



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES



Enseignement

ÉVALUATION EXTERNE NON CERTIFICATIVE

5^e ANNÉE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

EENC2023

SCIENCES

PISTES DIDACTIQUES



CHIMIE

À L'ATTENTION DES ENSEIGNANTS DE 4^e SECONDAIRE

Sommaire

Introduction	5
Constats issus de l'épreuve.....	6
La combustion de la paille de fer - Une approche quantitative au niveau macroscopique, au niveau microscopique et au niveau symbolique	7
Description de l'expérimentation	9
Commentaires complémentaires.....	11
Sitographie	15
Détermination expérimentale du nombre de molécules d'eau associées à un composé hydraté.....	16
Description de l'expérimentation	18
Déroulement	19
Commentaires complémentaires.....	20
Préparation d'une solution de sérum physiologique.....	21
Mode opératoire.....	22
Commentaires pour les professeurs.....	23

Ce document de pistes didactiques a été élaboré par un groupe de travail composé de :

Mercédes AVIGNON	chercheuse au service de didactique des sciences biologiques de l'Université de Liège
Claudine BAIVERLIN	inspectrice
Benoît BOUTIN	enseignant
Françoise CORNELISSENS	chargée de mission à la Direction générale du Pilotage du Système éducatif
Sébastien DELATTRE	attaché à la Direction générale du Pilotage du Système éducatif
Corry DELPLACE	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Philippe GODTS	conseiller au soutien et à l'accompagnement
Thierry GOUDERS	chercheur au service de l'Analyse des systèmes et des pratiques d'enseignement de l'Université de Liège
Brigitte JANSSENS	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Isabelle LEMAIRE	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Pierre MARICHAL	inspecteur
Pascale PAPLEUX	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Julien PEETERMANS	inspecteur
Maggy PRINCE	enseignante
Isabelle QUERTON - PARLOIR	formatrice WBE
Pierre SEVENANTS	inspecteur
Sophie VANDER SANDE	enseignante

L'emploi dans le présent document des noms masculins pour les différents titres et fonctions est épiciène en vue d'assurer la lisibilité du texte.

Introduction

Ce document fait suite aux résultats de l'évaluation externe en sciences administrée en octobre 2023 dans les classes de 5^e secondaire. Cette évaluation à visée diagnostique et formative avait pour objectif d'établir un bilan précis de l'acquisition de certains processus et compétences et de déceler ceux qui sont moins bien maîtrisés et qui devraient faire l'objet d'une attention particulière.

L'épreuve à destination des élèves de G/TT portait sur les unités d'acquis d'apprentissage suivantes :

- UAA 3 : unité et diversité des êtres vivants.
- UAA 3 : la réaction chimique : approche quantitative.
- UAA 3 : travail, énergie, puissance.
- UAA 4 : la magie de l'image.

L'épreuve à destination des élèves de TQ/P portait sur les unités d'acquis d'apprentissage suivantes :

- UAA 6 : biodiversité et évolution.
- UAA 7 : les lentilles nous aident à observer.
- UAA 8 : vivre une sexualité responsable.
- UAA 9 : l'atome, constituant élémentaire de la matière.
- UAA 10 : les êtres vivants ont besoin d'énergie pour fonctionner.

Après analyse des résultats, le groupe de travail a rédigé des propositions d'activités concrètes qui visent à améliorer les résultats des élèves. Elles sont principalement destinées aux enseignants de 4^e secondaire.

Quatre documents distincts ont été élaborés :

- Pistes didactiques en physique à destination des classes de G/TT ;
- **Pistes didactiques en chimie à destination des classes de G/TT ;**
- Pistes didactiques en biologie à destination des classes de G/TT ;
- Pistes didactiques pour les UAA 7 et 9 à destination des classes de TQ/P.

Constats issus de l'épreuve

Nous rappelons ici quelques résultats car c'est sur la base de ces constats que les orientations pour ces pistes didactiques ont été définies.

La réaction chimique de type combustion des métaux, a été étudiée en 3^e année, de manière qualitative, dans l'UAA 2. Nous constatons que l'approche quantitative liée à la maîtrise du savoir disciplinaire « Loi de Lavoisier » présent dans l'UAA 3 de 4^e année semble être un savoir mort pour une partie des élèves. Nous pouvons aussi émettre l'hypothèse qu'ils éprouvent des difficultés à mobiliser des acquis dans le traitement de situation nouvelle, plus particulièrement d'expliquer des observations faites lors d'une expérience.

Le processus « transférer » de l'UAA3 de sciences de base « Déterminer expérimentalement le nombre de molécules d'eau associées à un composé hydraté (par exemple : sulfate de cuivre, alun...) » n'est pas mentionné explicitement en sciences générales et n'apparaît pas dans le référentiel d'éducation scientifique. Par ailleurs, la réalisation en classe de ce processus demande l'accès à du matériel expérimental qui n'est peut-être pas généralisé en sciences de base. Il semble intéressant que les écoles favorisent l'accès à un local adapté à l'expérimentation et suffisamment équipé.

Les processus travaillés dans ces pistes sont les « Appliquer » : « Calculer une concentration molaire à partir d'une concentration massique » et « préparer une solution de concentration molaire déterminé ». Ils sont communs aux trois référentiels HGT. Il s'agit d'un processus incontournable pour la suite du cours de chimie. Pourtant, de nombreux élèves ne le maîtrisent pas. Le concept de concentration massique est vu en 3^e, celui de concentration molaire en début de 4^e secondaire.

Ces constats en chimie donnent lieu à trois activités présentées ci-après :

- la combustion de la paille de fer : une approche quantitative au niveau macroscopique, microscopique et symbolique ;
- la détermination expérimentale du nombre de molécules d'eau associées à un composé hydraté ;
- la préparation d'une solution de sérum physiologique.



La combustion de la paille de fer

Une approche quantitative au niveau macroscopique, au niveau microscopique et au niveau symbolique

Processus travaillés

Référentiels de sciences de base, sciences générales et éducation scientifique. Chimie UAA3 : « La réaction chimique : une approche quantitative ».

Il ne s'agit pas ici de viser un ou des processus, mais de faire le lien entre un savoir disciplinaire, la loi de Lavoisier, et sa vérification expérimentale.

Visées de la piste proposée

L'activité proposée dans cette séquence vise, au-delà de la maîtrise des connaissances de l'UAA3 (Loi de Lavoisier) à la mise en place progressive de savoirs et savoir-faire décontextualisés des situations d'apprentissage et des tâches d'entraînement, afin d'en assurer la maîtrise conceptualisée (connaître) et surtout la mobilisation dans des situations entraînées (appliquer) ou relativement nouvelles (transférer).

L'activité consiste à observer de manière quantitative une transformation chimique : la combustion de la paille de fer dans l'air.

Cette transformation se déroule dans un système ouvert, et donc la loi de Lavoisier semble ne pas s'appliquer.

L'analyse du phénomène permet d'établir un lien entre le niveau symbolique (signification des symboles présents dans l'équation chimique) et les niveaux macroscopiques et microscopiques d'un phénomène chimique. Le passage d'un niveau à l'autre représente généralement une difficulté importante pour les élèves, et donc un obstacle lors de l'interprétation quantitative d'une réaction chimique.

Vidéo de l'expérience

<https://www.youtube.com/watch?v=2Xnk59mmbIU>



Description des activités proposées

Objectifs

- Décrire la réaction de combustion de la paille de fer au niveau macroscopique, au niveau microscopique et au niveau symbolique.
- Expliquer la différence de masse avant et après l'expérience en utilisant d'une part le niveau macroscopique et d'autre part le niveau microscopique

Prérequis

- UAA 2 : « La réaction chimique : approche qualitative »,
- Appliquer : la combustion des métaux

Matériel nécessaire

- Paille de fer (ou paille d'acier)
- Une paire de ciseaux
- Une boîte d'allumettes
- Une soucoupe
- Une balance de précision au centième près

Temps estimé

Une période de cours

Remarque :

Lors d'une séquence d'apprentissage mettant en œuvre un phénomène chimique, il est donc important de distinguer les niveaux « macroscopique », « microscopique » et « symbolique ». Il ne faut donc pas passer trop vite de l'approche d'une démonstration expérimentale à la symbolisation en une équation de réaction, sans passer par des représentations moléculaires ou atomiques.

En effet, le cours de chimie au second degré risque de contraindre les élèves à travailler avec des expressions formelles à forte teneur symbolique pendant la majeure partie du début de leur cursus (pondération d'équations de réaction, résolution de problèmes stœchiométriques, application de règles de nomenclature). Cela peut avoir comme conséquence que les élèves se voient rapidement déconnectés du monde macroscopique, et également privés de représentations au niveau microscopique. L'absence de lien entre les niveaux macroscopique et microscopique et les représentations symboliques peut également contribuer à rendre complexe la conceptualisation de la réaction chimique, en tant que transformation de substances et réarrangement de particules, à partir d'une équation de réaction (Gabel, 1998; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003).

En résumé, l'apprentissage de la chimie est très complexe. Il doit se faire de manière systémique à la fois dans le registre empirique (niveau macroscopique) et dans le registre de la modélisation (niveaux microscopique et symbolique).



Description de l'expérimentation

- 1 Placer une soucoupe sur une balance et tarer la balance.
- 2 Découper un morceau de paille de fer à l'aide des ciseaux.
- 3 Déplier la paille de fer sur la longueur, la largeur et la hauteur, afin de l'aérer (réaliser un nuage de paille de fer).
- 4 Placer la paille de fer dans la soucoupe.
- 5 Noter la masse de la paille de fer.
- 6 Enflammer la paille de fer à l'aide d'une allumette.
- 7 Noter la masse finale après combustion.
- 8 Observer la substance obtenue après la transformation chimique.



Remarque :

L'idéal est que quelques élèves puissent réaliser eux-mêmes les manipulations. Toutefois, la séquence propose une vidéo montrant l'expérience puis une analyse de ce qui est réalisé.

Analyse des risques liés à la manipulation

Phases	Points-clés	Sources de danger	Nature du risque	Mesures de prévention préconisées
Avant (Professeur)	Organisation de la classe.			<ul style="list-style-type: none"> • Respecter le règlement de laboratoire ; • Porter des lunettes de protection et un tablier lors de la manipulation.
Pendant (Professeur et élèves)	Expérience réalisée par le professeur ou les élèves.	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'échardes métalliques dans les doigts ; • Projection possible de particules incandescentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Coupure ; • Brûlure thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des ciseaux plutôt que de découper la paille de fer à la main ; • Découper la paille de fer au-dessus de la soucoupe afin d'éviter que des morceaux ne tombent sur la table ; • Ne pas souffler sur l'allumette pour éviter que des particules incandescentes ne partent dans la pièce.
Après (Professeur et élèves)	Evacuation des déchets et nettoyage du laboratoire.	Aucun, les produits de l'expérience peuvent être éliminés à la poubelle.	Pollution	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un chiffon sec pour éliminer les résidus de la soucoupe.

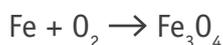
Étape 1 : réalisation de l'expérience

Chaque élève observe l'expérience et décrit ses observations.

Décrire le phénomène chimique de combustion observé : une certaine quantité (masse/nombre de moles) de paille de fer solide brûle au contact du dioxygène gazeux pour se transformer en une certaine quantité (masse/nombre de moles) de substance solide après combustion (oxyde de fer solide). **Il s'agit du niveau macroscopique.**

Étape 2 : travail sur les différents niveaux de représentation de la réaction chimique

1 Chaque élève propose une **écriture symbolique** de l'expérience, afin de faire un lien entre le phénomène chimique décrit (niveau macroscopique) et l'équation chimique qui rend compte de la réaction avec des symboles (niveau symbolique).



Remarque :

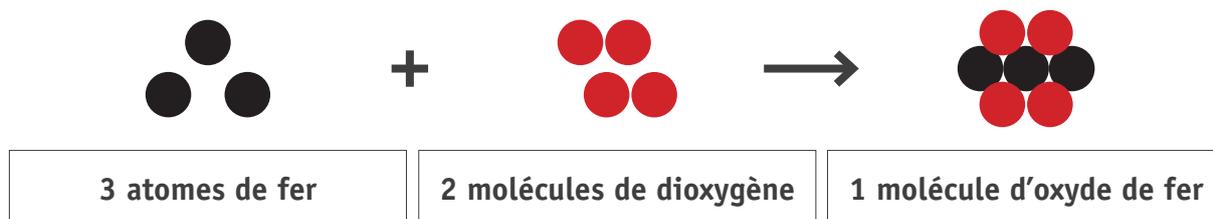
A ce stade, il n'est pas attendu de la part des élèves de pondérer l'équation. Cette pondération est demandée quelques points plus bas.

2 Chaque élève propose une **représentation microscopique** de l'expérience, afin de faire le lien entre l'équation chimique (niveau symbolique) et sa représentation au niveau des atomes et des molécules (niveau microscopique).

Exemple de description du phénomène au niveau microscopique :



3 Chaque élève **confronte** sa représentation microscopique avec la loi de Lavoisier et **adapte** son modèle pour être cohérent avec cette loi : dans un système fermé, il y a conservation de la masse au cours d'une réaction chimique (niveau macroscopique), ce qui permet de passer au niveau microscopique et de faire le constat suivant : il y a donc conservation du nombre d'atomes dans une équation chimique (et donc la nécessité de pondérer l'équation chimique).



4 Chaque élève confronte la variation de masse de la balance avec la conservation de la masse présumée qu'implique la loi de Lavoisier.

Ici, les élèves interprètent ce qui se déroule au cours d'une réaction chimique (niveau microscopique) : les atomes de réactifs se réarrangent et se retrouvent en même nombre dans les produits (niveau microscopique).

5 Chaque élève revient sur sa **représentation symbolique et pondère** son équation.

Les élèves modélisent ici le phénomène à l'aide d'une équation chimique pondérée et précisant l'état physique des réactifs et des produits (**niveau symbolique**).



6 Les élèves **émettent des hypothèses** pour expliquer les constats de l'étape précédente.

Ils doivent tenir compte de l'état physique des réactifs et des produits (niveau macroscopique) : le dioxygène est présent dans l'air. L'expérience se déroule dans un système ouvert, et la balance ne tient pas compte de la masse de l'un des réactifs : le dioxygène contenu dans l'air.

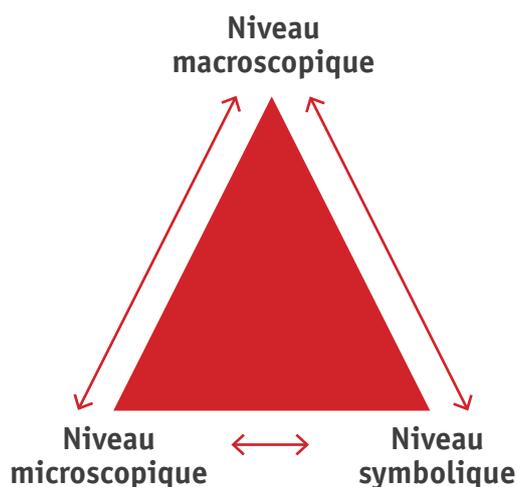
Cependant (niveau microscopique), les atomes de dioxygène (qui se trouvaient à l'état gazeux dans les molécules de dioxygène) se retrouvent dans la molécule de produit (Fe_3O_4) à l'état solide, ce qui explique une augmentation de la masse au cours de la réaction.

Commentaires complémentaires

Quelques hypothèses par rapport aux difficultés rencontrées par les élèves lors de l'interprétation d'un phénomène chimique.

En didactique de la chimie, on constate que l'une des principales difficultés des élèves est de bien comprendre comment faire le lien entre le niveau macroscopique (les faits expérimentaux observés avec les organes des sens), le niveau microscopique (une modélisation du phénomène au niveau des atomes et des molécules) et le registre symbolique (comme l'équation chimique qui symbolise le phénomène).

Ces trois niveaux sont représentés dans le **triangle de Johnstone** (1993)



- Le *niveau macroscopique* correspond au « monde perceptible »
- Le *niveau microscopique* et le *niveau symbolique* correspondent au « monde construit » par les scientifiques

Les niveaux « macroscopique » et « microscopique » constituent deux niveaux différents d'échelle de concepts dans lesquels on peut se situer pour décrire un phénomène. Le registre symbolique constitue une manière de modéliser le phénomène.

On constate donc que les deux niveaux de concepts sont reliés par une même représentation symbolique (**triangle de Johnstone**). Cette représentation symbolique (par exemple une équation chimique) doit donc servir de « passerelle » pour aider les élèves à maîtriser les transformations entre les niveaux macroscopique et microscopique. Cette représentation symbolique unique est très pratique pour le chimiste qui peut ainsi travailler simultanément dans le niveau macroscopique et microscopique. Cependant, elle peut très vite devenir une importante difficulté pour les élèves.

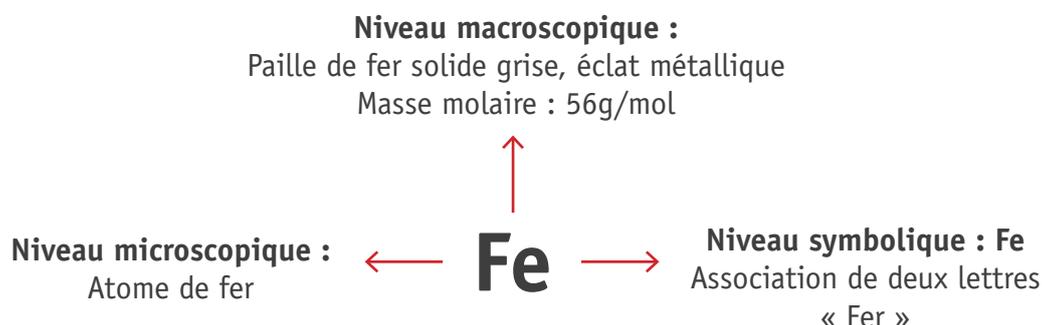
En effet, on peut penser que le langage symbolique est un outil de communication efficace. Cependant, il faut bien se rendre compte qu'un même symbole peut avoir des significations différentes.

Prenons l'exemple de l'équation chimique (niveau symbolique) représentant la combustion de la paille de fer :

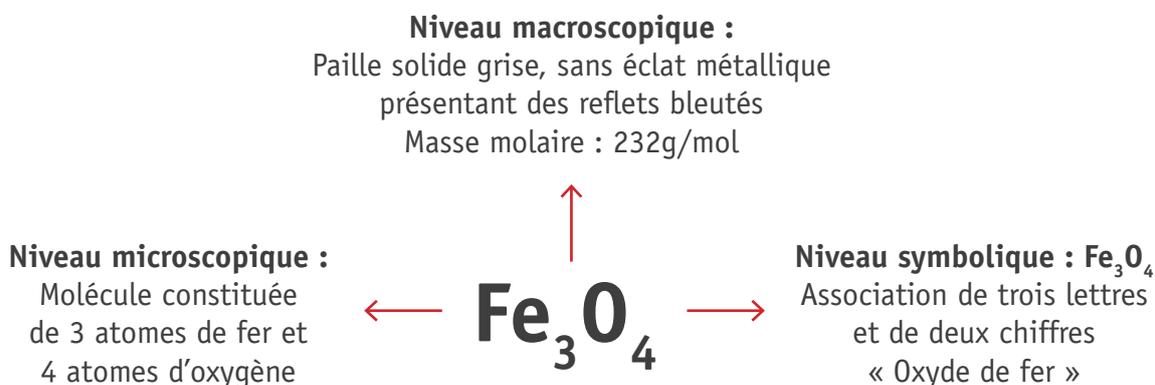
- Au niveau des réactifs de l'équation, le symbole « Fe » signifie : soit « la paille de fer » que l'on manipule (niveau macroscopique) ou soit l'atome de fer (niveau microscopique).
- Au niveau des produits de l'équation, le « Fe » présent dans la molécule Fe₃O₄ représente, en revanche, l'un des 3 atomes de fer constituant la molécule de Fe₃O₄ (niveau microscopique).

Quelques exemples de symboles repris dans l'équation chimique

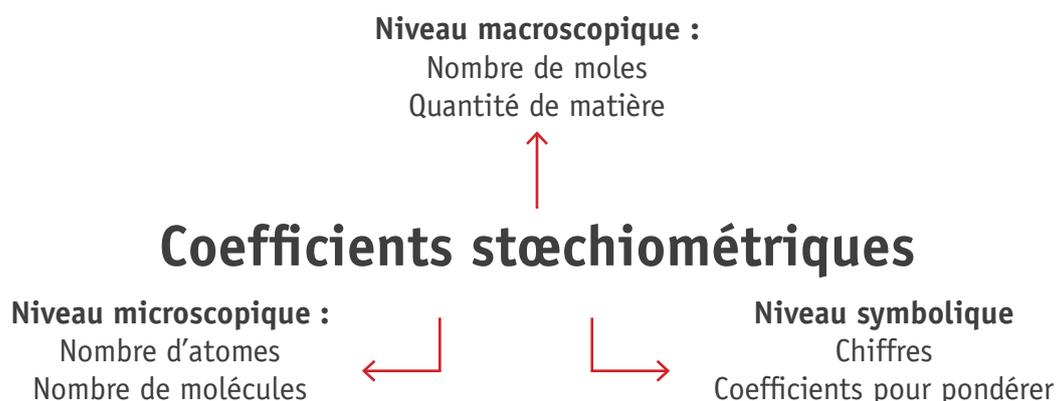
« Fe » comme réactif



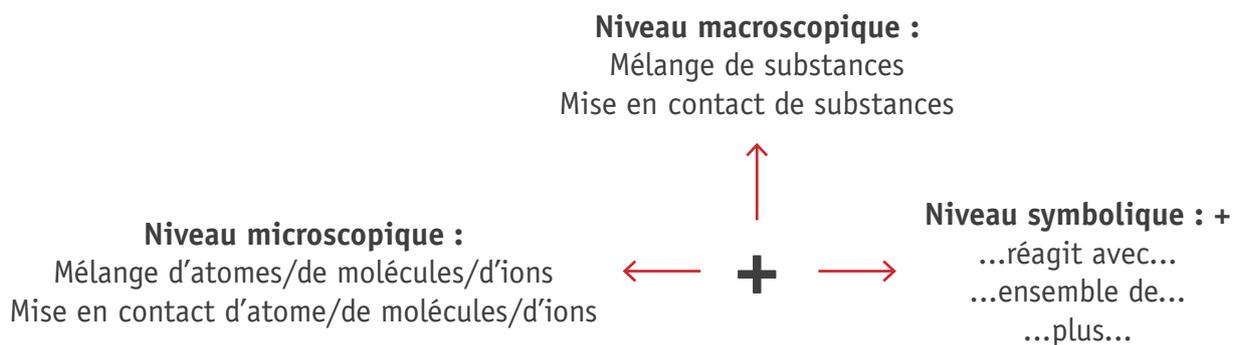
« Fe₃O₄ » comme produit



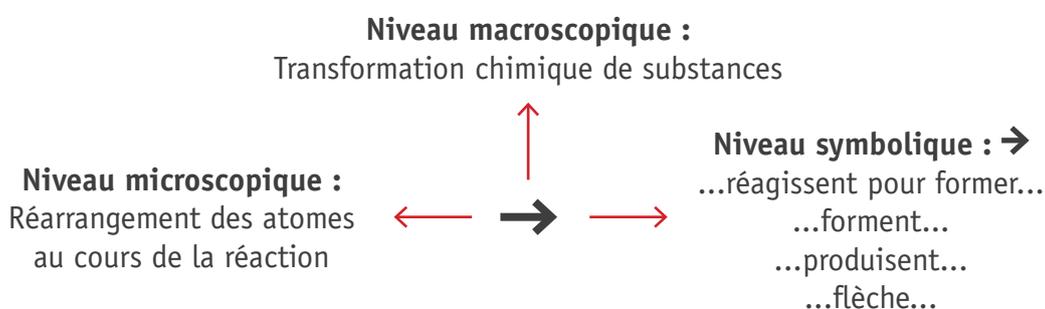
« Coefficients stœchiométriques »



« + »



« → »



On peut donc s'interroger sur les significations qu'un élève donne aux différents symboles utilisés en chimie. Si, pour le professeur, les lettres Fe représentent le fer, et suivant le contexte, une signification macroscopique ou microscopique, qu'en est-il pour un élève ? Pour lui, l'interprétation des noms, des symboles et des formules chimiques nécessite une véritable enquête pour y associer le bon signifié.

Il est donc important de montrer aux élèves l'existence des trois niveaux de signification possibles pour une visualisation donnée :

- Le niveau macroscopique dans lequel l'élève fait référence à l'observable via l'utilisation de ses organes des sens (vue, odorat, ouïe, toucher).
- Le niveau microscopique dans lequel l'élève fait référence aux entités constitutives de la matière (molécules, atomes, ions).
- Le niveau symbolique.

Sitographie

- SNAUWAERT, P. et DEHON, J. (UNamur) : L'équation de réaction : une équation à plusieurs inconnues. Étude de productions d'élèves de 16-17 ans (grade 11) en Belgique francophone
- CANAC, S. (Culture sciences) : Registre symbolique de la chimie / Difficultés d'apprentissage
- <https://journals.openedition.org/rdst/1174>
- <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/enseignement-de-la-chimie/didactique/registre-symbolique-de-la-chimie-12-les>
- <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/enseignement-de-la-chimie/didactique/registre-symbolique-de-la-chimie-22-difficultes-d>



Détermination expérimentale du nombre de molécules d'eau associées à un composé hydraté

Processus travaillés

Référentiel de sciences de base. Chimie UAA 3 « La réaction chimique : une approche quantitative »

Processus Transférer :

- Déterminer expérimentalement le nombre de molécules d'eau associées à un composé hydraté (par exemple : sulfate de cuivre, alun...).
- Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes.

Visées de la piste proposée

De façon générale, les activités proposées dans le cadre d'un « Transférer » correspondent à des situations entraînées, mais présentant un certain caractère de nouveauté. La gestion de la situation nécessite de mobiliser des acquis, mais la procédure à suivre doit être adaptée, voire imaginée.

L'activité proposée dans la séquence demande aussi aux élèves de développer quelques gestes techniques liés au laboratoire tout en résolvant un problème de stœchiométrie concret.

Dans le même temps, des savoirs disciplinaires (masse moléculaire relative, mole, masse molaire, unités de masse et de volume) et des savoir-faire disciplinaires (mesurer des masses et des volumes, utiliser les unités SI des grandeurs, vérifier la cohérence des unités, calculer une masse molaire, extraire des informations du tableau périodique des éléments, utiliser la règle de trois dans le cadre de problèmes de stœchiométrie) seront activés.

Vidéo de l'expérience

https://www.youtube.com/watch?v=8CMR_rfstsU



Description des activités proposées

Objectifs

- Manipuler en acquérant les bons gestes.
- Utiliser le matériel adéquat de manière à pouvoir déterminer, à partir des mesures réalisées lors de l'expérience, le nombre de molécules d'eau associées à un composé hydraté.

Prérequis

- Quantité de matière, masse molaire
- Loi de Lavoisier

Matériel nécessaire

- Une balance de précision au centième près
- Un tube à essai en verre borosilicaté
- Un support pour tubes à essai résistant à la chaleur ;
- Une pince en bois pour tube à essai
- Une spatule ou une cuillère
- Une arrivée de gaz (bec bunsen)
- Du sulfate de cuivre (II) hydraté
- Un entonnoir

D'autres sels hydratés peuvent être choisis pour réaliser l'expérience tels que du chlorure de cuivre (II), du sulfate de fer (II), du sulfate de magnésium ou de l'alun potassique.

Temps estimé

Une période de cours



Remarque :

La séquence propose une vidéo montrant l'expérience puis une analyse de ce qui est réalisé. Toutefois, le référentiel prévoit que les élèves manipulent eux-mêmes et réalisent les calculs associés.

Description de l'expérimentation

- 1 Peser, à l'aide de la balance de précision, un tube à essai en verre borosilicaté vide. (Un creuset pourrait également être employé.) Noter cette masse.
- 2 Placer dans le tube à essai 2g de sulfate de cuivre (II) hydraté à l'aide d'une spatule ou d'une cuillère et d'un entonnoir
- 3 Noter avec précision la masse de sulfate de cuivre (II) hydraté.
- 4 Saisir le tube avec une pince pour tube à essai et le chauffer à la flamme d'un bec bunsen en présence du professeur. Être vigilant aux projections éventuelles. Veiller à ce que l'ouverture du tube à essai ne soit pas dirigée vers une personne.
- 5 Le tube devra être chauffé jusqu'à ce que le sulfate de cuivre (II) hydraté, de couleur bleue, se soit décoloré entièrement et que l'eau condensée sur la paroi supérieure du tube se soit évaporée.
- 6 Au besoin, laisser refroidir le tube quelques minutes.
- 7 Peser avec précision le tube et noter sa masse (on pourra éventuellement réchauffer le tube pendant deux minutes puis s'assurer que sa masse ne varie plus et que toute l'eau a donc été éliminée).
- 8 Ajouter éventuellement quelques gouttes d'eau au sulfate de cuivre (II) anhydre et observer la couleur de celui-ci.

Analyse des risques liés à la manipulation :

Phases	Points-clés	Sources de danger	Nature du risque	Mesures de prévention préconisées
Avant (Professeur)	Organisation de la classe.	/	/	<ul style="list-style-type: none"> • Respecter le règlement de laboratoire ; • Porter des lunettes de protection et un tablier lors de la manipulation.
Pendant (Professeur et élèves)	Expérience réalisée par le professeur ou les élèves.	<ul style="list-style-type: none"> • Projection lors du chauffage (déshydratation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de brûlure thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas orienter l'ouverture du tube à essai vers une personne ; • Ne pas saisir à la main le tube à essai chauffé.
Après (Professeur et élèves)	Evacuation des déchets et nettoyage du laboratoire.	<ul style="list-style-type: none"> • Le sulfate de cuivre (II) anhydre ou hydraté 	Les produits de l'expérience sont toxiques pour l'environnement (aquatique) et présentent une toxicité par inhalation	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser une tourie de récupération des déchets

Déroulement

Étape 1 : réalisation de l'expérience

Décrire le phénomène de déshydratation du sulfate de cuivre (II) hydraté. Au départ, il est bleuté, car il est hydraté. Au fur et à mesure que les molécules d'eau s'évaporent, le composé devient blanc. Lorsqu'il est devenu complètement blanc, le composé obtenu est alors du sulfate de cuivre (II) anhydre. **Il s'agit du niveau macroscopique.**



Remarque :

Les quelques hypothèses par rapport aux difficultés rencontrées par les élèves lors de l'interprétation d'un phénomène chimique reprises dans la piste 1 sont évidemment transposables dans ce cas.

Étape 2 : détermination du nombre de molécules d'eau associées au composé hydraté

Chaque élève détermine la quantité de molécules d'eau associée au sulfate de cuivre (II) anhydre en s'appuyant sur les valeurs mesurées au cours de l'expérience



En soustrayant la masse du tube à essai vide à la masse du tube contenant le sulfate de cuivre (II) hydraté avant le chauffage et à celle du tube après le chauffage, les élèves obtiendront la masse du sulfate de cuivre (II) hydraté employée lors de l'expérience et la masse du sulfate de cuivre (II) anhydre obtenu.

En tenant compte de la loi de la conservation de la masse (loi de Lavoisier), les élèves détermineront la masse de l'eau libérée lors de la déshydratation du sel. Cela leur permettra de calculer le nombre de moles d'eau passées à l'état de vapeur.

Le nombre de moles de sulfate de cuivre (II) anhydre (déshydraté) sera également calculé à partir de la détermination de sa masse.

L'équation de la réaction de déshydratation ci-dessous justifiera de faire le rapport entre le nombre de moles d'eau et le nombre de moles de sulfate de cuivre (II) anhydre pour déterminer le nombre x de moles d'eau et de là le nombre de molécules d'eau associées à chaque « molécule » de sulfate de cuivre (II).



Le nombre de moles d'eau présentes dans le sulfate de cuivre (II) hydraté pourra alors être écrite.



Exemple avec les données de la vidéo fournie :

m tube vide = 17,34 g

m tube + CuSO₄ hydraté = 19,36 g

m CuSO₄ hydraté = 2,02 g

m CuSO₄ anhydre = 1,30 g

m H₂O = 2,02 - 1,30 = 0,72 g

n H₂O = 0,72 / 18 = 0,04 mol

n CuSO₄ anhydre = 1,30 / 160 = 0,0081 mol

$x = (n \text{ H}_2\text{O}) / (n \text{ CuSO}_4) = 0,04 / 0,0081 = 4,94 = \pm 5$

La formule du sulfate de cuivre hydraté est CuSO₄.5H₂O : sulfate de cuivre pentahydraté.

Commentaires complémentaires

Bien qu'ils semblent parfaitement secs, divers sels ont retenu un certain nombre de molécules d'eau lors de leur cristallisation. Les composés hydratés ont une formule chimique de type sel.xH₂O qui indique le nombre de molécules d'eau associées à chaque « molécule » de sel.

L'eau retenue dans un composé hydraté peut être libérée par chauffage. L'équation de la déshydratation d'un sel hydraté s'écrit :



En réalisant une telle déshydratation, on peut déterminer le nombre x de molécules d'eau afin d'établir la formule chimique du sel hydraté, si l'on prend soin de noter la masse précise du composé hydraté avant le chauffage et celle du composé déshydraté après le chauffage.

On pourra faire remarquer aux élèves que le sulfate de cuivre (II) change de couleur, à mesure que l'eau s'évapore, ce qui met en évidence une des propriétés des ions Cu²⁺. En outre, il pourra éventuellement être précisé que, si l'on pouvait les observer à la loupe binoculaire, on observerait que les cristaux changent de forme au cours de leur déshydratation. Cela révèle que l'eau fait partie de la structure du cristal avant qu'elle ne s'évapore.

L'enseignant pourra guider les élèves dans leur raisonnement en leur proposant les étapes suivantes :

- 1 Mesurer la masse du composé hydraté avant le chauffage ;
- 2 Mesurer la masse du composé restant après le chauffage ;
- 3 Déterminer la masse perdue par le composé hydraté après le chauffage ;
- 4 Déterminer le nombre de mole d'eau passée à l'état de vapeur ;
- 5 Déterminer le nombre de moles du composé déshydraté solide restant après l'expérience ;
- 6 Faire le rapport entre le nombre de moles d'eau et le nombre de moles de composé déshydraté.

Un rapport de laboratoire pourra également être rédigé par les élèves.



Préparation d'une solution de sérum physiologique

Processus travaillés

Référentiels de sciences de base, sciences générales et éducation scientifique. Chimie UAA 3 « La réaction chimique : une approche quantitative »

Processus Appliquer :

- Calculer une concentration molaire à partir d'une concentration massique ;
- Préparer une solution de concentration molaire déterminée.

Visées de la piste proposée

Les activités proposées dans le cadre d'un « Appliquer » traitent des situations entrainées en mobilisant des acquis et en appliquant une procédure qui, suivie pas à pas, mène au résultat attendu.

Il s'agit, au travers d'une manipulation de laboratoire simple, de faire travailler les élèves en contexte en préparant une solution de concentration massique donnée. La procédure sera entrainée dès lors qu'elle sera reproduite plusieurs fois.

En plus de travailler l' « Appliquer » « Calculer une concentration molaire à partir d'une concentration massique » de l'UAA3, seront activés des savoirs disciplinaires (masse molaire relative, mole, masse molaire, unités de masse et de volume) et des savoir-faire disciplinaires (mesurer des masses et des volumes, utiliser les unités SI des grandeurs, vérifier la cohérence des unités, calculer une masse molaire, extraire des informations du tableau périodique des éléments).

Description de l'activité proposée dans la piste

Objectifs

Manipuler, acquérir les bons gestes, utiliser la verrerie adéquate pour préparer une solution de concentration massique précise et calculer sa concentration molaire..

Prérequis

- Du premier degré :
Notion de solution, soluté, solvant.
- UAA 1 de sciences de base et sciences générales – UAA 3 en éducation scientifique :
Concentration massique

Matériel nécessaire

- Une balance de précision
- Une spatule ou une cuillère
- Une pissette
- Un ballon jaugé 250 mL
- Un entonnoir
- Un bouchon
- Sel de cuisine
- Eau déminéralisée
- Papier filtre

Temps estimé

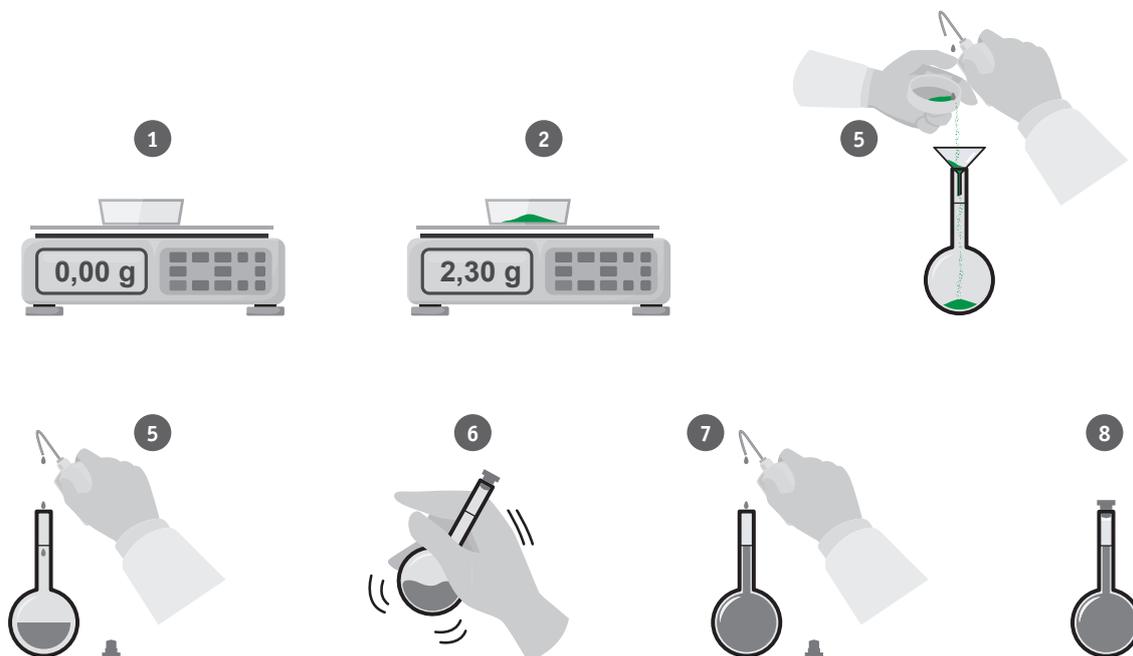
Une période de cours

Mode opératoire

- 1 Placer sur le plateau de la balance¹ un morceau de papier (qui aura été plié préalablement en quatre, puis déplié) et tarer la balance.
- 2 Ajouter approximativement 2,3 g de sel, à l'aide d'une spatule ou d'une cuillère propre et sèche.
- 3 Noter la masse de sel indiquée par la balance.
- 4 Préparer un ballon jaugé de 250 mL, surmonté d'un entonnoir.
- 5 Transvaser le sel contenu sur le papier progressivement dans l'entonnoir du ballon jaugé, en y ajoutant de l'eau déminéralisée (ou du robinet).
- 6 Ajouter de l'eau dans le ballon jaugé, placer le bouchon et agiter jusqu'à dissolution complète du sel.
- 7 Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge.
- 8 Fermer avec un bouchon le ballon jaugé et le retourner plusieurs fois pour bien homogénéiser la solution.

1 Pour mesurer la masse, une balance à affichage digital et précis au dixième de gramme est suffisante

- 9 Chaque groupe détermine la concentration massique réelle de la solution réalisée.
- 10 Chaque groupe calcule ensuite la concentration molaire de la solution réalisée.



Analyse des risques liés à la manipulation :

Cette manipulation ne présente pas de risque particulier.

Commentaires pour les professeurs

Le liquide physiologique

Le sérum physiologique peut être utilisé dans de nombreuses applications :

- Nettoyer le nez des bébés, des enfants et des adultes.
- Nettoyer les yeux.
- Nettoyer les plaies.
- Injection (attention uniquement du **sérum physiologique** destiné aux injections)

Le terme sérum n'est pas correct, puisqu'il ne s'agit que d'une simple solution d'eau salée.

Conseils

- Vérifier que les élèves savent utiliser la balance.
- Le sérum physiologique se réalise avec de l'eau déminéralisée, mais ici l'eau du robinet pourrait être utilisée par facilité.
- Il sera utile de rappeler l'utilisation de la balance, du matériel de prélèvement de précision (ballon jaugé).

