

> SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mettre en œuvre son enseignement dans la classe

Matière, mouvement, énergie, information

Masse et matière (1)

Éléments de contexte

Références au programme et au socle commun

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES	DOMAINES DU SOCLE
Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques	Domaine 4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques
Pratiquer des langages	Domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer
S'approprier des outils et des méthodes	Domaine 2 : Les méthodes et outils pour apprendre
Adopter un comportement éthique et responsable	Domaine 3 : La formation de la personne et du citoyen Domaine 5 : Les représentations du monde et l'activité humaine

Nom du thème : Matière, mouvement, énergie, information

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

- Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique.

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES

Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique.

Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière.

- La masse est une grandeur physique qui caractérise un échantillon de matière.

Contenus mathématiques : nombres et calculs –espace et géométrie

NOMBRES ET CALCULS : ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

- Résoudre des problèmes en utilisant des fractions simples, les nombres décimaux et le calcul.

ESPACE ET GÉOMÉTRIE : ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs (géométriques, physiques, économiques) en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux.

Intentions pédagogiques

La « matière » s'oppose à l' « immatériel » et a comme principale caractéristique d'avoir une masse.

Tout ce qui est matériel a une masse quels que soient sa forme et son état.

La masse d'un objet représente la masse de l'ensemble des entités chimiques (atomes, ions ou molécules) qui constituent cet objet.

Cette masse sera la même quel que soit l'endroit où se trouve l'objet dans l'univers. La masse est une grandeur caractéristique d'un échantillon de matière et sa conservation au cours d'une transformation physique ou chimique est associée à la conservation de la matière.

L'unité de masse du système international est le kilogramme.

La notion de masse est abordée progressivement tout au long des cycles

Au cours du cycle 2, dans la partie « Questionner le monde du vivant, de la matière et des objets », les élèves ont mesuré et comparé la masse d'un même échantillon d'eau à l'état liquide et à l'état solide. Ils ont mesuré et observé l'augmentation de la masse de leur propre corps en croissance.

Au cycle 3, on cherche à montrer que la masse est une grandeur physique qui caractérise un échantillon de matière.

L'air comme toute matière a aussi une masse. On met en évidence que l'air est pesant.

En continuité au cycle 4, on montrera que la matière est constituée d'entités extrêmement petites (atomes et ions, molécules issus de ces atomes). Chaque atome ayant une masse définie, il y a conservation de la masse lors d'une transformation physique (changement d'état ou mélange) ou chimique (réaction chimique), mais pas lors des transformations nucléaires.

Ce module d'apprentissage s'inscrit dans l'étape 1 de la progression sur la matière. **Il propose deux séquences progressives :**

- la séquence 1 met en œuvre des observations et des expériences pour montrer que la matière a une masse, quel que soit son état physique (solide, liquide ou gaz) ;
- la séquence 2 met en œuvre des observations et des expériences pour montrer que la masse dépend de la nature de l'échantillon de matière, d'une part, puis pour mesurer directement ou indirectement la masse d'un échantillon d'autre part. On y propose notamment la mesure de la masse d'un litre d'air, expérience délicate dans sa réalisation comme dans son exploitation avec les élèves. Elle pourra être réservée à la fin de cycle (cf exemple de séquence « masse et volume »).

On s'attachera à la qualité de la trace écrite produite lors de chacune des séances, dans un objectif de travail de maîtrise de la langue et de conduite de raisonnement, ainsi qu'à la structuration progressive des acquis.

Remarques

Dans le langage courant, la masse est souvent confondue avec le poids (qui est la force d'attraction qu'exerce un astre sur un objet). Selon l'astre considéré dans l'univers (la Terre, la Lune ...), le poids d'un objet de masse donnée (et invariante) varie car la force d'attraction est différente d'un astre à un autre. L'unité de mesure du poids, qui est une force, est le newton (N).

Télécharger
la ressource
« [masse et volume](#) »



Au cycle 3, il n'est pas nécessaire de faire la distinction explicite entre masse et poids. Cependant, il est conseillé d'employer le vocabulaire correct et de dire « L'objet a une masse de X grammes » plutôt que dire : « l'objet pèse X grammes ».

NOTION DE QUANTITÉ DE MATIÈRE

La masse est souvent associée à la quantité de matière. Ce raccourci est sans doute porteur de sens pour des élèves mais il faut savoir que sur le plan scientifique la quantité de matière a une définition précise : la quantité de matière est une unité de comptage d'entités chimiques ou physiques élémentaires dont l'unité est la mole. Une mole est le nombre d'atomes de carbone 12 dans 12 g de carbone 12, 1 mole correspond à $6,02214129 \cdot 10^{23}$ entités. Ces notions ne sont abordées qu'au lycée. Au sens strict du terme, une quantité de matière n'a donc pas la même dimension qu'une masse.

Description de la séquence 1

Nombre de séances : 2 (ou 3)

Durée d'une séance : 45 min à 1 h

Séance 1

Objectifs

Comparer deux objets du point de vue de leur masse ; s'approprier des outils et des méthodes : utiliser une balance.

Problématique

Comment savoir qu'un objet est plus lourd qu'un autre ? Comment comparer la masse de deux objets ?

Matériel

Deux objets divers, de tailles et de masses nettement différentes.

Pour cette séance, l'enseignant peut proposer une grande variété d'objets hétéroclites, familiers ou non à l'élève, et qui peuvent être de matière différente.

Dans un premier temps, les élèves n'utilisent pas de balance.

Première phase

QUESTIONNEMENT

Présenter deux objets aux élèves et leur demander de comparer leur masse :

« **Lequel des deux est le plus lourd ?** »

Demander à chaque élève de noter dans son cahier d'expérience quel objet, d'après lui, est le plus lourd.

IDENTIFICATION DU PROTOCOLE

Demander aux élèves :

«Comment savoir, sans disposer d'instrument de mesure, quel est l'objet le plus lourd ? ».

Faire formuler à l'oral la procédure de comparaison (une même personne soupèse les deux objets en en prenant un dans chaque main).

ESSAIS, MANIPULATIONS

Faire estimer (en soupesant les objets), lequel des deux est le plus lourd. Pour ceci, les élèves disposent, par deux, de deux objets identiques à ceux présentés à la classe entière.

RÉSULTATS ET VALIDATION

De nouveau, les élèves notent dans leur cahier lequel des deux objets est le plus lourd, le plus léger, après les avoir soupesés. Ils notent également si la réponse à la question vérifie l'hypothèse de départ. La réponse est-elle juste, erronée ou laisse-t-elle encore une incertitude ?

COMMENTAIRES

Indiquer quel objet est le plus lourd sans le soupeser est parfois impossible :

- quand il s'agit de comparer un gros objet léger et un petit objet lourd. (Exemple : une bille de jeu en verre et une balle de ping-pong) ;
- quand il s'agit de comparer des objets visuellement très semblables (Exemple : un pot rempli de grains de riz et un pot identique rempli de farine ; une balle de ping-pong et une balle de golf). Soupeser est alors nécessaire.

Il est possible de renouveler plusieurs fois l'exercice avec d'autres objets ; chaque binôme compare d'autres paires d'objets en procédant de la même manière : en les observant d'abord puis en les soupesant ensuite (toujours deux à deux).

Les deux objets de chaque paire doivent être de masses suffisamment différentes pour que la réponse soit possible après avoir soupesé les objets.

Deuxième phase

Une fois cette procédure de comparaison acquise sur des paires d'objets de masses nettement différentes, on pourra alors introduire des paires d'objets de masses proches pour lesquelles soupeser ne permettra plus de décider.

PROBLÉMATIQUE

Comment savoir objectivement qu'un objet est plus lourd qu'un autre ?

Les élèves ressentiront alors la nécessité d'une vérification expérimentale, d'une « pesée » absolue ou comparative en utilisant une balance.

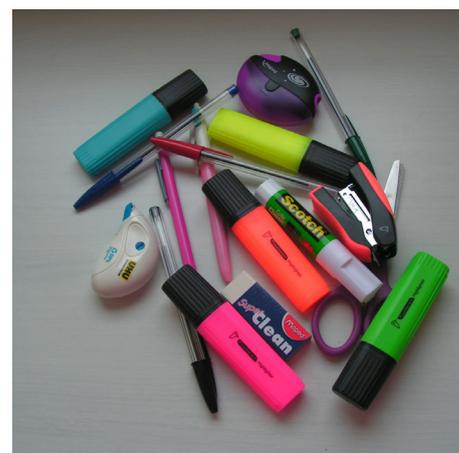
QUELLE BALANCE UTILISER ?

La balance de Roberval est un objet assez peu courant pour la très grande majorité des élèves, qui se demanderont pourquoi on n'utilise pas les balances couramment présentes chez les commerçants et à la maison. Si l'on utilise la balance de Roberval, il est bienvenu d'associer à ces séances une séquence autour de la compétence « identifier les principales évolutions du besoin et des objets » (Thème 3).

Il est tout à fait possible de ne pas utiliser une balance de Roberval mais une balance numérique ou analogique courante. Dans ce cas, l'introduction de la mesure de la grandeur masse et de son unité est faite dès cette première séance. La séquence permet alors de mobiliser les compétences du programme de mathématiques relatives aux grandeurs et mesures.

MATÉRIEL

- Balance Roberval ou balance ménagère ou scolaire
- Un lot d'objets divers et de masses relativement proches, afin que soupeser ne permette pas aux élèves d'estimer la masse. (Exemple : surligneur, paire de ciseaux, tube de colle, gomme....).



REMARQUE 1

Un point d'étape intermédiaire peut-être envisagé si les élèves ne sont pas familiarisés avec la balance de Roberval, ou ne l'ont pas utilisée au cours du cycle 2.

Le choix du plateau a-t-il de l'importance ?

L'ordre dans lequel on dépose les objets a-t-il de l'importance ?

La place de l'objet sur le plateau a-t-elle de l'importance ?

Comment interpréter ce que l'on voit quand un plateau descend, monte, quand les plateaux sont équilibrés ?

Une séance supplémentaire est alors envisageable.

REMARQUE 2

Si des balances scolaires ou ménagères sont utilisées, il faut prendre le temps de s'approprier leur utilisation et la lecture de la valeur numérique de la masse que l'on doit accompagner de son unité.

CONSIGNE

La consigne est donnée aux élèves (répartis en groupes de 4 ou 5)

Comparer et ranger les objets du plus léger au plus lourd.

Noter toutes les comparaisons ou toutes les mesures sur le cahier d'expériences.

ESSAIS, MANIPULATIONS, TATONNEMENTS DES DIFFÉRENTS GROUPES

Chaque groupe identifie le protocole à mettre en œuvre et le réalise. Les élèves notent dans leur cahier d'expériences leur protocole et leurs résultats.

Conseils : l'enseignant peut prévoir, dans le lot d'objets à comparer, deux objets ayant la même masse.
C'est l'occasion pour les élèves d'utiliser les signes mathématiques « >, < et = » dans leurs écrits individuels.

CONFRONTATIONS DES PROTOCOLES

Par groupe, les élèves présentent leur protocole et leurs résultats.

CONSTRUCTION COLLECTIVE DE LA TRACE ÉCRITE

Ce qu'il faut retenir : pour comparer objectivement la masse de deux objets, il faut utiliser une balance.

Séance 2**Objectifs**

Mettre en évidence qu'un échantillon d'air a une masse, comme tout échantillon de matière.

Pré requis

Les élèves connaissent les trois états de la matière.

Au cycle 2, les élèves ont mis en œuvre des expériences montrant l'existence de l'air, ses effets et quelques propriétés.

Situation déclenchante

- Présenter aux élèves trois pots, identiques et avec bouchon, remplis complètement d'eau, de pâte à modeler et d'air.
- Demander aux élèves si on peut répondre a priori aux deux questions : quel est le pot le plus lourd ? Quel est le pot le plus léger ? Il est vraisemblable que le pot contenant de l'air soit qualifié de « pot vide » par des élèves, et donc de plus léger. Même si ce résultat est vrai, cette justification ne l'est pas. Il s'agit de rappeler ici la matérialité de l'air.
- Faire rappeler / reconnaître les trois états de la matière ; faire identifier les caractéristiques des solides, liquides, gaz.
- Formuler le problème ainsi apparue : peut-on prouver que le pot contenant de l'air n'est effectivement pas « vide » ? Un échantillon d'air a-t-il une masse ? Peut-on mesurer la masse d'un échantillon d'air ?

Problématique

Un échantillon d'air a-t-il une masse ?

Problématique

En indiquant ou pas aux élèves le matériel dont ils pourront disposer (balance + deux ballons gonflés de même taille et de même masse + une pompe pour gonfler/dégonfler les ballons).

Déroulement de la séance

CONSIGNE POUR LA MISE EN RÉFLEXION DES ÉLÈVES

Imaginer un protocole pour montrer qu'un échantillon d'air a une masse.

Le professeur valide le protocole proposé, fournit le matériel demandé et laisse manipuler les élèves par groupe (si le nombre de ballons disponibles est suffisant) ou alors met lui-même en œuvre un protocole imaginé par les élèves.

MANIPULATION (PAR LE PROFESSEUR OU PAR LES GROUPES D'ÉLÈVES)

Deux ballons de même masse sont également gonflés devant les élèves. En les plaçant sur les plateaux d'une balance de Roberval initialement à l'équilibre, on vérifie qu'ils ont la même masse. Puis l'un des deux est dégonflé en partie. Il faut vérifier que ce ballon dégonflé contenant donc moins d'air que l'autre sera plus léger. On peut réaliser l'expérience avec une balance électronique ménagère ou scolaire à un plateau : on compare alors les valeurs des masses mesurées.

QUESTIONNEMENT ORAL

Lequel des deux ballons sera le plus lourd ? Comment le vérifier ?

MANIPULATION

Vérifier à l'aide de la balance (Réinvestissement du mode opératoire utilisé à la séance 1).

REMARQUE

Choisir des ballons qui en se dégonflant partiellement gardent leur volume. Éviter les ballons de baudruche ; privilégier les ballons de basket ...

ASTUCE

On peut faire tenir un ballon rond sur un plateau de balance ne présentant pas de bords relevés en le posant sur un bouchon de bouteille d'eau minérale retourné. Ne pas oublier l'étape de tare de la balance dans ce cas.

REPRÉSENTATION

Dans le cahier d'expérience, les élèves schématisent la manipulation et son résultat. Ils rédigent une description de la manipulation, de leurs observations et de leurs conclusions.

VÉRIFICATION DES PRODUCTIONS ÉCRITES

L'enseignant vérifie la justesse de la rédaction et de la représentation : niveaux des plateaux de la balance ; orientation de l'aiguille de la balance.

CONSTRUCTION COLLECTIVE DE LA TRACE ÉCRITE

La masse d'un ballon gonflé est plus élevée que celle d'un ballon identique mais dégonflé. L'air a donc une masse.

Ce qu'il faut retenir : tout échantillon de matière liquide, solide ou gazeuse possède une masse.

Description de la séquence 2

Nombre de séances : 3

Durée d'une séance : 45 mn à 1 h

Séance 1**Objectifs**

Peser et comparer la masse d'objets constitués de matière différente ; identifier quelques matériaux.

Problématique

Peut-on caractériser un échantillon de matière par sa masse ?

Matériel

Différents objets et des balances

Choisir un lot d'objets de matière différente, (verre, plastique, acier, liège, polystyrène, bois ...).
Prévoir des objets ayant le même volume et en matériaux différents et des objets de volumes différents dans un même matériau.

Exemples :

- billes d'acier, billes de verre, billes de polystyrène, billes de bois, boules en acier (boules de pétanque), en plastique (boule de pétanque vidée de son eau), boules en polystyrène, boules en liège ... ;
- objets en forme de cubes, de plaques, de cylindres ;
- échantillons « plats » (= de faible épaisseur) de même taille (papier, carton, tissus, films plastiques, plaque de métal...).

Déroulement de la séance

QUESTIONNEMENT ORAL

- Inviter les élèves à décrire les objets (forme, volume ...) et le matériau qui les constitue (acier, verre, matière plastique, liège, tissu, papier, carton ...).
- Interroger les élèves sur la comparaison de masse de deux objets de même forme, mais de tailles différentes, constitués du même matériau et faire émerger l'idée que dans ce cas, le plus volumineux est le plus lourd.
- Interroger les élèves sur la comparaison de deux objets de même volume (deux sphères identiques par exemple) mais de matériaux différents et faire émerger que l'on ne peut répondre a priori (cf. séquence 1).

REFLEXION EN GROUPE ET FORMULATION DES CONDITIONS DE CARACTERISATION PAR LA MASSE D'UN ECHANTILLON DE MATIERE

Les élèves, par groupes, formulent des propositions de réponse à la problématique. Chaque groupe dispose d'une balance et peut réaliser toutes pesées nécessaires des objets mis à disposition.

CONFRONTATION DES RESULTATS ET STRUCTURATION COLLECTIVE

Ce qu'il faut retenir :

Si deux objets sont constitués de la même matière, celui qui a le volume (la taille) le plus grand a aussi la masse la plus élevée.

On ne peut pas conclure pour deux objets faits de matière différente : la masse de deux objets de même volume faits de matière différente est généralement différente. Par exemple, la masse d'une bille d'acier de 1 cm de rayon est plus lourde qu'une bille en bois de même rayon.

Si deux objets de même volume (« de même taille ») ont des masses différentes, alors ils sont faits de matières différentes.

Séance 2

Objectif

Comparer les masses d'un litre de différents liquides.

Matériel par groupe :

Selon que l'on centre l'activité sur la mobilisation des compétences de proportionnalité et conversion de volume (possibilité 1) ou sur la réalisation expérimentale (transvaser des liquides, entraînement à la mesure d'un volume précis – possibilité 2), ou si l'on souhaite mettre en place de la différenciation, on choisira la liste de matériel adaptée.

Possibilité 1 : une balance ; une bouteille de 50 cL d'eau et une bouteille de 50 cL d'un autre liquide parmi : sirop (type grenadine), huile, lait ou un seul de ces quatre liquides. On veille à ce que les contenants soient rigoureusement les mêmes.

Possibilité 2 : une balance ; une bouteille d'eau et une bouteille d'un autre liquide parmi : sirop (type grenadine), huile, lait, ou une seule bouteille de l'un de ces quatre liquides ; un récipient gradué de 1 L (de laboratoire ou un verre doseur). On veillera à ce que tous les groupes aient le même récipient gradué.

CONSIGNE

La consigne est donnée aux élèves (répartis en groupes) :

« **Déterminer expérimentalement la masse d'un litre du ou des liquides dont dispose le groupe** ».

ESSAIS, MANIPULATIONS, TATONNEMENTS DES DIFFÉRENTS GROUPES

Chaque groupe identifie le protocole à mettre en œuvre et le réalise, selon le matériel à disposition.

Les élèves notent dans leur cahier d'expériences le protocole, schématisent les expériences et notent leurs résultats.

ACCOMPAGNEMENT AU RAISONNEMENT (EVENTUELLEMENT DIFFÉRENCIE) PAR LE PROFESSEUR

Pour les groupes ayant déterminé la masse de 50 cL de liquide, il faut accompagner le raisonnement permettant d'en déduire la masse d'un litre de ce même liquide :

- la conversion d'unité entre cL et L est mobilisée (programme de mathématique) pour affirmer que 50 cL c'est la moitié d'un litre ($2 \times 50 = 100$; $100 \text{ cL} = 1 \text{ L}$) ;
- un raisonnement possible : on s'appuie sur l'hypothèse (à expliciter mais non vérifiée ici) d'une proportionnalité entre la masse de l'échantillon et son volume : la masse d'un litre de liquide vaut le double de la masse de 50 cL de ce liquide ;
- autre démarche : on pèse deux bouteilles de 50 cL d'un même liquide en même temps, et on lit directement la masse d'un litre de ce liquide.

NB : si l'on fait l'hypothèse que les masses des contenants sont les mêmes et que l'on s'affranchit de l'étape de tarage de la balance avec le contenant vide avant de peser le liquide étudié, il est essentiel de l'expliquer. Il est cependant préférable de proposer aux élèves de pratiquer une démarche rigoureuse de pesée avec l'opération de tarage, qui fera au besoin l'objet d'une séance préalable.

CONFRONTATIONS DES PROTOCOLES

Par groupe, les élèves présentent leur protocole et leurs résultats.

Les résultats peuvent être présentés sous forme de tableau complété collectivement (mobilisation possible de l'outil numérique ; traitement de texte ou tableur).

CONSTRUCTION COLLECTIVE DE LA TRACE ÉCRITE

Ce qu'il faut retenir : des volumes identiques de matières liquides différentes n'ont pas la même masse ; à volume égal, tous les liquides n'ont pas la même masse.

Par exemple, un litre d'huile a une masse inférieure à celle d'un litre d'eau ; un litre de sirop de grenadine a une masse supérieure à celle d'un litre d'eau.

Séance 3

Objectif

Déterminer expérimentalement la masse d'un litre d'air.

Matériel

Balance (sensibilité 0,1 g), ballon de basket, aiguille creuse pour dégonfler le ballon, pompe pour gonfler le ballon, un tuyau flexible, une bouteille de 1 litre, un grand cristalliseur ou tout autre grand récipient large).

Déroulement de la séance

PRESENTATION DE L'EXPERIENCE

Le professeur présente l'expérience de récupération de gaz par déplacement d'eau.

UTILISATION DE CETTE EXPERIENCE POUR CONSTRUIRE LE PROTOCOLE PAR MISE EN COMMUN A L'ORAL DES PROPOSITIONS DES ELEVES PUIS REALISATION PAR LE PROFESSEUR.

Le ballon bien gonflé au départ est pesé, puis une partie de l'air est sortie du ballon et recueillie dans la bouteille par déplacement d'eau. Recueillir 1 litre d'air, puis peser à nouveau le ballon.

La différence de masse correspond à la masse de 1 litre d'air.

AUTRE PROPOSITION

Projeter le film « [Comment peser l'air ?](#) ».

Donner la consigne aux élèves de prendre quelques notes pendant cette vidéo, pour pouvoir l'exploiter ensuite.

Il convient d'expliciter l'exploitation et d'oraliser le raisonnement pour qu'il puisse être ensuite écrit.

« On a enlevé $1,5 + 1,5 = 3$ L d'air du ballon. La masse du ballon a alors diminué de 4 g.
Cela signifie que 3 L d'air ont une masse de 4 g.
1 L d'air, c'est un tiers de 3 L.
1 L d'air a donc une masse égale à un tiers de 4 g, soit $4 \div 3 = 1,3$ g. »

Les élèves travaillent individuellement ou en binôme pour :

- rédiger un compte rendu de l'expérience et écrire le raisonnement qui permet de déterminer la masse d'un litre d'air à partir des mesures réalisées ;

Ou

- répondre à des questions comme par exemple :

Décrire l'expérience réalisée (texte et/ou schémas).

Quelle est la masse du ballon gonflé ?

Quel volume d'air a été extrait du ballon ?

Quelle est la masse du ballon dégonflé ?

Calculer la masse d'air extraite du ballon.

Calculer la masse d'un litre d'air.

CONSTRUCTION COLLECTIVE DE LA TRACE ÉCRITE

Ce que l'on conclut : un litre d'air a une masse d'environ 1,3 gramme (dans les conditions normales de température et pression).

Ce que l'on retient : on peut déterminer expérimentalement la masse d'un litre d'air.

Autres ressources sur le thème de la matière

- [Exemple de progression des apprentissages sur le thème de la matière](#)
- Approfondir ses connaissances « [Quelques éléments de connaissance relativement aux états de la matière et aux mélanges](#) »
- Des exemples de séquences :
 - [Masse et volume](#) ;
 - [Masse et matière \[2\]](#).

Retrouvez Éduscol sur

