

Réaction complète ou équilibre chimique ?

Étude d'une réaction de précipitation

Françoise Auguste – Maître-assistante en chimie et didactique des sciences
Département des sciences de l'éducation – Haute école de la ville de Liège

Liste du matériel

Réactifs :

- 10 mL de nitrate de plomb (II) 0,1 mol/L
- 10 mL de chlorure de sodium 1 mol/L
- 1 mL de nitrate d'argent 0,1 mol/L
- 1 mL d'iodure de potassium 0,1 mol/L

Matériel :

- 4 tubes à essai
- 4 pipettes
- 2 berlins (25 ou 50 mL)
- 1 erlenmeyer (50 mL)
- 1 entonnoir et 1 papier filtre

Mode opératoire

- mélanger les 10 mL de nitrate de plomb (II) avec les 10 mL de chlorure de sodium,
- observer (n°1),
- filtrer les 20 mL de la solution obtenue et récolter le filtrat dans l'erlenmeyer,
- verser 2-3 mL de filtrat dans 2 tubes à essai,
- ajouter 2-3 gouttes de nitrate d'argent dans le premier tube à essai contenant du filtrat et 2-3 gouttes d'iodure de potassium dans le second tube à essai,
- observer (n°2).

Résultats expérimentaux

n°1 : un précipité blanc apparaît

n°2 : A) avec AgNO_3 : un précipité blanc apparaît (lissé à la lumière, il devient gris) ;
B) avec KI : un précipité jaune apparaît.

Interprétations

n°1 : le précipité est du PbCl_2 (s'aider de tables de chimie si nécessaire).

Cette observation nous indique qu'une réaction chimique a bien eu lieu (formation d'une nouvelle substance ayant des propriétés différentes (solubilité) des réactifs de départ).

Nous pouvons donc proposer les réactifs et produits suivants :

	Réactifs	Produits
<i>combinaisons</i>	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (aq) NaCl (aq)	PbCl_2 (précipité) NaNO_3 (aq)
<i>ioniques</i>	Pb^{2+} NO_3^- Na^+ Cl^-	PbCl_2 (précipité) Na^+ NO_3^-

n°2 A) : le précipité est du AgCl

Cette observation n'a rien de surprenant car le réactif NaCl était présent en excès. Il est donc logique qu'il reste un excès d'ions Cl^- .

n°2 B) : le précipité est du PbI_2

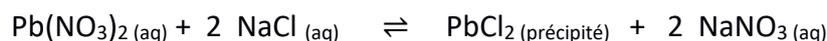
Cette observation nous indique qu'il restait des ions Pb^{2+} en solution. Vu les quantités de départ, il faut en déduire que la réaction n'a pas été complète (les réactifs n'ont pas réagi jusqu'à disparition complète d'au moins un des réactifs). La flèche de réaction « \rightarrow » ne convient donc pas à cette réaction chimique.

Nous utiliserons la flèche des équilibres chimiques « \rightleftharpoons ». Elle signifie que la réaction peut se dérouler dans les deux sens (à condition bien entendu que les substances soient toutes présentes en solution).

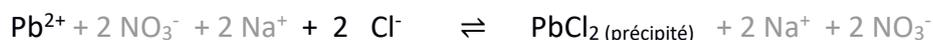
[Lorsque la réaction a atteint l'équilibre, il y a, à tout moment, du précipité qui se dissout et des ions qui forment du précipité. La caractéristique de cette double réaction est que leurs vitesses est identique et donc que les concentrations en ions et la quantité de solide ne varient pas, à condition qu'aucune modification ne soit apportée au système].

Conclusion

La réaction de précipitation n'est pas une réaction totale, elle est soumise à un équilibre. Cela signifie qu'à tout moment, on retrouve tous les réactifs et tous les produits dans le milieu réactionnel



ou



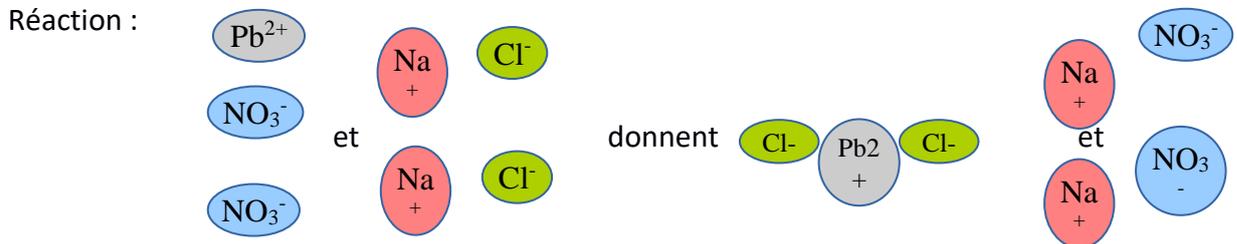
Exploitation et prolongement

Cette séance permet de revenir sur certains fondamentaux :

- Qu'est-ce qu'une réaction chimique ? Comment différencier une réaction chimique et un mélange ?

- Que représente une équation chimique ? La mise en place d'une équation chimique à partir d'une réaction observée (les produits formés et la pondération).

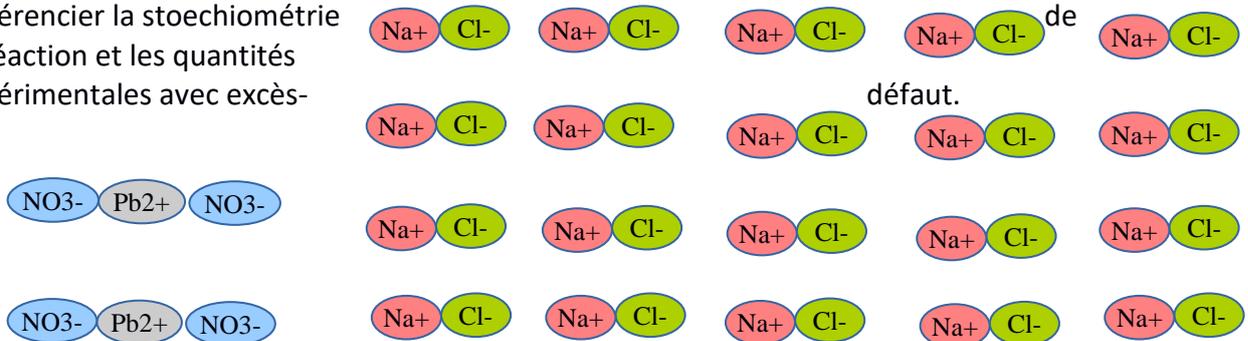
Suivant le niveau des élèves, la modélisation de la réaction peut être un outil intéressant pour mener à bien cette étape :



Nécessité de rajouter un deuxième NaCl pour pouvoir former le PbCl₂.
Le produit NaNO₃, non observé expérimentalement, apparaît « automatiquement »

L'utilisation « dynamique » des modèles qui consiste à casser les réactifs pour former les produits est celle qui permet le mieux d'appréhender à la fois la réaction et l'équation chimiques.-

Différencier la stoechiométrie la réaction et les quantités expérimentales avec excès- défaut.



- Interpréter les résultats des deux tests et leurs conséquences au niveau des espèces présentes dans le milieu réactionnel

Analyse quantitative :

Cette séance se base uniquement sur une étude qualitative de la réaction, mais il est tout à fait possible d'en réaliser une analyse quantitative en utilisant les constantes d'équilibre :

- calculer les concentrations des ions Pb^{2+} et Cl^- et la masse du précipité PbCl_2 à l'équilibre,
- justifier numériquement l'apparition de deux précipités (AgCl et PbI_2) lors des tests,
- ...