

126 grammes



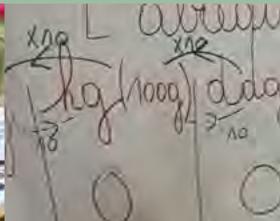
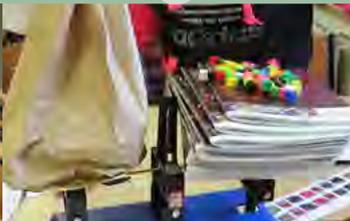
La science qui se vit ; des démarches
méthodologiques pratiquées dans l'enseignement fondamental
à propos du poids et de la masse.

Initiatives - Dynamique - Collaboration

Formation - Action - Expérimentation

Hypothèses - Reflexion Méthodologique

Enfant - Acteur - Initiatives - Dynamique





INTRODUCTION	4
DES PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES QUI NOUS ONT GUIDÉS	6
ON DIT « POIDS » OU ON DIT « MASSE » ?	8
COMPARER LE POIDS DE DEUX OBJETS	10
LA BALANCE À PLATEAUX	12
COMPARER LE POIDS DE TROIS OBJETS OU PLUS	25
UTILISER DES ÉTALONS NATURELS	34
DONNER DU SENS AUX UNITÉS CONVENTIONNELLES	38
APPROCHER LA NOTION DE GRAVITATION	46
REVENIR AUX LEVIERS	54
COMMENT EST NÉE CETTE BROCHURE ?	56
LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR MENER LES ACTIVITÉS	59
PARTENAIRES ET RESSOURCES	60
OUVRAGES	61

EMBALLÉ, C'EST PESÉ !

Vendredi, jour du marché.

« Je voudrais 1 kilo de carottes et 300 grammes de framboises. »

« Voici vos 2 litres de lait, merci. »

« Je choisis ce tissu, je voudrais un morceau de 3 mètres de long. »

En utilisant les mêmes unités de référence, clients et commerçants se comprennent, il n'y a pas de malentendu.

Il n'en a pas toujours été de la sorte.

Jusqu'au XVIII^{ème} siècle, il n'existait aucun système de mesure unifié.

On achetait 1 pinte de lait, 2 pieds de tissu ou 3 livres de carottes.

Mais quand on sait que le pied français était plus long que le pied romain, que la livre et la pinte variaient d'une région à l'autre, ici 952 millilitres et là 2,380 litres, on n'est pas surpris de lire que cette situation était souvent source d'erreurs et de fraudes lors des transactions commerciales.

Plus le commerce et l'industrie s'émancipaient et plus la nécessité d'une harmonisation se faisait sentir.

La révolution française mit un terme à cela. Des étalons équitables, des référents uniques apparurent.

En 1793, le mètre est adopté comme unité de mesure de longueur de référence.

Le mètre coupé en 10 donnait le décimètre. Puis vinrent

- une unité de superficie : l'aire d'un carré de 1 dm de côté, le dm²

- une unité de volume : le volume d'un cube de 1 dm d'arête, le dm³

- une unité de capacité : la contenance de ce dm³, 1 L

- une unité de poids : le poids de ce litre d'eau, 1 kg

C'est ainsi que naquit le système métrique¹.

Cette nécessité nous paraît maintenant tellement évidente.

Faisons ressentir aux élèves cette même nécessité au sein de la classe. Mettons-les dans des situations problématiques qui appellent un langage commun. Et le système des unités conventionnelles prendra sens aux yeux des élèves.

L'accent a été mis sur la progressivité. Passons de la mesure ressentie vers la nécessité de dépasser les perceptions subjectives. Comparons les objets avec des étalons naturels pour évaluer leur poids avant d'introduire les unités conventionnelles.

N'installons pas trop rapidement l'abaque sans qu'il ne soit lié à un vécu concret.

Privilégions une approche graduelle des notions de poids et de masse en enrichissant progressivement le niveau de formulation des structurations. Utilisons des vécus en lien avec les grandeurs envisagées.

Partons à la découverte du monde des pesées, omniprésentes dans notre quotidien.

Cette brochure relate des séquences menées en classe, de la première maternelle à la sixième primaire autour des notions de masse et de poids. La balance a été au cœur de toutes les séquences : sa fabrication, son fonctionnement, ses utilisations... Durant toutes les activités d'apprentissage, les enseignants partenaires ont vogué à la frontière entre les sciences et les mathématiques, approchant des contenus habituellement rattachés à ces dernières grâce à une démarche de recherche telle que nous la vivons habituellement en sciences.



LES PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES QUI NOUS ONT GUIDÉS

Afin d'assurer une bonne maîtrise par les élèves de ces notions de masse et de poids, les activités réfléchies par Hypothèse et menées dans les classes des enseignants partenaires respectent ces principes méthodologiques inspirés des ouvrages de Françoise Lucas², Nicolas Rouche³ et Bernadette Guéritte-Hess⁴.

DÉCOUVRIR LES GRANDEURS PAR LE CORPS ET EN PERCEVOIR LA SUBJECTIVITÉ

- Consacrer suffisamment de temps à des explorations concrètes, physiques et corporelles pour introduire la nécessité de dépasser la subjectivité des perceptions.

RECOURIR À BEAUCOUP DE MATÉRIEL DE CYCLE EN CYCLE

- Utiliser des objets de l'environnement de l'enfant.
- Penser un matériel commun qui suit les élèves tout au long de la scolarité.

S'ATTARDER SUR L'APPROCHE QUALITATIVE DES GRANDEURS ET EXPLORER LE FAIT QUE « MESURER, C'EST COMPARER »

- Comprendre que les grandeurs existent en dehors du champ des nombres.
- Passer de « C'est lourd, léger » à « C'est plus lourd que, plus léger que ... ».
- Introduire la nécessité d'un étalon commun pour dépasser la comparaison objet à objet.
- Travailler avec des étalons naturels.
- Laisser découvrir et admettre que le mesurage ne tombe pas juste.
- Travailler le choix de l'étalon.
- Construire la notion de systèmes d'unités avec des étalons naturels (1 paille mauve = 10 pailles jaunes ...) ou en dehors de la base 10 (1 paille mauve = 3 pailles jaunes ...)

SE CONSTRUIRE DES REPÈRES DANS LES SYSTÈMES CONVENTIONNELS

- Éviter d'aller trop vite vers de la mécanisation des abaques.
- Travailler les images mentales afin qu'elles soient solides, que les élèves aient des repères (se représenter le kilogramme, le gramme)
- Manipuler des objets, comparer des objets familiers à l'enfant.

TESTER LA PERTINENCE DES DÉMARCHES POUR LES MOBILISER À BON ESCIENT

- Éviter de limiter les enfants à une seule procédure.
- Solliciter plusieurs façons de faire, les faire tester et comparer afin de dégager la pertinence d'une ou de plusieurs démarches par rapport à la situation.
« Quand est-ce mieux de procéder comme ceci ? ».

DÉCOUVRIR, DÉVELOPPER UN VOCABULAIRE PARTICULIÈREMENT LARGE

- S'approprier un vocabulaire spécifique pour enrichir, de façon générale, le niveau de formulation et pour se donner le moyen de mieux décrire et faire comprendre les situations.

DÉCOUVRIR, PAR LES GRANDEURS, L'ICI ET L'AILLEURS, L'AUJOUR'HUI ET L'HIER

- Faire des liens avec l'éveil historique et géographique.

PRATIQUER L'INTERDISCIPLINARITÉ EN LIEN AVEC LES GRANDEURS

- Multiplier les situations dans lesquelles les grandeurs s'immiscent dans d'autres disciplines : éveil artistique, développement corporel, éducation aux médias ...

ON DIT « POIDS » OU ON DIT « MASSE » ?

FAUT-IL LES DISTINGUER À L'ÉCOLE FONDAMENTALE ?

La réponse à cette question fut une de nos premières préoccupations dans ce projet car l'acquisition de la différence entre ces deux notions n'est pas accessible à l'élève de l'école fondamentale et lui imposer un usage adéquat des mots poids et masse selon des contextes qu'il ne perçoit pas a peu de sens.

*Quand allions-nous dire masse ? Quand allions-nous dire poids ?
Dans quel contexte aborder la différence entre ces deux concepts ?*

Nous avons décidé d'utiliser le mot poids le plus souvent sans bannir le mot masse. Deux ouvrages de référence nous ont confortés dans notre choix.

Le livre-outil de Françoise Lucas « *Explorer les grandeurs, se donner des repères* » (2013) défend l'idée d'introduire le terme poids plutôt que la masse et se rallie pour cette question aux arguments de Nicolas Rouche, développés dans son ouvrage « *Du quotidien aux mathématiques. Nombres, grandeurs, proportions* » (2006).

Tout d'abord, Nicolas Rouche rappelle qu'au quotidien, l'enfant est davantage confronté au mot poids.

Il achète les fraises au poids. Et s'il met trop de sucre sur celles-ci, on lui dit qu'il va prendre du poids. Il entend dire de son copain que c'est un poids plume...

Le mathématicien évoque la proportionnalité entre le poids et la masse en un lieu donné de la terre. Les corps sont attirés vers le bas et pour les soulever, il faut un effort d'autant plus grand qu'ils ont plus de poids (ou de masse, puisqu'il y a proportionnalité entre ces deux grandeurs). Poids et masse sont deux notions intimement (ou fortement) liées dans le quotidien.

Les balances de cuisine ainsi que les pèse-personnes mesurent une force (de compression ou d'extension d'un ressort par exemple) qui devrait être exprimée en newton, l'unité de mesure du poids. Mais pour notre facilité, elles retranscrivent le résultat selon des unités de masse, le kilogramme par exemple. La confusion est donc entretenue.

La troisième raison avancée est que, pour ressentir la différence entre ces deux grandeurs, il faudrait vivre des situations un peu inhabituelles.

En effet, pour comprendre cette différence entre poids et masse, il faut s'intéresser à ce qu'il se passe en d'autres lieux, que ce soit sur la terre (sommet de l'Himalaya ou niveau de la mer), sur une autre planète, sur la lune ou dans un satellite artificiel.

Un corps ne change pas de masse lorsqu'il est transporté sur la lune, mais il change de poids puisque la lune l'attire moins que la Terre. En effet, le poids d'un corps varie en fonction de l'endroit où celui-ci se situe, son poids varie en fonction des différentes gravités.

Par contre, la masse est la quantité de matière déterminée pour ce corps, à un moment donné.

Maîtriser la distinction masse/poids ne peut se faire complètement au fondamental. C'est très progressivement que les bases de cette distinction seront construites.

Dans cette brochure est décrite une démarche mise en place dans une classe de 6ème primaire qui permet aux élèves de commencer à comprendre cette différence.

Nous renvoyons le lecteur intéressé, désireux d'approfondir cette réflexion, aux ouvrages de référence repris dans la bibliographie à la fin de cette brochure.

COMPARER LE POIDS DE DEUX OBJETS



LOURD OU LÉGER ?

C'est par cette question toute simple que les enseignants ont décidé d'initier leur projet avec les enfants.

Il est demandé à chaque enfant de dessiner quelque chose qui leur semble lourd et quelque chose qui leur semble léger.

L'ensemble des dessins est alors affiché au tableau, en deux colonnes. Très rapidement, les enfants font le constat que certains objets identiques se retrouvent dans les deux colonnes, en fonction de l'enfant qui l'a dessiné.

L'enseignant insiste alors sur le caractère subjectif de la réponse à la question posée. Cela dépend de la perception de chacun, de son âge, sa force...

Pour les enfants, cela devient évident qu'un outil de mesure, venant objectiver les perceptions de chacun, va être incontournable dans le cadre de ce projet.



Comprendre qu'un objet n'est pas lourd ou léger dans l'absolu. Malgré tout son intérêt dans le cadre de cette mise en situation, notamment car elle fait apparaître le caractère subjectif de l'appréciation de chacun, cette question devra rapidement être abandonnée. En effet, celle-ci est insoluble. À moins d'aller dans les extrêmes, il est difficile de trouver des objets de la vie courante qui seront classés à l'unanimité dans l'une ou l'autre catégorie (objet lourd/objet léger). Même le frigo, qui semble lourd pour la majorité des gens, peut paraître léger pour le déménageur qui en déplace tous les jours. Cette question sera donc remplacée par une question de ce type : « Quel objet est le plus lourd parmi cette collection ? ». En résumé, il s'agit de passer de « c'est lourd, c'est léger » à « c'est plus lourd que, c'est plus léger que ».

Les enfants de maternelle associent souvent poids et volume. Pour eux, un objet volumineux est forcément lourd. Dans la situation suivante, le choix des objets à sérier contribue à déconstruire cette conception erronée.

L'enseignant propose aux enfants deux boîtes de volumes très différents et leur demande de repérer la plus lourde des deux sans les toucher. Le choix des élèves se base exclusivement sur la taille des boîtes.

« C'est la plus grosse la plus lourde. »

Les enfants sont ensuite autorisés à soulever les deux boîtes pour vérifier. La surprise est grande. C'est la plus petite boîte qui est la plus lourde ! En effet, l'enseignant avait placé, dans les boîtes, des quantités variables de sable. La taille n'est donc pas toujours un bon indice sur le poids d'un objet. Les deux boîtes sont laissées à disposition des enfants dans un coin de la classe pendant plusieurs semaines permettant à ceux-ci de revenir les manipuler de nombreuses fois. C'est la répétition de ces manipulations libres qui permettra d'ancrer durablement le savoir visé par l'enseignant.

Une autre activité permettant de déconstruire le lien fait par les enfants entre taille et poids est de leur proposer un concours. La classe est divisée en deux groupes.

Chaque groupe reçoit une boîte et le défi est de la remplir pour que celle-ci soit plus lourde que la boîte de l'autre groupe.



Spontanément les enfants se mettent à la recherche d'objets volumineux, ils se disputent le gros nounours du coin poupée. Une fois les boîtes réalisées, une balance à bascule départage les deux groupes. Surprise, ce n'est pas la boîte qui contenait le plus gros objet qui l'emporte. À nouveau, cet atelier est laissé en place pendant plusieurs semaines. Cette répétition est vraiment nécessaire pour permettre de modifier durablement les conceptions erronées de tous les enfants.

On pourrait compléter ces activités en proposant des contenants transparents et de même volume, remplis de diverses matières : plumes, sable, billes de bois, air... et les ordonner afin de comprendre que, selon le contenu, les boîtes de volume identique sont plus ou moins lourdes.

Dans une autre classe, une conception fréquemment évoquée par les enfants est que le poids de quelqu'un est lié à son âge. Si cela s'avère exact lorsque l'on compare un élève de première maternelle avec un élève de quatrième primaire, cela n'est pourtant pas toujours le cas. En effet, quelle ne fut pas la surprise des enfants lorsqu'ils se sont aperçus que le crocodile à bascule était à l'équilibre lorsque leur enseignant et son collègue s'y assyaient. Ils n'ont pourtant pas du tout le même âge !



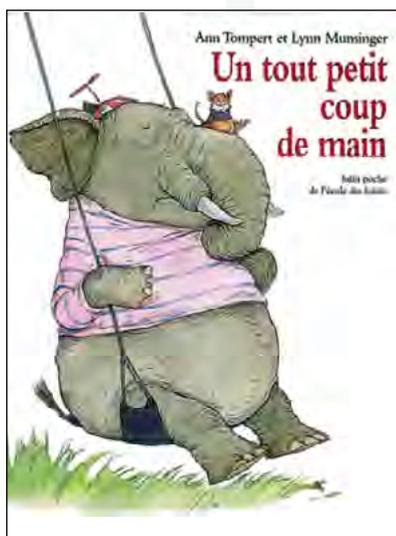
LA BALANCE À PLATEAUX



UN TOUT PETIT COUP DE MAIN

De nombreuses classes impliquées dans le projet ont utilisé le livre « Un tout petit coup de main » pour introduire leur travail sur le fonctionnement de la balance, cet outil bien utile pour quitter la subjectivité de notre ressenti.

Dans ce livre, un éléphant et une souris désirent jouer à la bascule. Cependant, la souris n'est pas assez lourde pour faire pencher la bascule, elle se fait donc aider par de nombreux animaux afin de faire décoller l'éléphant du sol.



Après la lecture de cette histoire, les enseignants listent les questions que se posent les élèves. Souvent, les enfants marquent leur étonnement face au fait que ce soit un tout petit coléoptère qui vienne faire basculer la balance et monter l'éléphant.

Ce livre narratif est d'une grande richesse pour un usage en classe. Au-delà de l'excellente mise en situation qu'il constitue pour une séquence d'éveil scientifique, il permet également de travailler en français notamment sur les incises, les verbes qui expriment un déplacement, les expressions qui permettent de décrire une situation... Un travail sur les aspects chronologiques de l'histoire est également intéressant à réaliser. Enfin, par le message véhiculé - on a toujours besoin d'un plus petit que soi - l'histoire ouvre à une intéressante séquence sur l'éducation aux valeurs.



Expérience action



À l'aide de figurines d'animaux en plastique, l'enseignant propose aux enfants de revivre la situation du livre. Pour ce faire, ils disposent, en plus des animaux, d'une planche et d'un pivot. Pour faciliter la tâche, il peut être intéressant de placer aux deux extrémités de la planche un récipient qui permettra d'éviter la chute des animaux empilés lors des manipulations et qui permettra de placer tous les animaux à la même distance du pivot ne faisant pas jouer la longueur du bras de levier.

Expérience pour ressentir

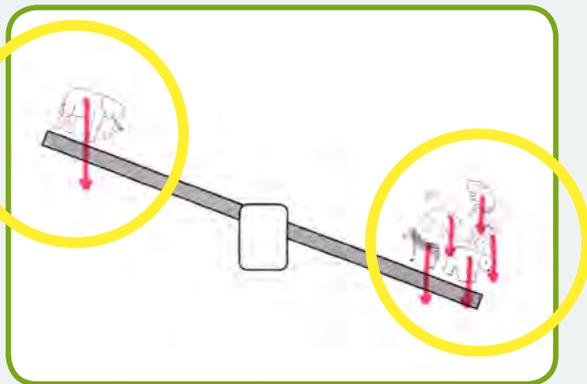
Certains enseignants ont décidé de proposer aux enfants de rejouer la situation du livre dans la cour de récré. Une grande planche est déposée sur un support en bois ou en béton et l'enseignant joue le rôle de l'éléphant. Les enfants montent un à un à l'autre extrémité de la planche afin de parvenir à faire monter l'enseignant.

Pour assurer la sécurité, une encoche est nécessaire au niveau de l'appui pour éviter que la planche ne pivote dans l'axe horizontal.

Pour faciliter les manipulations, certains enseignants se sont rendus à la plaine de jeux et ont utilisé les balançoires à bascule qui s'y trouvaient.



En guise de structuration, il est demandé aux enfants de représenter par des flèches les forces qui entrent en jeu lors de ces manipulations. Cet exercice est particulièrement difficile pour les enfants qui ont du mal à différencier force et mouvement. Chez les enfants plus petits, il n'est par ailleurs pas évident que « *c'est l'objet le plus lourd qui est en situation basse sur la bascule* ».



Confronté à cette difficulté de distinguer force et mouvement, un enseignant nous indique avoir utilisé deux boules de plastiline de taille très différente. En lâchant les deux boules, celles-ci tombent toutes les deux vers le bas. Dans les deux cas, il est évident pour les enfants que la force qui s'exerce est dirigée vers le bas. En observant la déformation subie par les deux boules, il paraît naturel aux enfants de conclure que la grosse boule a subi une plus grosse force vers le bas que la petite. Dès lors, lorsqu'il s'agit de revenir à la situation du livre, les enfants concluent assez facilement que les objets des deux côtés de la bascule subissent une force vers le bas et que c'est l'objet ou l'ensemble d'objets qui subit la plus grande force qui se trouve du côté bas de la bascule.

Lors des activités décrites ci-dessus, certains enfants se sont cantonnés à la situation décrite dans le livre, c'est-à-dire en plaçant toujours les différents objets aux deux extrémités de la planche. D'autres ont été tentés de déplacer l'un ou l'autre objet en le rapprochant ou en l'éloignant du pivot. Ce point de départ peut être l'occasion de poursuivre le travail sur les leviers inter-appui.

Vous trouverez, à ce sujet, une séquence détaillée en fin de brochure (page 54).

QU'EST-CE QU'UNE BALANCE ? À QUOI SERT-ELLE ?

Au cours des différentes activités présentées jusqu'à maintenant, de nombreux enfants font l'analogie entre la planche et le pivot utilisés dans les manipulations et la balance.

« *Mais au fond qu'est-ce qu'une balance ?* »

C'est cette question qui est posée à ces élèves de maternelle et les réponses sont parfois surprenantes.



Un petit garçon, qui fait le lien avec un projet vécu l'année précédente à propos du temps, évoque une horloge. Il se rappelle avoir entendu parler de balancier dans le cadre de ce projet.

La grande majorité des enfants évoque un objet pour se balancer.

Quelques-uns identifient correctement l'objet dont il est question, mais ne peuvent en donner l'usage. Enfin, rares sont ceux qui savent qu'il s'agit d'un objet qui permet de peser.



CONSTRUISONS DES BALANCES !

Dans certaines classes, un défi est lancé aux enfants : construire une balance à bascule.

Les essais vont bon train.

Tous les enfants qui ont vécu la séquence suite à la lecture de l'album « *Un tout petit coup de main* » partent avec l'idée d'utiliser une planche. En termes de réalisation technique, la difficulté réside dans le maintien de la mobilité entre le pivot et la planche. En effet, de nombreux groupes d'enfants tentent de construire une sorte de T en fixant deux planches perpendiculairement. Le manque d'articulation entre les deux planches est gênant. Les enfants identifient rapidement qu'en maintenant le pivot fixe, leur construction n'agit pas comme une balance.





En collectif, une discussion s'amorce. La nécessité de mouvement au niveau du pivot est soulevée. C'est à ce moment que l'enseignant sort une perceuse. Ensemble, ils construisent une balance à bascule.

Afin de poursuivre cette activité, des balances à bascule en kit sont laissées à disposition des enfants. Ils peuvent y retourner régulièrement afin d'en remonter une.



Dans une autre classe dans laquelle le même défi a été proposé, ce sont les balances à plateaux suspendus qui ont fait l'unanimité. Dans ce cas-ci, presque tous les enfants ont utilisé des cintres auxquels ils ont suspendu un plateau à chaque extrémité.



Ces balances seront utilisées dans la suite de la séquence, lors des activités culinaires. Après vérification, leur précision a surpris tout le monde, y compris les enseignants. Elles font désormais partie du matériel permanent à disposition de toutes les classes de l'école qui n'ont d'ailleurs pas manqué de s'en servir !

DES ACTIVITÉS CULINAIRES ET SCIENTIFIQUES

Dans le cadre d'un travail sur et avec les balances, les activités culinaires sont d'une grande richesse. Elles permettent, par ailleurs, d'établir assez facilement une gradation en fonction de l'âge des enfants.

Les croquants au chocolat

Pour les plus petits, c'est la recette des croquants au chocolat qui a été sélectionnée pour travailler la propriété d'équivalence et la comparaison 2 à 2.

Il s'agit de mélanger un poids identique de fruits secs et de chocolat fondu, de réaliser des petits tas du mélange réalisé et d'attendre que celui-ci refroidisse pour se régaler.

Seulement voilà, les enfants ne disposent que d'une balance à plateau.

« Comment faire pour obtenir un poids identique de fruits secs et de chocolat ? »



Les enfants réalisent différents essais. Souvent, ils placent tous les fruits secs mis à leur disposition dans un des plateaux de la balance.

Ils essayent ensuite de placer la balance à l'équilibre en ajoutant du chocolat dans l'autre plateau. La démarche n'est pas si facile que cela ! La plaquette de chocolat est trop lourde. Il faut donc en ôter certains morceaux.



Les manipulations sont nombreuses pour enfin arriver à l'équilibre. Elles ne sont pourtant pas inutiles ! En effet, quelques semaines plus tard, une situation identique est soumise aux enfants. Il s'agit ici de réaliser des boules de graines pour nourrir les oiseaux en hiver en mélangeant un poids identique de graines et de graisse.

Les enfants se souviennent immédiatement de l'activité avec les croquants en chocolat. Pour ce deuxième défi, le travail est directement plus efficace : les enfants placent la graisse d'un côté de la balance et ajoutent soigneusement et progressivement des graines de l'autre côté pour obtenir l'équilibre. Le temps qui leur est nécessaire est nettement inférieur à celui qui fut nécessaire pour l'activité des croquants au chocolat.



La pâte à sel

Chez les plus grands, la consigne est un petit peu plus compliquée. Ils doivent réaliser de la pâte à sel. Pour cela, ils doivent utiliser le même poids d'eau et de sel et le même poids de farine que d'eau et de sel rassemblés.

Cette recette permet de travailler la propriété d'équivalence, la comparaison 2 à 2, l'utilisation d'étalons naturels et la notion de transitivité.

Pour commencer, les enfants doivent imaginer la procédure qu'il faut mettre en place en la dessinant. Une fois cet essai réalisé et validé par l'enseignant, ils se mettent au travail.

Le fait de travailler avec un liquide permet de travailler la notion de tare. En effet, puisque ce sont les quantités d'ingrédients qui doivent être identiques, il s'agira de compenser, du côté des solides, le poids du récipient utilisé pour contenir l'eau.

La pâte à sel étant réalisée, chaque enfant reçoit une boule de 50 g de pâte afin de réaliser une forme. Chaque enfant peut exprimer sa créativité et son originalité. Une fois les formes réalisées, l'enseignant questionne les enfants :

« Quelle est la réalisation la plus lourde ?
Quelle est la réalisation la plus légère ?
Pourquoi ? »

« La boule est la plus lourde car elle est la plus grosse. »

« Non, c'est le boudin car il est plus long. Oui, mais il est fin... »

« Moi, je dis que la pizza est la plus légère car elle est plate. »

Ces réponses d'élèves de 3ème année sont surprenantes, mais elles sont pourtant majoritaires.

Quelques enfants mentionnent tout de même que le poids est partout pareil puisque tous ont reçu 50 g de pâte. Cette activité est l'occasion de revenir sur la notion de conservation de la masse. Afin de mettre tout le monde d'accord, toutes les formes sont pesées. Cette étape confirme que leur poids est bien de 50 g, quelle que soit la forme envisagée.

Le quatre-quarts

La recette du quatre-quarts a également été utilisée pour travailler la propriété d'équivalence, la comparaison 2 à 2, l'utilisation d'étalons naturels et la notion de transitivité. Il faut mélanger un poids identique d'œufs, de sucre, de farine et de crème afin d'obtenir une pâte qui sera cuite au four.

À partir de cette recette très simple, les enfants doivent déterminer les quantités qui seront utilisées à l'aide d'une balance à plateaux. La première difficulté pour les enfants est de déterminer l'ingrédient qui sera le référent. Puisque l'œuf doit être pesé avec sa coquille, c'est celui-ci qui doit être choisi. Les enfants déterminent donc les quantités et réalisent la recette.



Ici encore, la présence d'un ingrédient liquide permettra d'insister sur la notion de tare. Nous avons volontairement remplacé le beurre fondu par de la crème pour faciliter la transition vers l'activité suivante. Cette modification de la recette de base ne modifie pas le goût du gâteau.

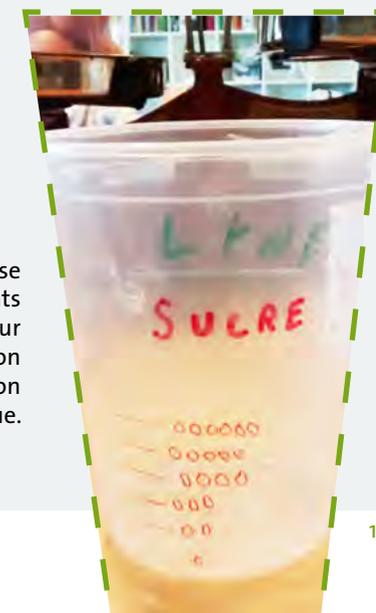
Un nouveau défi leur est soumis : afin de se faciliter la tâche, et pour ne pas avoir toujours sorti la balance à plateaux, l'enseignant souhaite réaliser un bol mesureur qui permettra de déterminer facilement les quantités de sucre, de farine et de crème pour la réalisation d'un quatre-quarts avec un œuf, deux œufs, trois œufs...

Ici encore, la démarche des enfants devra tenir compte de la notion de tare.



Les enfants placent un œuf d'un côté de la balance et équilibrent successivement celle-ci avec les autres ingrédients. Pour chaque ingrédient, un trait est marqué sur le bol mesureur.

Une fois le bol mesureur construit, les enfants se rendent compte que les volumes des différents ingrédients ne sont pas identiques, alors que leur poids l'est. Cette constatation a été à la base d'un travail sur la notion de masse volumique.





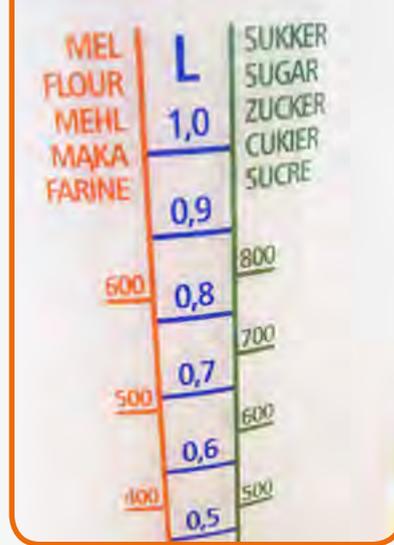
Cette activité de construction d'un bol mesureur permet d'appréhender toutes les subtilités de cet outil rentré dans notre quotidien d'adultes. Un test de préconception réalisé dans des classes de la troisième à la sixième primaire a montré que très peu d'enfants en comprenaient le principe.

À partir de cette photo, deux questions ont été posées aux enfants :

- quelle unité doit être placée sur les échelles de gauche et de droite ?
- pourquoi le niveau des deux indications 500 ne coïncide-t-il pas ?

Sur environ 200 enfants interrogés, presque aucun n'a été capable de fournir une réponse correcte à ces questions.

- « Le sucre n'est pas bon pour la santé donc on en met moins. »
- « Le sucre est plus fin que la farine. »
- « La farine est plus lourde que le sucre. »



LES BALANCES À LA LOUPE – OBSERVATION

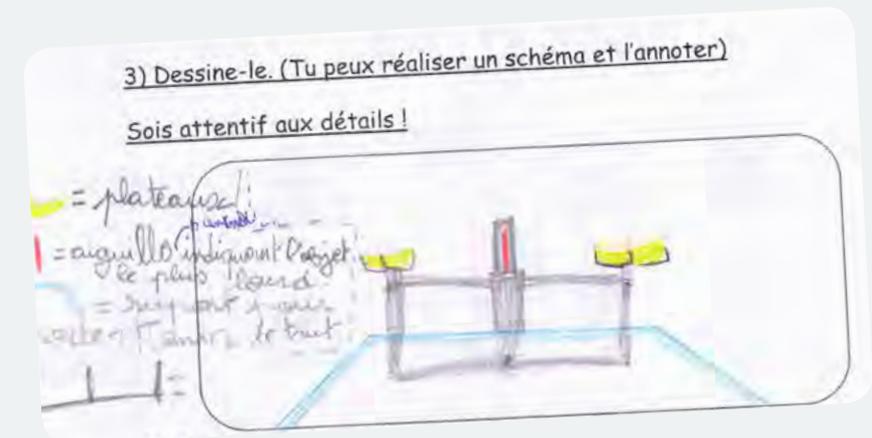
Mais la manipulation ne suffit pas !

Si l'on veut comprendre avec précision la constitution et le fonctionnement d'une balance, il faut l'observer finement.

Pour y parvenir, l'enseignant distribue à chaque groupe une balance à plateaux. Il distribue également un carnet qui oriente l'observation des enfants. Cette orientation est primordiale. Observer pour observer n'est vecteur d'aucun apprentissage.

Par contre, si l'on ancre l'observation dans un projet, celle-ci se révèle source de nombreuses découvertes.

Afin de s'assurer d'une observation fine, l'enseignant demande aux enfants de dessiner la balance qu'ils ont devant eux. Le dessin est un bon moyen pour forcer les enfants à être attentifs à chaque détail. Sans dessin, l'enfant a rapidement l'impression d'avoir réalisé une observation minutieuse, ce qui est rarement le cas. Le dessin ne tolère pas un balayage visuel rapide de l'objet, mais nécessite une analyse en profondeur.



LIBRES BALANCES

Préalablement aux activités de manipulation, et surtout chez les plus petits, il a été nécessaire d'offrir aux enfants un long moment de manipulations libres des balances. Ces manipulations permettent aux enfants d'épuiser leurs propres projets en relation avec cet objet, condition nécessaire pour qu'ils puissent entrer dans le projet d'apprentissage de l'enseignant.

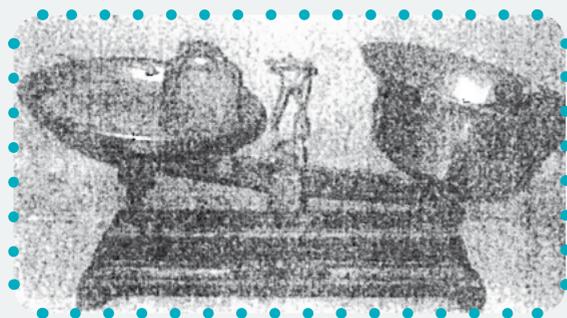
Ces manipulations ont aussi l'avantage de confronter les enfants à certaines de leurs conceptions erronées. En effet, il n'est pas évident pour tous que c'est systématiquement l'objet le plus lourd qui se trouve dans le plateau le plus bas. C'est à force de manipulations et de constats répétés que l'enfant pourra ancrer cet apprentissage. En aucun cas, la répétition n'est du temps perdu !

Dans certaines classes, cette phase d'observation a même précédé la phase de manipulation. Sur base de leur observation de la balance, les enfants devaient d'abord prédire le comportement de celle-ci face à diverses situations (placer un objet sur un des deux plateaux, placer un objet identique de part et d'autre...)

Ce n'est alors, dans un second temps, que la manipulation de balances est autorisée pour vérifier leurs réponses.

UNE BIEN DRÔLE DE BALANCE !

Une situation est présentée aux enfants soit par le biais d'une photo, soit par le biais de la balance réelle.



Cette situation est paradoxale : il s'agit d'une balance à plateaux, mais l'objet le plus lourd n'est pas dans le plateau le plus bas...

Cette situation est présentée aux enfants et fait l'objet d'un débat pour tenter de la comprendre. Les propositions sont listées, et la classe y reviendra après les manipulations.

L'enseignant propose aux enfants de réaliser une modélisation d'une balance à plateaux à l'aide de morceaux de carton et d'attaches parisiennes. Les réalisations des enfants présentent le même problème que la balance illustrée lors de la mise en situation, les deux montants sur lesquels sont fixés les plateaux ne restent pas à la verticale mais suivent le mouvement du bras de la balance.

NOUVEAU DÉFI POUR LES ENFANTS ...

Il s'agit donc de trouver un moyen pour maintenir les deux bras sur lesquels sont fixés les plateaux à la verticale dans toutes les situations.

De nombreux enfants fixent deux bras qui font se rejoindre les deux extrémités du balancier au support central de la balance. Cette action a pour résultat d'immobiliser complètement le balancier, rendant inutilisable la balance.

Certaines réalisations ne modifient pas la situation de départ. Par exemple, certains enfants ont l'idée de prolonger vers le bas les axes sur lesquels sont fixés les plateaux.

Enfin, quelques enfants ont également cette idée de prolonger vers le bas les deux axes sur lesquels sont fixés les plateaux, mais ils pensent également à relier l'extrémité inférieure de ces deux axes avec un montant de la même longueur que celle du balancier. Chaque fixation étant mobile grâce aux attaches parisiennes, les enfants construisent en fait un parallélogramme dont deux côtés restent verticaux en tout temps. C'est le principe du contre-fléau, dispositif qui avait été retiré dans le cadre de la balance présentée au moment de la mise en situation. S'ensuit une observation de balances à plateaux pour vérifier la présence du contre-fléau sur celle-ci.



DES BALANCES PARTOUT ?

La balance est un outil de mesure présent dans de nombreux endroits. L'enseignant demande aux enfants de lister les métiers qui impliquent l'utilisation de balances, au sens large.

Armés de cette liste, les enfants partent en visite. Dans chaque commerce sélectionné, un groupe d'élèves part à la rencontre du professionnel pour le questionner sur la présence de balances dans son commerce et l'utilisation qui en est faite. Une photo de la balance présentée est également réalisée.

De retour en classe, les groupes présentent leurs trouvailles et confirment l'idée déjà présente chez certains : la balance est un outil de mesure très utilisé à la ferme, chez le pharmacien, chez le boucher, chez le boulanger, chez le marchand de matériaux, chez le coiffeur, chez le bijoutier, dans les grandes surfaces, chez le chocolatier, chez le fromager, à la poste, à la banque... Dans certains endroits, les enfants ont trouvé des balances très différentes : par exemple, chez le boucher, ils ont pu voir une balance précise au gramme près pour peser les commandes des clients et aussi une balance permettant de peser les carcasses de plusieurs dizaines de kilos livrées par le grossiste.



LORSQUE 427,3 KG D'ENSEIGNANTS PARTENT EN VISITE...

C'est avec l'objectif de découvrir comment les balances sont construites qu'une visite est organisée au sein de la société Widra située à Andrimont.

Cette société familiale construit, entretient et distribue des balances de plusieurs types. Pour ce qui est de la construction, ils sont spécialisés dans les balances à camions et à wagons de chemin de fer.

Cette visite a été l'occasion de découvrir toutes les étapes qui émaillent un projet de mise en place d'un pont bascule depuis l'avant projet jusqu'à son inauguration.

De nombreux métiers ont été rencontrés : ingénieurs, électroniciens, mécaniciens, soudeurs, monteurs...

La société est aussi habilitée à réaliser l'étalonnage officiel d'appareils de mesure. Pour cela, la société dispose de masse-étalons qui ne sortent jamais de l'atelier. Celles-ci servent à étalonner des masses de travail qui, elles, serviront sur les différents chantiers.



COMPARER LE POIDS DE TROIS OBJETS OU PLUS

QUAND LA MESURE DEVIENT UNE NÉCESSITÉ

Fortuite ou spontanée, une sériation d'objets, en allant du plus léger au plus lourd, est une démarche incontournable, essentielle à tout niveau d'apprentissage. La logique permettant de comparer le poids d'objets puis de les ordonner est complexe et demande à être répétée durant l'école fondamentale.

Mobilisations

Voici différents moyens proposés, selon l'âge des élèves, pour introduire la séquence.

En 3^{ème} maternelle, l'enseignant lance le débat sur le poids des mallettes.

Un élève entre en classe un matin en disant : « Ma mallette est lourde aujourd'hui ! ». L'enseignant rebondit à cette remarque simplement en la répétant sur un ton interrogatif : « Ah ! Tu trouves ta mallette lourde aujourd'hui ? ».

Cette simple question lance la discussion entre les élèves.

« La mienne aussi est lourde. » dit un autre élève.

« Et la mienne est petite mais peut-être lourde. » ajoute un troisième élève.

Dans une classe de 6^{ème} année, des mallettes vides, choisies par l'enseignant, ont été présentées aux élèves. Certaines mallettes, par leur volume, par la matière qui les constitue, par leur contenant habituel bien qu'elles soient vides (exemple : mallette pour ordinateur) sont des objets perturbateurs pour le rangement. L'enseignant annonce à ce moment l'objectif de la séquence :

« Cette activité va vous permettre d'apprendre à comparer des objets en fonction de leur poids, à découvrir ceux qui sont plus légers ou plus lourds ».

Pour un autre groupe d'élèves de la 3^{ème} à la 6^{ème} années, ce sont des balles de différents sports qui leur sont proposées avec, à nouveau, des balles qui perturbent par leur forme, leur volume.





C'est alors la matière qui est le plus souvent soulevée par les élèves comme critère de comparaison : la balle de pétanque en métal qui est forcément la plus lourde, les balles en cuir viennent ensuite dans le rangement, les balles en mousse sont les plus légères... et pourtant !

Un rangement visuel - Observer pour se poser des questions



L'enseignant de 3ème maternelle choisit alors cinq mallettes de la classe dont celles des élèves qui sont intervenus précédemment. Elle leur demande de ranger ces mallettes de la plus légère à la plus lourde, sans les prendre en mains.

Dans une autre classe de maternelle, ce sont des objets du quotidien de la classe qui sont rangés : une éponge, un pot de gouache, un berlingot...

À ce niveau, les activités se déroulent en collectif, l'enseignant suscite et guide les élèves vers la notion de sériation.

La même consigne est donnée aux élèves de primaire. La collection d'objets est plus variée pour eux et le nombre d'objets à ranger plus important.



Cette étape de rangement visuel apporte une dimension essentielle dans ces activités de comparaison de poids. En effet, montrer aux élèves que le sens de la vue est trompeur est une des premières étapes pour dissocier les notions de « poids », de « volume » et de « matière ».

Les élèves gardent trace de leur rangement visuel soit en collant des vignettes des photos des objets, soit en numérotant les objets photographiés les uns à côté des autres.

Cette trace est alors le point de départ pour l'étape suivante.



Un rangement après avoir soupesé les objets - Expérience pour ressentir

Très vite, à tous les niveaux, les élèves se rendent compte qu'ils n'arrivent pas à se mettre d'accord. Ils demandent alors spontanément pour prendre les objets en mains. Le réflexe de l'utilisation de son ressenti, en soupesant, est présent pour la majorité des élèves. Cette étape leur permet d'affiner leur perception visuelle et d'émettre des avis concernant les objets qui sont pour eux les plus lourds ou les plus légers. Ce vécu corporel est important pour intérioriser cette grandeur. Vivre le poids, le ressentir permet aux élèves de se faire des représentations plus justes.



Les surprises se lisent sur le visage de certains élèves et ils s'expriment :

« Je pensais vraiment que cette mallette métallique serait la plus lourde, mais je me suis aperçu en la prenant en mains que c'est un métal très fin et très léger. »

« C'est à cause des roulettes que cette mallette est plus lourde, je n'y avais pas pensé aux roulettes. »



Les élèves de primaire organisent leur deuxième rangement de manière autonome mais sans mettre en pratique une sériation opératoire. Les élèves comparent les objets deux à deux et ont beaucoup de difficultés à mettre en lien leurs observations. L'enseignant les guide vers cette notion complexe, qu'est la transitivité, en leur posant ce type de question :

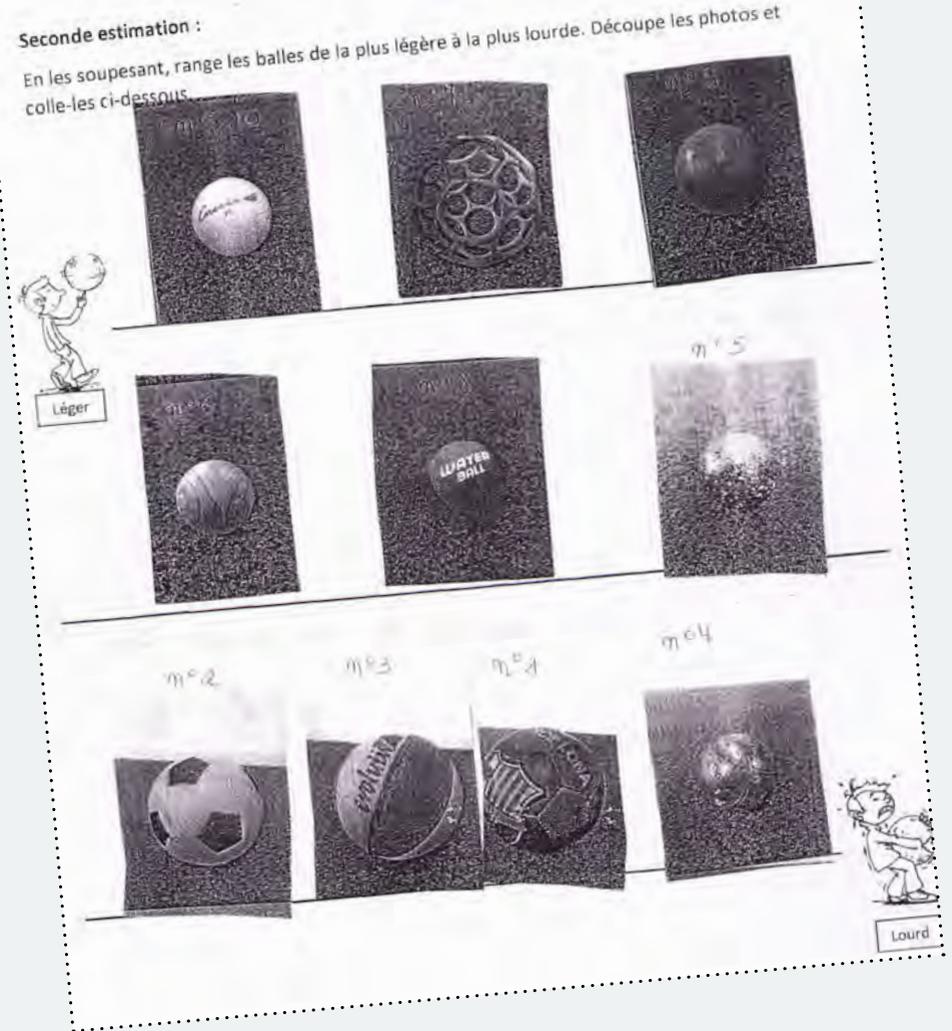
« Si la mallette en cuir est plus lourde que la mallette à roulettes et que la mallette à roulettes est plus lourde que le sac à dos, devons-nous comparer le poids de la mallette en cuir et du sac à dos ? »

« Si la mallette en cuir est plus lourde que la mallette à roulettes et que la mallette à roulettes est plus lourde que le sac à dos, devons-nous comparer le poids de la mallette en cuir et du sac à dos ? »

Le rangement n'est plus le même après avoir soupesé les objets, mais les élèves ne sont toujours pas d'accord. En effet, cette comparaison, utilisant la sensation d'effort des muscles des bras, montre vite ses limites. Certains élèves évoquent également la difficulté face à la différence de force dans les deux bras.



« Quand il y a une grande différence de poids entre les objets, c'est facile. Mais quand les objets ont presque le même poids, on ne sent pas la différence. »



La nécessité de mesurer, de peser se fait sentir. Les élèves de primaire expriment le besoin de recourir à un instrument de mesure adéquat. La majorité énoncent la balance digitale, balance de cuisine ou pèse-personne.

Par contre, pour les plus jeunes, c'est l'enseignant qui va les diriger vers un instrument qui amène une comparaison plus objective : un enseignant propose à ses élèves de 3ème maternelle de se rendre dans le « coin sciences » de l'école et d'observer l'étagère des instruments de mesure.

L'introduction des instruments de mesure de poids dans un deuxième temps d'apprentissage est essentielle. En effet, la prise en considération de cette nécessité de mesurer ne sera effective que si l'élève a une réelle expérience corporelle de la mesure et de la comparaison.

Un rangement en utilisant un instrument de mesure - Expérience action

La balance à deux plateaux : mesurer, c'est comparer

Les élèves sont maintenant amenés à vérifier leur rangement de mallettes ou de balles. L'instrument de mesure le plus utilisé lors de cette vérification est la balance de Roberval ou balance à plateaux.

Spontanément, les élèves ont suggéré l'utilisation de la balance de cuisine, du pèse-personne ou de peson électronique mais le choix de l'enseignant les dirige vers une réflexion autour de la balance à deux plateaux.

Cette balance présente l'avantage de travailler la comparaison en restant en dehors du champ des nombres. De plus, cet outil matérialise concrètement la comparaison des poids des objets. Peser deux objets de manière différée sur une même balance est moins significatif pour les jeunes enfants.



Pour certains élèves de maternelle, le fonctionnement de la balance à deux plateaux est alors connu suite à l'exploitation de l'album « Un tout petit coup de main », qui est détaillée à la page 12. Le lien avec le vécu de l'enfant en se référant à la balançoire à bascule de la plaine de jeux facilite la manipulation de cet outil.

Un enseignant mène d'ailleurs la vérification à l'aide d'une bascule faite d'une planche et d'un prisme jouant le rôle de pivot.

D'autres sont face à un problème : « *Comment ça marche ?* », autrement dit : « *En quoi cet outil va-t-il nous permettre de vérifier notre rangement d'objets, du plus léger au plus lourd ?* ».

Une parenthèse permet alors d'appréhender le fonctionnement de la balance à deux plateaux et de mettre ce nouvel apprentissage au service de la vérification qui anime la classe.



La difficulté pour les élèves de primaire ne se situe pas dans le fonctionnement de la balance mais dans le choix d'une procédure structurée qui permet d'éviter une trop grande quantité de manipulations.

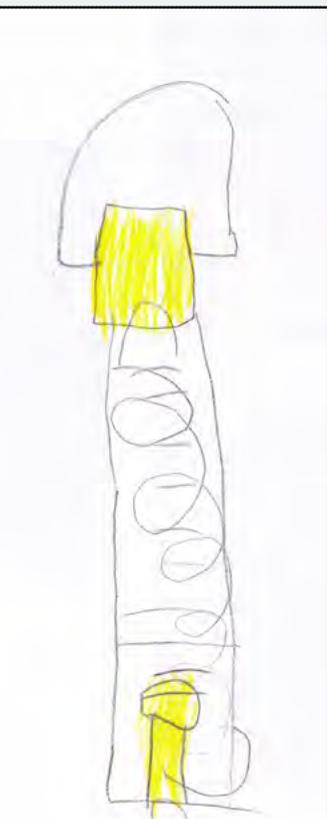


Un long moment est consacré, dans cette classe de 6^{ème} année, à l'échange des procédures. L'enseignant veut éviter de limiter ses élèves à une seule procédure. Les élèves comparent donc leurs manières de faire afin de dégager la pertinence d'une ou plusieurs démarches en fonction de la situation envisagée.



L'enseignant remarque, à nouveau que les élèves comparent les mallettes deux à deux sans appliquer la transitivité qui serait pourtant plus efficace. Il guide alors les élèves dans ce sens. Le cahier de traces se complète et les élèves ont alors une vision de l'évolution de leur rangement.





Le dynamomètre

Les élèves de maternelle, en visite dans le « coin sciences de l'école », ont trouvé un dynamomètre sur l'étagère des instruments de mesure de poids. Ils emportent cet outil qu'ils ne connaissaient pas dans la classe pour vérifier le rangement des mallettes de la plus légère à la plus lourde.

À nouveau, ces élèves passent par un moment d'appropriation de l'outil avant son utilisation.

Le dynamomètre est présenté comme un ressort aux élèves, ils y suspendent des objets, indépendamment du classement des mallettes, et observent comment le ressort se comporte. Ils remarquent assez vite qu'un objet lourd étire plus le ressort qu'un objet léger mais comment comparer deux mallettes avec un seul ressort ?

L'enseignant propose alors de prendre deux « ressorts » identiques, de les placer l'un à côté de l'autre, de suspendre une mallette à chacun et de comparer l'étirement des ressorts.

Un enseignant de 6ème année a également proposé cet outil pour la vérification du rangement des objets. Les élèves, lors d'une première manipulation libre de l'outil, ont très vite compris le fonctionnement de celui-ci. C'est tellement logique pour eux que plus l'objet est lourd, plus le ressort s'étire.

Certains groupes suspendent alors en premier lieu, la mallette qui leur semble être la plus légère, font un repère sur une étiquette collée au dynamomètre, et avancent de manière structurée dans la vérification de leur précédent rangement.

D'autres suspendent les mallettes de manière aléatoire après les avoir numérotées.

Un troisième groupe d'élèves se pose la même question que les plus jeunes : « *Comment comparer deux mallettes avec un seul ressort ?* ».

Ils proposent alors à un autre groupe de faire le travail ensemble et de placer les ressorts l'un à côté de l'autre.



Le pèse-personne

Cet instrument a été à nouveau trouvé dans le « coin sciences ». L'enseignant a adapté la lecture des résultats, ses élèves ne sachant pas lire les nombres inscrits sur celle-ci. C'est le placement de l'aiguille, qui tourne dans le même sens que celle d'une montre, sur le cadran qui permet aux enfants de comparer les poids.



UTILISER DES ÉTALONS NATURELS

LA MESURE DANS TOUTE SA COMPLEXITÉ

Une nouvelle question - Expérience action

« Combien de fois la mallette la plus lourde est-elle plus lourde que la mallette la plus légère ? »

Une question difficile à comprendre pour ces élèves de 6ème année : le « Combien de fois plus » les perturbe.

Les enfants travaillent en groupes et ont à leur disposition deux sacs de sable dont les poids sont équivalents à ceux des deux mallettes, la plus lourde et la plus légère.

Sur une table, sont disposés des objets du quotidien de l'enfant en plusieurs exemplaires, parfois

beaucoup d'exemplaires : des brochures, des craies, des kaplas, des petits cubes en plastique d'1cm³, des billes, des légos, mais aussi des pommes, des sucres, des marrons, des sachets de sel...



Pourquoi ne pas utiliser des étalons conventionnels ?

Rentrer directement dans le système conventionnel ne permet pas d'en construire les principes fondamentaux et d'en comprendre réellement les avantages. Apprendre aux élèves à utiliser des étalons naturels leur permet de comprendre plus aisément le fonctionnement et les règles du système conventionnel. Les civilisations de diverses régions du monde ont également choisi des étalons naturels avant de sentir la nécessité d'adopter une convention. « Aborder le mesurage des grandeurs à l'école par des objets divers, c'est vivre cette démarche naturelle des civilisations d'hier et d'aujourd'hui, c'est parcourir l'Histoire. »⁶

Plusieurs groupes déposent une mallette sur chaque plateau et ne comprennent pas comment répondre à cette question. D'autres utilisent le matériel à disposition mais pas à bon escient : ils font correspondre le poids de la mallette la plus lourde à une quantité de sucres en morceaux. Ils répètent l'opération pour la mallette la plus légère mais ne font pas de lien entre les deux quantités obtenues afin d'établir un rapport.

Pourtant, c'est comme ça que la mesure est envisagée dans cette situation. Elle est envisagée comme un rapport entre le poids de la mallette et celui de l'étalon ou des étalons choisi(s), puis comme un rapport entre les poids des deux mallettes.



Un enseignant formule cette tâche sous forme d'un défi :

« Votre tâche est de trouver un moyen, de proposer une démarche, afin de savoir combien de fois je vais pouvoir mettre la petite mallette pour arriver au même poids que celui de la grande mallette. Vous disposez d'une balance à deux plateaux et du matériel disposé sur la table. »

Cet enseignant demande également aux élèves d'écrire leur procédure dans le cahier de traces avant d'utiliser le matériel et d'adapter leur procédure pendant la manipulation.

La consigne est comprise, les élèves, exprime le besoin de faire correspondre une quantité de ... pour les deux mallettes et de faire le rapport entre les deux.

La difficulté se situe ici dans le choix de l'étalon naturel. En effet, le choix de l'étalon doit être pertinent face à la situation de mesurage. Ce n'est qu'en essayant plusieurs étalons mis à disposition que les élèves ressentent les limites de certains d'entre eux.

« Il y a assez de kaplas pour la petite mallette mais pas assez pour la grande. »
« Beaucoup de balles de ping-pong pour la grande mallette ne tiendront pas sur le plateau de la balance. »

« Toutes les pommes de terre n'ont pas le même poids. »

« Ça ne tombe pas juste ! 12 brochures, c'est trop peu et 13, c'est trop. »

Cette dernière découverte est essentielle dans l'exploration du mesurage. En effet, les élèves arrivent à un résultat exprimé par encadrement : entre 12 et 13 brochures. L'enseignant leur demande alors de préciser leur résultat et l'utilisation d'un deuxième étalon, plus léger, un sous-étalon, arrive naturellement.

L'enseignant est présent, passe dans les groupes pour relancer les démarches de différentes manières. Il demande notamment aux élèves de lui expliquer où ils en sont et le simple fait, pour certains, de poser les différentes actions déjà accomplies leur permet d'envisager la suite. Avec d'autres, il écoute le problème et les questionne pour tendre vers une solution.

« On aimerait faire la grande divisée par la petite mais 12 brochures et 72 cubes divisé par 1 brochure et 34 cubes, ça ne va pas. »

« Qu'est-ce qui serait intéressant ? Pensez à des exercices déjà effectués avec d'autres grandeurs ? Quand on a plusieurs unités dans une opération, que peut-on faire ? »

« On transforme dans la même unité. »

Les élèves trouvent alors la solution qui est de savoir combien de cubes vaut une brochure. Une brochure vaut 127 cubes.

Ils « convertissent » alors les brochures en cubes et obtiennent 1596 cubes pour la mallette la plus lourde et 161 cubes pour la mallette la plus légère. Maintenant, c'est facile pour eux de diviser 1596 cubes en 161 cubes. Le rapport est de 9,91 ! La mallette la plus légère va environ 10 fois dans la mallette la plus lourde !

C'est là un moment privilégié pour rencontrer le système décimal, l'unité de référence et les sous-multiples.

Les élèves du groupe exprimant un premier résultat par encadrement placent la mallette la plus lourde sur un des plateaux de la balance et sur l'autre 12 brochures et 72 cubes. Ça fait penser à 12 kg et 72 cg par exemple, non ?

C'est un exemple de procédures parmi d'autres.

La diversité des étalons choisis par les différents groupes est l'occasion de travailler, dans un contexte significatif pour les élèves, la proportionnalité inverse : plus l'étalon choisi est léger, plus il m'en faut pour obtenir l'équilibre sur la balance.

UNE NOUVELLE NÉCESSITÉ : UN LANGAGE COMMUN

À nouveau, l'enseignant prévoit un long moment à l'échange des procédures et des résultats. Ce moment de mise en parallèle des solutions permet aux élèves de sentir la nécessité de s'exprimer dans un même langage. En effet, alors qu'ils comparaient tous des mallettes de même poids, les résultats s'expriment de multiples façons.

La mallette la plus légère pèse 1 brochure et 34 cubes pour un groupe ; 1 brochure, 3 craies et demie et un petit cube pour d'autres ; 18 kaplas plus un demi kapla pour un troisième groupe...

Comment être certains que nous parlons de poids identiques ?

Les étalons naturels, variant d'un groupe à l'autre, montrent leurs limites.

Le passage aux étalons conventionnels se dessine.

Ceux-ci se construiront plus facilement si les élèves en saisissent la nécessité. L'important est maintenant d'avoir des repères, des images mentales qui correspondent à ceux-ci.

En résumé...

Les quelques activités décrites ci-dessus respectent la gradation suivante :

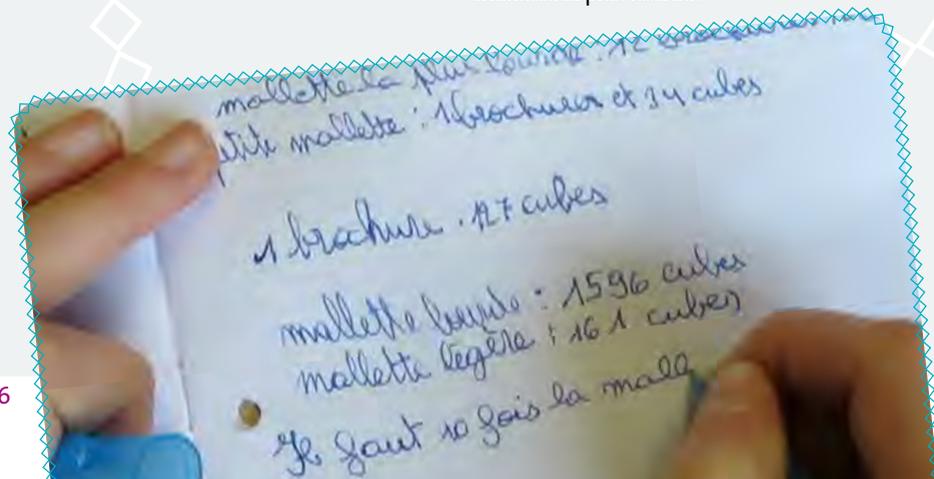
Choix d'un étalon naturel pour mesurer



Recours à un sous-étalon pour préciser la mesure



Passage aux unités conventionnelles



DONNER DU SENS AUX UNITÉS CONVENTIONNELLES

VERS L'ABAQUE... MAIS DOUCEMENT, EN PRENANT LE TEMPS

Plusieurs enseignants, ayant participé à cette co-construction de séquences évoquent, en fin de projet, l'importance de prendre beaucoup de temps à la construction du système conventionnel. Ils constatent que c'est du temps gagné car le système bien construit, avec des représentations solides des unités conventionnelles permet aux élèves de limiter leurs erreurs dans les calculs et le mesurage.

Si l'abaque arrive trop tôt dans les apprentissages, l'élève l'utilise sans se représenter ce qu'il fait, il ajoute des zéros, en retire, place des virgules de manière mécanique. Un enseignant nous avoue que ses élèves n'ont même plus besoin de l'abaque, les rapports entre les unités ayant été vécus et construits.

Un enseignant de 6^e année, suite à cette activité qui consistait à trouver le poids d'une mallette en recourant à des étalons naturels, interpelle ses élèves :

« Va-t-on continuer à exprimer nos poids en brochures, kaplas, petits cubes et rondelles métalliques ? Demanderons-nous au boucher 7 brochures, 3 cubes en bois et 17 cotillons de rôti de porc ? »

L'enseignant insiste sur le fait que l'utilisation de ces objets comme unités de poids leur a permis de résoudre des défis et de se rendre compte que le mesurage était parfois complexe, mais dans la vie de tous les jours, il est essentiel de respecter les conventions sociales universelles et donc de les maîtriser.

Composer des kilogrammes avec des objets du quotidien - expérience action

Un enseignant présente cette activité en disant à ses élèves que l'unité de référence pour les poids est le kilogramme et qu'autour de nous, on en parle beaucoup : on achète un kilo de sucre, on indique notre poids en kilos sur une fiche médicale, le poids de notre valise ne peut dépasser 20 kilos...

Il leur annonce alors que le travail proposé va leur permettre de mieux savoir ce qu'est un kilogramme, en utilisant leurs yeux et leurs mains.

Avec le matériel à leur disposition, matériel identique aux autres activités (kaplas, sucres, billes, craies, brochures, pommes...), les élèves construisent « un kilogramme ».



Ensuite, les élèves ont à leur disposition 1 kilogramme de farine comme référent afin de comparer « leur kilogramme » à celui-ci en soupesant les deux. Ils adaptent alors si nécessaire leur composition d'objets.

La troisième étape est la vérification sur une balance à deux plateaux en plaçant le kilo de farine sur un plateau et le « kilo construit » sur l'autre.

Démarche n°3 : en utilisant la balance à plateaux et le paquet de farine.



Quel problème avez-vous rencontré ?

Avec certains objets, on n'arrivait pas au "kilo pile".

Qu'avez-vous remarqué ?

Un kilo de farine prend moins de place qu'un kilo de bouchons (par exemple).

Kilo ou kilogramme ?

L'enseignant explique aux élèves que l'appellation « kilo » est le raccourci de « kilogramme ». Cependant, kilo veut dire « 1000 ». Le mot kilomètre signifie 1000 mètres comme le mot kilogramme signifie 1000 grammes. Dans le langage courant, on dit seulement kilo alors qu'il s'agit de kilogramme. C'est important de parler de kilogramme avec les jeunes élèves, surtout dans le contexte de la construction d'un système conventionnel.



DES STRUCTURATIONS SE CONSTRUISENT

Des problèmes sont rencontrés lors de la vérification et des observations sont relevées. Ils sont discutés lors d'un débat animé par l'enseignant quand les différents kilogrammes sont exposés. C'est cette comparaison qui aide à définir le kilogramme, à se faire des images mentales utiles tous les jours.

« Avec beaucoup d'objets, comme les billes ou les bouchons, on n'arrive pas au kilo pile. Une bille de plus et le plateau descend brusquement mais quand on la retire, il y en a trop peu. »

« Un kilogramme de farine prend moins de place qu'un kilogramme de bouchons. »

« C'est plus facile d'être précis et d'arriver au kilo pile avec des petits objets ou des objets que l'on peut couper en morceaux mais il en faut beaucoup alors. »

Les notions d'invariance et de masse volumique sont alors discutées et structurées.



Même discussion dans cette classe qui a composé des kilogrammes comme chez le légumier.

« Avec certains légumes comme les haricots, c'est plus facile de composer un kilogramme qu'avec des pommes de terre qui sont toutes différentes. »

Fruits ou légumes utilisés	Poids obtenus	Nombre de fruits ou légumes pour faire 1 kg	Facile ou difficile d'obtenir 1 kg avec précision
courgettes	1kg09	4	facile
haricots	943g 998g	235 258	facile
Pommes	1050g 867g	6 5	difficile
Pommes de terre	1010g 958g	4 15	difficile

Nos constatations : Plus le fruit ou légume est léger, plus il est facile d'obtenir précisément 1kg. Par contre, le nombre de fruits ou légumes utilisés sera élevé.



Dans une classe de 6^e année, c'est l'utilisation de la frigolette pour composer le kilogramme qui a permis aux élèves de bien comprendre cette notion de masse volumique des objets.

En effet, c'est impressionnant un kilogramme de frigolette !

Certaines matières mises à disposition des élèves pour cette activité nécessitent un contenant pour composer le kilogramme. En effet, il faut une trop grosse quantité de sucre fin pour le petit plateau de la balance. C'est donc l'occasion d'introduire la notion de tare. En effet, du côté du kilogramme de farine référent, les élèves n'ont pas pensé à placer un même récipient que du côté du sucre fin.

Ce contenant est aussi indispensable pour ces élèves qui vérifient leur composition à l'aide d'une balance de cuisine digitale. Certains objets ne tiennent pas sur le plateau de la balance.

« Oui mais alors, on commence déjà avec 40 grammes, le poids du pot. Comment faire ? »



COMPOSER DES GRAMMES - EXPÉRIENCE ACTION

La même démarche que pour la composition des kilogrammes est proposée par plusieurs enseignants de primaire pour composer des grammes.

Dans cette situation, pas de comparaison en soupesant mais une estimation qui est directement vérifiée sur une balance de précision. Se représenter un gramme est plus difficile pour les élèves que d'estimer un kilogramme.

Toutefois, dans une perspective de construction du système conventionnel, élaborer des images mentales de ces deux unités constitue des repères et permet de construire facilement les autres sous-multiples et les multiples du kilogramme.



Le 09/02/18

Nos représentations du gramme

- 1) Pour vous, quels sont les objets qui pourraient peser 1 gramme ?
- 2) Ensuite, vérifiez si vous avez raison...

Nos propositions	Vérification
une plume	
un carré de sucre	6,3 gramme
une pâte	0,3 gr
un mouchoir	1,9 gr
une attache trombone	5,6 gr
une carte	1,6 gr

- 3) Ajustez vos propositions afin d'obtenir exactement 1 gramme

Collez une photo de vos résultats

2^{e} paille = 1gr
 3 pâtes = 1 gramme
 un mouchoir coupé en plusieurs morceaux = 1 gramme
 1 mini mouchoir de sucre
 4 petits papiers = 1 gr
 1 attache trombone = 1 gramme
 1 mini bouteille de plastiline = 1gr
 10 ciseaux = 1gr
 de la laine = 1gr
 22 mini bouteilles de moule = 1gr
 5^e élastiques = 1gr

UN ABAQUE ILLUSTRÉ DE REPÈRES - STRUCTURATION

Dans une école, deux enseignants constituent des groupes hétérogènes d'élèves de 4^e, 5^e et 6^e années afin de réaliser un abaque illustré.

Dans un premier temps, les enseignants demandent aux élèves, à l'aide du matériel à leur disposition, de composer des kilogrammes, des grammes, des hectogrammes en les présentant comme des masses de 100 grammes et des décagrammes en les présentant comme des masses de 10 grammes.

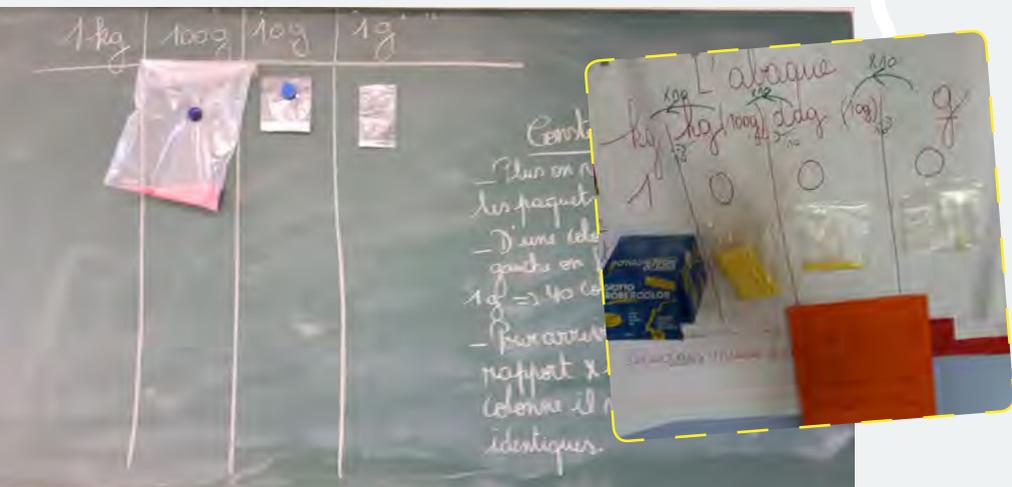
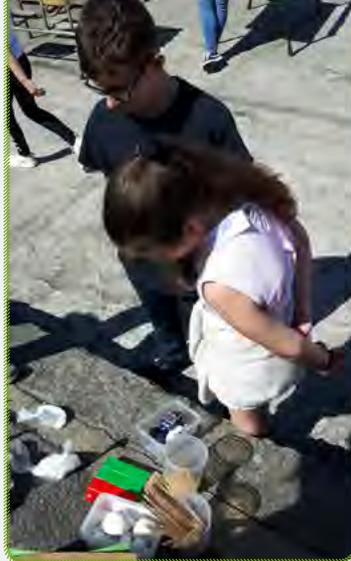
Une contrainte est annoncée aux élèves, celle de ne pas associer plusieurs objets ou matières mais de sélectionner un seul objet ou une seule matière pour construire son unité.

Les grammes, 10 grammes, 100 grammes et kilogrammes sont alors exposés dans la cour de l'école en quatre zones et les différents groupes visitent l'exposition avec comme intention annoncée de pouvoir placer le kilogramme et ses sous-unités construites avec les mêmes objets ou la même matière dans un ordre croissant ou décroissant.



Un groupe trouve un sachet 1 gramme contenant 4 cotons-tiges et un sachet 10 grammes contenant 40 cotons-tiges. Les élèves veulent les utiliser pour leur assemblage mais se rendent vite compte que c'est impossible d'obtenir 4000 cotons-tiges pour composer le kilogramme. Certes, ils doivent trouver une autre solution mais ils ont compris ! Et ce, sans avoir un abaque sous les yeux !

Parmi les différentes solutions trouvées, trois sont retenues en concertation avec les élèves et sont organisées pour créer un abaque des unités conventionnelles illustré de repères. À chaque unité est associée une situation mesurée, soit directement l'objet ou la matière dans un sachet, soit la situation photographiée. Des flèches montrent la proportionnalité inverse entre les unités.



Par le biais de différentes activités, le système se construit petit à petit, se complexifie et l'abaque devient un outil dont on peut facilement se passer. Plusieurs enseignants témoignent de la facilité pour les élèves face à des conversions d'unités dans des traitements de données.

« De cette manière, on éloigne les élèves des transformations par automatisme. » confirme un enseignant.

ET LE KILO D'EAU ?

Un enseignant, suite à ces différentes manipulations, demande à ses élèves de 5^e année une nouvelle construction du kilogramme en imposant la matière : de l'eau !

Cette construction est difficile à concrétiser pour beaucoup d'entre eux. Dans les explications des élèves face à cette difficulté, l'enseignant détecte qu'aucun lien ne se crée entre le kilogramme de sucre ou de bouchons qui viennent d'être construits et le kilogramme d'eau.

« Comment peut-on estimer puisque nous ne pouvons pas prendre l'eau en mains ! »



Certains évoquent alors l'utilisation d'un récipient mais ne trouvent pas dans le matériel à disposition un récipient assez grand. Les interpellant, l'enseignant se rend compte qu'ils assimilent un kilogramme d'eau au m³.

Le kilogramme de sucre référent est alors utilisé et les élèves remplissent différents récipients et soupèsent afin d'estimer le kilogramme d'eau. La vérification se fait sur une balance digitale en reparlant de la tare dont il faut tenir compte.

Et parmi ces récipients, certains, volontairement choisis par l'enseignant, sont gradués. Quel étonnement pour les élèves de constater que le kilogramme d'eau correspond en fait au litre d'eau. Certains ont besoin de le transvaser dans une bouteille d'un litre pour s'en assurer.

Sentant ses élèves faire des liens entre les poids et les capacités, un enseignant va un cran plus loin et propose un nouveau récipient dans lequel transvaser le litre d'eau : un volume de 1 dm³. Les élèves n'y croient pas : *« Ce pot ne contiendra pas notre litre d'eau, ça va déborder. »*

Une fois le litre transvasé, le lien entre poids, capacité et volume vient tout seul... 1 litre d'eau pèse 1 kilogramme et occupe un volume de 1 dm³.

APPROCHER LA NOTION DE GRAVITATION

LE CORBEAU ET LE RENARD, OU LA GRAVITATION DU CAMEMBERT⁷

Maître Corbeau, sur un arbre perché,
Tenait en son bec un fromage.
Maître Renard, par l'odeur alléché,
Lui tint à peu près ce langage :
Et bonjour, Monsieur du Corbeau,
Que vous êtes joli ! Que vous me semblez beau !
Sans mentir, si votre ramage
Se rapporte à votre plumage,
Vous êtes le Phénix des hôtes de ces bois.
À ces mots le Corbeau ne se sent pas de joie,
Et pour montrer sa belle voix,
Il ouvre un large bec, laisse tomber sa proie.
Le Renard s'en saisit, et dit : Mon bon Monsieur,
Apprenez que tout flatteur
Vit aux dépens de celui qui l'écoute.
Cette leçon vaut bien un fromage sans doute.
Le Corbeau honteux et confus
Jura, mais un peu tard, qu'on ne l'y prendrait plus.



C'est par la lecture de cette fable de Jean de La Fontaine que cet enseignant de sixième primaire a démarré sa séquence de sciences. Oui, nous avons bien dit de sciences !

Après avoir travaillé sur la compréhension de ce texte, l'enseignant a posé la question suivante aux enfants :

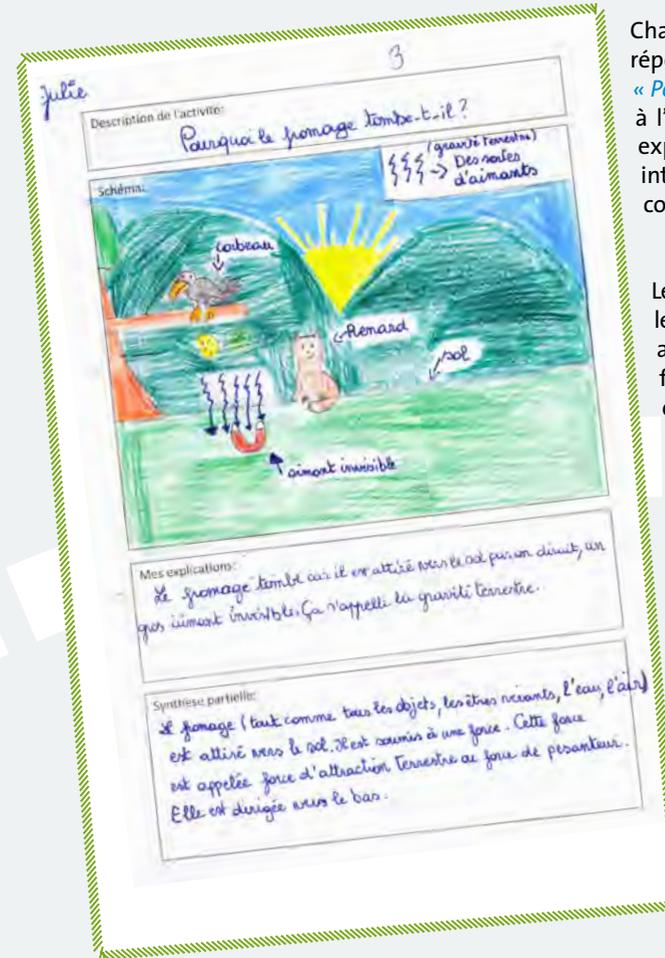
« Pourquoi le fromage tombe-t-il ? »

« C'est parce que le corbeau s'est laissé flatter, il a voulu montrer sa belle voix et en ouvrant son bec, il a lâché le fromage. »

Par cette réponse, les enfants montrent leur compréhension du texte. Cependant, l'enseignant cherche à obtenir des explications plus scientifiques.

Le lendemain, il repose donc la même question aux enfants : « Pourquoi le fromage tombe-t-il ? ». Mais cette fois-ci, il insiste sur la nécessité du caractère scientifique de la réponse fournie par les élèves. « Car le fromage était trop gros » lance un élève ; « parce que le fromage a de la matière grasse et que ça glisse » lance un autre ; un troisième réplique « Quand on ouvre son bec ou sa bouche et que l'on tient quelque chose, cet objet tombe obligatoirement », se rapprochant de la notion visée par l'enseignant.

Certains enfants identifient le rôle joué par la gravité : « Car le fromage n'était plus soutenu par le bec du corbeau donc, vu que le fromage est soumis à la gravité, il est tombé par terre. »



Chaque enfant est amené à répondre à cette question : « Pourquoi le fromage tombe-t-il ? » à l'aide d'un schéma et d'un texte explicatif. Ensuite une synthèse intermédiaire est produite en collectif.

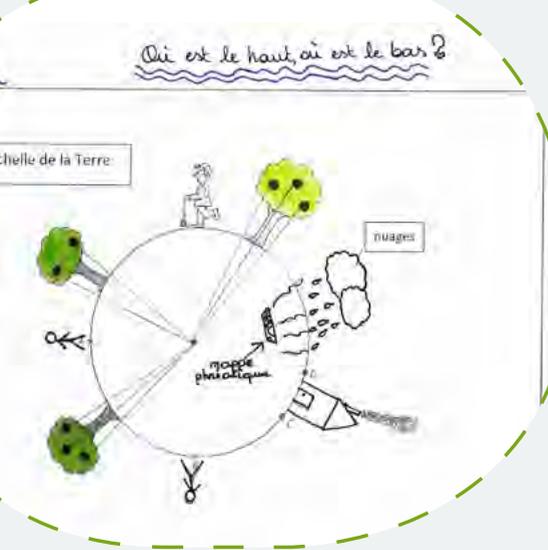
Le fromage (comme tous les objets, les êtres vivants, l'eau, l'air) est attiré vers le sol. Il est soumis à une force. Cette force est appelée force d'attraction terrestre ou force de pesanteur. Elle est dirigée vers le bas.

Sur les schémas des élèves, cette force est parfois représentée par un aimant, attirant l'ensemble des objets.

Très vite, les enfants ont voulu s'exprimer sur les conséquences de vivre en étant soumis à une gravitation plus forte : on ne saurait plus marcher, on serait écrasé, les aiguilles de l'horloge tourneraient plus vite, les planètes iraient vers nous...

Comme le raconte cet enseignant : « Tout n'est pas juste, mais ce n'est pas le moment de corriger. Nous y reviendrons plus tard. »

⁷ Cette séquence est inspirée du livre de Yann Verchier, Lucas Salomon et Gilles Macagno, Le corbeau et le renard ou la gravitation du camembert, aux éditions Ellipses.



HAUT ET BAS ?

Puisque la force de pesanteur est dirigée vers le bas, il est légitime de se poser la question : « Où est le bas ? »

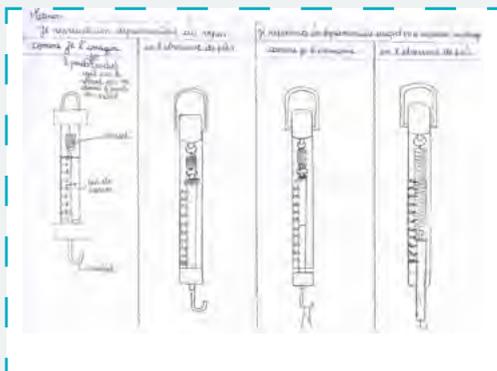
Sur un cercle représentant la terre, il est demandé aux enfants de représenter toute une série d'objets. L'idée est ici de vérifier que les enfants ont bien compris ce que signifie vers le bas, c'est-à-dire vers le centre de la terre. Assez vite les enfants se prennent au jeu et se rajoutent des défis : représenter de la fumée qui sort de la cheminée, par exemple.

À nouveau, à la fin de cet exercice, il est demandé aux enfants de rédiger individuellement leur explication, et ensuite une synthèse intermédiaire collective est construite.

LA DÉCOUVERTE DU DYNAMOMÈTRE - OBSERVATION

Pour mener les expériences décrites ci-après sur la force de pesanteur, les enfants vont être amenés à travailler avec des dynamomètres. Ils sont donc partis à la découverte de ce nouvel instrument de mesure.

En premier lieu, l'enseignant montre un dynamomètre aux élèves sans leur laisser la possibilité de le manipuler. Ensuite, il leur demande de le dessiner, comme ils l'imaginent, au repos et lorsqu'on y suspend une charge.



Les dessins réalisés montrent que les enfants ne donnent pas de sens au fonctionnement de l'objet. Par exemple, certains ne placent pas le curseur de mesure sur le zéro lorsque le dynamomètre est au repos, d'autres représentent le curseur de mesure au bon endroit lorsque l'on y suspend une charge mais ne représente pas l'allongement du ressort.

Des dynamomètres sont alors remis aux enfants et il leur est demandé de corriger leurs schémas en observant la réaction du dynamomètre lorsqu'on l'on y suspend une charge. Lors de cette phase d'observation, l'enseignant joue un rôle crucial. Il guide les enfants en les forçant à une réelle observation. En effet, sans cela, certains enfants sont tentés de reproduire leurs premiers dessins sans observer réellement les dynamomètres.

RESSENTIR LA FORCE DE PESANTEUR - EXPÉRIENCE POUR RESSENTIR

Puisque nous sommes soumis en permanence à la force de pesanteur, il n'est pas facile d'en ressentir ses effets. Pour y parvenir, deux dynamomètres sont suspendus côte à côte. À l'un des dynamomètres, on suspend un paquet de sucre de 1 kg. Chaque enfant observe le niveau atteint par le curseur de ce dynamomètre et tente, en exerçant une traction sur le second dynamomètre, d'atteindre le même niveau. Cette manipulation permet à chaque enfant de ressentir la force exercée par la Terre sur une masse de 1 kg. La même manipulation est répétée en ajoutant 1, 2, 3, 4 kg de sucre au premier dynamomètre.

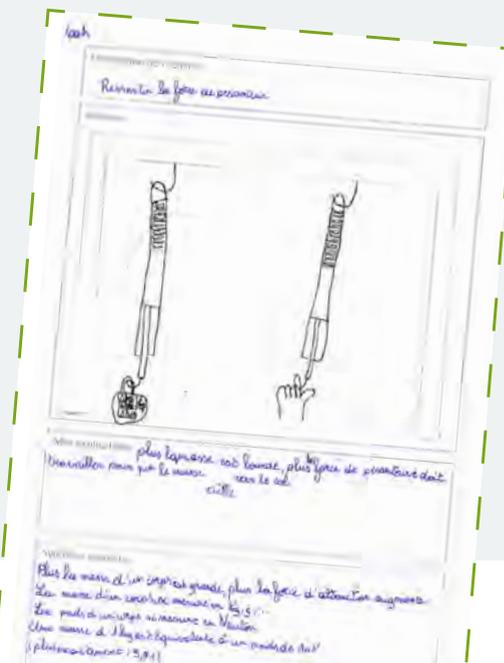


E1 : Tirer sur les quatre paquets de sucre paraît plus difficile. Pensez au fromage et aux premières discussions, à quoi correspond votre ressenti en fait ?

E2 : C'est comme si on était la gravité

E3 : Oui, on a fait travailler le ressort avec notre force musculaire qui est un peu comme la force de gravité

E4 : On a fait la même force que l'attraction terrestre



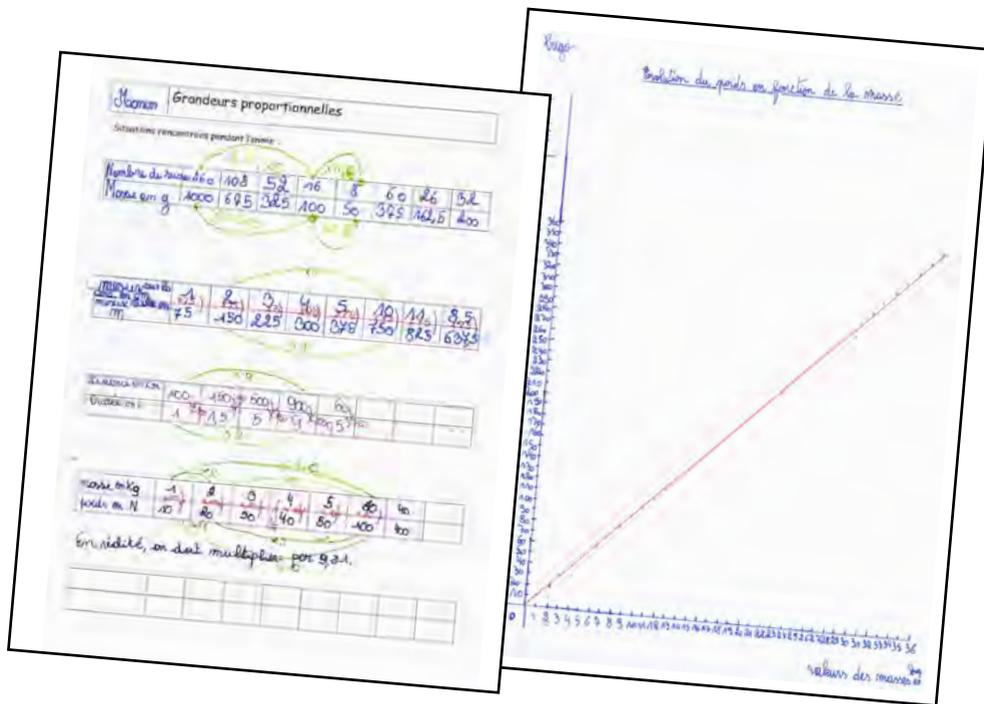
À nouveau les enfants sont amenés à fournir individuellement une explication par le biais d'un schéma et d'un texte explicatif et ensuite une synthèse intermédiaire collective est construite.

MASSE ET POIDS

En manipulant les dynamomètres, les enfants ont observé une nouvelle unité, le newton. Les enfants se sont demandé de quoi il s'agissait et c'est l'enseignant qui leur a amené l'information. Il en a profité pour introduire la différence entre masse et poids. Un tableau comparatif est alors construit.

Et c'est seulement en envisageant la situation à un autre endroit de la planète que cette distinction entre masse et poids prend sens pour l'élève. Finalement, en se posant la question des conséquences de leurs actions quotidiennes en étant soumis à une gravitation plus forte, les élèves construisent naturellement la distinction entre leur masse et leur poids.

En reprenant les résultats des expériences réalisées avec les kilos de sucre, un tableau de proportionnalité est établi par les enfants. Ce tableau permet de mettre en évidence un rapport 10 entre le kg et le newton. Un graphique qui lie les deux valeurs est alors construit.



Enfin, il est demandé à chaque enfant de reprendre sa feuille de synthèse des grandeurs proportionnelles, et d'y ajouter la masse et le poids. Cette manière de faire a l'avantage de ne pas faire apparaître les difficultés habituelles liées à la différenciation de ces deux concepts. Masse et poids sont deux grandeurs différentes qui sont proportionnelles comme le sont le nombre de sucres et la masse en grammes ou encore la distance en kilomètres et la durée du parcours en heures.

ET SI LE CORBEAU ET LE RENARD ALLAIENT SUR LA LUNE ?

Peu habitués à la créativité et à l'originalité, surtout en sciences, les enfants ont d'abord été réticents à l'idée de placer un arbre sur la Lune.

Développer la créativité via le cours de sciences

Dans un article "Thinking about creativity in sciences education", Hadzigeorgiou (2012)⁸ propose différentes pistes pour développer une pensée divergente chez l'élève et faire émerger une créativité de l'esprit.

Par exemple, mettre les élèves devant une situation inhabituelle, voire incongrue et leur demander de réécrire le réel sous cet angle (rédiger un texte sur le thème : « Un jour sans la force de gravitation »), ou encore mettre les élèves au défi d'établir des connexions entre faits et idées qui n'ont apparemment rien à voir entre eux. Ou encore, faire créer des analogies par les élèves pour expliquer un phénomène.



Après une mise au point de l'enseignant sur la nécessité d'être créatifs au cours de cette activité, les enfants ont imaginé comment se déroulerait la scène du corbeau et du renard sur la Lune où la force de pesanteur est six fois inférieure à celle de la Terre. Encore une fois, les enfants doivent produire un schéma et un texte explicatif individuels qui serviront de base à une synthèse plus collective. Dans un premier temps, les élèves représentaient corbeau, renard, fromage et arbre en suspension, comme si tout « flottait » sur la Lune. L'enseignant leur a alors montré un extrait d'une vidéo des premiers pas de l'Homme sur la Lune afin de lever cette conception d'absence de pesanteur sur la Lune.

La Lune devient le théâtre de la ruse du renard qui, ayant un poids six fois inférieur sur la Lune, a pu sauter jusqu'au corbeau et se régaler d'un festin de fromage... et de corbeau !

Les élèves n'ont pas tenu compte de la situation du corbeau qui s'envolera six fois plus facilement et du fromage qui tombera six fois plus lentement mais ça, c'est une autre histoire !

⁸ <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2012.35089>

ET SI LE CORBEAU ET LE RENARD ALLAIENT SUR UNE PLANÈTE QUI LES ATTIRAIT DIX FOIS PLUS QUE LA TERRE ?

Cette question fait l'objet d'une recherche sur Internet. Existe-t-il une planète sur laquelle la force de pesanteur est dix fois supérieure à celle de la Terre ? Lors de leurs recherches, certains enfants font le constat que la force de pesanteur sur une planète est liée à la masse de celle-ci. Ce constat est relayé à toute la classe sans être expliqué. L'explication viendra plus tard, dans le secondaire.



À nouveau, les enfants doivent être créatifs. Ils réalisent un schéma et un texte explicatif qui répondent à la question posée. Sur cette planète imaginaire, le corbeau lâche volontairement le fromage sur la tête du renard qui se retrouve assommé.

Julie

Comment représenter la force de pesanteur?

C'est l'épaisseur de la glèche qui représente la force de pesanteur.

C'est le nombre de glèches qui représente la force de pesanteur.

STRUCTURATION

À la suite de ces activités, l'enseignant demande aux enfants de représenter schématiquement la force de pesanteur.

Les représentations spontanées jouent sur l'épaisseur ou le nombre de flèches vers le bas pour signifier la variation de la force de pesanteur dans les trois situations envisagées.

Enfin, en guise de dépassement, l'enseignant montre aux enfants ce qui sera attendu d'eux dans le secondaire pour la représentation des forces dans le cas de la Terre. Il leur demande ensuite de modifier ce schéma pour les deux autres situations : sur la Lune et sur une autre planète.

Et dans le secondaire?

Schématisez l'action de la Terre sur la pomme et caractérisez la force: (rappel : thème 3 cours de 1^{ère}).

L'objet qui fait l'action (la Terre, point-objet A) et celui qui subit l'action (la pomme, point-objet B).

- droite d'action: verticale
- sens: de haut en bas
- valeur: 1 N
- Point d'application: B

La masse de cette pomme est de 100g (0,1kg)

Ajuste ce schéma pour la lune et pour une planète ayant une attraction plus forte que celle de la Terre.

Lune

Autre planète (Jupiter: 2,5 fois plus forte)

- droite d'action: verticale
- sens: de haut en bas
- Point d'application: B

La masse de la pomme ne change pas. Elle vaut toujours 100g. Par contre, son poids est de ± 0,16N

- droite d'action: verticale
- sens: de haut en bas
- point d'application: B

La masse de la pomme ne change pas. Elle vaut toujours 100g. Par contre, son poids est de ± 2,5N.

REVENIR AUX LEVIERS

BASCULE

Lors de la séquence d'activités faisant suite à la lecture du livre « *Un tout petit coup de main* », certains élèves ont été tentés de tester le facteur « *distance au pivot* ». Dans ce cas, l'enseignant a mené la séquence suivante.



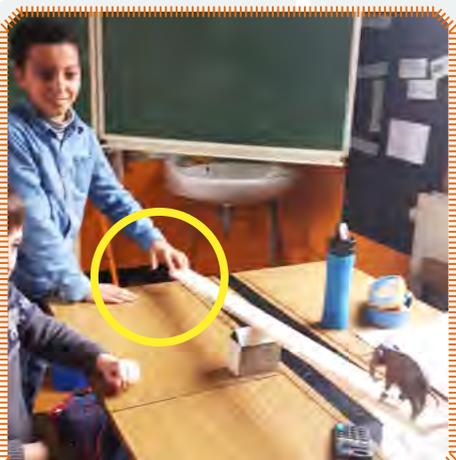
Expérience action

Une nouvelle lecture est proposée : « *Bascule* »⁹. L'enseignant demande aux enfants de « *placer le renard et le lapin en plastique sur le pont bancal afin de garder le pont en équilibre* ». Le pont est simulé par une planche posée sur un pivot. Il s'agit de représenter cette situation d'équilibre entre deux objets de poids différents par un schéma.

Expérience pour ressentir

Afin de ressentir les effets d'un rapprochement ou d'un éloignement du point d'application d'une force par rapport au pivot, l'enseignant demande de placer une figurine d'éléphant à l'extrémité de la bascule.

Il est ensuite demandé de soulever cet éléphant en appuyant avec un seul doigt à différents endroits de la planche.



Cette activité peut également être menée avec les enfants à l'aide d'une grande planche placée sur un pivot dans la cour de récré.

Chez les plus grands, la structuration de cette activité est l'occasion d'introduire de nouveaux mots : force résistante (le poids soulevé), force motrice (force du doigt), bras moteur, bras résistant.

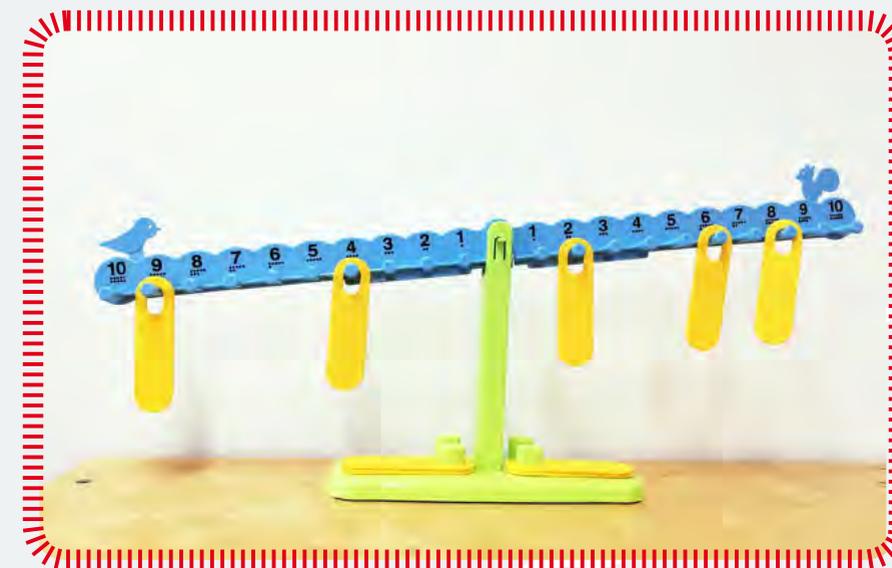
Expérience à concevoir

Après toutes ces manipulations, en 5^e et 6^e années, l'enseignant demande aux enfants d'anticiper, sans essayer avant avec le matériel, les positions approximatives de deux animaux pour arriver à une situation d'équilibre. Lors de cette étape, on peut également travailler avec des objets de différents poids ou avec des récipients et des quantités données de sable.

Expérience à suivre : la balance à calcul

Par groupe, les enfants doivent trouver différentes situations d'équilibre de la balance en plaçant des quantités différentes d'anneaux à gauche et à droite de l'appui central. Toutes les situations d'équilibre sont consignées dans un tableau affiché en classe. L'analyse de ce tableau de résultats est assez aisée pour les élèves plus grands. L'enseignant leur demande alors de produire une phrase qui permet de décrire ce que l'on observe :

« *La balance est en équilibre quand le nombre obtenu en multipliant le nombre de plaquettes par leur éloignement du point d'appui est égal des deux côtés* »



COMMENT EST NÉE CETTE BROCHURE ?

Les séquences présentées dans le cadre de cette brochure sont le fruit d'une collaboration entre des enseignants de classes maternelles et primaires et l'asbl Hypothèse.

Ce travail sur les concepts de masse et de poids peut être découpé en plusieurs phases.

PHASE DE RECHERCHE

Ce travail est mené par les membres de l'équipe d'Hypothèse. Il s'agit, dans un premier temps, d'investiguer les apports de la littérature didactique en lien avec le sujet.

Voici quelques questions vives qui animent cette première phase de recherche.

Quelles sont les préconceptions des enfants fréquemment identifiées ?

Quels sont les freins à l'apprentissage rencontrés ?

Quels principes méthodologiques favoriser ?

PHASE DE TRANSPOSITION

Les différents acteurs sont unanimes à ce sujet ¹⁰ : pour des praticiens, s'emparer des acquis de la recherche en didactique pour les insuffler dans leurs pratiques reste une tâche très ardue. Les difficultés se situent à divers niveaux : difficultés d'accès aux publications, difficultés de compréhension de celles-ci, en raison notamment du fait qu'elles s'adressent le plus souvent aux chercheurs du domaine et non aux praticiens, difficultés de traduire les éléments issus de la recherche en séquences de classes, etc.

Par la variété des profils des membres de l'équipe d'Hypothèse – enseignants de différents niveaux, scientifiques, formateurs d'enseignants, chercheurs en didactique – l'asbl tente de jouer ce rôle de chaînon manquant entre recherche et pratique.

Par la création de séquences de classes, nous tentons de répondre à la question suivante :

Comment donner vie aux acquis de la recherche en didactique dans des séquences d'apprentissages riches de sens et qui respectent les référentiels en vigueur ?

PHASE DE FORMATION

Les séquences produites par Hypothèse sont proposées à l'équipe d'enseignants partenaires lors de trois après-midis de formation. Ces moments sont l'occasion de présenter l'enchaînement d'activités, les principes qui les sous-tendent, mais aussi le matériel créé. C'est également lors de ces moments de formations que les enseignants partenaires enrichissent les séquences proposées en partageant leur expérience de terrain sur le thème travaillé.

PHASE D'ACCOMPAGNEMENT ET DE TEST

De retour en classe, les enseignants partenaires testent une partie des activités vécues en formation et en créent éventuellement de nouvelles. Hypothèse se tient à leur disposition pour les accompagner dans cette démarche de transposition des séquences à leur propre réalité et à leur propre contexte.

Les accompagnements prennent différentes formes : aide ponctuelle au moment de la préparation des séquences - cette aide pouvant porter sur des points de matière ou sur des questions méthodologiques -, fourniture du matériel nécessaire pour mener à bien les activités ou encore assistance à l'enseignant en classe. Sur ce dernier type d'accompagnement, nous sommes très vigilants à rester des assistants et à ne jamais prendre la place de l'enseignant.

C'est également durant cette phase que des traces écrites, photographiques ou filmées sont collectées.

PHASE DE RETOUR ET DE SYNTHÈSE

En fin d'année scolaire, une après-midi est organisée afin de permettre à tous un partage de l'expérience vécue.

Lors de cette séance, les enseignants relatent les activités qu'ils ont mises en place dans leur classe, les difficultés qu'ils ont rencontrées mais aussi les retombées positives qu'ils ont détectées. Il s'agit aussi, pour les enseignants qui ont créé des séquences inédites, dépassant largement le cadre des activités proposées lors des trois après-midi de formation, de les partager avec l'ensemble du groupe.

La richesse du moment d'échange est grande et, en collectif, des solutions sont proposées aux difficultés rencontrées par l'un ou l'autre enseignant.

PHASE DE RÉDACTION

Les membres de l'équipe d'Hypothèse tentent d'ordonner les séquences et les activités vécues en tenant compte des enrichissements et ajustements apportés par les enseignants. A nouveau, les lectures didactiques et les orientations méthodologiques choisies guident cette mise en cohérence du vécu de classe à des fins de diffusion.

Vient ensuite le moment de rédaction proprement dite de la brochure.

¹⁰ Voir à ce sujet : Daro, S., Graftiau, M.-C., Stouvenackers, N. & Hindryckx M.-N. (2018). Étude préliminaire à propos de l'intégration des écrits de la recherche en didactique des sciences dans la formation des enseignants en Belgique francophone. RDST - Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies, 17.

Notes/croquis

126 gr

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR MENER À BIEN LES ACTIVITÉS

LE MATÉRIEL EN ITALIQUE SE TROUVE EN PRÊT À L'ASBL

Boîtes en carton de différentes tailles

Sable

Balance à plateaux

Figurines d'animaux en plastique

Planches en bois de différentes tailles

Triangles en bois pouvant servir de pivot

Balance à calculs

Matériel varié pouvant servir à fabriquer des bascules

Bol mesureur

Mallettes différentes

Balles différentes

Dynamomètre avec des limites différentes

Pèse-personne

Matériel varié pouvant servir d'étalon naturel : kaplas, craies, petits cubes en plastique, sucre, bille, Lego, pommes, sachets de sel, frigolite...

Balance de précision

Balance de cuisine

Balance digitale

Cube creux d'un volume de 1 dm³

Tréteaux permettant de suspendre des dynamomètres

Diversité de balances

126 gr

PARTENAIRES ET RESSOURCES

LES ÉCOLES ASSOCIÉES AU PROJET

Nous remercions les directions, les enseignants et les enfants pour leur accueil et leur collaboration.

- École communale d’Awan à Aywaille • 04/384.58.63
- École libre de Fraipont • 087/26.84.29
- Institut Saint Michel à Esneux • 04/380.30.07
- École Sainte-Thérèse d’Oneux (Theux) • 087/54.18.26
- École fondamentale libre du Sacré-Cœur à Gilly • 071/41.20.07
- École libre de Deigné • 04/384.48.51
- Ecole Saint-Joseph à Remouchamps • 04/384.41.78
- École maternelle des Peupliers à Saint-Nicolas • 04/247.09.69
- École Notre Dame de Flémalle • 04/273.07.61
- Institut Royal pour Handicapés de l’Ouïe et de la Vue • 04/221.14.84
- École communale de Fontin • 04/380.34.28
- École communale de Beaufays • 04/361.56.44

RESSOURCES

Nous remercions tous les professionnels et personnes ressources qui ont accompagné les enfants lors de ce projet. Nous les remercions pour le temps qu’ils ont consacré aux enfants et pour leur précieuse collaboration.

Nous remercions *Bérénice Richard*, étudiante à Helmo Sainte Croix à Liège, pour les activités testées et analysées dans le cadre de son travail de fin d’étude :

« Comment aborder la notion de masse et de poids avec des enfants de maternelle pour assurer une progression dans les apprentissages ? ».

AUTRES RESSOURCES PROPOSÉES PAR L’ASBL

En parallèle aux démarches proposées, Hypothèse organise un prêt de matériel en lien avec les séquences.

Pour plus d’information, consultez notre site www.hypothese.be

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

- Guéritte-Hess B., Causse-Mergui I. & Romier M.C. (2005). *Les Maths à toutes les sauces*. Le Pommier.
- Bovet M. & Halbwachs F. (1980). *Le poids et la masse en classe de sixième (deuxième cycle)*. Revue française de pédagogie, 53, 4-18.
- Lucas F., Colantonio D., Jamaer C. & Larsimont M. (2013). *Explorer les grandeurs, se donner des repères*. De Boeck.
- Rouche N. (2006). *Du quotidien aux mathématiques*. Ellipses.

LIVRES POUR ENFANTS

- Trompert A. (1997). *Un tout petit coup de main*. L’école des loisirs.
- Kimura Y. (2005) *Bascule*. Didier Jeunesse
- Verchier Y., Salomon L. & Macagno G. (2008). *Le corbeau et le renard ou la gravitation du camembert*. Ellipses.



MERCI !

Aux enfants, aux instituteurs et institutrices,
aux directeurs et directrices pour leur accueil et leur collaboration.

Aux experts qui nous ont consacré du temps.

Aux membres de l'ASBL Hypothèse pour les relectures et interventions spécifiques
tout au long du projet :

*Claire Balthazart, Sabine Daro, Andrée Dehez, Marie Mosbeux, Cécile Noël,
Corentin Poffé, Florence Richard, Sandrine Schlögel, Francis Schoebrechts,
Nadine Stouvenakers, Raphaëlle Strijckmans*



Avec le soutien de la DGO6
Département du Développement Technologique

REDACTION

Corentin Poffé, Florence Richard

GRAPHISME

Anne Truyers
www.annetryers-design.be

EDITEUR RESPONSABLE

Asbl Hypothèse

Septembre 2018



Composée d'enseignants de différents réseaux qui travaillent du niveau fondamental au supérieur, l'asbl Hypothèse envisage l'apprentissage des sciences comme moyen de développement personnel et comme facteur d'émancipation chez l'enfant de 3 à 12 ans.

La multiplicité des points de vue, la diversité des systèmes de représentation et la réflexion critique argumentée sont les principes d'approche du réel qu'Hypothèse systématise lors de ses actions.

Nous voulons permettre à l'enfant l'acquisition d'un savoir utile, nécessaire à l'exercice d'un pouvoir sur son environnement.

Après « Les glaciers à glace naturelle » (2005), « Les moulins à eau et les centrales hydrauliques » (2006), « Fibres sous toutes les coutures ; de la matière brute aux textiles intelligents » (2007), « Une brique dans le cartable » (2008), « Une maison bien équipée, l'électricité et l'eau dans la maison » (2009), « Voyage aux pays des sons » (2010), « Faut pas pousser... ça roule tout seul ! » (2011), « Mélanges et démélanges » (2012), « Histoire d'y voir clair ! » (2013), « Graines de casserole » (2014), « Chaud... froid..., à tous les degrés ! » (2015), « Passeurs d'eau » (2016), et « (Ap) prendre son temps » (2017), « **126 grammes** » vient à nouveau concrétiser une approche méthodologique originale qui suscite intérêt et plaisir tout en démystifiant la position savante des sciences.

« 126 grammes » permet de poser des questions de sciences relatives aux notions de masse et de poids et de rencontrer des gens de métier.

Reflète de la collaboration vécue entre enfants, enseignants et personnes ressources, cette brochure est aussi un outil qui veut donner l'envie des sciences en proposant les moyens d'en faire.

Initier un projet dans une classe, organiser un programme de formation en réponse à une demande d'enseignants, expérimenter des démarches dans le cadre de formations continuées : les membres d'Hypothèse sont vos partenaires.

ASBL
HYPOTHESE