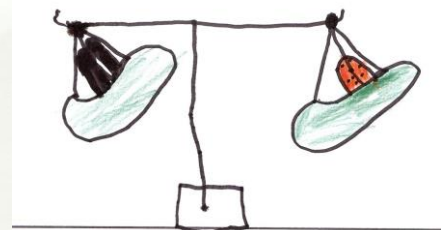
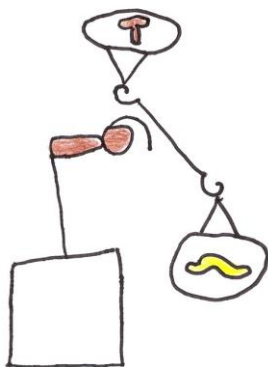


Les balances



Ou... l'art de trouver l'équilibre...



Sommaire

Présentation du projet.....	4
Les connaissances de l'enseignant	5
Matériel	6
Séance 1 : Présentation de la balance	7
Séance 2 : Premières comparaisons et tri avec les masses élémentaires.....	8
Séance 3 : Combinaisons de plusieurs masses.....	10
✓ Grandes et moyennes sections.....	10
✓ Petites sections.....	11
Séance 4 : Tri de ces nouveaux fruits.....	13
Séance 5 : Préparation des sacs de courses.....	15
Pour aller plus loin : fabrication d'une balance.....	17
Lexique pour les balances	18

Ce sujet d'étude a été réalisé par le centre pilote de Châtenay-Malabry, que nous remercions de nous avoir présenté son projet et prêté sa « Petite maison des sciences ».

La version actuelle a été réécrite par nos soins. Il ne s'agit pas d'une version définitive, « clé en main », et nous comptons sur vous pour la faire évoluer et l'adapter ainsi aux besoins des élèves.

Cela permettra d'enrichir les ressources pédagogiques mises à disposition par le centre pilote de Nogent-sur-Oise.

Ce sujet d'étude a été réécrit par Antonin Riffard (stagiaire polytechnicien) sous la coordination de Nicolas Demarthe.

Nous remercions tout particulièrement la municipalité de Nogent-sur-Oise et les services techniques pour la fabrication des petites maisons des sciences destinées aux écoles maternelles.

Présentation du projet

La découverte proposée dans ce document s'intéresse uniquement à la balance à fléau dont les bras sont égaux.

Découverte de la balance et de la mesure de deux masses

Les enfants vont découvrir les fondamentaux nécessaires à la mesure d'une masse :

- La notion d'équilibre d'une balance à fléau à bras égaux,
- Ce qu'est une unité de mesure et son utilité pour la comparaison objective des deux masses.

Les enfants apprennent à faire correspondre une étiquette « masse » ou « poids », le terme importe peu à ce niveau d'enseignement, à un objet, ici un fruit. Attribuer une étiquette permet d'opérer un tri « ce fruit appartient ou non à cette catégorie » puis un rangement « chaque fruit sera placé dans un panier selon son poids ».

Les jeux proposés permettent d'utiliser des unités. L'idée d'unité de mesure est fondamentale ; l'unité est l'étalon qui permet d'évaluer des masses par rapport à cette unité « ce fruit pèse une grande masse ou une petite masse ».

L'objet aura, dans le domaine de l'évaluation de sa masse, un rapport à cet étalon : sa masse sera équivalente à une ou deux Petite(s) Masse(s), à une ou deux Grande(s) Masse(s) ou encore à une « Petite et une Grande Masse » réunies. La mesure de masses équivalentes à l'ajout de deux masses vérifie une propriété additive intuitive selon laquelle « la mesure du tout doit être égale à la somme des mesures des parties ».

Les enfants pourront être invités à le vérifier dans le cadre d'une exploration libre du matériel.

Les connaissances de l'enseignant

Une **balance**, du latin « bis », deux fois, et « lanx », signifiant « plateau » est un instrument de mesure qui sert à évaluer des masses. Pour effectuer cette mesure, on utilise des masses marquées. Depuis la révolution française, le gramme est défini comme la masse d'un centimètre cube d'eau à la température de 4°C.

La **balance à fléau** se compose d'une barre métallique rigide appelée « fléau ». Ce fléau repose sur une pièce métallique qui permet de suspendre la balance. Les deux extrémités du fléau servent à supporter : l'un, le corps à peser, l'autre les masses marquées destinées à faire équilibre au corps.

La balance est un instrument de mesure basé sur les lois de la mécanique, elle fonctionne en réalisant l'équilibre entre deux forces. Lorsque la balance à fléau, dont les deux bras sont égaux, est en équilibre, les masses des plateaux sont identiques.

Distinction entre poids et masse

Le poids est une force définie par une direction, (verticale), par un sens (vers le centre de la Terre) et par un point d'application (le centre de gravité G). Une force se mesure en Newton.

la masse est la quantité de matière d'un objet ; elle se mesure en grammes.

Le poids dépend du lieu où la mesure est effectuée. Un objet amené sur la Lune ne voit pas sa masse changée, mais son poids diminue du fait de la plus faible pesanteur.

Un peu d'histoire...

Dans l'Antiquité, les fonctionnaires vérifiaient la justesse de la pesée des négociants et des commerçants à l'aide d'étalons de mesure. Les premiers étalons, réalisés en cuivre ou en bronze, ont été réalisés en Asie et en Égypte.

Au XVII^e siècle, la balance Roberval, doit son nom à son inventeur Gilles Personne, mathématicien et physicien français, connu sous le nom de Roberval, car il était originaire de Roberval dans l'Oise. Cette balance va révolutionner le pesage. Pour la première fois Gilles Personne eut l'ingénieuse idée de placer les plateaux au-dessus du fléau, alors que depuis des millénaires, ils étaient placés en dessous du fléau.

Matériel

- Une balance à fléaux égaux
- 2 petites masses (représentées par le symbole 🟡).
- 2 grandes masses (représentées par le symbole 🔵).
- Plusieurs fruits lestés :
 - 3 fruits qui pèsent chacun « Une grande masse » 🔵
 - 3 fruits qui pèsent chacun « Une petite masse » 🟡
 - 2 fruits qui pèsent chacun « Deux grandes masses » 🔵🔵
 - 2 fruits qui pèsent « Une grande masse et une petite masse » 🔵🟡 (MS et GS seulement)
 - 2 fruits qui pèsent chacun « Deux petites masses » 🟡🟡 (MS et GS seulement)
- 5 paniers pour trier les fruits (3 pour les PS)
- Plusieurs « cartes masses », ou étiquettes
- 6 sacs de courses (pour les MS et GS) (séance 5)
- 10 cartes courses (pour les MS et GS) (séance 5)





Séance 1 : Présentation de la balance

Résumé

L'enseignant présente la balance aux élèves qui découvrent son fonctionnement.

Matériel

- La balance
- Les masses (une petite et une grande)
- Quelques fruits :
 - des fruits qui pèsent chacun autant qu'une petite masse 
 - des fruits qui pèsent chacun autant qu'une grande masse 

Déroulement

Les enfants sont réunis autour de la balance.

L'enseignant essaye devant les élèves plusieurs combinaisons avec des masses et des fruits : on pose sur un plateau l'objet dont on veut mesurer le poids (ici un fruit), et on pose sur l'autre une masse étalon, en essayant d'obtenir l'équilibre. Les élèves observent la balance en fonctionnement, et essaient d'expliquer ce qui se passe.

Au cours de l'échange, l'enseignant veillera à faire préciser par les enfants :

- le fait que la balance est équilibrée lorsque le fléau est « droit », qu'il est horizontal (ce terme est bien souvent difficile à appréhender ; l'enseignant permet aux enfants l'utilisation du terme « droit » mais utilise le mot « horizontal » et parle d'équilibre).
- que l'objet pesé est placé sur un plateau et que la masse équivalente (qui fait le même poids) se trouve sur le second plateau. Les enfants expriment l'équivalence des masses en utilisant le terme « pareil » ; il s'agit lors de cette activité de comprendre que la position d'équilibre du fléau indique que les objets ont une même masse.

Les enfants peuvent alors essayer d'utiliser la balance eux-mêmes, et essayer de trouver la masse qui correspond à un fruit.

Note : L'équilibre parfait est difficile à obtenir avec les balances. Cela peut provenir de la balance, ou bien d'un léger écart de masse entre les objets à peser. On considérera alors qu'un équilibre presque parfait suffit pour affirmer que deux objets ont la même masse.

Séance 2 : Premières comparaisons et tri avec les masses élémentaires

Résumé

Les élèves doivent aider la marchande à trier les fruits selon leur masse.

Objectifs

Apprendre à faire correspondre une étiquette « masse » à un objet, ici un fruit.

Utiliser des unités, l'unité étant l'étalon qui permet d'évaluer des masses par rapport à cette unité : « ce fruit pèse une grande masse » ou « une petite masse ».

Matériel

- La balance
- Les masses (deux petites et deux grandes)
- Six fruits :
 - trois fruits qui pèsent chacun autant qu'une petite masse 📌
 - trois fruits qui pèsent chacun autant qu'une grande masse 📍
- Deux paniers : l'un avec l'étiquette « Une petite masse », l'autre avec l'étiquette « Une grande masse ».

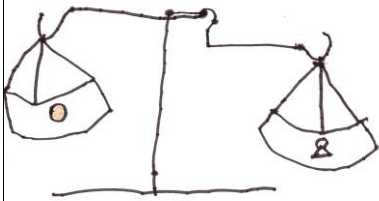
Déroulement

L'enseignant explique aux élèves la situation : Pour préparer son étal de fruits, la marchande indique le poids des fruits. Les paniers sont initialement vides. Les fruits doivent être répartis dans les paniers dont l'étiquette correspond à la masse du fruit. Pour aider la marchande, il faut peser les fruits et les poser dans le bon panier. L'enseignant peut alors faire une démonstration avec un des fruits.

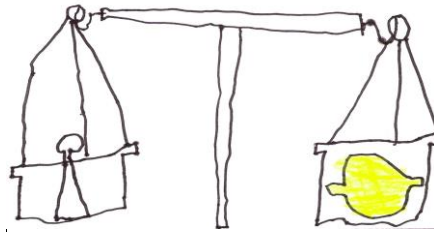
Les enfants utilisent la balance pour trouver le panier dans lequel doit être rangé chaque fruit. Une fois qu'ils ont trouvé le panier correspondant à chaque fruit, ils dessinent et expliquent ce qu'ils ont fait pour préparer l'étal de la marchande.



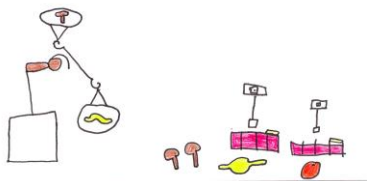
Exemple de productions d'élèves :



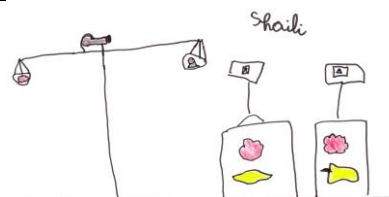
J'ai pesé l'orange avec la petite masse, j'ai mis l'orange dans le petit panier de la petite masse.



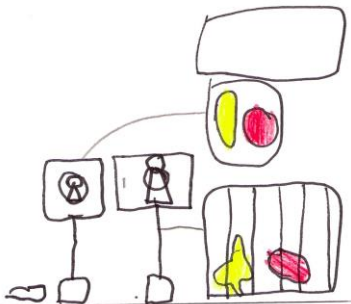
J'avais mis la grande masse ça avait pas fait l'équilibre. J'avais mis la petite masse et après en fait ça avait fait l'équilibre



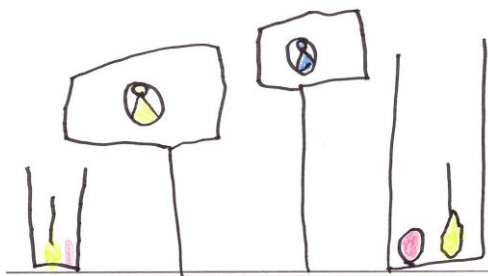
J'ai choisi la masse grande, j'ai trouvé l'équilibre. Et après j'ai mis le citron dans cette boîte parce que j'ai placé le citron avec le grand pion (la grande masse).



J'ai mis la petite masse dans le plateau, et j'ai mis avec la tomate dans l'autre plateau. J'ai mis la petite tomate dans le panier de la petite masse. L'étiquette est la petite masse.



J'ai mis le citron dans le plateau, et là j'ai mis la grande masse. C'était à l'équilibre. J'ai mis le citron dans le panier de la grande masse.



J'ai mis la poire dans le panier parce que ça faisait l'équilibre avec la petite masse.

Séance 3 : Combinaisons de plusieurs masses






Cette séance sera différente selon les niveaux.

✓ Grandes et moyennes sections

Résumé

Cette fois-ci, de nouveaux fruits sont mis à la disposition des élèves, mais ces fruits ne pèsent plus simplement « Une grande masse » ou « Une petite masse ».

Matériel

- La balance
- Les masses (deux petites et deux grandes)
- Six fruits :
 - deux fruits qui pèsent « Une grande masse et une petite masse » 
 - deux fruits qui pèsent chacun « Deux grandes masses » 
 - deux fruits qui pèsent chacun « Deux petites masses » 
- Les étiquettes « Une grande masse »  et « Une petite masse » 
- Des feuilles et des crayons

Déroulement

La marchande a maintenant de nouveaux fruits, mais elle n'arrive pas à les ranger dans les paniers avec les étiquettes qu'elle a déjà. Il va donc falloir découvrir quel est le poids de ces nouveaux fruits, et créer les nouvelles étiquettes pour ces fruits.

L'enseignant montre comme exemple aux élèves un fruit qui est trop lourd pour avoir le poids d'une petite masse, mais trop léger pour avoir celui d'une grande masse. Après avoir comparé le poids du fruit avec celui d'une petite masse et celui d'une grande masse, il demande aux élèves comment peut-on faire pour équilibrer la balance.

Les élèves commencent alors à chercher comment utiliser plusieurs masses en même temps pour équilibrer la balance. Une fois qu'ils ont réussi à obtenir un équilibre, ils dessinent la nouvelle étiquette en se basant sur les modèles d'étiquette déjà vu lors de la séance précédente, c'est-à-dire celles qui représentent « Une grande masse » et « Une petite masse ». Pour cela, il leur suffit de dessiner les masses qui se trouvent sur le plateau.





Ils recommencent ensuite avec les autres fruits à leur disposition.

Conclusion

En fin de séance, l'enseignant rassemblera les élèves pour rappeler les deux séances qui viennent d'avoir lieu. On demandera aux enfants combien de « catégories » de fruits les enfants ont repéré, c'est-à-dire quels sont les différents poids possibles pour les fruits de la marchande. Comme chaque catégorie correspond à un panier, la question est alors la suivante : *De combien de paniers la marchande a-t-elle besoin ? Quelles sont les étiquettes dont elle a besoin ?*

La réponse attendue est 5 (👤, 👤, 👤, 👤, 👤). Il est possible que les enfants ne pensent qu'aux 3 dernières catégories, auquel cas ils se rendront compte de cette erreur à la prochaine séance, lorsqu'ils devront trier tous les fruits.

✓ Petites sections

Résumé

Cette fois-ci, de nouveaux fruits sont mis à la disposition des élèves. Ces fruits pèsent « deux grandes masses » 👤👤, mais les élèves vont devoir le découvrir.

Matériel

- La balance
- Les masses (deux petites et deux grandes)
- deux fruits qui pèsent chacun « Deux grandes masses » 👤👤
- Plusieurs étiquettes « Une grande masse » 👤 et « Une petite masse » 👤 (pour les assembler)


Déroulement

La marchande a maintenant de nouveaux fruits. Comme pour la séance précédente, les élèves

vont devoir essayer de trouver le panier qui correspond à ces fruits. Mais en essayant, ils vont se rendre compte que le fruit ne pèse pas « Une petite masse », ni « Une grande masse ».

L'enseignant demande alors aux élèves comment on peut faire pour trouver l'équilibre. Les élèves peuvent essayer leurs idées, jusqu'à parvenir à l'idée que l'on peut poser plusieurs masses sur l'un des plateaux. Après cela, il ne leur reste plus qu'à essayer les différentes combinaisons possibles pour trouver celle qui convient, c'est-à-dire « Deux grandes masses ».






On demande ensuite aux enfants comment utiliser les étiquettes déjà présentes pour créer une nouvelle étiquette pour ces fruits. Il faut qu'ils assemblent deux étiquettes .

Les enfants peuvent terminer la séance en continuant d'utiliser la balance à leur guise.

Conclusion

En fin de séance, l'enseignant rassemblera les élèves pour rappeler les deux séances qui viennent d'avoir lieu. On demandera aux enfants combien de « catégories » de fruits les enfants ont repéré, c'est-à-dire quels sont les différents poids possibles pour les fruits de la marchande. Comme chaque catégorie correspond à un panier, la question est alors la suivante : *De combien de paniers la marchande a-t-elle besoin ? Quelles sont les étiquettes dont elle a besoin ?*






La réponse attendue est 3 (, , ). Si les enfants ne pensent qu'aux 3 dernières catégories, ils pourront se rendre compte de cette erreur à la prochaine séance, lorsqu'ils devront trier tous les fruits.

Séance 4 : Tri de ces nouveaux fruits

Résumé

Les élèves vont maintenant pouvoir trier les fruits qu'ils ont découverts dans les deux dernières séances.

Matériel

- La balance
- Les masses (deux petites et deux grandes)
- Huit ou douze fruits selon le niveau :
 - trois fruits qui pèsent chacun « Une grande masse » 
 - trois fruits qui pèsent chacun « Une petite masse » 
 - deux fruits qui pèsent chacun « Deux grandes masses » 
 - deux fruits qui pèsent « Une grande masse et une petite masse »  (MS et GS seulement)
 - deux fruits qui pèsent chacun « Deux petites masses »  (MS et GS seulement)
- Cinq paniers (MS et GS) ou trois paniers (PS) avec pour chacun une étiquette différente.

Déroulement

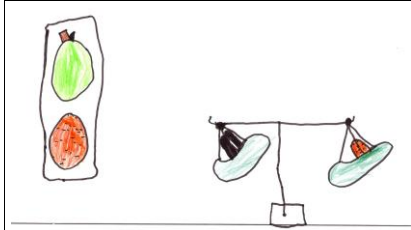
On rappelle la séance précédente : certains fruits ne peuvent pas être mis dans les paniers « Une grande masse » ou « une petite masse », donc il a fallu créer d'autres étiquettes pour ces fruits. Maintenant que nous avons ces étiquettes, les élèves peuvent trier tous les fruits pour compléter l'étal de la marchande.

On rappelle aussi la conclusion des élèves sur le nombre de paniers nécessaires pour le tri, et on leur donne seulement le nombre de paniers demandé, ainsi que les étiquettes qu'ils demandent et qu'ils devront accrocher eux-mêmes aux paniers.

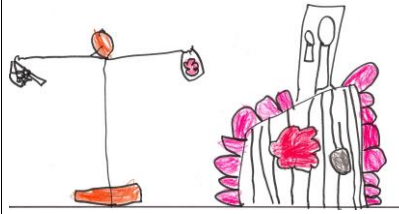
Si certains fruits ne peuvent pas être classés dans les paniers disponibles, les élèves vont se rendre compte qu'il faut des paniers et des étiquettes supplémentaires, qu'ils peuvent demander à l'enseignant.

Une fois le jeu terminé, ils peuvent, comme dans la deuxième séance, dessiner et commenter ce qu'ils ont fait.

Exemples de productions d'élèves :



J'avais mis une orange et 2 grandes masses. Après j'ai mis l'orange dans le panier. Le panier avait l'étiquette « Le Grand et le Grand »



J'ai mis une Grande Masse et une Petite Masse et après j'ai mis la tomate dans le panier où il y avait une Grande Masse et une Petite Masse.

Séance 5 : Préparation des sacs de courses

Cette séance n'est que pour les grandes et les moyennes sections.

Résumé

Les élèves doivent remplir un sac de manière à obtenir la masse attendue.

Matériel

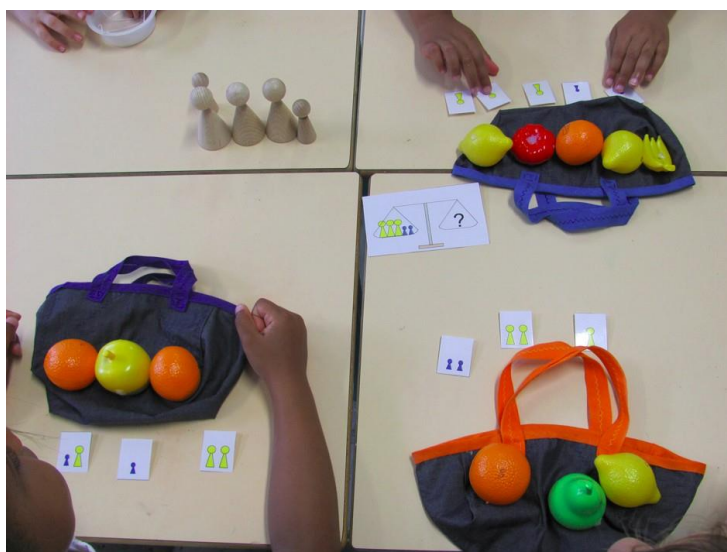
- La balance
- Douze fruits (voir séance précédente) déjà triés dans les paniers correspondant
- Quatre sacs de courses
- Les « cartes masses »
- Dix « cartes courses »

Déroulement

Les fruits sont déjà rangés dans les paniers étiquetés de la marchande. On présente le nouveau défi aux enfants : il faut aider la marchande à remplir les sacs de courses en suivant ce qui est indiqué sur les « cartes courses ».

Par exemple, si la carte choisie indique « Trois petites masses et une grande masse », l'élève peut placer dans son sac :

- Trois fruits qui pèsent « Une petite masse » et un fruit qui pèse « Une grande masse »
- Deux fruits qui pèsent « Une petite masse » et un fruit qui pèse « Une grande masse et une petite masse »
- Un fruit qui pèse « Deux petites masses » et un fruit qui pèse « Une grande masse et une petite masse »



À chaque fois qu'une « carte course » est tirée, tous les enfants essaient de remplir leur sac de fruits pour obtenir le poids indiqué sur la carte. L'enseignant vérifie alors que les sacs sont bien remplis. Il fait remarquer aux élèves que tous n'ont pas choisi la même solution, mais que les sacs ont pourtant la même masse : en effet, si l'on accroche un sac de chaque côté de la balance, on observe bien l'équilibre attendu.

Pour aider les élèves lorsqu'ils remplissent leurs sacs, ils pourront prendre les « cartes masses » avec les fruits pour « voir » la masse de leurs sacs.

Pour aller plus loin : fabrication d'une balance

Chaque enfant peut maintenant fabriquer une balance et l'emporter à la maison.

L'utilisation d'un cintre rend facile le montage de la balance :

- Les deux plateaux fixés à chaque extrémité de la partie basse du cintre
- Le crochet du cintre permet de le tenir en équilibre sur un doigt ou accroché à un support

Lexique pour les balances

Un regard sur l'expression « scientifique » des enfants

Lors de l'exploration des différentes situations les enfants sont amenés à échanger pour décrire ce qu'ils vont faire, ce qu'ils constatent... Guidés par l'enseignant, les enfants commentent, argumentent, justifient leur réponse. Cet échange nécessite un vocabulaire le plus précis possible et compris de tous.

Les situations proposées sont adaptées à la compréhension du jeune enfant ; le vocabulaire employé est donc nécessairement celui du langage courant d'un enfant de l'école maternelle.

Trois catégories de « mots » vont alors être utilisées différemment :

- **Les mots pour nommer les objets** : le vocabulaire « savant » qui désigne l'objet est introduit
- **Des verbes pour préciser les gestes** : chaque situation, chaque technique présentée appelle son vocabulaire propre
- **Les mots pour expliquer le fonctionnement** d'un objet ou l'observation d'un phénomène : l'enfant utilise le vocabulaire dont il dispose, paraphrase bien souvent... l'enseignant commente en situation le fonctionnement observé en s'appuyant sur un vocabulaire et des notions connus et compris de tous, et introduit progressivement le terme « savant » ; ce mot « savant » est dans un premier temps compris des enfants puis peu à peu utilisés par ceux-ci.

Faire un lien entre l'expression orale des enfants et la présentation « savante » d'une connaissance nouvelle permet d'être plus attentif aux termes sur lesquels il est possible de s'appuyer pour formuler au mieux la description d'un objet ou d'un phénomène.

Des mots pour nommer les objets

J'ai pesé l'orange avec la petite masse...

J'ai choisi la masse grande

J'ai mis la petite masse dans le plateau

J'ai regardé sur l'ardoise... J'ai rangé la clémentine dans le panier

Pour peser j'ai pris la tomate, je l'ai mise dans le plateau. Après j'ai mis la Grande Masse, je l'ai déposée, « ça fait à l'horizontal », le fléau était à l'horizontal.

Des mots pour expliquer le fonctionnement

J'ai mis la poire dans le panier parce que ça faisait l'équilibre avec la petite masse.

J'ai mis le citron dans le plateau, et là j'ai mis la grande masse. C'était à l'équilibre. J'ai mis le citron dans le panier de la grande masse.

J'ai mis la poire et après la balance était à l'oblique. Après j'ai mis des masses, j'ai mis 2 Grandes Masses, elle était à l'équilibre.

J'avais mis une pomme et j'avais mis 2 Grandes Masses, ça faisait l'équilibre. J'ai rangé ma pomme là où il y avait 2 Grandes Masses. Pour moi, ça a été difficile, j'avais en premier une Petite, 2 Petites et 1 Grande, après une autre Grande et après on a réussi.

Des mots pour dire « la mesure »

Là, j'ai mesuré mon orange. J'ai mis dans le grand panier parce que j'ai mis la grande masse.

Quand je prends la grande masse, ça le fait à l'horizontal presque.

Pour peser j'ai pris la poire, je l'ai mise dans le plateau.

C'est à l'horizontal parce que c'est du même poids.

Des mots pour désigner une référence

J'ai dessiné les paniers avec les affiches, avec sur une la Grande Masse, sur l'autre la Petite Masse et sur une autre une Petite Masse et une Grande Masse

J'avais mis une tomate et j'ai pris une Petite et une Grande Masse. Après j'ai enlevé la tomate et je l'ai mise dans la bonne barquette parce que j'ai vu l'étiquette.

J'avais mis une orange et après j'avais mis une Petite Masse. J'avais mis mon orange dans le panier. Je savais que c'était le bon panier parce qu'il y avait une Petite Masse sur l'étiquette.

Pour peser j'ai pris la tomate, je l'ai mise dans le plateau. Après j'ai mis la Grande Masse, je l'ai déposée, « ça fait à l'horizontal », le fléau était à l'horizontal. J'ai cherché « lequel » des deux paniers pour la déposer et je l'ai trouvé. J'ai mis à la bonne étiquette qu'il fallait.