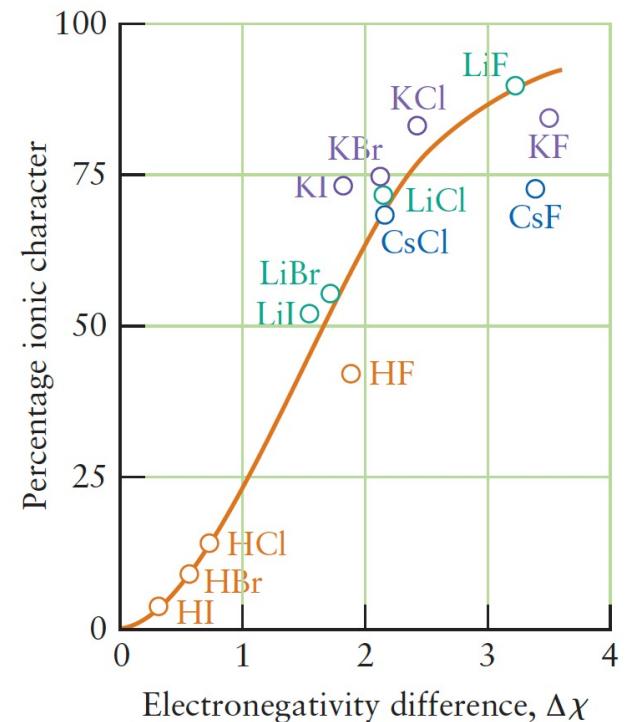
Règles empiriques pour les obligations A-B :

$(\chi_A - \chi_B) \geq 2$ : La liaison est essentiellement **ionique**

$0.5 \leq (\chi_A - \chi_B) \leq 1.5$ : La liaison est **covalente polaire**

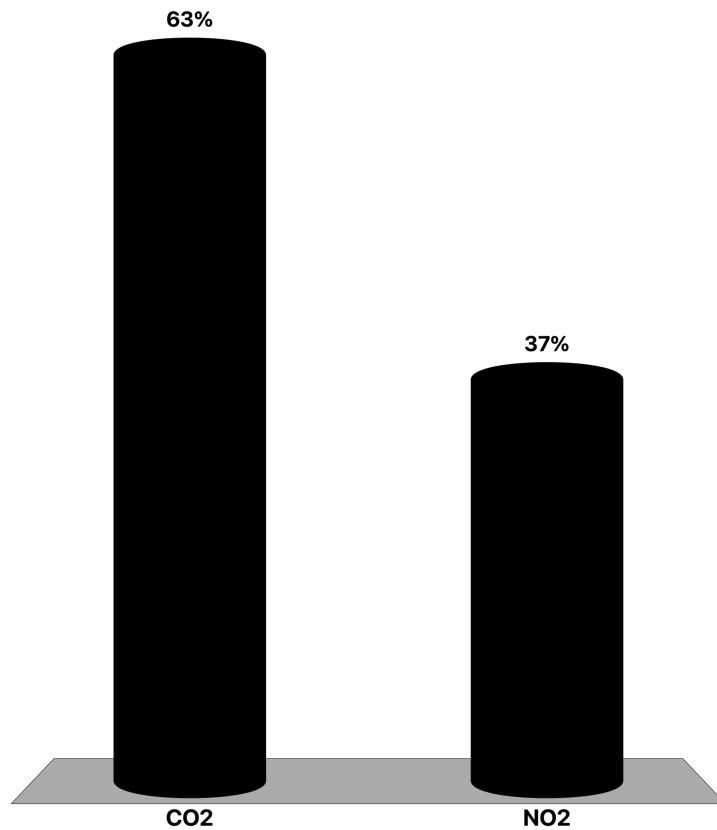
$(\chi_A - \chi_B) \leq 0.5$ : La liaison est essentiellement **covalent**

Figure 2D.3



Dans lequel des composés suivants les liaisons ont-elles un caractère plus ionique :

- A.  $\text{CO}_2$  (correct)**
- B.  $\text{NO}_2$



## 2D.1 Correction du modèle covalent : électronégativité

### Résumé

L'électronégativité est une mesure du pouvoir d'attraction d'un atome sur les électrons d'une liaison. Une **liaison covalente polaire** est une liaison entre deux atomes ayant des charges électriques partielles résultant de leur différence d'électronégativité. La présence de charges partielles peut donner lieu à un moment dipolaire électrique.

# Correction du modèle ionique : la polarisabilité

Sujet 2D.2



## 2D.2 Correction du modèle ionique : la polarisabilité

### Du point de vue des liaisons ioniques

- Tous ont un certain caractère covalent.
- Anions monatomiques ( $\text{Cl}^-$ ) à côté de cations ( $\text{Na}^+$ ) : la charge positive du cation attire les électrons de l'anion.
- Le nuage d'électrons se polarise
- Distorsion du nuage électronique sphérique

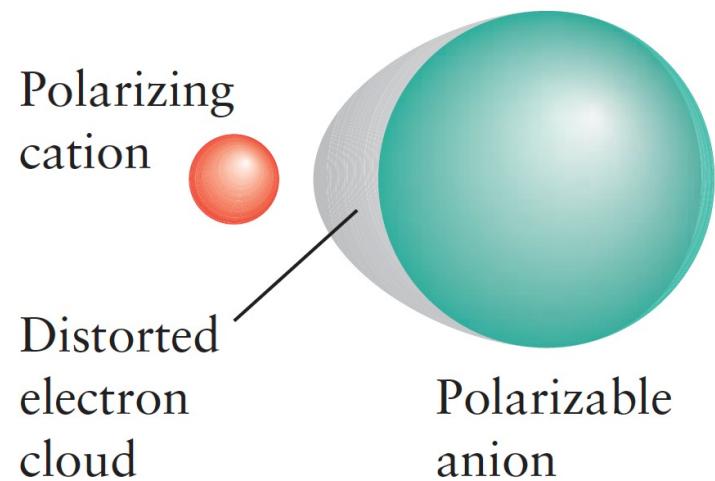


Figure 2D.4

## 2D.2 Correction du modèle ionique : la polarisabilité

### Atomes et ions polarisables

- Si les atomes et les ions ont des nuages d'électrons qui subissent facilement de grandes déformations, on dit qu'ils sont **polarisables**.
- Exemples : Anions de grande taille, par exemple l'ion iodure ( $I^-$ ),  $Br^-$ ,  $Cl^-$ ,  $I$ ,  $Br$ ,  $Cl(I^-)$ ,  $Br^-$ ,  $Cl^-$ ,  $I$ ,  $Br$ ,  $Cl$



## 2D.2 Correction du modèle ionique : la polarisabilité

### Le pouvoir polarisant

- Les atomes et les ions qui provoquent de grandes distorsions sont dits **polarisants**.
- Le pouvoir polarisant augmente lorsque la taille diminue et augmente lorsque la charge du cation augmente.
- Exemples : Cations petits et fortement chargés,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{Al}^{3+}$



## 2D.2 Correction du modèle ionique : la polarisabilité

### Tendances

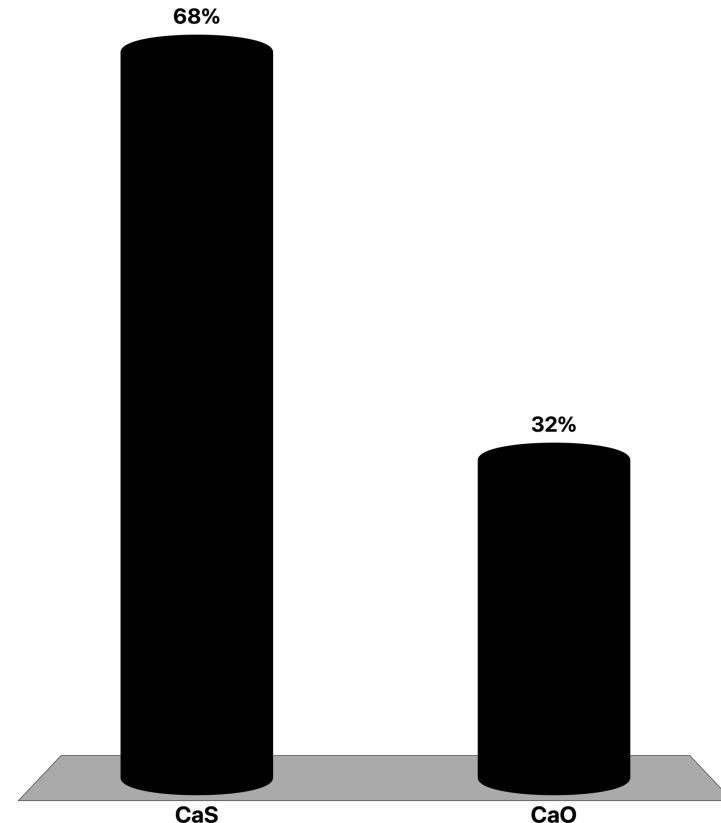
- Les cations deviennent plus petits et plus fortement chargés de gauche à droite → plus polarisants
- Par exemple:  $\text{Be}^{2+}$  est plus polarisant que  $\text{Li}^+$
- Les cations deviennent plus grands en descendant d'un groupe → moins polarisants
- Par exemple,  $\text{Na}^+$  est moins fortement polarisant que  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  est moins polarisant que  $\text{Be}^{2+}$

**Relations diagonales :** Le pouvoir polarisant augmente de  $\text{Li}^+$  à  $\text{Be}^{2+}$ , diminue de  $\text{Be}^{2+}$  to  $\text{Mg}^{2+}$ .  $\text{Li}^+$  et  $\text{Mg}^{2+}$  devraient être similaires.

Dans lequel des composés CaS et CaO les liaisons sont-elles plus covalentes ?

**A. CaS (correct)**

B. CaO



## 2D.1 Correction du modèle ionique : la polarisabilité

### Auto-test 2D.2B

- Dans lequel des composés CaS et CaO les liaisons sont-elles plus covalentes ?
- Solution : CaS
- En descendant d'un groupe, les liaisons deviennent plus covalentes à mesure que la polarisabilité (également la taille) de l'anion augmente ( $O^{2-} < S^{2-}$ ). La même tendance est vraie pour  $Cl^- < Br^- < I^-$

## 2D.2 Correction du modèle ionique : la polarisabilité

### Résumé

Les composés constitués de cations fortement polarisants et d'anions fortement polarisants présentent un caractère covalent significatif dans leur liaison.