

Chapitre 4 - L'infiniment petit

Document professeur

Préambule

• **Partie de programme traitée**

	Extrait ¹ du programme de 6 ^e	Extrait ² du programme de cycle 4
Attendu de fin de cycle	Caractériser la richesse, l'unité et la diversité actuelle et passée du vivant.	Décrire la constitution et les états de la matière
Connaissances et compétences	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser et représenter des observations microscopiques de cellules. - Identifier la cellule comme l'unité structurale commune à tous les êtres vivants. 	Interpréter les changements d'état au niveau microscopique

L'attendu de fin de cycle 4 dans le programme de physique-chimie indique une description de la matière et de ses états. L'objectif de ce chapitre est d'introduire la description de la matière à une échelle microscopique et macroscopique. Les différences entre la SVT et la physique-chimie sont explicitées pour aider les élèves à structurer les différents savoirs sur « l'infiniment petit ».

En 4^e, ce modèle particulière de la matière sera utilisé pour les changements d'état d'un corps pur. Puis il sera complété avec le modèle de l'atome et de la molécule.

Activité 1 : L'infiniment petit...

Décrire la structure de la matière.

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLES

- La cellule (SVT 6^e)
- Conversion des unités de longueur mètre et millimètre

SAVOIRS VISES

- Le nanomètre
- Une entité

CAPACITÉS VISÉES

- Décrire la matière à l'échelle microscopique de manière discontinue (entités séparées de vide).
- Classer les différents éléments de l'infiniment petit (cellule et entité) en fonction de leurs dimensions.

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE : 30MIN-1H EN FONCTION DES CONCEPTIONS INITIALES DES ÉLÈVES.

RESSOURCES DISPONIBLES

- Fiche de consignes + modèle ;
- Document support de SVT 6^e, classification emboîtée du vivant ;
- un grain de sel ;
- une feuille A4 blanche pour les dessins des élèves.

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

- La fiche d'activité 1 est donnée en deux fois pour que la fin de la fiche n'influence pas les élèves.
- Disposer de supports d'explication des photographies permettant de montrer la différence entre un microscope à effet tunnel et un microscope optique.

¹ https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/ensel101_annexe_okok.pdf, p. 8.

² <https://eduscol.education.fr/document/621/download>, p. 98.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ**LABELS :**

écart important au sujet des connaissances conceptuelles entre AVANT et APRÈS l'activité

MODÉLISATION

MONDE MATÉRIEL
Objets, événements

LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

- Difficulté pour aboutir à un savoir partagé par tous les élèves en fin d'activité ;

SAVOIRS EN JEU

L'objectif de cette activité est de commencer à décrire la matière à l'échelle microscopique, en sondant d'abord les représentations des élèves, comme moyen de débattre. Le premier élément travaillé est l'échelle où on se situe pour ce questionnement. L'adjectif « microscopique » désigne selon la définition du TLF1 un objet « qui n'est visible qu'au microscope » mais par extension il est souligné que cela qualifie aussi un objet « qui est très petit ». **Nous faisons le choix d'utiliser l'expression « à l'échelle du nanomètre » pour rappeler l'ordre de grandeur où on se situe.** Si l'expression « échelle microscopique » est choisie, il est pertinent de rappeler que nous ne sommes pas sur le même ordre de grandeur que celui du microscope. En ce sens, il faut assumer dans cette activité de ne pas utiliser le mot microscopique comme opposé au mot macroscopique (ce qui peut se voir à l'œil nu).

Une fois cet ordre de grandeur posé, nous travaillons **les conceptions initiales des élèves sur l'infiniment petit pour des échantillons de matières non vivantes.** Les propositions étant très hétérogènes, on utilise le modèle pour conclure sur cette question. Nous faisons le choix d'utiliser « entité » pour désigner « le petit grain » de matière afin d'avoir **un vocabulaire spécifique à la chimie** et non un terme relevant du vocabulaire courant. De plus, nous souhaitons avoir **un terme qui désigne l'élément de structure dans l'infiniment petit (« Monde des objets »)** et non le terme « particule » utilisé pour le modéliser. « Entité » n'est pas présent **dans le programme de cycle 4 mais de lycée.** Pour autant, « entité » a été utilisé dans un sujet de DNB de 2019 (sujet de Pondichéry). Nous avons souhaité utiliser, pour le monde microscopique, deux termes différents selon qu'on se place dans le monde des objets ou dans le monde des modèles. Le mot « modèle particulière » seulement dans les repères de progressivité, renforçant notre choix d'associer le mot *particule* au modèle, et le mot entité au monde des objets, en gardant à l'esprit que la signification du mot objet est ici étendue (pour beaucoup d'élèves, un objet est quelque chose qu'on peut toucher ou prendre en main...).

Le plus compliqué est de faire comprendre **la structure discontinue de la matière** (présence du vide) car nous n'avons pas à notre portée d'expérience probante. Il est utilisé une photographie « d'entité de fer » au microscope à effet tunnel pour appuyer notre propos.

Enfin, nous souhaitons **différencier la notion « d'entité » par rapport à la « cellule ».** La cellule représente souvent l'objet le plus petit connu jusqu'ici car même si des élèves connaissent la notion d'atome ou de molécule, ils ne les situent pas forcément comme plus petits que la cellule. Pour cela, nous utilisons la classification des êtres vivants pour montrer que l'entité n'en est pas une. Cela perturbe les élèves d'apprendre que le vivant est constitué de non-vivant. Ainsi entité et cellule sont différenciés par l'ordre de grandeur mais aussi pas leurs caractéristiques biologiques.

CORRIGÉ / COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

En rouge un exemple de production attendue

En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

**Mon point de vue :**

1) Mesure la largeur du grain de sel que tu as à ta disposition.

Le grain de sel mesure environ 1-2 mm.

Le temps des connaissances :

Un nanomètre (nm) est une longueur qui est un milliard de fois plus petit qu'un mètre ou un million de fois plus petit que le millimètre.

2) Complète les égalités suivantes : $1\text{ nm} = \frac{1}{1\,000\,000\,000} \times 1\text{ m}$ ou $1\text{ nm} = \frac{1}{1\,000\,000} \times 1\text{ mm}$

Suite à un travail commun avec les mathématiques, la signification des préfixes d'unités et la notion d'inverse ont été travaillés pour faire un lien entre le nombre « x fois plus grand » et « x fois plus petit ». Ainsi il n'est plus utilisé « le tableau de conversion ». Il est conseillé de faire apparaître l'inverse par une écriture fractionnaire au lieu d'une écriture décimale ou d'une division (inverse d'un nombre et non d'une opération). Ce travail reste complexe pour les élèves mais la méthodologie commune aux mathématiques et à la physique-chimie aide. Cela nécessite de fait de s'accorder avec son ou sa collègue de mathématiques.

3) Coche les appareils qui permettent d'observer un objet de la taille du nanomètre.

Les yeux Une loupe Des jumelles Un télescope Un microscope optique

autre : microscope à effet tunnel.

Cette réponse est inconnue des élèves et surprenante pour eux. Choissant l'appareil qui permet pour eux de voir plus gros des objets de très petites tailles (invisible à l'œil nu), ils cochent en majorité « microscope optique ». Prendre un peu de temps pour montrer les deux microscopes et expliquer que pour les entités, nous obtenons une image reconstruite grâce à un ordinateur et non une photographie à travers un oculaire. Attention, quelques élèves cochent « télescope, car on voit en petit les objets observés ».

Pour les questions suivantes, répondre sur la feuille blanche distribuée.

4) Imagine qu'on observe le grain de sel avec un appareil qui permet de voir des détails de l'ordre du nanomètre. Représente avec un schéma ce que l'on verrait à cette échelle.

5) Imagine maintenant qu'on observe de l'eau liquide avec ce même appareil. Représente avec un schéma ce que l'on verrait à cette échelle.

Il faut prendre le temps de montrer et de commenter les différents dessins proposés. Pour limiter les propositions et susciter le débat, il est nécessaire de faire ce travail en groupe. Voici un relevé des différents mots mis en légendes sur les deux schémas puis des propositions de dessins d'élèves. Les mots sont classés du plus fréquent au moins fréquent.

Schéma du sel	Schéma de l'eau
Cristaux, grain, minéraux, bactéries, cellules, noyau, particules, molécules.	Bactéries, molécules, minéraux, calcaire, air, H ₂ O, dioxygène
<p>A</p>	<p>B</p>
<p>C</p>	<p>D</p> <p>échelle, 0,00000000000000000001</p>
<p>E</p>	<p>F</p>
<p>G</p>	<p>H</p>

L'ensemble des propositions est très hétérogène. Il y a **des élèves qui pensent la matière « pleine »** sans structure particulière dans l'infiniment petit (dessin H). Cette tendance est plus présente pour l'eau que pour le sel. **Quand la matière est pensée avec une structure particulière dans**

l'infiniment petit, on retrouve des notions de SVT (noyau, cellule, bactérie : dessin E). On retrouve aussi l'idée assez courante que l'infiniment petit est à l'identique de ce que l'on observe mais en taille réduite : un cristal est fait de petits cristaux (dessin C) et une goutte d'eau est faite de petites gouttes d'eau (dessins F et D). **Même s'il est normal qu'il ne donne pas lieu à une représentation particulière, le vide n'apparaît dans aucune légende.** Soit les éléments pensés pour la structure de la matière sont « collés » soit ils sont espacés par une matière (dessin F). Quand la légende ne précisait pas ce qu'il se trouvait entre les petits grains, les élèves interrogés à l'oral n'ont pas su répondre.

👉 Bilan de l'ensemble des propositions de la classe.

L'ensemble des propositions est très hétérogène. Il n'y a pas de consensus. Les connaissances sont apportées par le modèle.

2^{ème} partie de la fiche, distribuée aux élèves

📖 **Le temps des connaissances** : Lire dans le chapitre 4 « La matière à l'échelle du nanomètre », le paragraphe 1.

6) En utilisant le modèle, liste les deux connaissances pour décrire la matière à l'échelle du nanomètre.

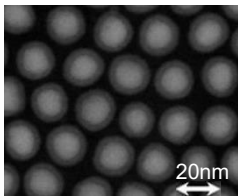
- la matière est composée d'entités

- entre les entités : il y a du vide.

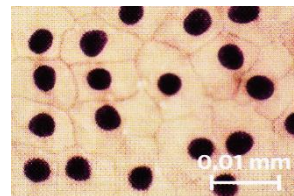
La lecture du modèle apporte la connaissance du vocabulaire « entité » qui fait consensus pour décrire « le petit grain » de matière dans l'infiniment petit. Cela ne pose pas en soit de difficultés pour les élèves. **Par contre, le fait que la matière soit discontinue avec du vide entre les entités entraîne des questions et certaines « résistances ».** Cet élément n'est pas toujours cité par les élèves.

✍ Utilisation des connaissances :

7) Classe du plus grand au plus petit les objets suivants : cellule, entité.



Doc A : Entités



Doc B : Cellules

Sources :
 - Doc A : Image de synthèse extraite de Culture Sciences Chimie
<https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-organique/catalyse/chimie-et-nano-une-question-d-echelle>
 - Doc B : Photographie de cellules extraite Sciences et Technologies Cycle 3 Nathan.

Réponse : La cellule est plus grande que l'entité.

Faire décrire à l'oral les images pour débiter la correction. A la question « à quoi correspond le noir sur chaque image ? Beaucoup ne répondent pas. Il peut être proposé de légender cette image avec les mots entité et vide. Et en parallèle, faire la légende de la cellule avec les mots : noyau de la cellule, membrane.

(Après l'activité 2, le professeur pourra utiliser cette image du « Monde des objets » et la comparer la modélisation.)

8) Indique pour chaque phrase si elle est « vraie » ou « fausse ».

a- Une cellule est constituée d'entités...**oui** ..

c- Un grain de sel est constitué d'entités.. **oui**.

b- Une goutte d'eau est constituée d'entités. **Oui**

La grande majorité des élèves répondent correctement.

9) Tu as à ta disposition un document qui présente « la classification générale des êtres vivants » utilisée en classe de 6^e pour le cours de SVT. Justifie pourquoi le mot « entité » n'apparaît pas sur cette classification.

Le mot entité n'apparaît sur le document « Classification générale des êtres vivants » car une entité n'est pas un organisme vivant. Elle ne naît pas, ne se développe pas, ne se reproduit pas et ne meurt pas.

Avant de faire le choix de cette question, vérifier avec les collègues de SVT si la classification emboîtée a été faite en 6^e. Les élèves proposent comme explications :

- les collègues de SVT ne connaissent pas le mot « entité » et
- les entités sont trop petites pour être sur cette classification.

Les deux réponses sont fausses car même si les entités sont de l'ordre du nanomètre, elle pourrait bien apparaître comme la première « boîte » sur laquelle se fonde la classification.

Activité 2 : De l'observation au modèle

Interpréter une observation à l'aide du modèle

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLES

- Particule
- Etats physiques

SAVOIRS VISES

- Particules
- Forme propre
- Volume propre
- Echelle microscopique
- Echelle macroscopique

CAPACITÉS VISÉES

- Expliquer un phénomène observé avec les propriétés des particules
- Modéliser avec des particules un échantillon à partir d'une description à l'échelle macroscopique

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE : 45MIN

RESSOURCES DISPONIBLES

- Fiche de consignes + modèle ;
- matériel : une seringue, un erlenmeyer et un ballon à fond plat, un petit objet solide (gomme...), de l'eau.

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

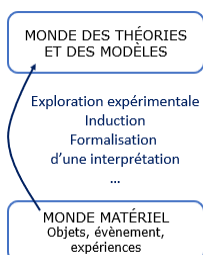
- Selon le temps disponible, les expériences proposées peuvent être faites par les élèves en groupe ou au bureau.
- Le dessin final est fait après correction et commentaires sur le tableau. Il est conseillé aussi de lire le paragraphe 3 avant de faire les dessins.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

LABELS :

écart important au sujet des connaissances conceptuelles entre AVANT et APRÈS l'activité

MODÉLISATION



SAVOIRS EN JEU

L'objectif est **d'interpréter à l'aide de propriétés de base du modèle particulaire** des observations faites sur des échantillons dans les trois états physiques. Le paragraphe 2 du modèle doit donc être connu. L'élève utilise ses observations, pour « établir » le modèle sans en disposer. En 4^e, l'interprétation des changements d'états avec le modèle particulaire sera étudiée.

Nous limitons l'utilisation de la représentation graphique (une seul dessin de mandé) car au vu des difficultés de certains élèves, elle est complexe à corriger rapidement et elle ne permet pas une trace écrite fiable.

CORRIGÉ / COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES



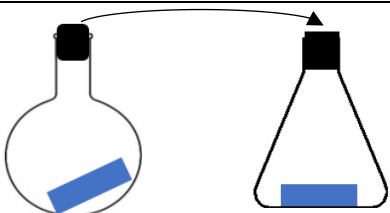
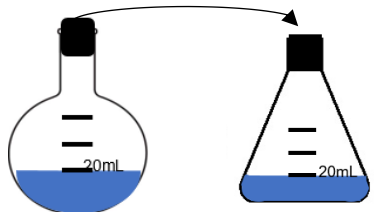
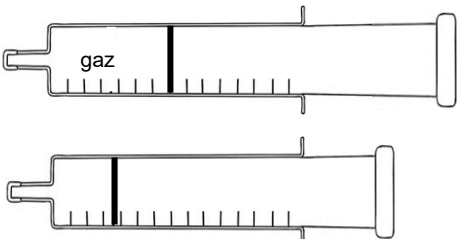
En rouge un exemple de production attendue

En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

Cette activité se déroule facilement. Quelques erreurs sur la taille des particules qui diminuent pour expliquer la compression d'un gaz. Renvoyer les élèves vers les propriétés de base du modèle afin qu'ils se corrigent. Quelques groupes comprennent que les expériences sont « classées » en fonction de la liberté de mouvement des particules : « du moins libre au plus libre ». Cette remarque étant pertinente, elle est explicitée au moment de la correction.

Au moment de la représentation graphique, des questions se posent sur comment dessiner « la liberté d'une particule à se déplacer ». Il est indiqué aux élèves qu'en plus de cette propriété, les particules sont plus au moins espacées : lecture du paragraphe 3 du chapitre 4. Des erreurs sont faites sur le nombre de particules dessinées qui augmente ou diminue en fonction de l'état. Il est rappelé la consigne « un échantillon de matière » : l'échantillon ne change pas seul son état change.

? **Le temps de la recherche** : Compléter le tableau en choisissant la bonne réponse.

Expérience	 Observations	 Modèle particulaire
 <p>Transvaser un échantillon solide d'un récipient à un autre.</p>	<p>Pendant l'expérience,</p> <ul style="list-style-type: none"> - la matière qui constitue l'échantillon change-t-elle ? non - la masse de l'échantillon varie-t-elle ? non - le volume de l'échantillon varie-t-il ? non - la forme de l'échantillon change-t-elle ? non 	<p>Pendant l'expérience,</p> <ul style="list-style-type: none"> - le type de particule change-t-il ? non - la taille des particules change-t-elle ? non - le nombre de particule change-t-il ? non <p>Pour expliquer la forme propre d'un échantillon solide, les particules dans un solide...</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> sont très libres de se déplacer <input type="checkbox"/> sont un peu libres de se déplacer <input checked="" type="checkbox"/> ne sont pas libres de se déplacer
 <p>Transvaser un échantillon liquide d'un récipient à un autre.</p>	<p>Pendant l'expérience,</p> <ul style="list-style-type: none"> - la matière qui constitue l'échantillon change-t-elle ? non - la masse de l'échantillon varie-t-elle ? non - le volume de l'échantillon varie-t-il ? non - la forme de l'échantillon change-t-elle ? oui 	<p>Pendant l'expérience,</p> <ul style="list-style-type: none"> - le type de particule change-t-il ? non - la taille des particules change-t-elle ? non - le nombre de particule change-t-il ? non <p>Pour expliquer le changement de forme d'un échantillon liquide, les particules dans un liquide...</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> sont très libres de se déplacer <input checked="" type="checkbox"/> sont un peu libres de se déplacer <input type="checkbox"/> ne sont pas libres de se déplacer
 <p>Comprimer un échantillon gazeux dans une seringue.</p>	<p>Pendant cette expérience,</p> <ul style="list-style-type: none"> - la matière qui constitue l'échantillon change-t-elle ? non - la masse de l'échantillon varie-t-elle ? non - le volume de l'échantillon varie-t-il ? oui - la forme de l'échantillon change-t-elle ? oui 	<p>Pendant l'expérience,</p> <ul style="list-style-type: none"> - le type de particule change-t-il ? non - la taille des particules change-t-elle ? non - le nombre de particule change-t-il ? non <p>Pour expliquer qu'un gaz est compressible, les particules dans un gaz...</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> sont très libres de se déplacer <input type="checkbox"/> sont un peu libres de se déplacer <input type="checkbox"/> ne sont pas libres de se déplacer

👉 **BILAN** : Lire paragraphe 3 du chapitre 4 et représenter au dos de la fiche un échantillon dans les 3 états physiques.