

# LC16 : Classification périodique

## Bibliographie :

[1] Pierre Gréacias. Chimie, 1re année, MPSI-PTSI. Lavoisier.

[2] L. Almeras. Chimie MPSI-PTSI. Vuibert

[3] B.Fosset. Chimie tout-en-un MPSI-PTSI. Dunod.

Niveau : CPGE (MPSI-PTSI)

## Pré-requis :

- Structure électronique des atomes (règle remplissage, nombre quantique)
- Réaction oxydo-réduction
- Réaction acido-basique

→ Diaporama

## **Introduction:**

- Approche historique ( Mendeleïev, chimiste russe 1869, combien d'atomes? but? )
- Quel lien peut-on faire entre les propriétés chimiques, les seules accessibles à l'époque, et la position de l'atome dans la classification ?

## **I - La classification périodique des éléments**

### **1) Rappels [2]**

- Ecriture des éléments atomiques (corps pur)
- Règle de remplissage ( règles de Klechkowski, Hund, et Pauli : configuration en couche s, p, d et f ; nombre quantique)
- Définition des électrons de valence et de cœur
- Exemple d'un atome.

### **2) Construction de la classification [2]**

- Définition (nombre d'élément, nombre de ligne, nombre de colonne corps pur, nombre d'atomes par Z croissant)
- Période( même orbitale n en remplissage)
- Colonnes (même configuration des électron de valence)

#### **-Manipulation n°1**

- Bilan manip n°1: le Chlore, le Brome et l'Iode appartiennent à la même colonne des halogènes et forment un précipité blanc en présence d'ions  $Ag^+$ . Une colonne rassemble les éléments ayant la même structure électronique → Propriétés chimiques comparable.
- Les différentes familles
- Bloc s, p, d et f
- Les colonnes essentielles

## **II - Evolution des propriétés au sein du tableau périodique**

### **1) Propriétés atomiques**

a) **Énergie d'ionisation**

- Définition
- Evolution dans le tableau
- Affinité électronique

[http://uel.unisciel.fr/chimie/strucmic/strucmic\\_ch04/co/apprendre\\_ch04\\_3\\_10.html](http://uel.unisciel.fr/chimie/strucmic/strucmic_ch04/co/apprendre_ch04_3_10.html)

b) **Electronégativité**

- Définition
- Echelle de Mulliken ou échelle Pauling
- Evolution dans le tableau

c) **Rayon atomique**

- Définition
- Evolution dans le tableau

**2) Propriétés chimiques**

a) **Caractère métallique**

- Définition
- Place dans le tableau

b) **Caractère oxydo-red**

- Définition
- Propriété réducteur des alcalins

**-Manipulation n°2**

- Ecriture des réactions oxydo-red
- Bilan manip n°2 : Observation → Caractère réducteur des alcalins --> Plus on descend dans la colonne, plus le caractère réducteur augmente.

→ Propriété oxydante des halogènes

**-Manipulation n°3**

- Ecriture des réactions oxydo-red
- Bilan manip n°3 : Pouvoir oxydant  $\text{Cl}_2 >$  pouvoir oxydant  $\text{Br}_2 >$  pouvoir oxydant  $\text{I}_2$ . Lien avec l'électronégativité.

c) **caractère oxyde acide-base**

- Evolution finale dans le tableau
- Papier pH dans les manip précédentes
- Bilan des manip
- Evolution dans le tableau

**Conclusion:**

-Importance du tableau périodique dans le domaine scientifique pour prédire le comportement des différents éléments chimiques.

## Les Manipulations

### Manipulation n°1 :

On place, dans un tube à essai 2-3 mL de chlorure de potassium ( $K^+$ ,  $Cl^-$ ), dans un autre tube du iodure de potassium ( $K^+$ ,  $I^-$ ) et dans un troisième du bromure de potassium ( $K^+$ ,  $Br^-$ ). Tous de même concentration et même volume pour pouvoir les comparer (comparaison du  $K_s$ ).

On verse dans chacun des tubes environ 1 mL de nitrate d'argent ( $Ag^+$ ,  $NO_3^-$ ).

On agite lentement les tubes après avoir pris soin de les boucher. On laisse reposer les tubes. On observe un précipité blanc dans chacun des tubes (plus important en bas de la colonne). On ne fait pas le Fluor car son  $K_s$  trop élevé (pas de solide visible).

#### Matériel:

- Solution de chlorure de potassium
- Solution de iodure de potassium
- Solution de bromure de potassium
- Solution de nitrate d'argent

### Manipulation n°2 pour les alcalins :

On met en valeur le caractère réducteur des alcalins (Ex: Pour le sodium :  $Na \rightarrow Na^+ + e^-$ ) → On a métal alcalin + eau → hydroxyde du métal alcalin +  $H_2$ .

- On remplit un cristalliseur d'eau (environ 1000mL), on y ajoute quelques gouttes de liquide vaisselle (agit comme tensio-actif et évite que la bille de sodium dans l'eau ne se colle sur les paroi du récipient, et les petites bulles de dihydrogène restent visibles) et de phénolphtaléine (Sous forme acide, la phénolphtaléine est incolore alors que sa forme basique est de couleur rose vif).

-Montrer le caractère métallique du sodium en montrant qu'il est brillant.

-Mettre gants et lunettes (risque d'explosion), on coupe un petit morceau de sodium métallique (de la grosseur d'une tête d'allumette), à l'aide d'une pince le déposer sur le papier filtre au dessus de l'eau contenue dans le cristalliseur. (Personne ne doit se trouver à moins de 4m).

-Observation d'une flamme jaune/orange (typique du sodium) et couleur rose après le passage de la bille de sodium. La réaction est vive et exothermique.

La couleur rose indique que l'eau est devenue basique (car on forme de l'hydroxyde).

Montrer même expérience avec du potassium : la réaction est plus vive : vidéo.

[http://wiki.scienceamusante.net/index.php/R%C3%A9action\\_du\\_sodium\\_avec\\_l%27eau](http://wiki.scienceamusante.net/index.php/R%C3%A9action_du_sodium_avec_l%27eau)

→ K est plus réducteur que Na.

#### Matériel:

- Petit morceau de sodium métallique
- Liquide vaisselle
- Phénolphtaléine

### Remarques:

- O<sub>2</sub> peut oxyder le sodium
- Na<sub>2</sub>O si on le dissout dans l'eau c'est de la soude.

### **Manipulation n°3 pour les halogènes :**

On met en valeur le caractère oxydant des halogènes.  $\text{Cl} + \text{e}^- = \text{Cl}^-$

A manipuler sous la hotte avec des gants.

On cherche maintenant à classer trois halogènes en fonction de leur pouvoir oxydant. On va travailler sur les couples suivants : Cl<sub>2</sub>/Cl<sup>-</sup>, Br<sub>2</sub>/Br<sup>-</sup> et I<sub>2</sub>/I<sup>-</sup>. On ne travaillera pas avec le difluor F<sub>2</sub> car ce composé est beaucoup trop réactif et toxique!

### Comparaison Cl<sub>2</sub>/Br<sub>2</sub>

Dans 1 tube à essai, on verse 1mL KBr puis on ajoute quelques gouttes de dichlore. On introduit alors 2mL de cyclohexane. On va observer la formation d'ion bromure piégés par le cyclohexane (il va prendre une coloration brune).

Dans un autre tube à essai, on verse 1mL de KCl et on ajoute quelques gouttes de dibrome. On rajoute le cyclohexane. Rien ne se passe. Le dichlore ne s'est pas formé. Ainsi, le dichlore est plus oxydant que le brome, il a permis la formation de dibrome.

### Comparaison Br<sub>2</sub>/I<sub>2</sub>

On fait pareil : d'abord, KI avec Br<sub>2</sub> : formation de diiode

Puis : KBr avec I<sub>2</sub> : pas de formation de dibrome

→ Dibrome plus oxydant que l'iode.

### Comparaison I<sub>2</sub>/Cl<sub>2</sub>

On fait pareil, d'abord KI avec Cl<sub>2</sub> : formation diiode

Puis: KCl avec I<sub>2</sub> : rien

→ dichlore plus oxydant que l'iode

**Remarques :** Ne pas oublier de faire des tubes "témoins" permettant de bien visualiser les colorations. Pour caractériser la formation des dihalogènes, on utilise du cyclohexane ; solvant organique apolaire, non miscible avec l'eau car dihalogène plus miscible avec un solvant polaire, permettant ainsi via une couleur caractéristique, de détecter la présence de nos produits. Couleur orange : Br<sub>2</sub> formé. Couleur violette : I<sub>2</sub> formé. Pour le Cl<sub>2</sub>, couleur brune normalement.

### Matériel :

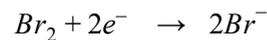
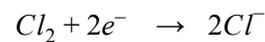
- Solution de chlorure de potassium (environ 0,1 mol/L)
- Solution de iodure de potassium (environ 0,1 mol/L)
- Solution de bromure de potassium (environ 0,1 mol/L)
- Solution dichlorure
- Solution de diiode
- Solution de dibrome
- Solution cyclohexane

- Préparation du dichlore (manip apprécié par le jury): permanganate de potassium + HCl (très concentré 2mol/L) : on verse doucement des gouttes de HCl sur les cristaux de permanganate > formation Cl<sub>2</sub> (gaz) > faire revenir dans une bouteille d'eau > formation Cl<sub>2</sub> (aq). Faire réagir à la fin par du thiosulfate pour stopper la réaction.

[https://www.researchgate.net/publication/320403871\\_Obtention\\_du\\_chlore\\_a\\_l'aide\\_du\\_permanganate\\_de\\_potassium](https://www.researchgate.net/publication/320403871_Obtention_du_chlore_a_l'aide_du_permanganate_de_potassium)

Pour caractériser la formation des dihalogènes, on utilise du cyclohexane ; solvant organique apolaire, non miscible avec l'eau, permettant ainsi via une couleur caractéristique, de détecter la présence de nos produits. Couleur orange : Br<sub>2</sub> formé. Couleur violette : I<sub>2</sub> formé. Pour le Cl<sub>2</sub>, couleur brune normalement.

#### Les réactions redox:



Pour 2 couples Ox1/Red1 Ox2/Red2 : Si Ox1 parvient à oxyder Red2 alors Ox1 est + oxydant que Ox2 .

- Si Cl<sub>2</sub> est plus oxydant que Br<sub>2</sub>  
alors : Cl<sub>2</sub> + 2Br<sup>-</sup> → 2Cl<sup>-</sup> + Br<sub>2</sub> (OK)

- Si Br<sub>2</sub> est plus oxydant que Cl<sub>2</sub>  
alors : Br<sub>2</sub> + 2Cl<sup>-</sup> → 2Br<sup>-</sup> + Cl<sub>2</sub> (la réaction ne se passe pas)

- Si Cl<sub>2</sub> est plus oxydant que I<sub>2</sub>  
alors : Cl<sub>2</sub> + 2I<sup>-</sup> → 2Cl<sup>-</sup> + I<sub>2</sub> (OK)

- Si I<sub>2</sub> est plus oxydant que Cl<sub>2</sub>  
alors : I<sub>2</sub> + 2Cl<sup>-</sup> → 2I<sup>-</sup> + Cl<sub>2</sub> (la réaction ne se passe pas)

- Si Br<sub>2</sub> est plus oxydant que I<sub>2</sub>  
alors : Br<sub>2</sub> + 2I<sup>-</sup> → 2Br<sup>-</sup> + I<sub>2</sub> (OK)

- Si I<sub>2</sub> est plus oxydant que Br<sub>2</sub>  
alors : I<sub>2</sub> + 2Br<sup>-</sup> → 2I<sup>-</sup> + Br<sub>2</sub> (la réaction ne se passe pas)

## **Questions :**

- Bien parler du cyclohexane : phase organique/phase aqueuse.
- Explication coloration de la flamme :  
[http://wiki.scienceamusante.net/index.php/Flammes\\_color%C3%A9es](http://wiki.scienceamusante.net/index.php/Flammes_color%C3%A9es)
- Eléments artificiels c'est quoi? écrire réaction nucléaire de fission, fission avec neutrons : [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ment\\_synth%C3%A9tique](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ment_synth%C3%A9tique)
- Questions sur le bloc f, pourquoi c'est là dans le tableau ?
- Degré d'oxydation de soufre : SF<sub>6</sub> → on se sert de l'électronégativité et principe de Pauli pour le degré d'oxydation.
- Règle des 18 électrons : Cr(CO)<sub>6</sub> → Cr a 6 électrons de valence il veut ressembler à un gaz rare donc il lui en faut 12 de plus . CO apporte 2 électrons donc il en faut 6.
- Qui sont amphotères ? Fe<sup>3+</sup>
- Hybridation
- Indicateur coloré: espèce acide-base
- Différence atome et élément chimique? Un élément chimique ou physique est l'ensemble des entités chimiques (atomes, isotopes, ions) ayant le même numéro atomique Z. c'est à dire le même nombre de protons au sein de son noyau.

## **Remarques:**

- Enrichir avec des données (présenter des valeurs : électronégativité, énergie d'ionisation..), utiliser davantage le tableau périodique pour illustrer. Lorsque l'on montre l'évolution du tableau, le montrer aussi sur le tableau périodique.
- Ajouter électronégativité selon Mulliken.
- La manipulation n°3 serait plus compréhensible en direct.