

# Chapitre 2 - Espèces chimiques

## Document professeur

### Préambule

- **Partie de programme traitée**

	Extrait <sup>1</sup> du programme de 6 <sup>e</sup>	Extrait <sup>2</sup> du programme de cycle 4
Attendu de fin de cycle	<i>Décrire un échantillon de matière à l'aide du vocabulaire scientifique et des grandeurs physiques : masse, volume</i>	<i>Décrire la constitution et les états de la matière</i>
Connaissances et compétences	<p>Mettre en évidence expérimentalement un critère pour prévoir la position respective de deux couches liquides non miscibles superposées (comparaison de leurs masses pour un même volume).</p> <p>Mettre en œuvre une technique de séparation de liquides non miscibles.</p> <p><input type="checkbox"/> Observer le phénomène de saturation lors du mélange d'un solide dans l'eau et en rendre compte quantitativement.</p>	<p>- Espèce chimique.</p> <p>- Corps pur et mélange.</p> <p>Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges.</p> <p>Estimer expérimentalement une valeur de solubilité dans l'eau</p> <p>- Solubilité.</p> <p>- Miscibilité.</p>

Au vu de l'analyse des programmes de 6<sup>e</sup> et de cycle 4, la progression entre ces deux niveaux se présente ainsi :

- en 6<sup>e</sup> : l'élève se limite à une approche macroscopique dans « le monde des objets » : décrire les échantillons observés.
- en cycle 4, niveau 5<sup>e</sup> : l'élève aborde la composition chimique de l'échantillon. C'est un premier pas vers la modélisation avec les catégories corps pur et mélange. Puis la modélisation de l'échantillon se fait par l'utilisation du concept d'espèce chimique.

<sup>1</sup> [https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/ensel101\\_annexe\\_okok.pdf](https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/ensel101_annexe_okok.pdf), p. 4.

<sup>2</sup> <https://eduscol.education.fr/document/621/download>, p. 99 et 100

## Activité 1 – Dis-moi qui tu es ?

*Composition chimique d'un échantillon*

### LIEN AVEC LA FICHE CCM

#### SAVOIRS TRAVAILLÉS

- Espèce chimique
- Corps pur et mélange

#### CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Différencier une matière d'une espèce chimique.
- Distinguer un corps pur d'un mélange, la composition étant donnée.

### CÔTÉ PRATIQUE

**DURÉE : 30MIN**

#### RESSOURCES DISPONIBLES

- Fiche de consignes découpée : 1) et 2) font une première partie puis 3) et 4).

- 4 échantillons de matière occupant le même volume dans des flacons étiquetés A, B, C, D.  
- Photographie de ces 4 échantillons visibles au tableau

#### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

Le tableau avec la composition chimique ne doit pas être vu par l'élève quand il fait les questions 1) et 2) d'où le découpage de la fiche de consignes. La fiche modèle présentant les définitions de corps pur et mélange est lue avec les élèves en amont de l'activité.

Corriger le 1) et le 2) ensemble puis donner le 3) et 4).

Il n'est pas nécessaire d'avoir par groupe d'élèves un exemplaire de ces 4 échantillons car il y a une photographie au tableau. Trois exemplaires peuvent circuler dans la salle.

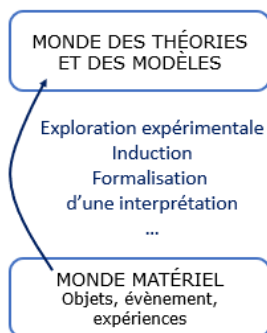
Pour indication, flacon A = sel, flacon B = eau ; flacon C = air ; flacon D = eau + terre

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

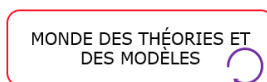
**LABELS :** - ÉCART IMPORTANT AU SUJET DES PROCÉDURES ENTRE AVANT ET APRÈS L'ACTIVITÉ  
- À SAVOIR REFAIRE

#### MODÉLISATION

##### Question 1)



##### Question 3)



### SAVOIRS EN JEU

Au début de cette activité, les élèves doivent **se détacher de l'observable-macroscopique pour interpréter la composition chimique microscopique d'un échantillon**. Normalement avec le chapitre 1 précédent, la différence entre l'observable et l'interprétation devrait aller de soi. Mais notre

cerveau a tendance à donner un sens à ce qu'il voit, ce biais cognitif permet de répondre rapidement à moindre coût. Cette activité est faite pour entraîner les élèves à suspendre leur jugement.

De plus, cette activité permet **une première entrée dans le « Monde des modèles » de la chimie**. Les deux catégories **corps pur** et **mélange** décrivent des échantillons de matière, certes de façon idéalisée, mais renvoient donc bien au « Monde des objets et des phénomènes ». Il est impossible d'avoir un échantillon pur à 100% : pour désigner un échantillon qui ne serait composé que d'entités identiques, il faudra idéaliser (dans le monde des modèles) avec la notion d'espèce chimique.

Ces deux catégories, pour être bien distinguer, nécessitent donc soit le recours par le microscopique (des entités presque toutes identiques pour le corps pur) soit le **concept macroscopique d'espèce chimique** : un échantillon qui serait parfaitement pur s'il pouvait exister, composé d'entités toutes identiques. Il est indispensable en début de cycle 4 de mettre fin à l'utilisation par les élèves des mots « ingrédient », « constituant », « composant » qui relève du vocabulaire de la vie quotidienne. A cet instant de la progression, il n'est pas envisageable de définir « espèce chimique » par sa description microscopique<sup>3</sup> (ensemble important d'entités identiques), les élèves n'ayant pas connaissance de cette approche de la matière. **Une espèce chimique est ainsi présentée comme la modélisation de la composition d'un échantillon de matière qui serait considéré comme parfaitement pur : c'est un cas idéal du corps pur.**

## 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) D'après l'avis du groupe, indiquer pour chaque échantillon A, B, C et D s'il s'agit d'un mélange ou d'un corps pur ou s'il n'est pas possible de répondre. Justifier.

En moyenne sur les classes testées, les points de vue des élèves sont les suivants :

- A et B sont des corps purs pour la grande majorité des groupes. L'échantillon homogène est interprété comme constitué d'une seule espèce chimique. La confusion matière vs espèce chimique doit être clarifiée par le professeur au moment de la correction. Un très petit nombre répond « on ne peut pas répondre »
- C est analysé autrement par les élèves car c'est un échantillon gazeux. Ils répondent plus souvent que pour A et B « on ne peut pas répondre ».
- D est très majoritairement analysé comme un mélange. Un tout petit nombre de groupes répond « on ne sait pas répondre » car ils explicitent qu'il y a un doute qui persiste sans la connaissance exacte de la composition chimique.




<sup>3</sup> « Microscopique » est pris dans le sens commun « qui n'est visible qu'au microscope » (cf tffi). Nous avons conscience que « nanoscopique » serait plus adapté. De plus, ici « microscopique » n'est pas pris dans le même sens que celui définit dans le *glossaire d'accompagnement des programmes en chimie* pour le lycée édité par Eduscol, où il est fait référence à « l'échelle microscopique » en ces termes « échelle de description rassemblant un nombre restreint d'entités, notamment adaptée à l'étude de la structure et aux propriétés des entités chimiques. »

2) Identifier l'information manquante qu'il faudrait avoir pour pouvoir décider entre corps pur et mélange.

Il manque la composition chimique qui indique les espèces chimiques présentes dans les échantillons.

Les élèves indiquent en grande majorité qu'il faudrait la liste des « constituants » ou « ingrédients » dans l'échantillon. Le professeur en profite pour rappeler le vocabulaire du niveau 5<sup>ème</sup> et corrige en utilisant « espèces chimiques ». Une autre réponse est apparue : pour certains élèves, il faudrait observer au microscope les échantillons. Cela est l'occasion pour le professeur de préciser que l'espèce chimique se situe à un ordre de grandeur très en dessous du micromètre et que cela n'est pas observable au microscope.

3) Dans le tableau ci-après, le nom courant de la matière de l'échantillon et sa composition chimique sont précisés. Complète la dernière colonne.

Echantillon	Nom courant de l'échantillon de matière <sup>1</sup>	Description scientifique de la composition de l'échantillon en espèce chimique <sup>2</sup>	 L'échantillon est-il un corps pur ou un mélange ?
A	est du sel de table.	est composé de chlorure de sodium.	Corps pur
B	est de l'eau déminéralisée.	est composé d'eau	Corps pur
C	est de l'air	est composé de diazote, de dioxygène et des traces d'autres espèces chimiques.	Mélange
D	est de l'eau boueuse.	est composé d'eau et en majorité de silice.	Mélange

4) Lister les espèces chimiques présentes dans cette activité.

Les espèces chimiques citées sont : le chlorure de sodium, l'eau, le dioxygène, le diazote, la silice.

Très peu de groupes font l'erreur de lister les matières. Cette erreur est l'occasion de rappeler la différence entre une matière et les espèces chimiques qui composent la matière.

<sup>1</sup> et <sup>2</sup> : Même si l'erreur n'est pas faite, cela peut être l'occasion d'explicitier en complétant la deuxième colonne par « échantillon de matière »<sup>1</sup> et la troisième colonne par « composition en espèces chimiques »<sup>2</sup>.

Le professeur indiquera que l'eau est aussi bien le nom d'un échantillon de matière que d'une espèce chimique.

## Activité 2 : Espèces chimiques : étude d'un premier exemple de caractéristique

*Espèces chimiques solubles et miscibles*

### LIEN AVEC LA FICHE CCM

#### SAVOIRS RETRAVAILLES

- Homogène et hétérogène
- Espèce chimique

#### SAVOIRS TRAVAILLES

- Soluble / insoluble
- Miscible / non-miscible
- Limpide / trouble

#### CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Décrire un échantillon de matière avec un vocabulaire précis
- Interpréter une expérience pour identifier la caractéristique de l'espèce chimique testée.

### CÔTÉ PRATIQUE

#### DURÉE : 1H

#### RESSOURCES DISPONIBLES

- Fiche de consignes
- par groupe : 4 tubes à essai dans un porte tube, sable, sel, huile, vinaigre, spatule, compte-goutte, pissette d'eau.

#### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

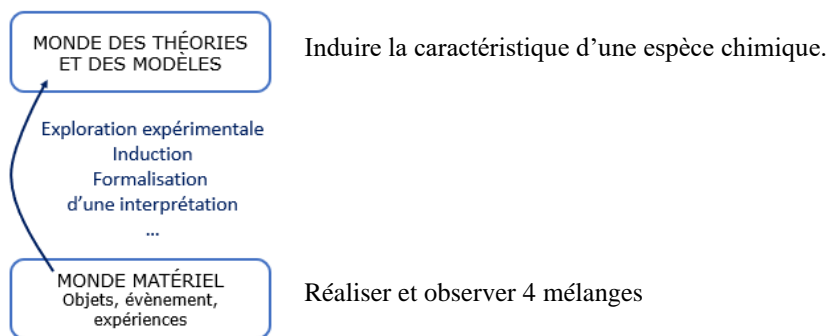
Il faut avoir vu, avant de distribuer la fiche d'activité, le modèle qui précise les caractéristiques étudiées.

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

#### LABELS :

- ÉCART IMPORTANT AU SUJET DES CONNAISSANCES CONCEPTUELLES ENTRE AVANT ET APRÈS L'ACTIVITÉ
- A SAVOIR REFAIRE

#### MODÉLISATION



#### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

- Exploiter une expérience quantitative et exprimer avec le langage scientifique

### SAVOIRS EN JEU

Dans cette activité, **l'espèce chimique est indiquée par le professeur. L'élève doit lui attribuer une caractéristique** qui se limite à *soluble vs insoluble* ou *miscible vs non-miscible* grâce à une **observation**. Cette caractéristique **n'est pas propre à l'espèce chimique mais relationnelle car elle met en jeu une 2<sup>e</sup> espèce chimique (le solvant)**. Cette induction demandée aux élèves correspond à établir un lien entre le « **Monde des objets** » (observable) et le « **Monde des modèles** » (propriété d'une espèce chimique) ; cette démarche est caractéristique de la **pratique scientifique**. Elle est ici d'autant plus mobilisée qu'elle nécessite un **formalisme scientifique spécifique**.

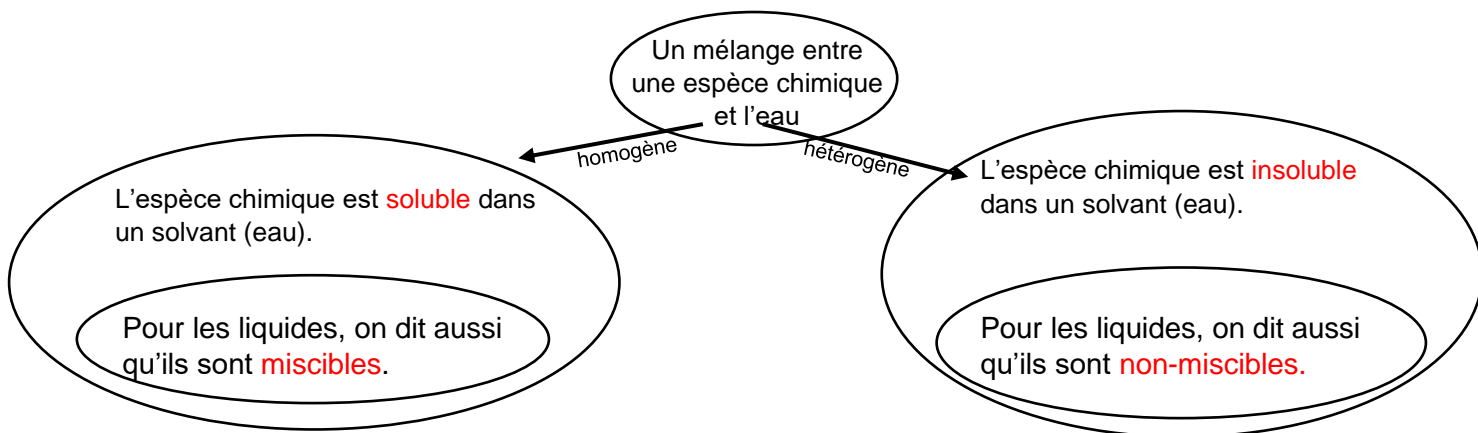
Nous verrons dans l'activité 3 que le raisonnement demandé est inversé.

**CORRIGÉ / COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

En rouge un exemple de production attendue | En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

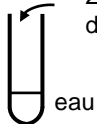
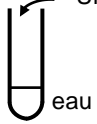

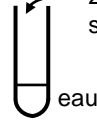



**Utilisation des connaissances :**

1) Complète le schéma avec les mots : miscible, non-miscible, soluble et insoluble.



La très grande majorité des élèves complète correctement la carte conceptuelle proposée. A corriger avant la suite de l'activité.

2) On teste le sel, l'huile, le vinaigre et le sable une fois mélangés à de l'eau. On considère ces échantillons de matières comme purs. Remplis le tableau suivant avec un vocabulaire scientifique précis.

	Situation A	Situation B	Situation C	Situation D
Protocole à réaliser	2-3 grains de sel	Un peu d'huile	Un peu de vinaigre	2-3 grains de sable
Début	 eau	 eau	 eau	 eau
	<b>Agiter avant observation</b>			
 <b>Décris le mélange obtenu après agitation.</b>	Le mélange obtenu est homogène : un liquide incolore	Le mélange obtenu est hétérogène. Il y a au-dessus un liquide jaune et un liquide incolore en dessous	Le mélange obtenu est homogène : un liquide rose	Le mélange obtenu est hétérogène. Il y a un liquide incolore et un solide au fond du tube.
 <b>Composition chimique de l'échantillon</b>	Le sel est composé de chlorure de sodium	L'huile est composée de triglycéride.	Le vinaigre est composé d'acide acétique	Le sable est composé de silice
 <b>Déduis une caractéristique pour chaque espèce chimique étudiée.</b>	Le chlorure de sodium est soluble dans l'eau.	Le triglycéride est non miscible dans l'eau.	L'acide éthanóïque est miscible dans l'eau	La silice est insoluble dans l'eau.

3) Complément : Observe l'expérience du professeur : mettre 2-3 grains de sel dans de l'alcool (éthanol)

Indique si la déduction suivante est exacte « le chlorure de sodium est insoluble » : vraie/ fausse.

Si elle est fausse, corrige-la : Le chlorure de sodium est insoluble dans l'éthanol.

**BILAN :** Il est indispensable de préciser le solvant quand on indique la caractéristique soluble/insoluble pour une espèce chimique.

Avant de laisser les élèves faire les mélanges, le professeur doit préciser les quantités à prélever. « 2-3 grains » ou « gouttes » sont des indications à expliciter.

La consigne « Décris le mélange obtenu après agitation » remobilise la capacité travaillée dans l'activité 2 du chapitre 1. Certains élèves se trouvent perdus. Les réponses « le sable est au fond du tube », « l'huile est au-dessus » sont critiquées car pas assez précises. Laisser la possibilité de consulter le modèle du chapitre 1 ou l'activité 2 du chapitre 1. Certains d'entre eux proposent les phrases « le sel se dissout dans l'eau », « le sable ne se dissout pas dans l'eau ». Dans ces cas, les élèves interprètent directement ce qu'ils voient sans distinguer le critère observable sur lequel ils se basent. Généralement, ces élèves se retrouvent bloqués pour répondre à la question suivante. Certains arrivent à se corriger, d'autres inversent totalement les réponses et écrivent « homogène » / « hétérogène » en caractéristique.

Pour la consigne « Déduis-en la caractéristique de l'espèce chimique étudiée », trois types d'erreurs sont constatées. Celle citée précédemment qui consiste à inverser l'observation et l'interprétation. Puis il y a la confusion possible entre le nom de l'expérience (A,B,C,D), le mélange obtenu et l'espèce chimique. Ainsi il est souvent écrit « A est soluble », « l'échantillon est soluble » ou encore « le mélange est soluble » au lieu de l'espèce chimique est soluble dans l'eau. **Remédier à ces erreurs nécessite de rappeler les différents « point de vue »-« Monde » où le chimiste se place. L'échantillon final qui est un mélange : observable-macroscopique et l'espèce chimique qui est non observable qui est caractérisée par sa propriété.** Cette approche est subtile et complexe à mener. Et enfin la dernière erreur est l'oubli du solvant dans lequel le mélange a été fait. **Cela est liée au fait que majoritairement les exemples sont pris avec l'eau comme solvant, les élèves ont donc des difficultés à percevoir le solvant comme une indication importante.** D'où l'importance de l'expérience du professeur (question 3) avec du sel (chlorure de sodium) et l'éthanol pour montrer que le solvant a une influence sur la solubilité.

### Activité 3 : Espèces chimiques : comparaison de solubilités

*Masses maximales solubles dans un litre d'eau*

#### LIEN AVEC LA FICHE CCM

##### SAVOIRS RETRAVAILLES

- Homogène et hétérogène
- Espèce chimique
- Soluble / insoluble
- Les unités usuelles de la masse et du volume

##### SAVOIRS TRAVAILLES

- Solubilité (définition et unité)

##### CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Calculer la masse d'une espèce chimique soluble dans un volume de solvant en connaissant la solubilité.

#### CÔTÉ PRATIQUE

##### DURÉE : 1H

##### RESSOURCES DISPONIBLES

- Fiche de consignes  
- par groupe : une balance, une éprouvette 10mL, une spatule, un bécher 50mL, une pissette d'eau, un pot étiqueté « poudre inconnue » contenant du sel.

##### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

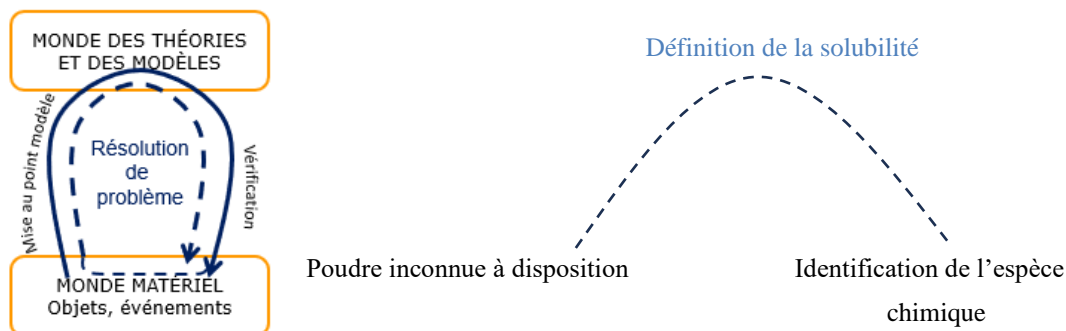
Il faut avoir lu avant de distribuer la fiche d'activité le modèle qui précise la définition de la solubilité.

#### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

##### LABELS :

- A SAVOIR REFAIRE
- ÉCART IMPORTANT AU SUJET DES PROCÉDURES ENTRE AVANT ET APRÈS L'ACTIVITÉ

**MODÉLISATION**



**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

- Exploiter une expérience quantitative et s'exprimer avec le langage scientifique

**SAVOIRS EN JEU**

Le savoir en jeu dans cette activité est la compréhension de **la grandeur solubilité** à l'aide d'un cas concret. On insiste ici sur sa signification et son unité composée. **Les trois grandeurs physiques masse, solubilité et volume** sont reliées par des liens **mathématique** (pas forcément formalisés par une relation) dans les premières questions même si celles-ci sont formulées en langage naturel et que les passages par les unités seuls peut suffire. Puis la relation est exploitée à l'issue de **mesures**. Ainsi les « Monde des modèles » et « Monde objets » sont mis en relation explicitement.

Le raisonnement mathématique utilisé relève de **la proportionnalité**. Par souci de cohérence avec l'enseignement des mathématiques, il est fait appel au même formalisme pour la correction. Nous ferons apparaître **un coefficient de proportionnalité qui est un coefficient multiplicateur**. De plus, nous développons des égalités qui tiennent compte des grandeurs physiques utilisées, **les unités sont donc intégrées aux calculs**.

**CORRIGÉ / COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

En rouge un exemple de production attendue

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

**Utilisation des connaissances :**

Cette partie est entièrement corrigée avant de laisser en autonomie les groupes sur le « temps de la recherche ».

	Chlorure de sodium (espèce chimique A)	Hydrogénocarbonate de sodium (espèce chimique B)
Solubilité dans l'eau à 20°C	359 g/L	96 g/L

1) a- Indique la masse maximale de A qu'on peut dissoudre dans 1L d'eau. Réponds par une phrase.

**La masse maximale de A que l'on peut dissoudre dans 1L d'eau est de 359g.**

b- Indique la masse maximale de B qu'on peut dissoudre dans 1L d'eau. Réponds par une phrase.

**La masse maximale de B que l'on peut dissoudre dans 1L d'eau est de 96g.**

Les élèves répondent assez rapidement à ces deux questions. L'erreur faite pour la moitié d'entre eux en moyenne est sur l'unité. Faire référence aux grandeurs physiques en les entourant dans la question et rappeler que la masse a pour unité le g et la solubilité a pour unité le g/L.



2) a- A l'aide des réponses précédentes et de calculs, complète le tableau ci-dessous :

	Masse de A qui est soluble	Masse de B qui est soluble
Dans 1 L d'eau à 20°C.	359g	96g
Dans 0,01L d'eau à 20°C.	$359g \times 0,01 = 3,59g$	$96g \times 0,01 = 0,96g$

Dans un souci de cohésion avec les mathématiques, nous ferons référence ici à une situation de proportionnalité en indiquant la valeur du coefficient de proportionnalité. Ainsi il est préférable de corriger avec le calcul « ... x 0,01 » au lieu d'écrire une division « ... ÷ 100 ».

Presque tous les groupes ont trouvé la réponse. Mais en fonction du travail élaboré en amont avec l'équipe de mathématiques, cette question peut être plus ou moins réussie avec la rigueur attendue.

b- On souhaite mesurer 0,01L avec une éprouvette graduée en mL. Convertis 0,01L en mL.

$0,01L = 0,01 \times 1L = 0,01 \times 1000mL = 10 mL$

**3) ? Le temps de la recherche :**

Selon les classes, soit les groupes sont laissés en autonomie sur les trois questions, puis validation de la dernière réponse par le professeur, soit le professeur peut corriger la question a- avant de laisser en autonomie les élèves sur la fin du problème.

Un flacon contient un échantillon qui peut être du A ou du B. Lis le protocole suivant et réponds aux questions au dos de la fiche.

Protocole :

- prélever 10 mL d'eau.
- prélever 1,5 g de la poudre inconnue
- mélanger 10 mL d'eau et les 1,5 g de poudre dans un bécher pendant 3min.

a- En utilisant les réponses à la question 2), hachure sur le schéma la masse maximale qui est soluble dans 10mL d'eau pour chaque poudre. Puis repère la masse de 1,5g que l'on prélève dans ce protocole.

b- Réalise le protocole.

C'est volontairement que les appareils de mesure ne sont pas spécifiés dans le protocole. Tous les groupes ont bien utilisé les bons appareils de mesure ( éprouvette et balance)

Décris le mélange obtenu après agitation.

**Le mélange obtenu entre la poudre et l'eau est homogène liquide incolore.**

c- Identifie la poudre inconnue en utilisant les réponses a et b. Explique le raisonnement fait.

**La poudre est composée de l'espèce chimique A car le mélange obtenu est homogène, les 1,5g sont dissous dans 10mL d'eau.**

Les questions sont bien réussies dans l'ensemble. Pour les classes les plus en difficulté, faire une correction après la question a- permet de remédier à certaines difficultés et de ne pas bloquer l'ensemble du problème. Le professeur peut ajouter sur le schéma les mots « soluble » et « insoluble » pour aider sur la suite du raisonnement.

Attention quelques groupes n'ont pas agité assez longtemps, ils concluent de manière erronée sur un mélange hétérogène. Pour ces groupes-là, faire réfléchir à la masse de poudre qui resterait si elle correspondait à la B (soit 0,5 g). Les élèves arrivent à comprendre qu'ils ont une erreur au vu des deux ou trois petits grains qui restent au fond du bécher.

