

ÉVALUATION EXTERNE NON CERTIFICATIVE

5<sup>e</sup> ANNÉE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

# EENC2023

## SCIENCES

### PISTES DIDACTIQUES



À L'ATTENTION DES ENSEIGNANTS DE 4<sup>e</sup> SECONDAIRE



# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>5</b>
<b>Partie 1 - UAA 9 : l'atome, constituant élémentaire de la matière</b> .....	<b>6</b>
Constats issus de l'épreuve .....	6
Piste didactique 1 : de la molécule à l'atome.....	7
Processus travaillés .....	7
Visées de la piste proposée .....	7
Description des activités proposées .....	8
Électrolyse de chlorure de cuivre .....	9
Étape 1 : réalisation de l'expérience .....	11
Étape 2 : modélisation des molécules et composition atomique .....	11
Commentaires complémentaires.....	19
En conclusion.....	21
Piste didactique 2 : de l'atome à l'ion .....	22
Processus travaillés .....	22
Visées de la piste proposée .....	22
Description des activités proposées .....	22
Étape 1 : distinction atome-ion à partir du modèle de Rutherford .....	23
Étape 2 : distinction atome-ion à partir d'une étiquette de bouteille .....	23
<b>Partie 2 - UAA 7 : les lentilles nous aident à observer</b> .....	<b>27</b>
Constats issus de l'épreuve .....	27
Piste didactique 3 : les lentilles nous aident à observer .....	28
Processus travaillés .....	28
Visées de la piste proposée .....	28
Description des activités proposées .....	29
Étape 1 : analyse de texte .....	30
Étape 2 : modélisation .....	30
Étape 3 : analyse du modèle .....	31
Étape 4 : hypothèse .....	31
Étape 5 : test de l'hypothèse .....	31
Étape 6 : schématisation .....	32
Étape 7 : décrire des lentilles .....	32
<b>Bibliographie</b> .....	<b>35</b>

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

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

# Partie 1 – UAA 9 : l'atome, constituant élémentaire de la matière

## Constats issus de l'épreuve

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

La majorité des élèves ne semble pas éprouver de difficulté à citer les symboles des atomes et le nombre d'atomes composant une molécule, mais rencontre des difficultés à écrire la composition chimique de molécules données.

D'une part, nous émettons l'hypothèse qu'il s'agit d'un problème de maîtrise du vocabulaire plutôt que de maîtrise d'un savoir-faire.

D'autre part, nous pensons que les enseignants abordent le processus : « À partir de la formule chimique d'une substance courante, donner sa composition atomique », en parlant de composition, plutôt que de composition atomique. Il est important d'utiliser avec les élèves le vocabulaire repris dans le référentiel : la composition atomique correspond à la fois au nombre et aux types d'atomes composant une molécule.

D'autre part, la notion d'ion est clairement mentionnée dans le référentiel et les programmes. Or cette notion ne semble pas maîtrisée par les élèves.

Nous faisons également l'hypothèse que les difficultés observées seraient à mettre en lien avec les trois niveaux de savoirs présents en chimie, à savoir le niveau macroscopique, le niveau microscopique et le niveau symbolique."



# Piste didactique 1 : de la molécule à l'atome

## Processus travaillés

Référentiel de formation scientifique UAA9 : L'atome, constituant élémentaire de la matière.

### Connaitre

- Écrire les symboles des éléments rencontrés.
- Sur la base d'une expérience réalisée en classe, expliciter la molécule comme étant un assemblage d'atomes.

### Appliquer

- À partir de la formule chimique d'une substance courante, donner sa composition atomique.

## Visées de la piste proposée

L'activité proposée dans cette séquence vise le développement de la compétence de l'UAA9, au-delà de la dimension des savoirs. Cette compétence s'intitule : « Sur base d'une démarche d'investigation, modéliser les composants de la matière ». La démarche d'investigation comme décrite dans le référentiel (p. 13/39) est pratiquée en ayant recours aux dimensions d'expérimentation, d'observation et de modélisation.

Un des intérêts de cette séquence consiste à parcourir plusieurs processus simultanément.

# Description des activités proposées

## Objectifs

- **Découvrir par l'expérimentation** que certaines matières se décomposent (concept de molécules)
- Identifier les atomes constituant les molécules rencontrées lors de l'expérience menée

## Prérequis

- Transformation chimique (aspect macroscopique) : les substances de départ disparaissent et des produits nouveaux se forment
- Écriture nominative d'une réaction chimique
- Conservation de la masse lors d'un phénomène chimique (système fermé)

## Matériel nécessaire

### Électrolyse du chlorure de cuivre

- 1 berlin de 100 mL
- 2 électrodes de graphite (ou 2 crayons taillés de part et d'autre)
- 1 source de courant continu (pile ou transformateur 12V)
- 1 baguette de verre
- 2 câbles électriques, munis à chaque extrémité d'une pince crocodile
- Solution de  $\text{CuCl}_2$  0,1 mol/L

### Modélisation des molécules et composition atomique

- PC, Chromebook ou tablette
- Connexion WiFi
- Application numérique : [Créer une molécule \(colorado.edu\)](https://colorado.edu)
- Cotillons de différentes couleurs
- Cure-dents

## Temps estimé

Deux périodes de cours



### Remarque :

Quel raisonnement à mettre en place pour aborder le modèle moléculaire et la composition atomique d'une molécule à partir de l'observation d'une expérience ?

Lors d'une séquence d'apprentissage mettant en œuvre un phénomène chimique, il est 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 (écriture de formule moléculaire, notion de réaction chimique et écriture d'équation de réaction, symbole atomique). 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).

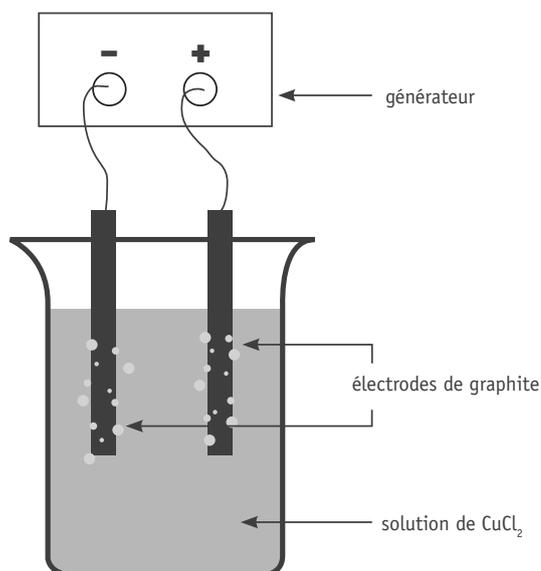
En résumé, l'apprentissage de la chimie est très complexe. Il doit se faire de manière systémique à la fois dans le registre empirique (niveau macroscopique) et dans le registre de la modélisation (niveaux microscopique et symbolique).

## Électrolyse de chlorure de cuivre

L'électrolyse est une technique scientifique qui vise à transformer des corps purs composés en corps purs simples en employant le passage d'un courant électrique continu.

Procédure :

- 1 Verser une quantité de la solution de  $\text{CuCl}_2$  dans le berlin jusqu'à la graduation 80 mL.
- 2 Placer deux électrodes en graphite.
- 3 Relier chaque électrode à chaque borne du générateur (pile ou transformateur) à l'aide des câbles électriques.
- 4 Faire circuler le courant pendant quelques minutes et observer.



### Remarque :

L'utilisation d'une webcam permettra à toute la classe d'observer aisément l'expérience réalisée sous la hotte.

## Analyse des risques liés à la manipulation

Phases	Points-clés	Sources de danger	Nature du risque	Mesures de prévention préconisées
Avant (professeur)	Préparation de la solution de chlorure de cuivre	Solution de chlorure de cuivre	Pollution de l'environnement : les dérivés de cuivre sont des substances toxiques pour l'environnement et nocives pour l'homme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecter le règlement de laboratoire ;</li> <li>• Porter un tablier et des gants lors de la manipulation du <math>\text{CuCl}_2</math>.</li> </ul>
Pendant (professeur et élèves)	Expérience réalisée par le professeur uniquement	Dégagement de $\text{Cl}_2$	Odeur suffocante, le dichlore est extrêmement toxique, car il est corrosif pour les yeux, peau, tractus respiratoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expérience réalisée par le professeur et de préférence sous la hotte. Néanmoins, l'odeur de dichlore caractéristique peut être perçue.</li> <li>• Pour éviter un trop grand dégagement de <math>\text{Cl}_2</math>, ne réaliser l'expérience que pendant un court laps de temps (quelques minutes).</li> </ul>
Après (professeur et élèves)	Evacuation des déchets et nettoyage du laboratoire	Cuivre métallique	Les dérivés de cuivre sont des substances toxiques pour l'environnement et nocives pour les vivants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir un conteneur spécial pour la récupération et l'évacuation des solutions de cuivre</li> </ul>

## Étape 1 : réalisation de l'expérience

- 1 Chaque élève observe l'expérience et décrit ses observations.

Décrire le phénomène chimique d'électrolyse du chlorure de cuivre (II) observé au passage d'un courant électrique :

- atténuation de la coloration bleue de la solution de chlorure de cuivre ;
- dépôt rougeâtre de cuivre visible à la cathode (graphite relié à la borne -) ;
- dégagement gazeux de dichlore (odeur caractéristique – « comme à la piscine ») à l'anode (graphite relié à la borne +) et léger changement de coloration de la solution provoquée par le dichlore (partiellement soluble dans l'eau).

La description de ce phénomène situe l'élève au **niveau macroscopique** de la réaction chimique.

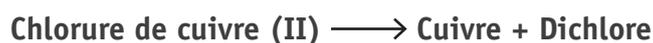
- 2 Chaque élève explique les observations relevées lors de l'électrolyse du chlorure de cuivre (II).

Conclure sur les observations reprises dans la description du phénomène chimique : au cours de cette expérience, un corps pur composé, le chlorure de cuivre ( $\text{CuCl}_2$ ), se dissocie (atténuation de la coloration bleue) et forme deux corps purs simples, le cuivre (dépôt rougeâtre) et le dichlore (dégagement gazeux).

L'électrolyse du chlorure de cuivre (II) est donc bien une réaction chimique où un réactif (chlorure de cuivre (II)) se transforme en deux produits nouveaux (cuivre et dichlore).

- 3 Chaque élève propose une équation bilan de l'expérience (**niveau symbolique**) pour faire le lien avec le phénomène chimique qu'il a décrit (niveau macroscopique).

L'équation bilan peut s'écrire comme suit (forme nominative) :



### Remarque :

Il n'est pas attendu de la part des élèves d'utiliser les symboles des éléments chimiques pour écrire une équation, ni de pondérer celle-ci.

## Étape 2 : modélisation des molécules et composition atomique

L'objectif de cette étape est que 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).

- 1 Chaque élève utilise une application numérique de modélisation pour la construction de modèles moléculaires et le dénombrement des atomes composant la molécule (par exemple, celle accessible sur PhET Colorado : Créer une molécule (colorado.edu)).

2 Chaque élève manipule des boules de coton de différentes couleurs et des cure-dents pour modéliser dans le réel.



**Remarque :**

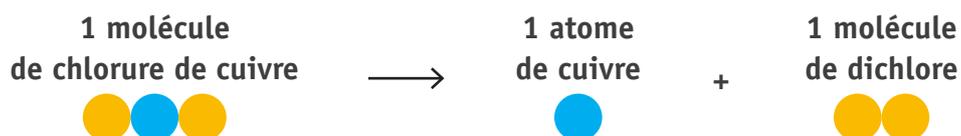
Il est possible de demander aux élèves de modéliser la transformation chimique à l'aide de briques de construction (type Duplo® ou Lego®).

3 Chaque élève dessine un modèle moléculaire de l'expérience, où chaque atome est représenté par une sphère et indique la légende utilisée.

Exemple :

Légende :

Couleur de la sphère	Atome représenté
	Cuivre
	Chlore



On peut introduire ici la formule chimique des molécules (niveau symbolique), en comparant les modèles moléculaires (niveau microscopique) à ces formules chimiques.

Par exemple, la formule chimique du chlorure de cuivre ( $\text{CuCl}_2$ ) indique qu'une molécule de chlorure de cuivre est composée d'un atome de cuivre et de deux atomes de chlore, comme le montre le modèle ci-dessus.

## Ressource 1 : exemple de feuilles élèves pour l'étape 2

1 Construis, dans l'application numérique "Créer une molécule" ([colorado.edu](http://colorado.edu)), les modèles des molécules suivantes :

- 1 molécule de dihydrogène
- 1 molécule de diazote
- 1 molécule de dioxyde de carbone
- 1 molécule d'eau
- 1 molécule de dioxygène

2 Construis ces mêmes molécules à l'aide de cotillons et de cure-dents.

3 Complète la légende que tu as utilisée pour modéliser avec les cotillons.

Atome d'azote	Atome de carbone	Atome d'hydrogène	Atome d'oxygène	Atome de soufre

4 Complète le tableau :

Molécules	Formule chimique	Modèle moléculaire	Composition atomique
1 molécule de dihydrogène	H <sub>2</sub>		2 atomes d'hydrogène
1 molécule de diazote			
1 molécule de dioxyde de carbone			
1 molécule d'eau			
1 molécule de dioxygène			

5 Voici l'équation nominative de l'électrolyse du chlorure de cuivre.



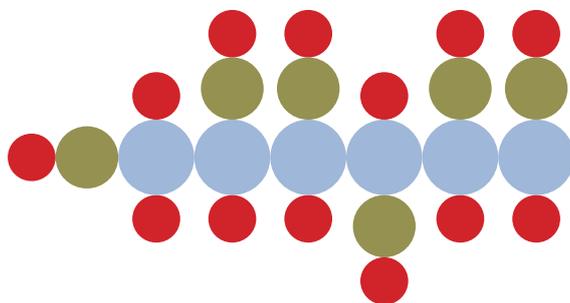
Modélise les substances impliquées dans l'électrolyse du chlorure de cuivre à partir de la légende ci-dessous.

Atome de cuivre	Atome de chlore
	

Nom de la substance	Formule chimique	Modèle moléculaire
Chlorure de cuivre	$\text{CuCl}_2$	
Cuivre	$\text{Cu}$	
Dichlore	$\text{Cl}_2$	

## Ressource 2 : exercices de consolidation ou de dépassement

1 Le glucose est un sucre synthétisé principalement par les plantes. Voici un modèle moléculaire d'une molécule de glucose.



Combien d'atomes de chaque sorte contient la molécule de glucose ?

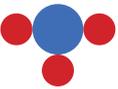
Complète le tableau ci-dessous à partir de ce modèle moléculaire du glucose.

Nom de l'atome	Modèle	Symbole de l'atome	Nombre d'atomes
Carbone			
Hydrogène			
Oxygène			

2 Voici une légende.

Atome d'azote	Atome de carbone	Atome de chlore	Atome d'hydrogène	Atome d'oxygène	Atome de soufre
					

En t'aidant de cette légende, écris la composition atomique des molécules reprises dans le tableau ci-dessous (formule chimique et modèle moléculaire fournis).

Nom de la molécule	Formule chimique	Modèle moléculaire	Composition atomique
Ammoniac	$\text{NH}_3$		
Acide chlorhydrique	$\text{HCl}$		
Dioxyde de soufre	$\text{SO}_2$		
Méthane	$\text{CH}_4$		
Dioxygène	$\text{O}_2$		
Éthanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$		
Acide sulfurique	$\text{H}_2\text{SO}_4$		

3 Écris la composition atomique de produits de la vie courante à partir de leur formule chimique, en complétant le tableau ci-dessous.

Produit de la vie courante	Composition atomique
Eau : $H_2O$	
Eau de javel : $NaClO$	
Calcaire : $CaCO_3$	
Dioxyde de carbone : $CO_2$	
Monoxyde de carbone : $CO$	
Butane : $C_4H_{10}$	
Soude caustique : $NaOH$	
Ozone : $O_3$	

4 Le gaz de ville, qui alimente la plupart des régions de Belgique, est composé majoritairement de méthane. Lors de la cuisson des aliments avec une cuisinière au gaz, le méthane brûle en présence du dioxygène de l'air. Les produits de cette réaction de combustion sont le dioxyde de carbone et l'eau.

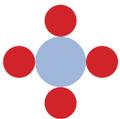
L'équation bilan de cette réaction est :



Voici une légende

Atome de carbone	Atome d'hydrogène	Atome d'oxygène
		

En t'aidant de cette légende, écris la composition atomique des molécules reprises dans le tableau ci-dessous.

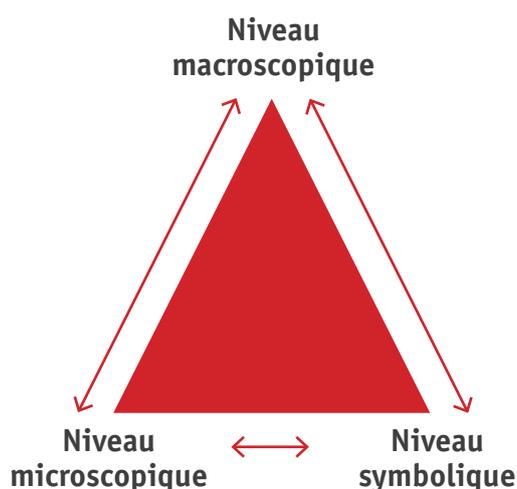
Nom de la molécule	Formule chimique	Modèle moléculaire	Composition atomique
Méthane	CH <sub>4</sub>		
Dioxygène	O <sub>2</sub>		
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>		
Eau	H <sub>2</sub> O		

# Commentaires complémentaires

## Comment amener les élèves à construire un tel raisonnement ?

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 niveau 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

Afin de se placer du point de vue de l'élève, on peut construire des significations correspondant aux trois niveaux distincts, au départ d'une situation donnée :

### Un niveau de signification macroscopique

Ce niveau constitue traditionnellement la première étape dans l'approche de la chimie. L'élève fait référence à ce qu'il observe au cours d'une expérience (changement de couleur, disparition lors d'une réaction chimique...) ou en utilisant des concepts macroscopiques tels que les concepts de substance, de métal, de solide... (On peut donc regrouper les observations empiriques et les modèles macroscopiques descriptifs ou explicatifs dans ce même niveau de signification). L'élève peut également décrire certaines propriétés de la substance considérée : états de la matière, brillance, dureté, malléabilité, conductivité thermique...

### Un niveau de signification microscopique

L'élève fait référence aux entités constitutives de la matière (molécules, atomes, ions), aux propriétés microscopiques ou aux particules subatomiques (électrons, noyaux) ; au réarrangement des atomes au cours d'une réaction chimique.

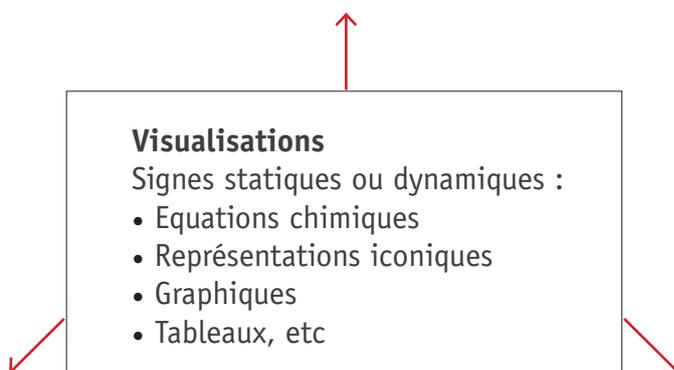
## Un niveau de signification symbolique

Ce dernier niveau permet de traiter la question des significations que les élèves prêtent à un symbole, un signe ou un terme présent dans l'équation de réaction.

### Niveau macroscopique

Références (entre autres) :

- à l'observable
- aux propriétés tangibles de la matière



### Visualisations

Signes statiques ou dynamiques :

- Equations chimiques
- Représentations iconiques
- Graphiques
- Tableaux, etc

### Niveau microscopique

Références (entre autres) :

- aux particules constitutives de la matière
- à la géométrie moléculaire
- aux propriétés microscopiques
- aux particules subatomiques

### Niveau symbolique

Références (entre autres) :

- au symbole, au signifiant
- à la place du signe dans une combinaison
- à une procédure calculatoire
- à une traduction littérale

## Reprenons l'électrolyse du chlorure de cuivre :

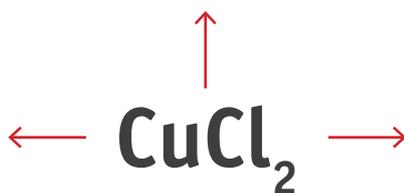
### Pour le chlorure de cuivre

#### Niveau macroscopique :

Solide blanc (anhydre) ou bleu (forme hydratée)  
Solution aqueuse de couleur bleue

#### Niveau microscopique :

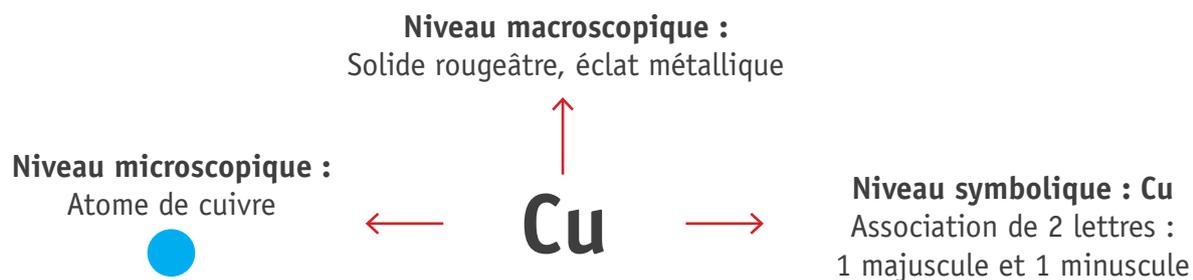
Molécule constituée  
d'1 atome de cuivre  
et de 2 atomes de chlore



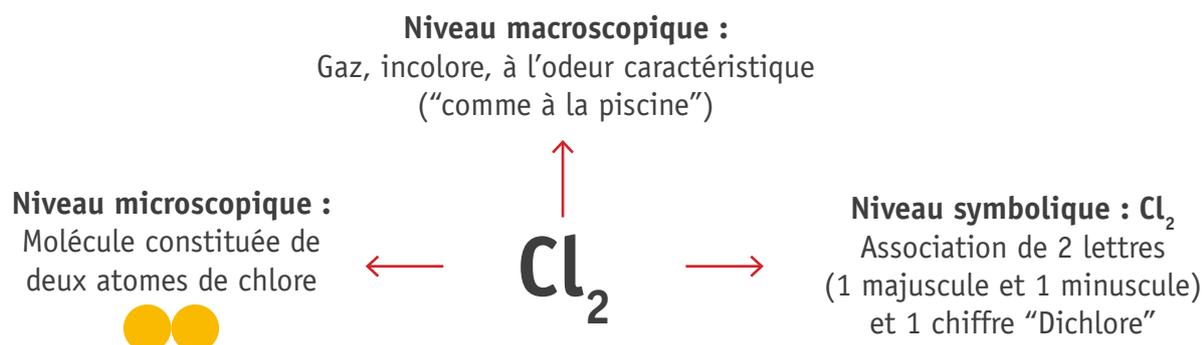
#### Niveau symbolique : $\text{CuCl}_2$

Association de 4 lettres (2 fois  
"1 majuscule et 1 minuscule")  
et 1 chiffre "Chlorure de cuivre"

### Pour le cuivre



### Pour le dichlore



Lors d'une séquence d'apprentissage, il est donc important de distinguer les niveaux « symbolique », « macroscopique » et « microscopique ».

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 conclusion

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 des modèles (niveau microscopique et niveau symbolique).



## Piste didactique 2 : de l'atome à l'ion

### Processus travaillés

Référentiel de formation scientifique UAA9 : « L'atome, constituant élémentaire de la matière »

#### Connaître :

- Décrire l'atome comme une entité neutre.
- Écrire les symboles des éléments rencontrés.
- Décrire un ion comme un atome ayant gagné ou perdu un (des) électron(s).

### Visées de la piste proposée

L'activité proposée dans cette séquence vise le développement de la compétence de l'UAA 9, au-delà de la dimension des savoirs. Cette compétence s'intitule : « Sur base d'une démarche d'investigation, modéliser les composants de la matière ». La démarche d'investigation comme décrite dans le référentiel (p.13/39) est pratiquée en ayant recours aux dimensions d'observation et de modélisation.

Un des intérêts de cette séquence consiste à parcourir plusieurs processus « connaître » simultanément.

## Description des activités proposées

<b>Objectifs</b>
Décrire un ion monoatomique comme étant un atome ayant perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.
<b>Prérequis</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Modèle atomique de Rutherford (noyau et électrons)</li><li>• Atome, entité neutre</li></ul>
<b>Matériel nécessaire</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Étiquette d'une bouteille d'eau minérale</li><li>• Modèle atomique de Rutherford des 5 atomes repris sur l'étiquette (Ca, Na, Mg, Cl et F)</li><li>• Modèle atomique de Rutherford des 5 ions repris sur l'étiquette (Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, Cl<sup>-</sup> et F<sup>-</sup>)</li></ul>
<b>Temps estimé</b>
Une période de cours

**Remarque :**

La notion de charge électrique peut être difficile à comprendre pour les élèves de 4e année TQP.



Un exemple d'application pour les élèves est de relier un atome et son ion correspondant en fonction du nombre de charges positives contenues dans le noyau.

Il est important de faire remarquer aux élèves que les seules charges électriques qui se transfèrent lors de la formation d'un ion sont les électrons.

Un lien peut être fait avec l'UAA5.

### Étape 1 : distinction atome-ion à partir du modèle de Rutherford

L'enseignant distribue à chaque élève la "Ressource 3 - Exemple de feuilles", page 24.

Chaque élève analyse les modèles atomiques fournis pour :

- Décrire les différences entre un atome et un ion
- Définir un atome et un ion
- Associer, à partir de modèles, chaque atome à l'ion correspondant

### Étape 2 : distinction atome-ion à partir d'une étiquette de bouteille

L'enseignant distribue à chaque élève la "Ressource 4 - Exemple de feuille d'élève", page 26.

À partir d'une étiquette de bouteille d'eau, chaque élève :

- Repère les ions
- Expliquer la formation de chacun d'eux à partir de leur atome.



**Remarque :**

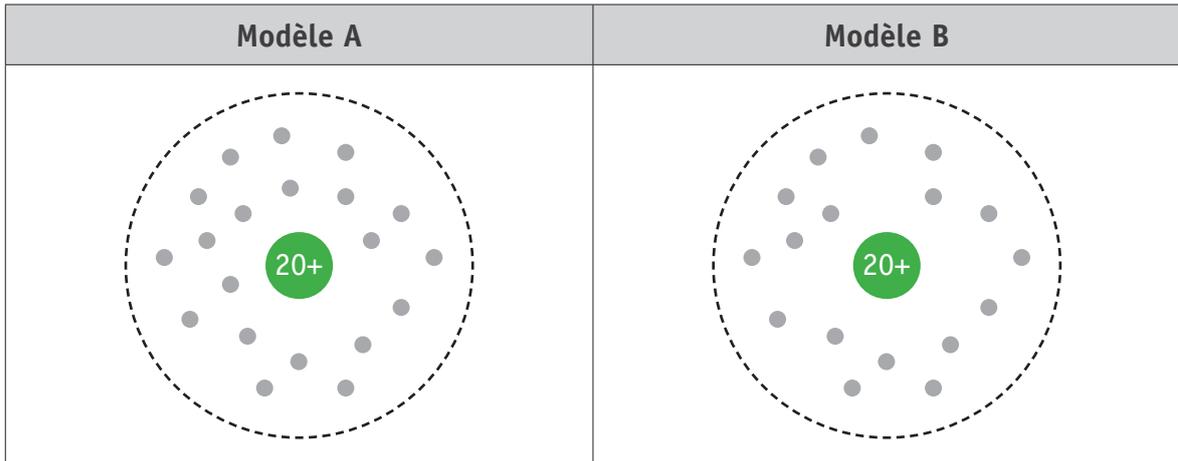
Il ne faut aborder que les ions monoatomiques.

### Ressource 3 - Exemple de feuilles

1 Tu trouveras ci-dessous, les modèles atomiques du calcium et de l'ion calcium  $\text{Ca}^{++}$ .

a. Choisis le modèle représentant l'atome de calcium : modèle A ou modèle B ?

b. Justifie ton choix en décrivant en quelques mots le modèle de l'atome et celui de l'ion calcium.



Légende :

● électron

● noyau

---

---

---

---

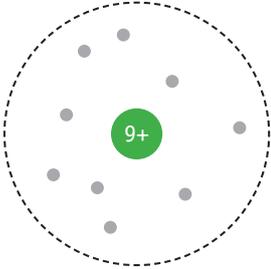
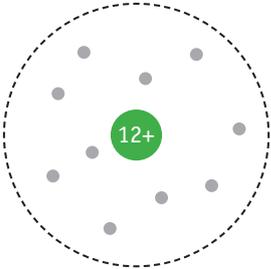
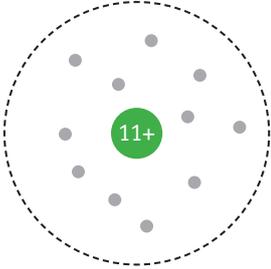
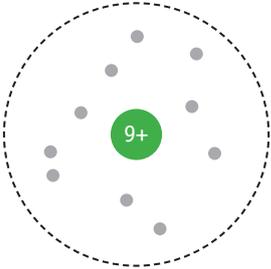
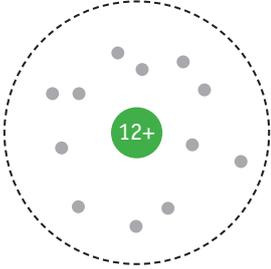
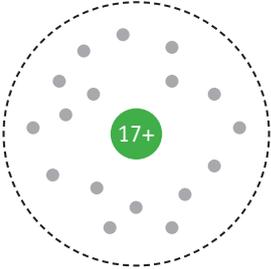
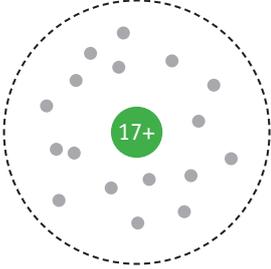
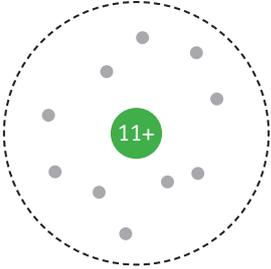
---

---

---

---

2 Associe, à partir des modèles ci-dessous, chaque modèle de l'atome au modèle de l'ion correspondant.

Modèles d'atomes			Modèles d'ions
 <p data-bbox="392 712 466 743">Fluor</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
 <p data-bbox="376 1057 475 1088">Sodium</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
 <p data-bbox="351 1402 507 1433">Magnésium</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
 <p data-bbox="383 1747 472 1778">Chlore</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## Ressource 4 - Exemple de feuille d'élève

À partir de l'étiquette de la bouteille d'eau ci-dessous, entoure les ions composés d'un seul atome et explique la formation de chacun d'eux à partir de leur atome.

<p><b>Composition moyenne (en mg/l)</b></p> <p><b>Cations :</b></p> <table><tr><td>Ca<sup>2+</sup></td><td>120</td><td>Mg<sup>2+</sup></td><td>4,5</td></tr><tr><td>Na<sup>+</sup></td><td>3,8</td><td>K<sup>+</sup></td><td>2,1</td></tr></table> <p><b>Anions :</b></p> <table><tr><td>Cl<sup>-</sup></td><td>3,5</td><td>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></td><td>45</td></tr><tr><td>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></td><td>1,1</td><td>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></td><td>403</td></tr></table>	Ca <sup>2+</sup>	120	Mg <sup>2+</sup>	4,5	Na <sup>+</sup>	3,8	K <sup>+</sup>	2,1	Cl <sup>-</sup>	3,5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	45	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,1	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	403	<h1>Eau minérale</h1> 	<p>1,5 l</p> 
Ca <sup>2+</sup>	120	Mg <sup>2+</sup>	4,5															
Na <sup>+</sup>	3,8	K <sup>+</sup>	2,1															
Cl <sup>-</sup>	3,5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	45															
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,1	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	403															

# Partie 2 – UAA 7 : les lentilles nous aident à observer

## Constats issus de l'épreuve

L'UAA 7 est la moins bien réussie de l'épreuve. Pourtant, les items sont en adéquation avec les attendus explicites du référentiel et des programmes et ne font intervenir aucun implicite.

Les résultats insuffisants pour les items liés à cette UAA pourraient être expliqués par les causes suivantes :

- Un degré d'abstraction important requis par le tracé des rayons lumineux.
- Une difficulté pour les élèves à modéliser une situation réelle.
- Une compréhension insuffisante des savoirs, qui rend difficile leur transfert dans de nouvelles situations.
- Une difficulté pour les élèves à combiner des savoirs et des savoir-faire, essence même des situations de transfert.



## Piste didactique 3 : les lentilles nous aident à observer

### Processus travaillés

Référentiel de Formation scientifique UAA 7 : « Les lentilles nous aident à observer »

Cette proposition de séquence se base sur les processus :

#### Transférer :

- Utiliser un dispositif expérimental pour modéliser la correction d'un défaut de l'œil.

#### Appliquer :

- Comparer et trier quelques lentilles par diverses méthodes (toucher, déviation d'un faisceau parallèle, observation d'un texte au travers d'une lentille).
- Utiliser un dispositif pour modéliser le fonctionnement de l'œil normal, myope et hypermétrope.

#### Connaître :

- Différencier l'effet d'une lentille convergente de celui d'une lentille divergente.
- Identifier et décrire le rôle des différentes parties de l'œil dans le mécanisme de la vision.

### Visées de la piste proposée

L'objectif principal de cette piste est de permettre aux élèves d'établir le lien entre une situation réelle et sa modélisation, tout en travaillant la démarche d'investigation.

Afin d'encourager l'expérimentation par les élèves, nous proposons l'utilisation d'un matériel restreint, peu coûteux et peu encombrant.

# Description des activités proposées

<b>Objectifs</b>
Déterminer quel type de lentille permet de corriger une myopie.
<b>Prérequis</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Situer les structures suivantes de l'œil sur un schéma : cristallin, rétine (UAA 3).</li><li>• Suivre un mode opératoire.</li><li>• Respecter les consignes de sécurité des laboratoires.</li><li>• Utiliser de manière appropriée et en toute sécurité l'équipement mis à disposition.</li></ul>
<b>Matériel nécessaire</b>
<p><b>Pour chaque sous-groupe d'élèves :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Une lampe à faisceau parallèle</li><li>• Une lentille convergente + des pinces à linge pour la maintenir à la verticale.</li><li>• Une lentille divergente</li><li>• Un écran</li><li>• Un objet lointain</li></ul> <p>Tout le matériel suggéré peut être trouvé sur les centrales de marché, en grande surface ou peut-être fait main. N'hésitez pas à contacter vos conseillers pédagogiques (ainsi qu'à consulter l'annexe de ce document).</p>
<b>Temps estimé</b>
Deux périodes de cours

## Description

Suite à une situation de la vie courante, questionner les élèves sur l'utilisation des lentilles.

### Exemple de question d'investigation utilisable pour cette piste :

Suite à la visite médicale, tu découvres que tu es myope. Quelles seront les caractéristiques de tes verres de lunettes ?

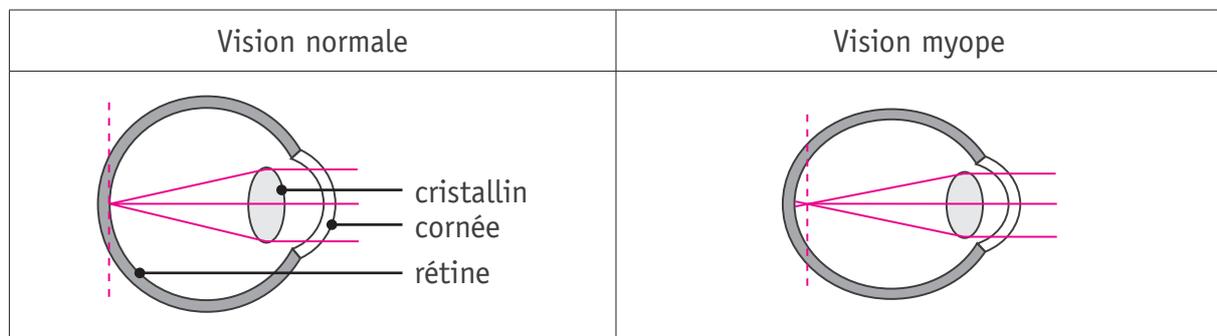
## Étape 1 : analyse de texte

Proposer aux élèves de repérer les caractéristiques d'un œil myope dans un texte.

Ce texte doit, au minimum, aborder les contenus suivants :

- la myopie ;
- les défauts de l'œil responsables de cette pathologie (longueur de l'œil, taille ou forme du cristallin) ;
- les lieux de convergence des rayons lumineux par rapport à la rétine dans un œil myope et un œil sain ;
- des schémas représentant le trajet des rayons lumineux dans un œil normal et dans un œil myope.

Par exemple :



## Étape 2 : modélisation

Proposer aux élèves d'utiliser le matériel et le protocole mis à disposition pour réaliser un modèle d'œil normal et le valider.

Chaque sous-groupe devra disposer du matériel suivant :

- Un écran
- Un objet lointain suffisamment lumineux (bougie, croisillons de fenêtre, arbre à l'extérieur...)
- Une lentille convergente + des pinces à linge pour la maintenir à la verticale.



### Remarque :

Si les élèves sont peu habitués à explorer par eux-mêmes, il est aussi possible de leur proposer un protocole de montage à suivre.

Pour modéliser un œil qui observe un objet lointain, ce dernier doit se trouver à une distance suffisante de la lentille (si possible plus d'un mètre).

### Étape 3 : analyse du modèle

Demander aux élèves de mettre en relation les structures de l'œil sain avec les éléments de montage.

Écran = Rétine / Lentille = Cristallin / Lampe (ou bougie) = Objet observé

### Étape 4 : hypothèse

Inviter les élèves à écrire une hypothèse : comment modifier leur modèle pour qu'il représente un œil myope ?

Exemples de réponse attendue :

- il faut reculer l'écran ;
- il faut éloigner la lentille de l'écran...

#### Remarque :

Des recherches sur les liens entre sciences et écrit mettent en évidence l'importance de ce dernier dans la construction de la pensée chez les élèves.



Par exemple, Vérin (1995) écrit que « l'écriture de prévisions engage ainsi personnellement les élèves dans une activité de construction de savoir qui se déroule comme un débat où ces idées interviennent comme des éléments décisifs, en interaction avec celles des autres et avec la référence au réel. ».

C'est pourquoi il est recommandé à cette étape d'encourager les élèves à écrire leur hypothèse.

### Étape 5 : test de l'hypothèse

Demander aux élèves de modifier leur modèle sur base de leur hypothèse.





**Remarque :**

Il faut ici recourir à une astuce pour que l'élève parvienne à obtenir un résultat :

- 1) Imposer la lentille correctrice à utiliser (« voici le verre qui composera tes lunettes »).
- 2) Leur indiquer où la placer par rapport au cristallin.
- 3) Tracer à la craie un repère pour la position initiale de l'écran.
- 4) Leur demander de tester leur hypothèse en déplaçant l'écran jusqu'à ce qu'une image nette se forme sur l'écran.
- 5) Enlever la lentille correctrice et observer que l'image est floue.
- 6) Remettre la lentille correctrice et observer son effet sur l'image.

## Étape 6 : schématisation

Après validation du montage par le professeur, demander aux élèves de réaliser un schéma de leur montage.



**Remarque :**

Le schéma permet non seulement un meilleur apprentissage des connaissances présentées mais, parce qu'il centre sur l'essentiel, il conduit au-delà d'une capacité de reproduction de ce qui vient d'être appris, à une capacité de transfert à d'autres données.

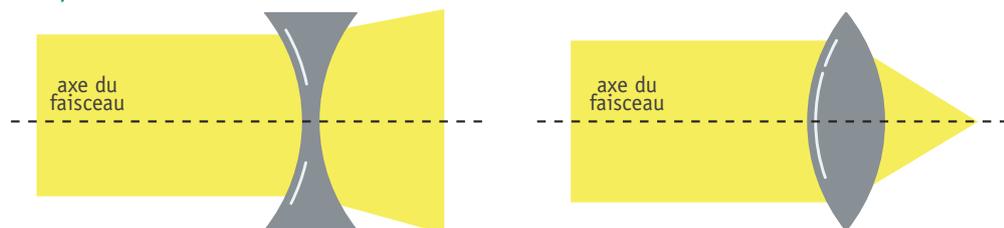
## Étape 7 : décrire des lentilles

Demander aux élèves de décrire et de comparer les caractéristiques des deux lentilles utilisées dans le montage : la lentille des « lunettes » et celle qui représente le « cristallin ».

Cette description se fait par les approches suivantes : la palpation de la forme des deux lentilles, l'observation d'un motif sur une feuille à travers chacune d'elles, et la déviation d'un faisceau de lumière parallèle qui les traverse.

**Remarque :**

- Mettre à disposition de quoi nettoyer les lentilles.
- Dans l'idéal, profiter d'un jour lumineux pour proposer une expérimentation directe (voir item 22 de l'épreuve) ne nécessitant ainsi pas de lampe à faisceau lumineux parallèle et permettant à chaque élève d'expérimenter avec une lentille.
- Concernant l'effet sur un faisceau lumineux parallèle, rester sur du qualitatif (pas de notion de point focal ou d'image réelle, etc.), comme sur les illustrations ci-après :

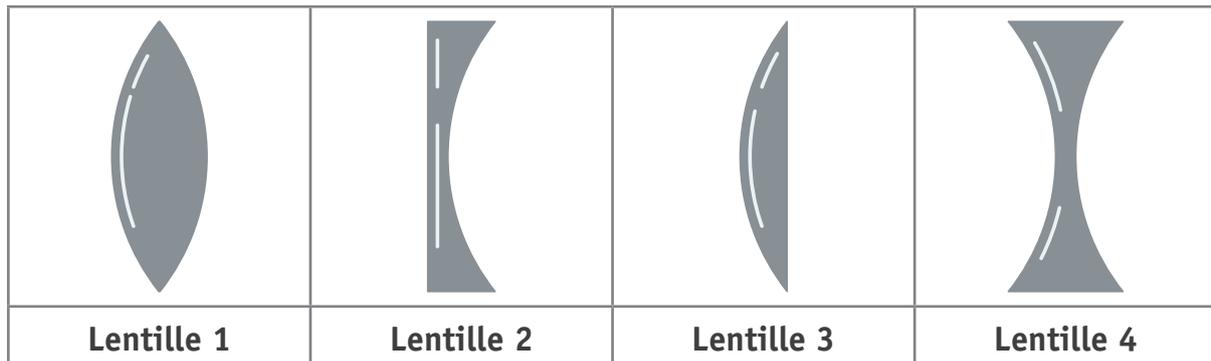


- Il est aussi possible d'utiliser un simulateur tel que [https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/lentilles/lentille\\_sorte.php](https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/lentilles/lentille_sorte.php)

## Ressource 5 : évaluation formative

La question proposée lors de l'évaluation externe pourrait être reprise comme évaluation de l'acquisition des notions abordées dans cette proposition de séquence.

Le port de lunettes permet de corriger l'hypermétropie. Les verres utilisés dans ces lunettes sont les lentilles 1 et 3.



**EXPLIQUE** pourquoi ces deux lentilles, peuvent être utilisées pour fabriquer les lunettes d'une personne hypermétrope.

---

---

---

### Variantes et prolongations possibles

- Cette séquence pourrait être abordée non pas en découverte de la matière, mais proposée en guise de synthèse. Dans ce cas, une grille d'autoévaluation pourrait être utilisée par les élèves pour évaluer dans quelle mesure ils maîtrisent les savoir-faire (modélisation, expérimentation, schématisation) et les processus abordés.
- Une prolongation possible serait de proposer l'hypermétropie en question d'évaluation

## Ressource 6 : annexe - description du matériel

### Pour chaque sous-groupe d'élèves :

- Une lentille convergente + des pinces à linge pour la maintenir à la verticale.  
Lentille en verre classique de 50 ou 100 mm de distance focale ou une loupe de grande surface de maximum 5 cm de diamètre.
- Une lentille divergente  
Idéalement avec une distance focale de -200 mm ou un verre de lunette pour myope.
- Un écran  
Une simple feuille de papier pliée peut permettre aux élèves de visualiser le faisceau lumineux et l'image de l'objet observé.

### Pour chaque sous-groupe d'élèves ou pour l'ensemble de la classe :

- Un objet lointain  
Une source lumineuse centrale structurée comme une ampoule à LED à filament ou une bougie. Si la classe est assez obscure, on peut aussi observer le croisillon d'une fenêtre, ou un objet extérieur (arbre, bâtiment) par la fenêtre.
- Une lampe à faisceau parallèle  
Cette lampe devrait produire un faisceau lumineux parallèle d'un diamètre d'environ 4 à 5 cm. Certaines firmes proposent de telles lampes (lampe à condenseur, lampe de Reuter...). On peut aussi les construire soi-même en disposant une LED assez puissante et une lentille convergente (50 ou 100 mm de distance focale) dans un morceau de tuyau de diamètre approprié. Comme déjà signalé plus haut, une alternative est de profiter d'un jour où le soleil brille...



# Bibliographie

- VÉRIN, A. (1995). Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12(1), 21-36. <https://doi.org/10.3406/reper.1995.2155>
- VEZIN, J.-F. (1986). SCHÉMATISATION ET ACQUISITION DES CONNAISSANCES. *Revue Française de Pédagogie*, 77, 71-78. [https://www.persee.fr/doc/rfp\\_0556-7807\\_1986\\_num\\_77\\_1\\_1495](https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1986_num_77_1_1495)
- 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>

