

Cycle(s)

1

2

3

4

Classe(s)

PS

MS

GS

CP

CE1

CE2

CM1

CM2

6^e

5^e

4^e

3^e

Sciences et technologie

Masse et volume de l'eau salée : une question de proportion !

Contribution de la physique-chimie à la construction des savoirs fondamentaux : aborder la proportionnalité au cycle 3

Cette ressource propose des activités conçues pour consolider la compréhension de la proportionnalité chez les élèves de cycle 3 au travers de situations concrètes de physique-chimie.

Elle s'inscrit en fin de séquence sur le thème de la mesure et des grandeurs, avec pour objectif de travailler le concept de proportionnalité dans des contextes concrets.

Scénario pédagogique

Ce scénario pédagogique vise à ancrer l'apprentissage de la proportionnalité dans des situations expérimentales et concrètes. L'objectif est de rendre les concepts plus accessibles et de favoriser l'acquisition d'automatismes chez les élèves.

La séquence est conçue pour les guider progressivement :

- À partir d'expériences concrètes, ils s'approprient la problématique et cherchent des solutions.
- En confrontant leurs approches avec celles de leurs camarades, ils enrichissent leur réflexion et découvrent des méthodes plus expertes.

Références aux programmes

Prérequis / repères de progressivité

Connaissances et compétences attendues en fin de cours moyen

Masse et volume

- Mesurer la masse d'un solide ou d'un liquide à l'aide d'une balance, en tarant la balance le cas échéant.
- Effectuer des conversions d'unités de masse (en se limitant à des unités usuelles : tonne, kilogramme, gramme et milligramme).
- Mesurer le volume d'un liquide et mesurer celui d'un solide par déplacement de liquide.

Référence(s) au(x) programme(s)

Programme de sciences et technologie

L'enseignement des sciences et de la technologie offre la possibilité, dans des contextes concrets, de donner du sens aux notions mathématiques.

Les situations choisies visent l'implication des élèves. La mise en activité authentique des élèves conditionne leur engagement et l'acquisition de connaissances.

La matière, les mouvements et les signaux

La réalisation de mesures quantitatives, en lien avec l'enseignement des mathématiques, permet une meilleure appropriation de la spécificité de chaque grandeur envisagée et de l'importance des unités correspondantes. Elle permet également une première approche des concepts de reproductibilité et de variabilité des mesures réalisées, notions essentielles dans la mise en œuvre d'activités expérimentales.

Connaissances et compétences pour la classe de sixième

Sciences et technologie

Masse et volume

- Effectuer des conversions d'unités de masse et de volume.
- Comparer et mesurer les masses de corps différents, mais de même volume et réciproquement.
- Exploiter la relation de proportionnalité entre masse et volume d'un corps homogène.

Mathématiques

La lecture de ce programme peut être l'occasion d'amorcer un travail entre professeurs de Physique - Chimie et professeur de mathématiques

Proportionnalité :

- Connaître la définition de la proportionnalité entre deux grandeurs et la mettre en lien avec des expressions de la vie courante ;
- identifier si une situation relève du « modèle » de la proportionnalité ;
- résoudre un problème de proportionnalité en choisissant une procédure adaptée : propriété de linéarité pour la multiplication ou l'addition, retour à l'unité ;
- représenter une situation de proportionnalité à l'aide d'un tableau ou de notations symboliques ;
- reconnaître et résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité en utilisant une procédure adaptée : propriétés de linéarité (additive et multiplicative), passage à l'unité, coefficient de proportionnalité.

Grandeurs et mesures : Les connaissances et les savoir-faire sur les mesures de longueur, de masse et de contenance sont réinvestis dans le cadre de l'enseignement de la résolution de problèmes, notamment de ceux qui relèvent de la proportionnalité.

Compétences travaillées dans le cadre d'une démarche scientifique

- Proposer et/ou suivre un protocole expérimental.
- Étudier les phénomènes naturels en mobilisant des grandeurs physiques et en réalisant des calculs.
- Interpréter des résultats de façon raisonnée et en tirer des conclusions en mobilisant des arguments scientifiques.
- Communiquer sur les démarches, les résultats et les choix en argumentant.

Présentation de la séquence

Organisation de la séquence

La séquence est composée de cinq phases.

Phase 1 – Évaluation diagnostique sur la relation de proportionnalité entre deux grandeurs

Cette première activité vise à amener les élèves à identifier des situations de proportionnalité ainsi que des situations de non-proportionnalité. Elle permet de réactiver les connaissances et les procédures déjà abordées à l'école primaire ou lors d'apprentissages antérieurs en mathématiques.

L'enseignant utilise les résultats de cette évaluation diagnostique pour préparer la deuxième séance, notamment afin :

- de constituer des groupes d'élèves homogènes ;
- de définir les axes de différenciation pédagogique et les points de remédiation prioritaires.

Phase 2 – Différenciation et remédiation

Cette deuxième phase prend la forme d'une activité expérimentale de remédiation, abordant à la fois une situation de proportionnalité et une situation de non-proportionnalité. Son objectif est d'aider les élèves en difficulté à appréhender le concept de proportionnalité.

La situation proposée permet un travail différencié :

- un accompagnement renforcé pour les élèves qui en ont le plus besoin ;
- un travail en autonomie pour les élèves plus experts, afin qu'ils approfondissent ou consolident leurs acquis.

Cette organisation permet à l'enseignant de consacrer davantage de temps au suivi individualisé des élèves en difficulté, tout en proposant des activités adaptées au niveau de chacun.

Phase 3 – Activité expérimentale : Les masses de 100 mL d'eau du robinet et de 100 mL d'eau salée sont-elles égales ?

Dans cette activité, les élèves mobilisent leurs connaissances dans une situation plus complexe : ils comparent les masses de deux liquides de même volume mais de nature différente. Cette activité permet :

- de réactiver les notions de masse et de volume ;
- d'introduire la notion de dissolution, à travers la « disparition » apparente du sel dans l'eau ;
- de comprendre que des liquides de même volume peuvent avoir des masses différentes.

Les élèves sont ainsi confrontés à une démarche scientifique concrète, en lien avec les attendus du programme de sixième. Cette activité prépare également la suivante.

Phase 4 – Activité expérimentale : Peut-on calculer la masse d'un volume d'eau salée connu ?

Dans cette activité, les élèves estiment d'abord les masses de différents volumes d'eau salée à l'aide de calculs, puis comparent leurs prédictions aux mesures expérimentales. Cette situation permet :

- de travailler la relation de proportionnalité entre la masse et le volume d'un corps homogène ;

- de confronter, analyser et discuter des stratégies et procédures mises en œuvre par les élèves.

Elle s'inscrit pleinement dans le programme de sixième, en consolidant la compréhension de la proportionnalité et en développant des compétences de raisonnement scientifique.

Phase 5 – Activité complémentaire : Découverte de l'utilisation d'un graphique dans le cas de la proportionnalité entre deux grandeurs

À partir d'une activité expérimentale mettant en évidence une situation de proportionnalité entre la masse et le volume d'une eau salée colorée, ainsi que d'un exercice d'application basé sur l'analyse d'un graphique, les élèves abordent :

- la lecture de graphiques ;
- les stratégies de passage à l'unité ;
- la notion de coefficient de proportionnalité.

Ils comprennent ainsi qu'un graphique peut servir à prévoir la valeur d'une grandeur à partir d'une autre dans une situation de proportionnalité. Cette activité contribue à construire une première culture du raisonnement graphique, en lien avec les mathématiques et les sciences, conformément aux attendus du cycle 3.

Remarque

Pour chaque situation, il est essentiel de faire expliciter par les élèves les définitions et les différences entre grandeurs et unités de mesure. Dès le début de l'année, il peut être utile de créer un affichage récapitulatif des grandeurs connues au cycle 3. Ce rituel facilitera la construction du tableau de proportionnalité par les élèves.

Déroulement de la séquence

Phase 1 : évaluation diagnostique sur la proportionnalité entre deux grandeurs.

Cette évaluation diagnostique est individuelle et suivie d'une correction collective. Elle permet d'identifier si les élèves ont compris et retenu le concept de proportionnalité : sont-ils capables de la repérer ? de l'exploiter ? de l'appliquer à bon escient ? de mener un calcul simple de proportionnalité ?

Au cours de la séance, le professeur vérifie que les élèves sont aussi capables de reconnaître une situation de non proportionnalité entre des grandeurs ainsi que de mener un calcul simple de proportionnalité.

Questionnement

- Dans la recette du poulet au citron, il faut utiliser 2 citrons pour un plat pour 5 personnes. Calculer le nombre de citrons qu'il faut pour 20 personnes.

Les élèves doivent identifier la situation de proportionnalité entre le nombre de citrons et le nombre de personnes.

- A 10 h, il fait 20 °C dans la cour. A 20 h, quelle température fera-t-il ?

Les élèves doivent se rendre compte de la situation de non proportionnalité entre la température et l'heure à laquelle la température est mesurée.

- Une souris de laboratoire pèse 20 g à l'âge de 12 mois. Combien pesait-elle à l'âge d'1 mois ?

Les élèves doivent se rendre compte de la situation de non proportionnalité entre l'âge de la souris et sa masse.

- Un bécher coûte 1,50 euros. Combien coûtent 3 béchers ?

Les élèves, dans ce cas, doivent se rendre compte de la situation de proportionnalité entre le nombre de bécher et le prix à payer. Le professeur pourra s'interroger sur le cas où le vendeur accorde un rabais de 1 euro pour l'achat de 3 béchers.

Après un temps de recherche individuel, une mise en commun est organisée en grand groupe. Les élèves comparent leurs résultats et les procédures mobilisées, sous la conduite du professeur. Ce moment permet aux élèves d'être confrontés à d'éventuelles erreurs de raisonnement. Le professeur les amène à formuler les questions que pourraient se poser ceux qui se sont trompés et répondu de manière automatique, sans réflexion approfondie, par exemple : " à 16 h, il fera 40 °C ?"

L'évaluation diagnostique soulève les questions suivantes et permet d'y répondre collectivement :

- « Toutes les grandeurs sont-elles proportionnelles entre elles ? »
- « Comment vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles ? »

L'enseignant peut alors vérifier les points suivants :

Les élèves sont-ils capables de verbaliser ce qui, bien souvent, reste implicite et non formalisé ? Sont-ils en mesure de construire ensemble une première définition commune, formulée avec leurs mots, pour la classe ?

À ce stade de la séquence, on attend que les élèves soient capables de proposer une définition approchée de la proportionnalité, telle que : « Deux grandeurs sont proportionnelles lorsque, si l'une double, l'autre double aussi ». Certains élèves, en particulier ceux ayant déjà travaillé cette notion avec leur professeur de mathématiques, pourront aller plus loin et formuler une définition plus précise : « Deux grandeurs sont proportionnelles si les valeurs de l'une sont obtenues en multipliant les valeurs de l'autre par un même nombre non nul, appelé coefficient de proportionnalité. » Quelques élèves plus experts auront peut-être déjà compris que pour déterminer ce coefficient, il suffit de connaître une paire de valeurs correspondantes, et de diviser la valeur de la deuxième grandeur par celle de la première.

- « Pourquoi est-il utile de savoir que deux grandeurs sont proportionnelles ? »

Il est attendu des élèves qu'ils comprennent que la proportionnalité permet de prévoir la valeur d'une grandeur à partir de l'autre.

Le fait de poser ces 3 mêmes questions à la fin de chaque activité a pour but de vérifier et comprendre comment la perception de la proportionnalité évolue chez les élèves. Ce rituel régulier favorise l'ancrage mémoriel et aide à construire progressivement une représentation claire de ce qu'est une situation de proportionnalité.

Phase 2 : différenciation, remédiation.

Objectifs

Reconnaitre et exploiter une situation de proportionnalité entre le nombre de billes et la masse d'un corps homogène à partir d'un exemple simple.

Travailler avec une grandeur continue (la masse) et une autre discontinue (le nombre de billes) facilite une appropriation progressive de la notion.

Reconnaitre une situation de non proportionnalité entre le volume d'un liquide et sa température.

Ces activités expérimentales, très intuitives, servent de point de départ pour aborder ensuite des situations plus complexes.

Mise en situation

L'activité est organisée en groupes. Trois activités sont proposées, en quasi autonomie pour les plus experts, ce qui permet au professeur de se consacrer plus spécifiquement aux élèves en difficultés, qui ont le plus besoin d'étayage.

Les deux premières activités peuvent suffire pour bien comprendre la notion de proportionnalité.

Prérequis

Les élèves ont déjà mesuré des masses avec une balance électronique et le volume d'un solide par déplacement d'eau.

Consignes et production attendue

I- Activité expérimentale 1 - Proportionnalité entre le nombre de billes et leur masse ?

On utilise des billes identiques. Les élèves, à partir de la masse d'une bille, doivent estimer la masse de 2, 3 et 10 billes.

Puis après avoir expliqué leur stratégie, ils vérifient leur hypothèse par l'expérience.

Ils utilisent très naturellement la relation de proportionnalité entre le nombre de billes et la masse des billes.

II- Activité expérimentale 2 - Proportionnalité entre le volume et la température ?

L'activité propose de mesurer la température de 200 mL d'eau et de 400 mL d'eau. Les élèves constatent que quand le volume double, la température reste identique et donc que nous n'avons pas une situation de proportionnalité.

Il est important que les élèves soient confrontés à des situations de non proportionnalité. Au cours de leur scolarité, ils rencontrent très fréquemment des situations de proportionnalité, ce qui les conduit parfois à automatiser leurs réponses sans réfléchir.

III- Activité expérimentale 3, pour aller plus loin ! Proportionnalité entre la masse et le volume ?

Tous les élèves ne répondront pas forcément à cette question. Certains peuvent juste débiter l'activité afin de mieux se l'approprier et être ainsi plus attentifs lors de la correction collective.

Les élèves disposent d'un cylindre d'acier (appelé « échantillon 1 »). Après avoir mesuré sa masse, ils doivent en déterminer le volume sans réaliser d'expérience supplémentaire.

Dans un second temps, on leur pose la même question en leur donnant une donnée de référence : une bille en acier de volume 1 mL ($V_2 = 1 \text{ mL}$) a une masse $m_2 = 7,4 \text{ g}$. Les élèves doivent alors expliquer leur démarche de calcul.

Pour ceux qui ne parviennent pas à commencer, on peut présenter le tableau de proportionnalité ci-dessous en précisant qu'il faut le remplir avec les données connues et trouver l'opération qui permet de passer d'une ligne à l'autre.

	Masse (en g)	
	Volume (en mL)	

Cet exemple permet d'aborder le passage à l'unité mais aussi la notion de coefficient de proportionnalité.

Après avoir réalisé les calculs, les élèves peuvent vérifier expérimentalement le volume de l'échantillon par déplacement d'eau à l'aide d'une éprouvette.

Phase 3 - activité expérimentale : Comparer la masse de 100 mL d'eau et de 100 mL d'eau salée.

Objectifs

Comparer et mesurer les masses de corps différents, mais de même volume.

Remarque : l'eau salée utilisée est préparée avec environ 200 g de sel pour 1 litre d'eau du robinet. Il est important de bien expliciter ou faire expliciter par les élèves ce que veut dire "comparer".

Mise en situation

L'activité est organisée en groupes de besoins. Trois activités sont proposées, en quasi autonomie pour les plus experts, ce qui permet au professeur de se consacrer plus spécifiquement aux élèves en difficultés, qui ont le plus besoin d'étayage.

Les deux premières activités peuvent suffire pour bien comprendre la notion de proportionnalité.

Prérequis

L'activité permet de réactiver des connaissances sur les grandeurs masse et volume, les unités utilisées, l'utilisation des appareils de mesure ainsi que de débattre sur la "disparition" du sel ! On réinvestit ce que l'on sait déjà dans une situation plus complexe.

Consignes et production attendue

Les masses de 100 mL d'eau du robinet et de 100 mL d'eau salée sont-elles égales ?

a) Phase de construction du questionnement des élèves.

100 mL d'eau du robinet et 100 mL d'eau salée sont présentés aux élèves.

Problème posé : "les masses de 100 mL d'eau du robinet et de 100 mL d'eau salée sont-elles égales ?"

Seuls puis par groupe de 4, les élèves émettent des hypothèses. Ils argumentent avec leurs camarades pour étayer leurs propositions.

b) Activité expérimentale :

Par groupe de 4, les élèves prélèvent des volumes identiques d'eau du robinet et d'eau salée à l'aide d'une éprouvette et utilisent la balance électronique pour les mesures de masse afin de tester leurs hypothèses.

c) Écrits de travail :

Tout au long de l'activité, les élèves rédigent un compte rendu.

Consignes pour la trace écrite :

- Émission d'hypothèse lors de la phase de construction du questionnement, par le groupe avec leur justification. Ils peuvent présenter plusieurs hypothèses s'ils ne trouvent pas de compromis.
- Schématisation de l'expérience avec une attention sur les symboles de la balance et de l'éprouvette (rappel ou introduction des symboles).
- Tableau de résultats avec les deux mesures ainsi que les résultats des autres groupes.

Le tableau ci-dessous est mis à disposition pour limiter la charge cognitive de l'activité :

Groupe	Masse de 100 mL d'eau du robinet	Masse de 100 mL d'eau salée du laboratoire
Groupe 1		
Groupe 2		
Groupe 3		
Groupe 4		
Groupe 5		

Conclusion

d) Mise en commun

La mise en commun s'appuie sur la comparaison des écrits de travail des différents groupes. Il est important de revenir sur les hypothèses formulées, les procédures mises

en œuvre, ainsi que sur les résultats obtenus et les conclusions tirées. Chaque groupe est invité à confronter ses conclusions à son hypothèse de départ.

Remarque : il est important de disposer des balances suffisamment précises pour conclure et de sensibiliser les élèves aux incertitudes des mesures effectuées.

Phase 4 - activité expérimentale - Masses de différents volumes d'eau salée

Objectifs

Exploiter la relation de proportionnalité entre la masse et le volume dans le cas d'un corps homogène.

Consignes et production attendue

1) Réactivation des acquis.

	Eau du robinet	Eau salée du laboratoire
Volume	100 mL	100 mL
Masse	98 g	109,9 g

2) Construction du questionnaire

Prévoir les masses de différents volumes d'eau salée.

Le professeur présente plusieurs volumes d'eau salée et demande aux élèves d'estimer, par le calcul, la masse de chacun d'entre eux. L'objectif est d'amener les

élèves à mobiliser la relation de proportionnalité entre masse et volume pour effectuer leurs prévisions avant toute mesure.

Prévision par des calculs									
Volume (en mL)	50	100	150	200	250	300	350	360	400
Masse (en g)		109,9							

On demande aux élèves, par groupe de 4, de compléter le tableau sans faire d'expérience.

Consignes pour la trace écrite : les élèves doivent compléter le tableau en justifiant chaque valeur proposée. Pour chaque case remplie, ils doivent expliquer leur raisonnement : s'ils ont formulé une hypothèse, ils doivent indiquer sur quoi elle repose ; s'ils ont effectué un calcul, ils doivent les écrire et les expliciter.

- Tableau de résultats à compléter.
- Explication de la procédure mise en œuvre

"Vos camarades doivent comprendre votre démarche à partir de votre écrit".

3) Mise en commun :

Pour chaque hypothèse, un élève explique sa démarche et la compare aux résultats obtenus. On compare, on débat collectivement des stratégies différentes utilisées par les élèves et on analyse les écarts ou erreurs. L'objectif est de faire émerger les erreurs, de les identifier et de comprendre leur origine afin de consolider les apprentissages.

4) Vérification par l'expérience - Mesures

8 mesures de volume et de masse sont réalisées par la classe. Chaque groupe de 4 effectue 2 mesures choisies par le professeur. Ce dernier va pouvoir évaluer les capacités des élèves à réaliser des gestes expérimentaux simples, en particulier des mesures. Savent-ils manipuler ? en autonomie ?

Un tableau de résultats vierge est mis à disposition des élèves pour limiter la charge cognitive pendant l'activité.

5) Comment vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles ?

Réponse attendue : Deux grandeurs sont proportionnelles si, lorsque l'on multiplie l'une d'elles par un nombre, l'autre est également multipliée par ce même nombre (le coefficient de proportionnalité).

Ou : Pour une même substance, si la masse double, alors le volume double aussi. On dit alors que la masse et le volume sont deux grandeurs proportionnelles.

6) La masse et le volume d'eau salée sont-ils proportionnels ?

Volume (en mL)	50	100	150	200	250	300	350	360	400
Hypothèse Masse (en g)									
Masse mesurée (en g)									

Le professeur, demande aux élèves d'expliciter la relation de proportionnalité entre la masse et le volume en langage naturel à partir du tableau en posant des questions.

7) Pourquoi est-il utile de savoir si deux grandeurs sont proportionnelles ?

Remarque : il est important de disposer des balances suffisamment précises pour mener des calculs exploitables.

Phase 4 - activité expérimentale - Masses de différents volumes d'eau salée

Objectifs

Cette expérience est menée en classe entière pour introduire la présentation des données sous forme de graphique, de type diagramme en bâton. Les résultats sont alors mis en forme à l'aide d'un graphique représentant la masse d'éthanol en fonction de son volume. Cette activité permet aussi mobiliser les procédures du passage à l'unité et du coefficient de proportionnalité pour prévoir des valeurs de grandeurs.

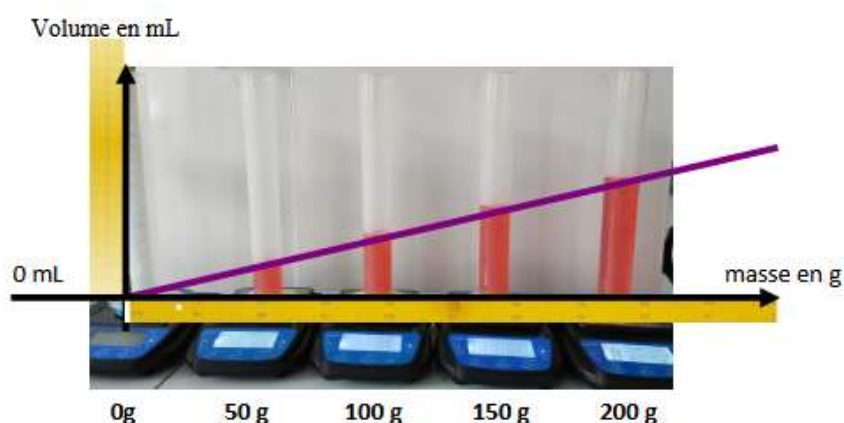
Consignes et production attendue

Présentation de 5 éprouvettes posées sur 5 balances identiques placées les unes près des autres. La première éprouvette est vide, la deuxième contient 50 g d'eau salée colorée, la troisième 100 g, la quatrième est vide et la cinquième 200 g.



Les élèves, installés au fond de la classe, ne voient pas les graduations : on peut leur demander de prévoir la hauteur d'eau qu'il faudrait pour verser 150 g dans la quatrième éprouvette. On vérifie.

La stratégie des élèves revient à constater que les niveaux sont alignés (prévoir une baguette ou une grande règle). Les élèves s'aperçoivent donc qu'ils peuvent prévoir le volume connaissant la masse parce que c'est une situation de proportionnalité.



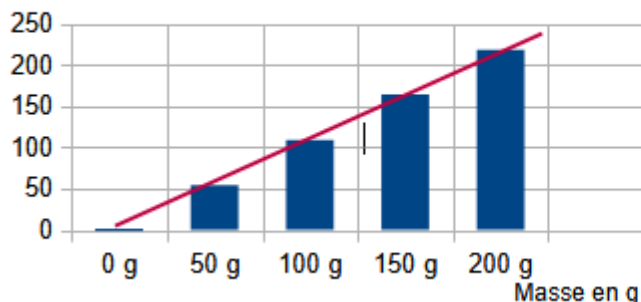
Le professeur peut prévoir sur le côté une règle sur laquelle les élèves reportent les volumes, ainsi que des étiquettes sur lesquelles ils noteront les masses prévues. Ces étiquettes pourront être placées devant les balances, afin de visualiser et comparer les prévisions avec les mesures.

Les élèves vérifient ainsi que le volume double si la masse double. Si la masse est multipliée par 3, le volume aussi !

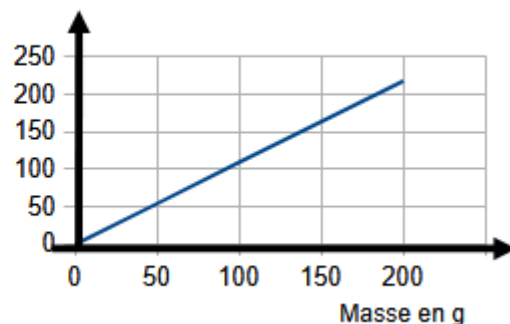
Les élèves montrent alors que si une grandeur (la masse) est multipliée, l'autre grandeur (le volume) est multipliée par le même coefficient !

Il sera possible de poursuivre en introduisant un diagramme en bâtons ou un graphique, afin de montrer que, dans une situation de proportionnalité, une grandeur peut être prévue en fonction de l'autre grandeur associée.

Volume en mL



Volume en mL



Ce travail d'analyse d'un diagramme en bâtons, puis d'une courbe, est intéressant pour mettre en valeur la propriété de continuité des grandeurs masse et volume.

Cette approche permet de montrer que la lecture graphique facilite la prévision de la valeur d'une grandeur connaissant la valeur de l'autre grandeur.

Il est à noter que savoir que dans un repère, un ensemble de points alignés avec l'origine modélise graphiquement une situation de proportionnalité n'est pas au programme de cycle 3.

Pour aller plus loin, le professeur peut présenter 100 g d'huile pour montrer qu'il n'y a plus proportionnalité si la nature du liquide est modifié.

Activité complémentaire à la découverte de l'utilisation d'un graphique

Objectifs

Cette activité de transfert, permet de réinvestir les différentes stratégies pour prévoir la valeur d'une grandeur lors d'une situation de proportionnalité ici masse et volume pour un autre liquide : l'éthanol.

Elle permet de réactiver des acquis sur la relation de proportionnalité entre masse et volume d'un corps homogène.

Consignes et production attendue

La masse de différents volumes d'éthanol est mesurée et les résultats obtenus sont les suivants :

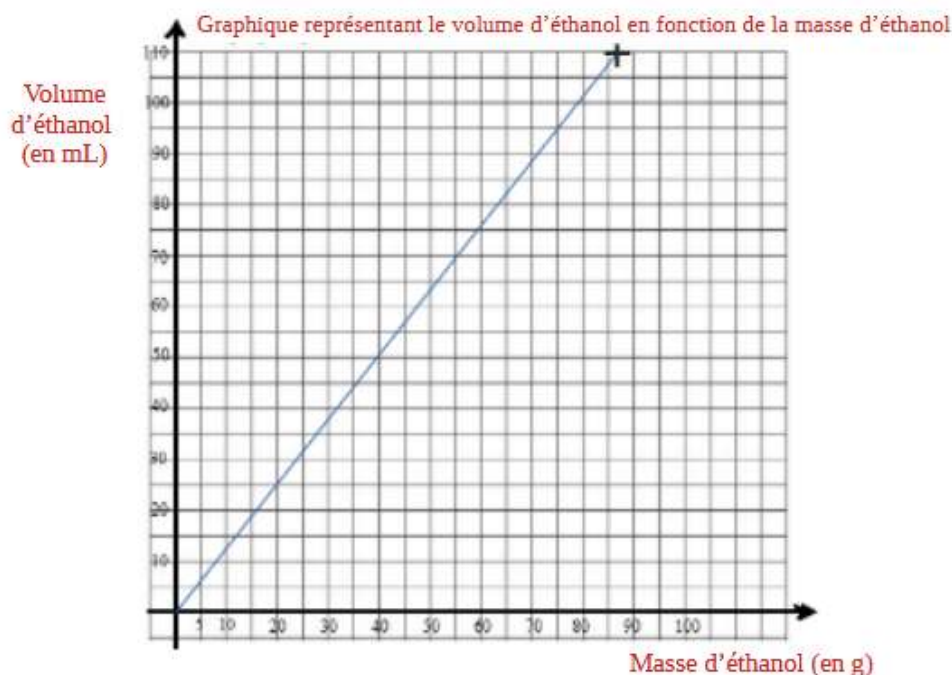
Mesures de la masse et du volume d'éthanol

Masse (en g)	0	?	7,9	15,8	?	31,6	?	?	0
Volume (en mL)	0	1	10	20	30	40	68	100	110

Si les élèves tracent le graphique de la masse en fonction du volume d'éthanol, ils obtiennent le résultat ci-dessous.

Le professeur explicite comment il trace le graphique et donne la courbe déjà tracée aux élèves. Il est important que le professeur énonce à haute voix son raisonnement tout en traçant le graphique pour que tous commencent à s'approprier la méthode. Il faudra aussi très rapidement faire tracer un graphique par les élèves afin qu'ils mémorisent la méthode.

Les axes et les graduations sont données, il n'est demandé que de placer les croix (des + et non des x).



Exemples de travaux d'élèves et leur analyse

Phase 2 : différenciation - remédiation

Énoncé des activités « différenciation - remédiation » à retrouver en [l'annexe 1](#)

Analyse de l'activité expérimentale 1 : proportionnalité entre le nombre de billes et leur masse

- Analyse de la partie estimation de l'activité et des réponses des élèves

À la question : « Explique comment tu estimes les masses (le nom de chaque grandeur doit être apparaître dans ton explication) », les élèves ont tendance à n'écrire que leurs calculs et rencontrent des difficultés pour généraliser. En leur demandant que le nom de chaque grandeur apparaisse dans leur réponse, on les aide à expliciter la situation

Explique ta démarche: On a multiplié la masse de la bille selon le nombre de bille.

Lors de l'activité et/ou lors de la correction, on peut montrer aux élèves que l'on peut traduire leur raisonnement par des flèches sur le tableau et qu'elles permettent de prévoir une valeur en passant d'une colonne à une autre.

		x 2		x 10	
Grandeur 1: Nombre de bille (s)	1	2	3	10	
Grandeur 2: Masse estimée (en g)					
		x 2		x 10	

- Analyse des stratégies utilisées par les élèves sous le prisme des mathématiques pour la partie « estimation » :

Stratégie 1 : l'élève s'appuie sur le rapport de linéarité (même grandeur, on reste sur la même ligne) :

Appui sur la propriété multiplicative de la linéarité ($\times 2$) : $f(2a) = 2f(a)$;

Appui sur la propriété additive de la linéarité ($1 + 2 = 3$ donc $5 + 10 = 15$ g)
 $f(a + b) = f(a) + f(b)$;

Propriété mixte alliant les 2 précédentes

Appui sur la propriété additive et multiplicative de la linéarité ($((2 + 3) \times 2)$ donc $((10 + 15) \times 2 = 50\text{g})$.

Stratégie 2 : l'élève s'appuie sur le passage par l'image de l'unité (ou retour à l'unité)

L'élève cherche la masse d'une bille, il pourra ensuite avoir la réponse pour n'importe quel nombre de billes (on dira "règle de trois" ou produit en croix au cycle 4).

Stratégie 3 : l'élève s'appuie sur le coefficient de proportionnalité

L'élève comprend que la masse de chaque bille vaut 5 grammes ! Le coefficient de proportionnalité entre le nombre de billes et la masse est donc de 5. Du point de vue

du sens, c'est le même raisonnement que le passage à l'unité ; on compte de 5 en 5.

- Analyse des réponses des élèves pour la partie vérification

Vérifie en mesurant la masse de 2 billes, 3 billes et 10 billes puis complète la dernière ligne du tableau.

Nombre de bille(s)	1	2	3	10
Masse mesurée (en g)				

c) Vérifie en mesurant la masse de 2 billes, 3 billes et 10 billes puis complète la dernière ligne du tableau.

Nombre de bille(s)	1	2	3	10
Masse mesurée (en g)	8,4 g	16,7 g	25,2 g	84,3 g

d) Conclusion : Tes estimations sont-elles bonnes?

Oui, à peu près

- Analyse des réponses des élèves

Si 10 billes pèsent 83,5 g alors qu'ils ont estimés la masse à 84 g, les élèves ont tendance à dire que leur estimation n'est pas bonne. C'est l'occasion d'échanger, d'expliquer que nous expérimentons et qu'il peut y avoir une marge d'erreur due à l'opération de mesure.

Les estimations des élèves sont généralement correctes sauf erreur de calcul. On peut autoriser les élèves en grande difficulté à utiliser la calculatrice.

e) Le nombre de bille et la masse des billes sont ils proportionnels? oui ☒ non ☐
Justifie!

Oui, car plus on rajoute des billes plus la masse augmente.

f) Si tu connais la masse d'une bille métallique et que ta deuxième est en porcelaine, est-ce que tu peux prévoir la masse des 2 billes? oui ☒ non ☐
Justifie!

Non, car elle ne sont pas du même matériau et la même grandeur.

La justification se fait avec le professeur au sein de chaque groupe. Le professeur revient avec les élèves sur la définition puis pose des questions du type : « Si on multiplie par 3 le nombre de bille, est-ce que la masse est multipliée par 3 ? ».

Cela permet au professeur d'évaluer si la notion est acquise ou en cours d'acquisition. Le professeur peut rajouter des flèches avec $\times 2$, $\times 3$ ou $\times 10$ sur le tableau mais aussi

$\div 2$, $\div 3$ ou $\div 10$. Il le fait en petit groupe mais aussi lors de la mise en commun en classe entière.

Si dessous les élèves ont bien commencé à construire le concept de proportionnalité mais leur justification ne convient pas. L'échange en petit groupe permet de comprendre les erreurs, étayé par la question f).

La question f permet de comprendre que la relation de proportionnalité existe seulement si les billes sont identiques.

Les élèves vérifient en pesant la bille en porcelaine.

Analyse de l'activité expérimentale 3 : proportionnalité entre la masse et le volume ?

Tous les élèves ne répondent pas à cette question. Celle-ci permet de laisser les élèves les plus experts en autonomie et de dégager plus de temps pour aider les autres.

Cependant, la mise en commun se fait avec tous les élèves.

Les élèves disposent d'un temps pour réfléchir. Les plus experts proposent le calcul : masse de l'échantillon divisé par 7,4 g. D'autres, travaillent avec un tableau de proportionnalité.

Pour ceux qui ne trouvent pas de solution, On peut proposer de passer à la question suivante.

Pour répondre à la question, tu peux t'aider d'un tableau de proportionnalité. Il faut le remplir avec les données connues et trouver l'opération qui te fait passer d'une ligne à l'autre.



Masse (en g)		
Volume (en mL)		

Les élèves peuvent vérifier leurs résultats à l'aide d'une éprouvette pour vérifier le volume de l'échantillon par déplacement d'eau.

Cette activité permet d'aborder le passage à l'unité mais aussi d'aborder le coefficient de proportionnalité. Le brouillon ainsi que la réponse des élèves permettent au professeur de voir leur niveau de compréhension de la proportionnalité entre deux grandeurs

Phase 3 - activité expérimentale - Comparer la masse de 100 mL d'eau et de 100 mL d'eau salée.

Énoncé de l'activité « Comparer la masse de 100 mL » à retrouver en [l'annexe 2](#).

Phase de construction du questionnaire des élèves.

Problème posé : "la masse de 100 mL d'eau du robinet et de 100 mL d'eau salée sont-elles égales ?"

100 mL d'eau du robinet et 100 mL d'eau salée sont présentés aux élèves.

Émettre une hypothèse seule puis la confronter au petit groupe, permet un premier débat, un premier travail d'argumentation pour justifier son choix. Certains changent d'hypothèse (à tort parfois), d'autres affinent leur hypothèse grâce aux remarques de leur camarade.

Mon hypothèse personnelle: je pense que l'eau salée est plus lourde. Car le sel rajoute de la matière à l'eau.

1) Hypothèses
 Ton hypothèse personnelle avec ta justification: Non je pense que la masse n'est pas la même car les grains de sel sont plus lourds.
 Hypothèse du groupe après avoir échangé (si différente de la votre) : Non je pense que les grains de sel ajoutent du poids à l'eau. La masse n'est pas la même car
 Justifier votre hypothèse (si différent de votre justification) : Mon hypothèse ne voulait rien dire.

1) Hypothèses
 Ton hypothèse personnelle avec ta justification: non car l'eau car le sel se dissout dans l'eau pas du poids en moins.

1) Hypothèses
 Ton hypothèse personnelle avec ta justification: oui car le sel s'empare dans l'eau.

Certains élèves pensent que l'on obtient la même masse car on ne voit plus le sel, d'autres pensent que le sel n'appuie pas sur la balance car il flotte dans l'eau. Les hypothèses permettent au professeur de connaître les représentations initiales des élèves et de prévoir un temps pour revenir sur leurs conceptions erronées, lors d'une dissolution notamment.

La dernière question de l'activité permet de voir l'évolution de leur réflexion sur ce point.

Activité expérimentale

Les difficultés principales sont : prélever le même volume et peser le récipient seul avant de mesurer la masse des liquides ou utiliser la touche tare (une première pour certains élèves). Le choix du contenant est aussi un moment de réflexion, de questionnement. Ce travail peut se faire avec toute la classe avant de commencer les expérimentations.

Écrits de travail

Hypothèse(s)

Schéma La représentation de la balance est toujours la même car convenue ensemble.

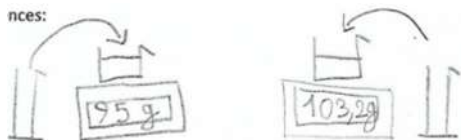


Tableau de résultats

Le tableau ci-dessous est mis à disposition car difficile à élaborer pour un élève de sixième :

b) Tableau de résultats avec les deux mesures.

Groupe	Masse de 100 mL d'eau du robinet	Masse de 100 mL d'eau salée du laboratoire
Groupe 1	98	109,9
Groupe 2	100,5	109,9
Groupe 3	97	110,3
Groupe 4	99	110,4
Groupe 5	100,5	201

Le groupe 5 a laissé la masse de l'éprouvette

Mise en commun

Écrire les résultats au tableau permet d'échanger, de discuter de certains résultats, de travailler sur la gestion de données et permet de débattre. Il y a-t-il un résultat « aberrant » ? Si oui, pourquoi ? Qu'est-ce que l'on en fait ? Quel résultat prenons-nous pour la classe ?

Dans l'exemple ci-dessus, on a expliqué pourquoi le groupe 5 s'est trompé. Laisser la possibilité au groupe qui a des résultats aberrants de trouver leurs erreurs avant que les autres élèves n'interviennent.

Conclusion

Le professeur rappelle aux élèves que la conclusion doit reprendre une partie de la question.

« Comparer la masse de 100 mL d'eau et de 100 mL d'eau salée » permet d'introduire le vocabulaire à utiliser pour répondre à une demande de comparaison (plus ... que, moins ... que, même ... que).

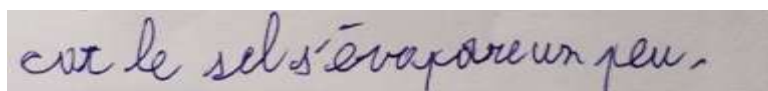
c) Conclusion du groupe (répondre à la question du départ):

L'eau salée est plus lourde que l'eau du robinet

L'eau salée est plus lourde que l'eau du robinet : les élèves oublient souvent d'écrire : pour un même volume.

Exercice

Certains élèves, même s'ils ont compris que le sel est toujours là, pensent que l'eau salée est plus légère.



Il est donc nécessaire de confronter les idées à la réalité expérimentale en demandant de mettre en œuvre un protocole. Cette question permet d'évaluer le nombre d'élève pour lesquels la dissolution est comprise et ceux pour lesquels il faudra consolider la notion.

Remarque : on pourra inviter un élève rencontrant d'importantes difficultés en calcul à utiliser une calculatrice pour limiter la charge cognitive et leur permettre de focaliser leur travail sur leurs raisonnements.

Phase 4 - activité expérimentale - Masses de différents volumes d'eau salée

Énoncé de l'activité « Masse de différents volumes d'eau salée » à retrouver en [annexe 3](#)

Réactivation des acquis

La prise de parole d'un élève est envisagée. Lors de la dernière activité, il a été vu que, pour un même volume, l'eau salée préparée au laboratoire a une masse plus importante que celle de l'eau du robinet seule. Le professeur rappelle les résultats obtenus par la classe. Il peut aussi indiquer que toutes les eaux salées n'ont pas la même masse, que cela dépend de la masse de sel introduite et du volume d'eau utilisé.

	Eau du robinet	Eau salée du laboratoire
Volume	100 mL	100 mL
Masse	98 g	109,9 g

Construction du questionnaire

Le professeur apporte les volumes d'eau et pose la question de la masse de chacun d'entre eux.

Prévision par des calculs									
Volume (en mL)	50	100	150	200	250	300	350	360	400
Masse (en g)		109,9							

On présente le tableau, les grandeurs des différentes lignes et on demande aux élèves, par groupe de 4, de compléter les masses sans faire d'expérience.

Le professeur anticipe les stratégies mobilisées en ne choisissant pas des volumes au hasard. Par exemple, on propose un volume plus petit que les 100 mL utilisés précédemment puis des volumes plus grands. Plusieurs stratégies de calculs sont alors possibles, des additions, des soustractions, des multiplications. Le choix de 360 mL a pour objectif de contraindre les élèves à utiliser une procédure experte.

L'objectif est que des stratégies différentes soient développées, pour que les élèves comprennent et s'approprient celles utilisées par leurs camarades lors de la mise en commun. Il s'agit, en fin d'activité, de privilégier la procédure experte.

Mise en commun

Tableau de résultats						
Volume (en mL)	50	100	150	200	350	360
Prévoir les masses (hypothèses)						
Masse (en g)	59,9g		159,9g	209,9g	359,9g	
Mesurer les masses						
Masse mesurées (en g)	59,9g	109,9g	159,9g	209,9g	359,9g	
Pour 50 mL: on a fait moins 50						

Pour 50 mL: on a fait $109,9 - 50$ pour trouver le résultat qui est 59,9g

Pour 150 mL: on a fait $109,9 + 50$ pour trouver le résultat 159,9g

Pour 350 mL: on a fait $109,9 + 250$ ça fait 359,9g

Pour 360 mL: on a fait $109,9 + 260$ ça fait 369,9g

Une erreur assez commune : l'élève soustrait 50 ou additionne 50 ou des multiples de 50 à la masse car il a observé que les volumes sont des multiples de 50. Il confond les deux grandeurs dans son raisonnement.

Il est important de faire raisonner les élèves en petit groupe, de leur demander pourquoi ils ont écrit leur phrase (métacognition). En général, en mettant des mots sur leur raisonnement, ils repèrent et comprennent eux-mêmes leurs erreurs.

Difficulté dans les situations de proportionnalité du type « augmentation » ou « diminution ». Pour certains élèves, augmentation et diminution appelle addition et soustraction, ce qui entraîne des erreurs dans les exercices d'agrandissement et de réduction (obstacle additif).

Autre erreur :

Vous avez observé que dans 100 mL d'eau salée il y avait 9,9 g de sel, donc vous avez ajouté 9,9 g à chaque volume d'eau salée.

Dans ce cas, après discussion, le groupe explique que dans 100 mL d'eau salée, il y a 100 g d'eau et 9,9 g de sel. Donc dans 200 mL d'eau salée, il y a 200 g d'eau et $2 \times 9,9 \text{ g} = 19,8 \text{ g}$ de sel soit que 200 mL d'eau salée doit peser 219,8 g.

Les élèves oublient que le sel occupe aussi un certain volume dans la solution.

Stratégies utilisées par les élèves sous le prisme des mathématiques :

L'élève s'appuie sur le rapport de linéarité (même grandeur, on reste sur la même ligne)

Il s'appuie sur la propriété additive et/ou multiplicative de la linéarité.

Tableau de résultats						
Volume (en mL)	50	100	150	200	350	360
Prévoir les masses (hypothèses)						
Masse (en g)	54,95	109,9	164,85	219,8	384,65	395,64
Mesurer les masses						
Masse mesurées (en g)	56	109,9g	167,3	221,9	387,5	397,6

Pour 50 mL: $109,9 \div 2 = 54,95 \text{ g}$ Parce-que le volume est diviser par 2.

Pour 150 mL: $54,95 + 109,9 = 164,85 \text{ g}$ On ajoute 50 mL plus 100 mL.

Pour 350 mL: $219,8 + 164,85 = 384,65 \text{ g}$ On ajoute 150 mL plus 200 mL.

Pour 360 mL: $109,9 \div 10 = 10,99$ On fait $109,9$ diviser par 10 plus $384,65 + 10,99 = 395,64$ par 10 plus 384,65

Il est souvent plus facile à l'élève d'écrire un calcul que d'argumenter en français !

Pour 350 mL $219,8 + 3 \times 54,95 = 384,65 \text{ g}$

Pour 360 mL $54,95 \div 5 = 10,99 \text{ g}$
 $384,65 + 10,99 = 395,64 \text{ g}$

Pour 350 mL $219,8 + 164,85 = 384,85$ On additionne la masse de 200 mL de 150 mL

on regarde de combien le volume a etait x ou ÷
 et on a fait la même chose a la masse multiplier
 parfois on a ajouter les masses.

voilà écrit !
 J'ai divisé la masse de 100 mL par 2 pour 50 mL, puis j'ai additionné
 les deux pour 150 mL. J'ai ensuite fait $100 \text{ mL} \times 2$, puis j'ai rajouté
 90 mL, puis $100 \text{ mL} \times 3 + 50$, $100 \text{ mL} \times 4$.

On a commencé par diviser $109,9 \text{ g}$ par 2.
 Puis on additionné a tous les autres
 volumes. Grâce à ces opérations on a
 trouvé tous nos résultats.

L'élève s'appuie sur le coefficient de proportionnalité

2) Prévoir les masses de différents volumes de l'eau salée proposée

Vous devez compléter la partie prévoir les masses du tableau et pour certaines cases, expliquer comment vous avez trouvé la solution. Si vous avez fait des calculs, il faut les écrire. Vos camarades doivent comprendre votre démarche à partir de votre écrit.

Tableau de résultats

Volume (en mL)	50	100	150	200	350	360
Masse (en g)	54,95	109,9	164,85	219,8	384,65	395,64

Prévoir les masses (hypothèses)

Masse mesurées (en g)

b) Observez vos mesures

$\times 3,6$

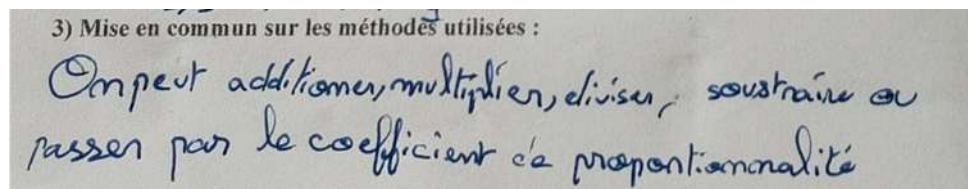
$\times 1,099$
 $(109,9 \div 100)$
 Que pr

Seuls les élèves qui ont déjà travaillé sur le coefficient de proportionnalité en mathématiques en sixième utilisent cette méthode. Ils le font souvent de manière automatique, sans donner de sens. L'automatisation fait gagner du temps mais il est important de revenir sur la signification des calculs menés !

Remarque : le professeur montre aux élèves que le passage par l'image de l'unité et le coefficient de proportionnalité traduisent en fait un même raisonnement.

Remarque : l'exemple suivant peut être mobilisé pour mieux comprendre la définition donnée en mathématiques.

Deux grandeurs sont proportionnelles lorsque les valeurs de l'une s'obtiennent en multipliant par un même nombre non nul les valeurs de l'autre. Ce nombre est appelé coefficient de proportionnalité.



Pour résumer, procédures envisagées par les élèves :

Passage à l'unité. Dans le cas traité dans le cadre de cette ressource, certains élèves ont plutôt utilisé le passage "à la dizaine". Ils ont en effet cherché combien pèse 10 mL d'eau salée au regard des volumes présentés, le paquet de 10 étant le multiple commun le plus petit des volumes proposés (mis à part 360 mL).

Additions successives, division, multiplication puis addition, soustraction. Grandeur quotient/Coefficient de proportionnalité (pas du tout utilisé, certains élèves la maîtrisent mais n'ont pas trouvé que c'était la stratégie la plus simple)

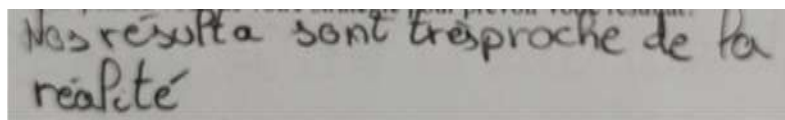
Vérification par l'expérience - Mesures

Le tableau avec les résultats des mesures est projeté ou tracé au tableau. Les élèves viennent le compléter au fur et à mesure.

Les expériences étant identiques, il est possible de mener aisément une discussion sur la fiabilité des résultats.

On valide ensemble puis les élèves écrivent les résultats sur leur feuille. Ils peuvent maintenant passer à la conclusion au sein de chaque groupe, puis en classe entière. Lors de cette phase, on ne demande pas de schémas, on traite uniquement les résultats afin d'alléger la charge cognitive.

Retour sur vos hypothèses, comparer vos calculs et vos mesures.



a) Conclusion : Vos hypothèses étaient-elles justes? Argumente ta réponse : ...C'était... presque juste de quelques chiffres.

Le professeur peut interroger les élèves sur ce que veut dire très proche, ce que signifie « presque juste » ! Et ainsi commencer à les sensibiliser aux incertitudes des mesures.

Conclusion sur la relation entre la masse et volume d'eau salé

5)

5) Comment pouvez-vous vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles?
 Deux grandeurs sont proportionnelles si on obtient l'une à partir de l'autre en multipliant (ou en divisant) par un même nombre le coefficient de proportionnalité.

6) La masse et le volume d'eau salée sont-ils proportionnels?
 La masse et le volume sont proportionnels

5) Comment pouvez-vous vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles?
 Si une grandeur double l'autre doit doubler aussi

6) La masse et le volume d'eau salée sont-ils proportionnels?
 Oui, car si le volume double la masse double aussi

Pour répondre à la question : la masse et le volume d'eau salée sont-ils proportionnels ? le professeur passe entre les groupes. Il demande d'explicitier la relation de proportionnalité entre la masse et le volume en langage naturel à partir du tableau en posant des questions.

- Quand le volume est divisé par 2, comment évolue la masse ? La masse est divisée par deux.
- Quand le volume est multiplié par 3, comment évolue la masse ? La masse est multipliée par 3.
- Si on multiplie une grandeur, l'autre grandeur est multipliée avec le même coefficient ! Que peut-on dire du volume et de la masse ? Le volume et la masse sont donc proportionnels.

Volume (en mL)	50	100	150	200	250	300	350	360	400
Hypothèse Masse (en g)									
Masse mesurées (en g)									

Diagramme illustrant les opérations de multiplication et de division sur le tableau :

- Flèche rouge au-dessus du tableau : 50 → 100 (x2)
- Flèche bleue au-dessus du tableau : 100 → 300 (x3)
- Flèche rouge en dessous du tableau : 100 → 50 (:2)

Lors de ses passages avec les élèves, le professeur fait ajouter les flèches sur le tableau pour visualiser les opérations mises en jeu. Le professeur fait du lien entre leur réflexion et le tableau.

Certains élèves confondent le coefficient de proportionnalité entre les deux grandeurs différentes avec le coefficient multiplicateur pour une même grandeur.

Difficultés pour l'élève de sixième pour aborder le coefficient de proportionnalité :

Le professeur peut s'appuyer sur le travail effectué en sixième par les professeurs de mathématiques.

En mathématique, deux grandeurs sont proportionnelles si les valeurs de l'une s'obtiennent en multipliant ou en divisant, par un même nombre non nul les valeurs de l'autre. Ce nombre est appelé coefficient de proportionnalité. Pour calculer ce nombre, il suffit de connaître une valeur de la 1^{re} grandeur et de la valeur de la 2^e qui correspond. La 2^e est divisée par la 1^{re}.

Exemple pour l'eau salée: coefficient de proportionnalité = $\frac{\text{Masse en g}}{\text{Volume en mL}} = \frac{387,4}{350} = 1,1$

Comment écrire en langage mathématique le lien entre la masse et le volume d'eau salée?

Masse en g = 1,1 x Volume en mL

Comment l'exprimer en langage naturel (en français)? La masse est égale à 1,1 fois le volume.

La valeur de la masse est-elle égale à 1,1 la valeur du volume ?

En physique-chimie, le calcul du coefficient de proportionnalité revient souvent à déterminer une grandeur quotient qui est dimensionnée. Son unité est composée de 2 unités. Ce qui représente une difficulté pour les élèves.

Le coefficient de proportionnalité n'a donc de sens que si on conserve les unités : g/mL par exemple !

Une autre difficulté, liée aux symboles, apparaît aussi dans cette activité. Les élèves de sixième n'associent pas forcément une écriture sous forme de fraction avec l'opération de division. En effet, pour beaucoup d'entre eux, $\frac{V}{m}$ ne signifie pas $m \div V$. Le signe de la fraction n'est en effet pas encore assimilé à une division.

Phase 5 - activité expérimentale - Masses et volume pour un autre liquide : l'éthanol

Énoncé de l'activité « Masse et volume pour un autre liquide : l'éthanol », à retrouver en [annexe 4](#)

Réactivation des acquis sur la relation de proportionnalité entre masse et volume d'un corps homogène

Masse d'éthanol (en g)	0	0,79	7,9	15,8	23,7	31,6	53,72	79
Volume d'éthanol (en mL)	0	1	10	20	30	40	68	100

Les élèves doivent prévoir des valeurs de masse en fonction d'une valeur de volume donné. Le choix des volumes doit permettre aux élèves de mobiliser plusieurs méthodes. Ils doivent expliquer dans chacun des cas leur démarche afin que leurs camarades comprennent et qu'ils soient capable d'analyser leur stratégie. Dans les calculs doivent justifier.

- Comment prévoir la masse de 30 mL d'éthanol?

$$15,8 + 15,8 \div 2 = 15,8 + 7,7 = 23,5 \text{ g}$$

- Comment prévoir la masse de 100 mL d'éthanol?

$$7,9 \times 10 = 79 \text{ g}$$

- Comment prévoir la masse de 30 mL d'éthanol?

$$7,9 + 15,8 = 23,7 \text{ g}$$

- Comment prévoir la masse de 100 mL d'éthanol?

$$31,6 \times 2 + 15,8 = 79 \text{ g}$$

- **Comment prévoir la masse de 30 mL d'éthanol ?**

Les élèves peuvent choisir plusieurs stratégies :

- lecture sur le graphique : pour 30 mL on obtient entre 20 g et 25 g. 24 g environ
- propriété additive et multiplicative de la linéarité :

$$7,9 \text{ g} \times 3 = 23,7 \text{ g}$$

$$7,9 \text{ g} + 15,8 \text{ g} = 23,7 \text{ g}$$

$$31,6 \text{ g} - 7,9 \text{ g} = 23,7 \text{ g}$$

- passage à l'unité : 1 mL pèse 7,9 g : $10 = 0,79 \text{ g}$ donc 30 mL pèse $0,79 \times 30 = 23,7 \text{ g}$
- coefficient de proportionnalité : Grandeur 2 / grandeur 1 = $15,8 \text{ g} / 20 \text{ mL} = 0,79 \text{ g/mL}$ donc masse de 30 mL = $30 \times 0,79 = 23,7 \text{ g}$
- Comment prévoir la masse de 100 mL d'éthanol ? (les élèves peuvent choisir plusieurs stratégie)

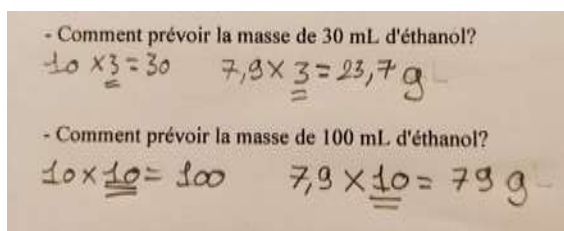
- **Comment prévoir la masse de 100 mL d'éthanol ?**

Les élèves peuvent choisir plusieurs stratégie :

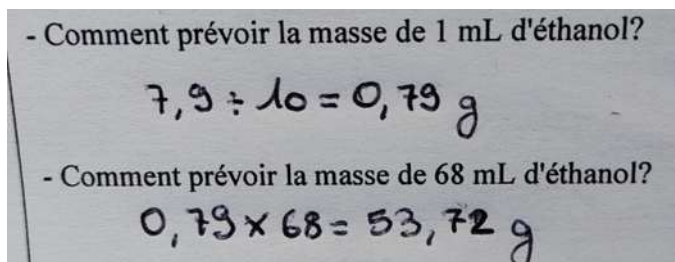
- lecture sur le graphique : pour 100 mL on obtient environ 78 g
- propriété additive et multiplicative de la linéarité : 25 mL pèse 20 g donc 100 mL pèse $20 \text{ g} \times 4 = 80 \text{ g}$
- coefficient de proportionnalité : Grandeur 2 : grandeur 1 = $15,8 \text{ g} : 20 \text{ mL} = 0,79 \text{ g/mL}$ donc masse de 100 mL = $100 \times 0,79 = 79 \text{ g}$

Les élèves trouvent plus facile de s'exprimer en langage mathématique.

Ici l'élève fait le parallèle entre les volumes et les masses et souligne même le coefficient multiplicateur.



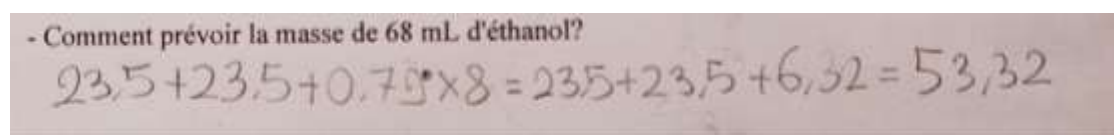
Il est intéressant de faire formuler en français les opérations effectuées par les élèves.



- Comment prévoir la masse de 1 mL d'éthanol ?

Pour les aider à utiliser la stratégie du passage à l'unité :

passage à l'unité : 1 mL pèse « $7,9 \text{ g} \div 10 = 0,79 \text{ g}$ »



- Comment prévoir la masse de 68 mL d'éthanol ?

Pour travailler à partir d'une valeur non entière, montrer que la stratégie de la lecture graphique permet d'estimer une valeur alors que l'utilisation du coefficient de proportionnalité permet d'obtenir un résultat plus précis

- lecture sur le graphique : pour 68 mL on obtient environ 54 g
- coefficient de proportionnalité :
 $\text{Grandeur 2} / \text{grandeur 1} = 15,8 \text{ g} / 20 \text{ mL} = 0,79 \text{ g/mL}$ donc masse de
 $68 \text{ mL} = 68 \times 0,79 = 53,72 \text{ g}$

Demander de prévoir la masse de 1 mL d'éthanol permet à certains élèves d'expérimenter cette méthode qu'ils n'ont pas tous encore utilisée. Ils s'aperçoivent ensuite que c'est très facile de trouver la masse de 68 mL.

- Aurais tu pu trouver ce dernier résultat à l'aide de ton graphique ?

Cette question permet de faire travailler aux élèves comment la lecture graphique et donc de revenir sur le sens de la courbe.

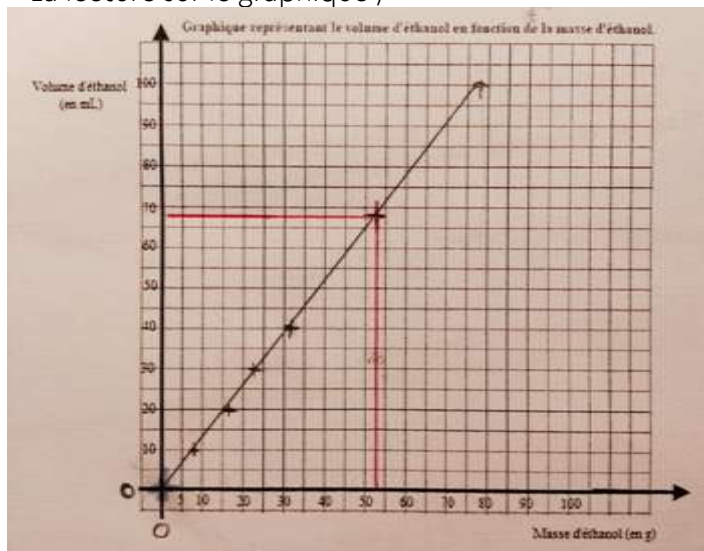
Le professeur fait tracer aux élèves les traits afin de retrouver cette valeur. Un échange sur la précision de cette valeur est mis en place.

Dans cette séance, nous retrouvons les stratégies de :

- propriété additive et multiplicative de la linéarité ;
- passage à l'unité ;
- coefficient de proportionnalité.

Et vient se rajouter

- La lecture sur le graphique ;



Exercices pour aller plus loin

Ces exercices permettent au professeur d'avoir du temps pour les élèves en difficulté pendant que les autres sont en autonomie mais aussi en travail de recherche à plusieurs pour le dernier exercice.

a) Détermine la masse de 35 mL d'éthanol. Justifie !

L'élève réinvestit tout de suite le coefficient de proportionnalité calculé précédemment !

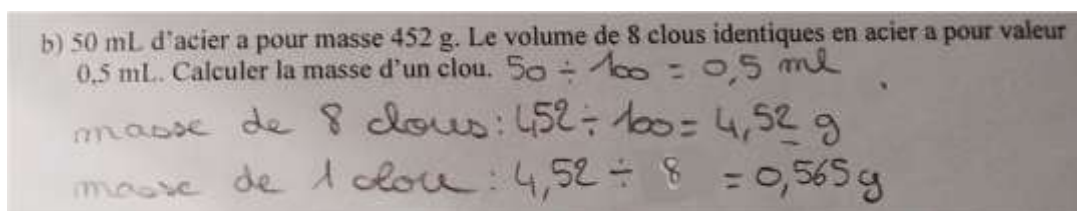
Exercices pour aller plus loin :
a) Détermine la masse de 35 mL d'éthanol. Justifie!
 $0,73 \times 35 = 27,65 \text{ g}$
La masse de 35 mL d'éthanol est 27,65 g

a) Détermine la masse de 35 mL d'éthanol.
 $23,7 + 5 = 28,7$ car le volume 30 + 5 nous donne 28,7

L'élève de la production à droite confond encore les grandeurs masse et volume. Il a additionné la masse de 30 mL (23,7g) avec 5 mL

b) 50 mL d'acier a pour masse 452 g. Le volume de 8 clous identiques en acier a pour valeur 0,5 mL.

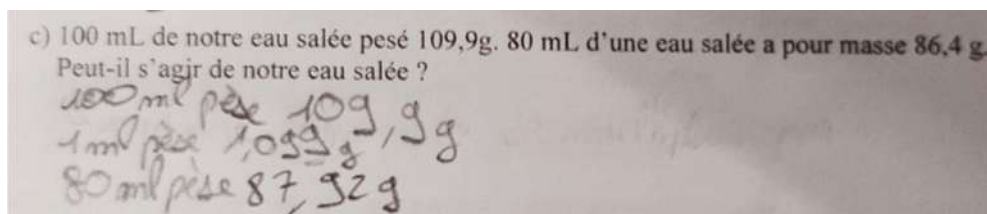
Calculer la masse d'un clou !



c) 100 mL de l'eau salée que j'ai préparée pèse 109,9 g.

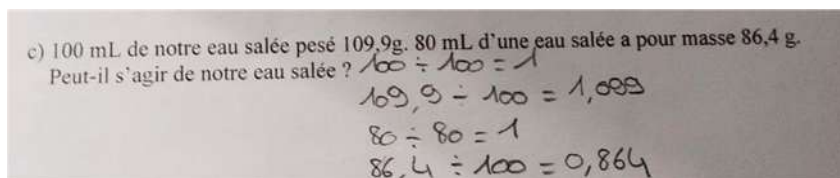
Dans un bécher j'ai trouvé 80 mL d'une eau salée ayant pour masse 86,4 g. Peut-il s'agir de l'eau salée que j'ai préparée ?

Ce dernier exercice permet, après un temps de recherche personnel, de travailler en petit groupe pour résoudre le problème.



Il suffit à l'élève de conclure !

Cet autre élève a voulu passer par le coefficient de proportionnalité et il s'est perdu en cours de raisonnement.



d) Un exercice de lecture graphique peut être ajouté.

e) Comment pouvez-vous vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles ?

f) Pourquoi est-ce utile de savoir si deux grandeurs sont proportionnelles ?

Bilan global

Points forts

- La progression proposée permet un approfondissement progressif des apprentissages grâce à une difficulté croissante des situations.

- L'étayage et la différenciation pédagogique peuvent être mis en place à tout moment. Les élèves deviennent de plus en plus autonomes. Les plus experts accèdent rapidement aux procédures attendues, les autres y parviennent à leur rythme.

- La mémorisation se développe à travers la répétition de questionnements similaires dans des contextes différents.
- La progression proposée favorise un travail conjoint entre le professeur de mathématiques et celui de physique-chimie. Une planification commune peut être envisagée pour aborder la notion de proportionnalité simultanément dans les deux disciplines, voire au cours d'une même séance.
- Le travail sur la proportionnalité est particulièrement propice au développement des six compétences travaillées en mathématiques du cycle 3 : chercher, modéliser, représenter, calculer, raisonner et communiquer.
- La résolution de problèmes de proportionnalité crée des liens entre le langage naturel et le langage mathématique. La verbalisation de stratégies telles que « prendre le double », « le triple », ou « le tiers » d'une grandeur contribue à la fois à l'enrichissement du répertoire lexical tout en renforçant la compréhension d'une notion mathématique.
- Le travail de métacognition, pour comprendre et expliquer la stratégie utilisée, aide les élèves à structurer leur raisonnement, à justifier leurs choix et à les confronter à ceux des autres.

Pistes d'amélioration - difficultés rencontrées

Difficultés rencontrées par les professeurs

- Accompagner chaque élève sans en laisser de côté, soit parce qu'ils s'effacent derrière leurs camarades, soit parce qu'ils prétendent avoir compris.
- Faire confiance aux élèves les plus avancés, tout en gérant l'autonomie et le niveau sonore de la classe.

Pistes d'amélioration

Prévoir des activités ou exercices progressifs, avec des niveaux d'autonomie différenciés.

Mettre en place des expériences simples à réaliser en autonomie pour renforcer l'engagement et la manipulation.

Difficultés rencontrées par les élèves

- Difficulté à identifier si une situation est proportionnelle ou non. Certains élèves pensent que tous les exercices organisés en tableau impliquent une proportionnalité. Il faut donc régulièrement les confronter à des situations de non proportionnalité.
- Dans une situation problème, l'élève doit parfois faire appel à des connaissances extérieures ou deviner l'intention implicite du professeur mais cela peut aussi révéler une difficulté de vocabulaire. La reformulation par l'élève est primordiale pour s'assurer de sa compréhension.

- Difficulté pour les élèves les plus fragiles à donner du sens à leurs actions et à trouver les mots pour expliquer leur raisonnement sans l'aide du professeur. Cela est fréquent au cycle 3 ; il est donc essentiel de proposer un entraînement bienveillant et régulier.
- Difficulté à identifier les grandeurs en relation dans la situation proposée. La confusion entre les grandeurs : la longueur L , la masse m , le volume V et leurs unités de mesure : mètre (m), gramme (g), litre (L) ; notamment quand on écrit « $m = 10\text{ g}$ » par exemple.
- La présentation des données peut être une source de difficulté, en particulier pour lire et/ou donner du sens à un tableau.
- Difficulté dans les situations de proportionnalité du type « augmentation » ou « diminution » : certains élèves associent systématiquement « augmentation » à une addition et « diminution » à une soustraction, sans envisager de situation de proportionnalité.
- Confusion entre le coefficient de proportionnalité entre deux grandeurs et le coefficient multiplicateur entre deux valeurs d'une même grandeur.
- Difficulté à choisir une procédure de résolution et à la mettre en œuvre. Il est important de les encourager à se lancer, quitte à changer de stratégie s'ils ne parviennent pas à continuer. Le professeur peut inviter un élève en échec à consulter un exercice effectué précédemment pour retrouver une procédure transférable.

Prolongations possibles

Exercice sur les vitesses

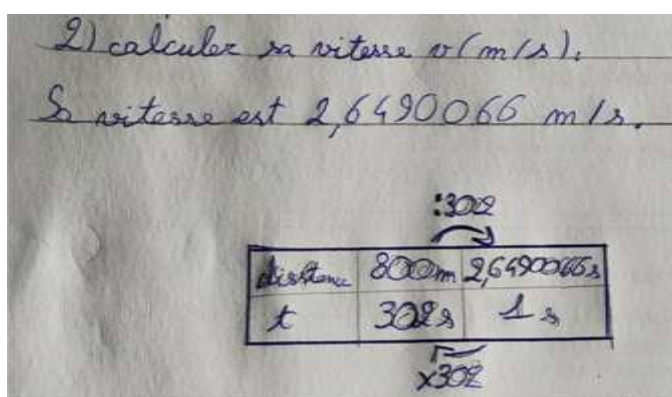
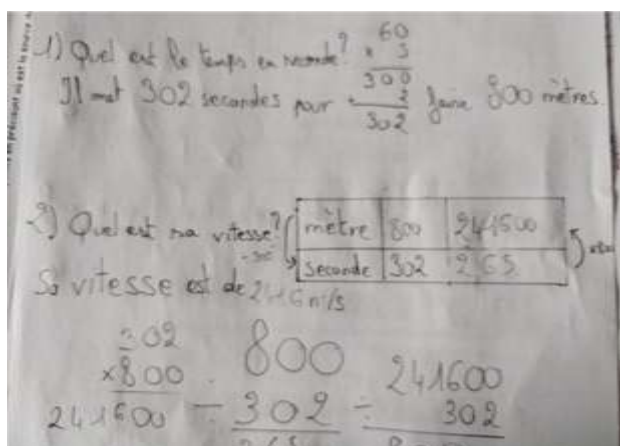
Un élève parcourt 800 m en 5 min et 2 s

- 1) Calculer le temps mis par l'élève pour faire les 800 m en seconde.
- 2) Calculer la vitesse de l'élève en mètre par seconde (m/s)

Le langage naturel verbalisé et le passage par l'unité de mesure permettent de traiter les situations de proportionnalité au cycle 3 (IREM: Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques).

Les élèves ont tendance à ne pas séparer les calculs et donc à écrire des égalités fausses : $t = 5 \times 60 = 300 + 2 = 302\text{ s}$

En sixième, ils posent souvent les calculs, ils n'ont pas l'habitude du calcul littéral.



Certains élèves fonctionnent par tâtonnement, par encadrement pour trouver le coefficient de proportionnalité.

Certains élèves ayant commencé à travailler la proportionnalité en mathématiques en sixième justifient le fait de diviser par 302 pour le passage à l'unité en écrivant :

$$2) 302 \div 302 = 1$$

Référence bibliographique

IREM. (2021). [Mathématiques des grandeurs, calculs et proportionnalité](#). Montpellier.

Annexes

Annexe 1 – Proportionnalité en physique-chimie

Objectif : reconnaître une situation de proportionnalité entre deux grandeurs et l'exploiter.

Activité 1 : proportionnalité entre le nombre de billes et leur masse

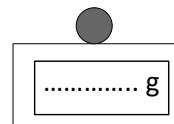
Les élèves utilisent des billes identiques.

Grandeur 1 : nombre de billes

Grandeur 2 : Masse des billes

a) **Mesure** la masse d'une bille.

Masse =



b) **Estime** la masse de 2 billes, 3 billes et 10 billes et complète la deuxième ligne tableau ci-dessous.

Explique ta démarche afin que tes camarades comprennent comment tu as fait.

Grandeur 1 : Nombre de bille (s)	1	2	3	10
Grandeur 2 : Masse estimée (en g)				

Explique comment tu estimes les masses (le nom de chaque grandeur doit-être apparaître dans ton explication) :

.....

c) Vérifie en mesurant la masse de 2 billes, 3 billes et 10 billes puis complète la dernière ligne du tableau.

Nombre de bille(s)	1	2	3	10
Masse mesurée (en g)				

d) Conclusion : Tes estimations sont-elles bonnes ?

e) Le nombre de bille et la masse des billes sont-ils proportionnels ? oui ☐
non ☐

Justifie !



f) Si tu connais la masse d'une bille métallique et que ta deuxième est en porcelaine est-ce que tu peux prévoir la masse des 2 billes ? oui ☐ non ☐
Justifie !

Activité 2 : proportionnalité entre le volume et la température ?

Complète :

Grandeur 1 :

Grandeur 2 :

Mesurer la température de 200 ml d'eau du robinet. $T_1 = \dots\dots\dots$

La quantité d'eau est doublée.

Mesurer la température de 400 ml d'eau du robinet : $T_2 = \dots\dots\dots$

Que fait la température quand le volume double ?

S'agit-il d'une situation de proportionnalité ? oui ☐ non ☐

Justifie !

Activité 3 : proportionnalité entre la masse et le volume ?

Tu as à ta disposition un cylindre d'acier (que l'on appellera échantillon 1).

a) Mesure sa masse : $m_1 = \dots\dots\dots$ g

b) Peut-on connaître le volume de l'échantillon 1 sans faire d'expérience ?

oui ☐ non ☐

c) Complète :

Grandeur 1 : $\dots\dots\dots$

Grandeur 2 : $\dots\dots\dots$

d) Si tu as à ta disposition une bille d'acier (échantillon 2), de masse $m_2 = 7,4$ g et de volume $V_2 = 1$ ml peut-on trouver le volume de l'échantillon 1 sans faire d'expérience ?

Explique ta démarche !

e) Pour répondre à la question, tu peux t'aider d'un tableau de proportionnalité. Il faut le remplir avec les données connues et trouver l'opération qui te fait passer d'une ligne à l'autre !

Masse (en g)		
Volume (en ml)		



f) Pourquoi est-il utile de savoir si deux grandeurs sont proportionnelles ?

Annexe 2 – Les masses de 100 ml d'eau du robinet et de 100 ml

Objectif : comparer et mesurer les masses de corps différents, mais de volumes identiques.

Hypothèses

Ton hypothèse personnelle avec ta justification : $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

Hypothèse du groupe après avoir échangé (si différente de la vôtre) $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

Justifier votre hypothèse (si différent de votre justification) :

Activité expérimentale

a) Schéma des expériences

b) Tableau de résultats avec les deux mesures.

Groupe	Masse de 100 ml d'eau du	Masse de 100 ml d'eau salée
Groupe		
Groupe		
Groupe		
Groupe		
Groupe		

c) Conclusion du groupe (répondre à la question du départ):

Conclusion

Q

Quand on mélange 10 g d'eau du robinet avec 5 g de sel, est-ce que l'on obtient :

☐ Plus de 15g d'eau salée

☐ 15g d'eau salée

☐ Moins de 15g d'eau salée

Justifie ton choix :

Annexe 3 – Les masses de 100 ml d'eau du robinet et de 100 ml

Objectif : exploiter la relation de proportionnalité entre masse et volume d'un corps homogène.

Questionnement : peut-on prévoir la masse d'un volume d'eau salée connaissant la masse de 100 ml d'eau salée ?

1) Résultats de la dernière activité expérimentale :

	Eau du robinet	Eau salée du laboratoire
Volum e	100 ml	100 ml
Masse	98 g	109,9 g

2) Prévoir les masses de différents volumes de l'eau salée proposée
Vous devez compléter la partie prévoir les masses du tableau :

Tableau de résultats						
Volume (en mL)	50	100	150	200	350	360
Prévoir les masses (hypothèses)						
Masse (en g)		109,9 g				

Pour les volumes ci-dessous, expliquer comment vous avez obtenu votre hypothèse. Si vous avez fait des calculs, il faut les écrire et les justifier. Vos camarades doivent comprendre votre démarche à partir de votre écrit.

Pour 50 ml :

Pour 150 ml :

Pour 350 ml :

Pour 360 ml :

3) Mise en commun sur les méthodes utilisées :

4) Vérification par l'expérience, mesure de masses et de volumes.

a) Schémas de vos expériences :

Chaque groupe va mesurer la masse d'un des volumes et écrire son résultat au tableau. Compléter ensuite le tableau ci-dessous.

Mesurer les masses						
Volume (en ml)	50	100	150	200	350	360
Masse mesurées (en g)		109,9g				

b) Observations et conclusion : retour sur vos hypothèses, comparer vos calculs et vos mesures.

5) Comment pouvez-vous vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles ?

6) La masse et le volume d'eau salée sont-ils proportionnels ?

7) Pourquoi est-il utile de savoir si deux grandeurs sont proportionnelles ?

Annexe 4 – Masse et volume pour un autre liquide : l'éthanol

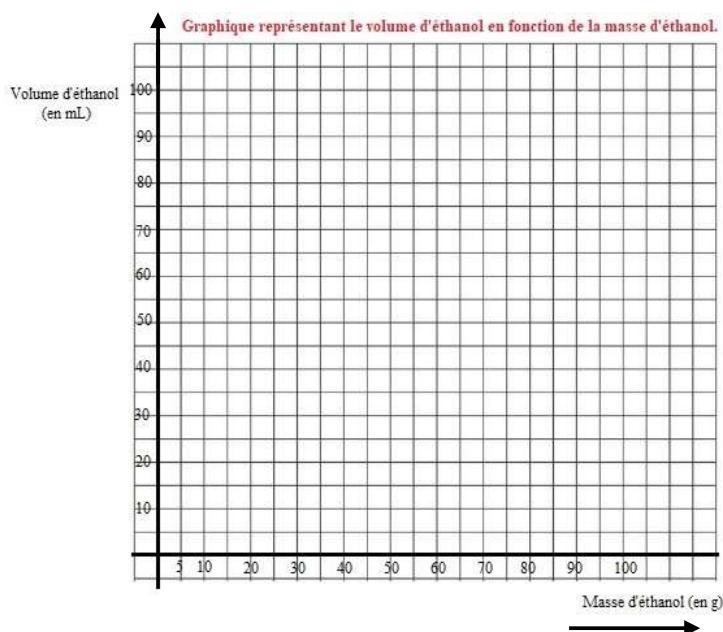
Problématique : peut-on prévoir la masse d'un volume d'éthanol ?

L'éthanol est un alcool.

Les élèves mesurent la masse de différents volumes d'éthanol et obtiennent les résultats suivants :

Masse d'éthanol (en g)	0		7,9	15,8		31,6		
Volume d'éthanol (en	0	1	10	20	30	40	68	100

1) Trace sur le graphique ci-dessous (avec l'aide du professeur) la courbe représentant le volume d'éthanol en fonction de la masse d'éthanol.



2) Prévois les valeurs de masse d'éthanol, compléter le tableau et expliquer ci-dessous votre démarche. Si vous utilisez un calcul il faut l'écrire et le justifier. Les camarades doivent comprendre la démarche à partir de l'écrit. Il ne faut pas oublier les unités !

- Comment prévoir la masse de 30 ml d'éthanol ?

- Comment prévoir la masse de 100 ml d'éthanol ?

- Comment prévoir la masse de 1 mL d'éthanol ?
- Comment prévoir la masse de 68 ml d'éthanol ?
- Aurais tu pu trouver ce dernier résultat à l'aide de ton graphique ?

Annexe 5 - Exercice pour aller plus loin

- a) Détermine la masse de 35 ml d'éthanol. Justifie !
- b) 50 ml d'acier a pour masse 452 g. Le volume de 8 clous identiques en acier a pour valeur 0,5 ml. Calculer la masse d'un clou !
- c) 100 ml de l'eau salée que j'ai préparé pèse 109,9 g.
Dans un bécher j'ai trouvé 80 ml d'une eau salée ayant pour masse 86,4 g. Peut-il s'agir de l'eau salée que j'ai préparée ?
- d) Comment pouvez-vous vérifier que deux grandeurs sont proportionnelles ?
- e) Pourquoi est-il utile de savoir si deux grandeurs **sont proportionnelles** ?