

Enseignement-apprentissage de la masse et du volume en cycle 3

.....

Sandra Javoy

Journées académiques des Ecoles MPLS en CVL
11 juin 2024

Maison pour la
science
AU SERVICE DES PROFESSEURS



LDAR

LABORATOIRE DE DIDACTIQUE
ANDRÉ REVUZ



RECHERCHE
EN DIDACTIQUE
DES SCIENCES

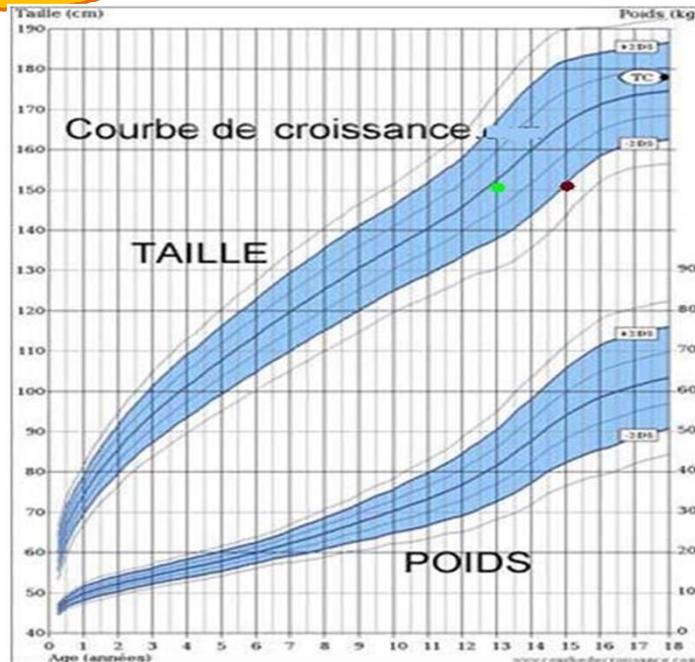
Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien

Unité S.I. : g



haricots verts extra fins
Ingrédients : haricots verts, eau, sel.
Conseils de conservation : Avant ouverture : craint la chaleur et l'humidité. Après ouverture : conserver au réfrigérateur dans un récipient hermétique et consommer dans les 3 jours.
A consommer de préférence avant la date indiquée sur l'un des fonds de la boîte.
Conseils de préparation : rincer et égoutter les haricots verts. Les faire chauffer dans l'eau bouillante et salée ou consommer froid en salade.
Produit de la ferme familiale.

Poids net :	Poids net égoutté :	Contenance :
660g	345g	720ml



Un même objet aura la même masse mais un poids différent



et



poids dépend de l'altitude

Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien

Unité S.I. : g

Sens mathématique de « volume » : renvoi aux formes solides (cube, pavé, sphère) par comparaison/opposition aux formes simples (carré, rectangle, disque) et à sa mesure par l'utilisation de relations mathématiques

Extraits de entretiens avec élèves de CM2 et 6^e :

S : « le **volume** c'est quand on peut le **voir en 3D** par exemple une **forme** c'est quand on peut le **dessiner** juste comme ça par exemple **sur une feuille** » [õ]

E : « quand on prend un crayon et qu'on forme un **carré sur la feuille on dit pas un cube parce que c'est un carré** »

S : « oui là c'est on voit qu'une face »

E : « et **un cube c'est vraiment tout õ c'est toutes les faces** »

An : « **le volume c'est la la forme de l'objet** [õ] ça peut être heu en rond / en pavé [õ] une sphère »

Volume : rend compte de l'espace occupé par la matière

Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien

Unité S.I. : g

Extrait d'un entretien avec une élève de 6^e / qu'est-ce que la masse :

« en cuisine on se / ben les les masses comme ça on mesure en grammes / ben ça dépend heu c'est quoi si c'est du liquide on mesure en millilitres ou en litres en centilitres aussi »

=> Confusion masse et volume, associé à une quantité de matière

Maths

Forme /Figure
géométrique

Quotidien

L / liquides

Volume : rend compte de l'espace occupé par la matière

Unité S.I. : m³

Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien

Unité S.I. : g

Confusions
chez les élèves

Extensives

Relation de
proportionnalité

? ? ??

Maths

Forme /Figure
géométrique

Quotidien

L / liquides

Volume : rend compte de l'espace occupé par la matière

Unité S.I. : m³

Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien



Unité S.I. : g

Extraits de entretiens de élèves de 6^e avec un bloc de pâte à modeler :

« le volume [de pâte à modeler] va être différent [õ] parce qu'on a / on a changé la forme de / de la pâte à modeler »

« ben là il [i.e. le volume] est plus petit / enfin parce que avant c'était c'était une une sphère maintenant c'est plutôt un un espèce de cône »

Se conservent / division & déformation

Maths

Forme /Figure géométrique



Idem / volume de eau contenue dans une bouteille

Quotidien

L / liquides

Volume : rend compte de l'espace occupé par la matière

Unité S.I. : m³

Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien

Additive

Unité S.I. : g

Confusions
chez les élèves

Extensives

Relation de
proportionnalité

? ? ??

Se conservent
/ division &
déformation

Maths

Forme /Figure
géométrique

Parfois
additive

Par exemple, en mélangeant 20mL d'eau à 30mL d'éthanol, le volume total obtenu est d'environ 48mL

Volume : rend compte de l'espace occupé par la matière

Unité S.I. : m³

Masse : rend compte de la quantité de matière dont un corps est composé

1901

Poids

Quotidien

Additive

Constante / T

Unité S.I. : g

Dilatation / contraction



de
nalité

Se conservent
/ division &
déformation

Maths

Forme / Figure
géométrique

Parfois
additive

Variable /
changement de T
ou d'état

Quotidien

L / liquides

Volume : rend compte de l'espace occupé par la matière

Unité S.I. : m³

Cycle 3 (BO de 2023) :

Matière, mouvement, énergie, information

États et constitution de la matière à l'échelle macroscopique

Les mesures de masse et de volume, puis l'exploitation de la relation de proportionnalité entre la masse et le volume d'un même corps homogène, préparent l'introduction du concept de masse volumique au cycle 4.

[6]

Connaissances et compétences attendues en fin de cours moyen	Connaissances et compétences attendues en fin de sixième
<p><i>Masse et volume</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Comparer les masses de différents corps à l'aide d'un dispositif simple qui peut être conçu par les élèves (poulie et cordelette, balance romaine, à fléau, à plateaux).• 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, quintal, kilogramme, gramme et milligramme).• Mesurer le volume d'un liquide et mesurer celui d'un solide par déplacement de liquide.	<p><i>Masse et volume</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Mesurer un volume de gaz par déplacement de liquide.• 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.• Mettre en évidence expérimentalement un critère pour prévoir la position respective de deux couches liquides non miscibles superposées (comparaison de leurs masses pour un même volume).

Dès le cycle 3 : approche de la masse et du volume majoritairement par la mesure, utilisation de la relation de proportionnalité entre les deux, leurs unités et très peu en dehors d'une quantification de ces grandeurs

=> approches quantitative et mathématique de ces grandeurs physiques

Ce que disent les psychologues et les chercheurs en didactique des sciences (Javoy, 2024) :

- Piaget et Inhelder (1941) : **difficile pour les enfants de moins de 11-12 ans de différencier les grandeurs masse et volume** ; la dissociation ne s'opérerait que lorsque les enfants comprennent que le volume d'eau déplacée par un objet immergé dans l'eau est indépendant de sa masse et ne dépend que de son volume
- Hashweh (2016) (et déjà Piaget et Inhelder en 1941) : **la conceptualisation de la masse volumique par les élèves ne peut se réaliser en dehors d'une compréhension du sens physique du volume** et la connaissance de certaines caractéristiques macroscopiques du volume (sa conservation lors d'un changement de forme notamment)
- Hashew (2016) précise que : « *Students who had a good understanding of displacement volume were much more likely to understand the concept of density* » (ibid., p. 15)

=> Masse, volume (et masse volumique) : pour les élèves grandeurs difficiles à comprendre/construire

Ce que disent les psychologues et les chercheurs en didactique des sciences / approche des grandeurs physiques (Javoy, 2024) :

- Piaget (1971) :
« *l'enfant peut découvrir beaucoup et aller très loin sous une forme simplement qualitative et logique. Il est capable de comprendre le phénomène au moyen de simples fonctions, sans métrisation. Par contre, si on le met immédiatement en présence de lois avec leur expression métrique, il aura beaucoup plus de peine* » (propos retranscrits par Pallascio et Jonnaert, 2007, p. 69).
- Molvinger et al. (2017) :
« *Les travaux de recherche en psychologie et en didactique menés sur l'enseignement des grandeurs depuis de nombreuses années suggèrent d'aborder chaque grandeur à partir d'activités de comparaisons directes, puis indirectes avant d'introduire la mesure de ces grandeurs* » (ibid., p. 140)

=> Suggestion des didacticiens et des psychologues : aborder les grandeurs physiques au travers d'expériences, mais dans un premier temps en dehors du nombre et de la mesure, notamment par des activités de comparaison sinon

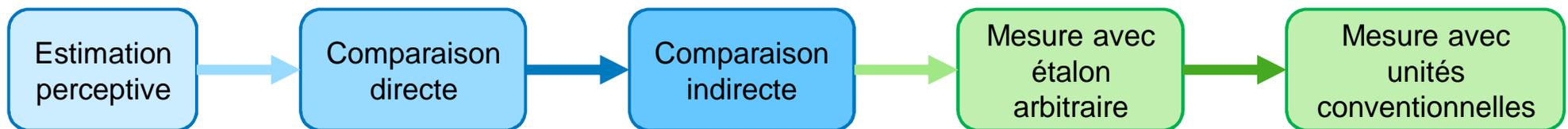
- Dawkins et al. (2008) et Akatugba et Wallace (1999) : une introduction précoce du formalisme mathématique et l'utilisation de relations mathématiques peuvent détourner les élèves du sens de certaines grandeurs et faire écran à leur conceptualisation

Extrait d'une expérimentation en 3^e :

Après avoir réalisé des mesures de masses et de volumes permettant de calculer des masses volumiques à partir de la relation entre m , V et ρ :

« alors là on va faire des sciences [où] c'est masse sur volume »

=> Approche progressive des grandeurs masse et volume :



Munier et Maisch (2024)

Masse :

*« On ne connaît jusqu'à présent aucun meilleur moyen pour déterminer les quantités de matières qu'on emploie dans les opérations chimiques, & celles qu'on obtient par le résultat des expériences, que de les **mettre en équilibre avec d'autres corps qu'on est convenu de prendre pour terme de comparaison** »*

(Lavoisier, traité élémentaire de chimie, Tome I, 1789)

Jusque vers 1800 : absence d'une uniformité des unités de mesure

Masse :



Plus lourd/léger que \tilde{o}
avec le corps

Plus lourd/léger que \tilde{o}
avec balances à bras de leviers égaux

Comparaison indirecte puis
avec un étalon arbitraire

Limite de notre sens baryque
=> Nécessité de passer par un
instrument (de comparaison directe)



Avant introduction de la
mesure et de l'unité de masse

Différents types de balances en fonction de :

- Masse à peser,
- Précision souhaitée

Volume :

« *Les corps sont égaux desquels les contenus des lieux qu'ils occupent sont égaux, ou desquels étant mis en quelque humide [õ] font sortir de l'humide autant l'un que l'autre [õ] Ils seront aussi de diverses grandeurs ou de grandeurs inégales si les contenus des lieux qu'ils occupent sont inégaux et aussi s'ils font sortir de l'humide inégalement [õ] Ce sont ceux desquels les contenus des lieux sont plus grands, ou ceux qui font sortir plus de l'humide [qui] sont plus grands de grandeur »*

(Forcadel, 1565, traduisant les écrits de Euclide et d'Archimède)

Plus ou moins gros => prend plus ou moins de place et lors de l'immersion dans un liquide, fait sortir plus ou moins de liquide

Volume :



=> Nécessité d'avoir travaillé au préalable que le volume d'eau déplacé = volume du solide (et donc d'avoir des solides plus denses que l'eau)

Plus gros/petit que \tilde{o} avec les yeux

Plus gros/petit que \tilde{o} avec « volume » d'eau déplacé

Méthodes de détermination quantitative du volume d'un solide et d'un liquide

Limite de notre perception visuelle
=> Nécessité de passer par un « instrument » de comparaison (in)directe

Mesure d'un volume :

- ✓ pour les solides de forme géométrique simple => relations mathématiques
- ✓ pour les liquides et les solides granulaires => à l'aide d'un récipient gradué
- ✓ pour les solides de toutes formes => par immersion du solide dans un liquide (vase à débordement + éprouvette graduée)

Lien vers proposition de séquence de enseignement du volume en cycle 3 (p. 345 du pdf) :
<https://ardist.org/wp-content/uploads/2024/01/Apres-les-12e-Rencontres-scientifiques-de-IARDIST.pdf>

Merci pour votre attention ò

Place aux questions ò

et pour de futurs échanges : sandra.javoy@univ-orleans.fr