

Questions d'équilibre

Un outil à l'usage des enseignants pour favoriser une continuité
des apprentissages en sciences lors de la liaison primaire
secondaire

Cette recherche action est coordonnée par



www.hypothese.be

Septembre 2009

Auteurs :

Sabine Daro

Marie-Christine Graftiau

Nadine Stouvenakers

Avec la participation de :

Marie-Noëlle Hindryckx

Serge Nanson



*Ministère
de la Communauté
française*

Cet outil est le résultat d'un travail de collaboration entre des enseignants du fondamental et du premier degré du secondaire et des chercheurs en didactique des sciences associés lors d'une recherche action commanditée par la Communauté française. Nous remercions tous les enseignants qui ont participé à l'essai didactique et qui, par leurs remarques constructives, ont contribué à la pertinence de cette séquence.

Sommaire

Introduction	4
1. Phase de sensibilisation	5
2. Poser le problème.....	8
Sous forme de questions	8
Sous forme d'hypothèses	8
3. Chercher l'information par l'expérimentation et garder des traces pour construire des réponses.....	10
3.1 Expériences pour ressentir.....	10
3.2 Chercher l'information par l'expérience - action	12
Tester l'équilibre sur les objets	12
3.3 Chercher l'information par des expériences à suivre.....	17
3.3.1 Illustrer un concept scientifique utile : le centre de gravité.....	17
3.3.2 Quelle bouteille est la plus stable ?	21
3.4 Chercher l'information par des expériences à concevoir (pour prouver nos hypothèses).....	23
Expériences à concevoir proposées par les enfants.....	23
Expériences à concevoir guidées par l'enseignant	27
3.5 Chercher l'information par l'utilisation d'un modèle	30
Le parallélépipède penché et le fil à plomb (au secondaire).....	30
4. Retour au prétest	32
5. Synthèse théorique	33
Quelques éléments théoriques à propos de l'équilibre.....	33
Quelques définitions	33
Objet en équilibre ou non ?.....	33
Les différents types d'équilibre	33

Introduction

Comprendre les conditions d'équilibre des objets est un thème intéressant à travailler à l'école fondamentale. Ce thème peut-être facilement relié à des situations de la vie courante et permet d'appliquer une démarche d'éveil complète partant des préconceptions des élèves en passant par des étapes expérimentales pour construire des réponses aux questions posées. Etudier les conditions de stabilité des corps constitue un sujet éloquent pour comprendre comment un travail d'apprentissage scientifique se vit au primaire et comment il se poursuit au secondaire. L'enseignant du dernier cycle du primaire amène les enfants, en proposant des défis d'ordre pratique (par exemple, faire tenir un objet qui tombe), à exprimer petit à petit leurs intuitions; il guide l'enfant dans la vérification de ses impressions; il synthétise les observations réalisées et construit des explications logiques et généralisables tout en respectant le niveau de formulation des enfants. L'approche y est le plus souvent qualitative et permet de construire un vécu sur lequel pourra s'appuyer l'enseignant du secondaire qui lui, ira plus loin dans la construction des explications. Au secondaire, le sujet n'apparaît dans le programme de l'enseignement général qu'à partir de la 3^{ème} année. Nous proposons, encore à ce niveau, que l'approche expérimentale passe par des phases très concrètes pour poursuivre graduellement par une approche plus rigoureuse et quantitative. Le niveau de formulation passe d'un niveau concret à abstrait. Par exemple, le centre d'équilibre d'un objet, qui se définit au primaire comme « le point qui permettait de faire tenir l'objet sur un seul doigt » devient au secondaire « le centre de gravité, point d'application de la force poids qui s'applique sur l'objet ».

Cette séquence illustre comment, d'un point de vue méthodologique, intégrer dans une démarche d'investigation, une approche expérimentale variée passant des expériences-action aux expériences à suivre et aux expériences à concevoir. Ces différents statuts de l'expérience sont illustrés et explicités dans la brochure méthodologique qui accompagne cet outil.

La démarche présentée dans cette brochure a été élaborée à partir de ces outils et vous est donc proposée à titre exemplatif. Plusieurs logiques sont possibles pour créer du sens dans une séquence. Nous vous invitons, à partir des documents disponibles sur le site, à trouver le fil conducteur qui s'adaptera le mieux à votre contexte.

1. Phase de sensibilisation

Quelques situations mettant en jeu le principe d'équilibre sont proposées aux élèves. Nous voulons partir de leurs préconceptions. Les situations sont choisies pour les faire émerger. Il s'agit soit d'un article de presse de la rubrique des faits divers relatant la chute d'une grue sur un chantier, soit de photos montrant des bâtiments dont la stabilité étonne comme la tour de Pise, soit de prévoir quelle bouteille reviendra plutôt à sa position d'équilibre verticale si on la penche (quatre bouteilles identiques en plastique, remplies de différentes quantité d'eau). L'enseignant récolte les réactions des élèves. Celles-ci sont parfois très révélatrices des systèmes que l'enfant mobilise pour expliquer le réel. Ces préconceptions sont à la base des questions de sciences qui orientent la suite du travail de recherche. On y reviendra à la fin de la séquence.

Exemple de situation pour faire émerger les préconceptions :

Quelle bouteille est la plus stable ? Laquelle est la moins stable ? (Si j'incline légèrement et lâche ensuite la bouteille, laquelle reviendra le plus aisément à sa position verticale ? Laquelle tombera la première ?



RECU METHODOLOGIQUE A PROPOS DE LA PHASE DE SENSIBILISATION

Les connaissances scientifiques vues pour elles-mêmes ont peu de sens pour l'enfant si elles ne sont reliées à la vraie vie. Tout apprentissage devrait être contextualisé pour permettre à l'apprenant de se l'approprier comme un savoir utile et pas seulement comme savoir scolaire. Il est très important de soigner ce premier temps de la séquence qu'est la phase de sensibilisation. C'est une étape où la motivation se dessine, une envie de comprendre se crée, des liens entre la pensée et le réel se tissent, une implication individuelle et collective se mobilise.

De nombreux auteurs en didactique des sciences ont souligné l'importance de s'appuyer sur les préconceptions des élèves pour construire les nouveaux savoirs et leur permettre de faire des connexions qui matérialisent finalement de vrais apprentissages durables. Pour tenir compte de la pensée spontanée, il faut la faire émerger et concrètement l'écrire pour en garder des traces et pouvoir y revenir.

La première séance de la séquence ici proposée décrit plusieurs situations qui ont permis l'expression de cette pensée intuitive. D'autres entrées en matière pourraient être envisagées. Par exemple, une autre classe a relié le travail de recherche sur la notion d'équilibre à la rencontre d'un artiste sculpteur dont les œuvres se jouaient des lois de l'équilibre. Une autre encore a rencontré un maçon sur un chantier proche de l'école. Lors d'une construction, la recherche de la stabilité est primordiale.

Echos des classes

De l'analyse des propos recueillis en 5° primaire, nous avons constaté que les enfants ne mobilisent pas toujours un modèle explicatif efficace comme éclairage des différentes situations proposées. Dans le cas de la grue tombée sur un chantier, la stabilité semble, pour certains, plus dépendre de l'état du véhicule qui ne peut plus exercer une force de compensation (les freins sont en panne, les freins ont lâché et donc elle a basculé). Un courant d'air, le vent, un sol penché sont proposés comme causes possibles. La qualité des manœuvres du conducteur est mise en cause ou une action particulière que ce conducteur aurait pu faire ou ne pas faire (le conducteur est distrait, ou endormi, il a perdu le contrôle...). Quand ils font intervenir le poids, c'est pour dire que l'ensemble du véhicule est trop léger (La grue n'était pas assez lourde). Cette pensée spontanée qui semble dire que ce qui est lourd est plus stable se vérifie très nettement aussi dans la situation des bouteilles inclinées : trois quarts des élèves interrogés choisissent la bouteille remplie comme exemple de meilleure stabilité.

Ils ne sont que quelques-uns à évoquer un jeu de forces en parlant d'un chargement trop élevé pour un corps de grue trop léger (le conducteur est descendu de la grue et elle est tombée, le chargement de la pelle est trop lourd, le chargement est mal placé). Un enfant a évoqué l'absence de vérins de stabilité (il s'agissait d'un fils de grutier !)

Quant aux bâtiments penchés, les enfants se demandent s'ils ont été construits comme cela ou s'ils se sont inclinés petit à petit après la construction (lors d'un tremblement de terre, parce que le sol meuble a bougé). Pour le savoir, dit l'un d'eux, il faudrait voir « si c'est penché à l'intérieur aussi ! » Certains enfants se demandent si le sol du terrain était horizontal. Ils semblent raisonner en imaginant que les constructions sont toujours érigées perpendiculairement au sol, quelle que soit l'inclinaison du terrain.

La tour de Pise suscite la discussion. Tombera-t-elle un jour ? La réaction principale apportée en réponse est que cela finira par tomber « avec le temps » (maintenant cela tient, mais plus tard peut-être pas). Un enfant rétorque que cela dépend de l'inclinaison, que « si la tour penche un peu plus elle tombera, sinon elle restera comme cela même dans très longtemps ».

Dans le cas de ces constructions penchées, aucun n'évoque les fondations ni une éventuelle répartition de la masse qui stabiliserait la base.

↕ Liaison primaire secondaire

Au secondaire, les élèves utilisent des termes « plus scientifiques » comme : centre de gravité, contre-poids, pression ... sans pour autant aboutir à des explications cohérentes ou complètes.

Quelques exemples : *elle tient car son centre de gravité est droit; elle ne tombera pas car elle a un centre de gravité; le poids au sommet est plus léger qu'à la base; la base de la tasse est la même sur toutes les parties de celle-ci; elle tombe si son centre de gravité est déstabilisé.*

Souvent une reformulation des idées est nécessaire pour comprendre l'idée exprimée.

2. Poser le problème

Sous forme de questions

Quelles sont les conditions pour qu'un objet (une maison, une grue, une tour,...) reste en équilibre ?

Les réactions des enfants récoltées lors de la phase de sensibilisation sont transformées en questions. Celles-ci sont notées sous la question principale citée plus haut.

Voici quelques exemples de questions formulées à partir des explications des enfants :

- Est-ce qu'un objet lourd tient mieux qu'un objet léger ?
- Existe-t-il une inclinaison maximale à ne pas dépasser pour chaque objet ?
- Cette inclinaison est-elle la même pour tous les objets ?
- La répartition de la masse dans l'objet va-t-elle influencer sa stabilité ?
- Est-ce que la hauteur de l'objet influence sa stabilité ?
- Qu'est-ce que le centre de gravité ?
- Est-ce que le centre de gravité peut changer de place dans un même objet si on le penche ?
- Est-ce que la base de l'objet doit obligatoirement être plate pour qu'il tienne en équilibre stable ?
- Est-ce que la surface de la base est importante ? Faut-il la même surface pour le côté supérieur que pour le côté inférieur (la base) ?

Sous forme d'hypothèses

(uniquement au secondaire)

- Un objet ne tombe pas si on peut tracer une verticale entre le centre de gravité et la base. (v)
- Plus il y a de masse près de la base et plus l'objet sera stable (v)
- Il existe un angle maximal d'équilibre pour chaque objet. (v)
- Il faut qu'il y ait plus de masse au dessus de la base qu'à côté pour qu'un objet tienne. (v)
- Plus la base est grande et plus l'objet tiendra en équilibre. (v) Pour qu'un objet soit en équilibre, il faut que la base soit plane.
- La surface de la base doit être la même que la surface du côté du sommet de l'objet pour que l'objet tienne.
- Il faut que l'objet ait un centre de gravité.
- Plus l'objet est lourd, mieux il tient.

Les hypothèses émises, notées ci-dessus ne se sont pas toutes vérifiées exactes à l'issue de la recherche. Les Hypothèses vérifiées sont notées d'un (v)

Echos des classes

Passer des impressions à la formulation d'une question ou d'une hypothèse ne se fait pas aisément. L'enseignant doit aider lors de cette étape. Son rôle est de percevoir, derrière la proposition de l'enfant, le système explicatif qui le guide, de cibler le facteur causal mobilisé par l'élève, parfois exprimé avec maladresse. Voici un exemple de dialogue qui conduit à la formulation de deux hypothèses : Un élève de 3^{ème} sec. explique la stabilité de la tasse penchée de la manière suivante : « Elle a une bonne base, son centre de gravité est droit »

Ens : Qu'est ce qu'avoir une bonne base ? Tu veux parler de la surface de la base ?

Élève : Non, je veux dire que c'est plus lourd près de la base.

Ens : Un centre de gravité droit ! C'est une droite le centre de gravité ?

Elève : Non, c'est un point, comme le nombril. Je voulais parler d'une droite en dessous du centre de gravité. On peut tracer une droite droite qui passe par le centre de gravité et par la base.

Ens. : Une droite droite, ce ne serait pas une droite verticale que tu veux dire ?

Elève : oui

Ens. : Donc, tu sembles dire que plus la masse est répartie près de la base et plus l'objet sera stable et qu'un objet ne tombe pas quand on peut tracer une verticale entre le centre de gravité et la base. Il faudra aussi définir pour tous ce qu'est le centre de gravité.

Liaison primaire secondaire

Formuler des hypothèses n'est pas une tâche évidente. Celles-ci ne peuvent s'élaborer qu'à partir d'explications suffisamment claires apportées par l'élève. Cela demande quelques connaissances préalables, un vécu riche sur le sujet, des référents. De plus, une hypothèse est une proposition a priori qui devra s'appliquer à diverses situations. Cela nécessite chez l'élève une capacité d'abstraction que les enfants du primaire ne possèdent pas encore. Ceux-ci restent attachés au cas précis présenté. C'est pourquoi nous proposons, après analyse des réactions obtenues lors de la phase de sensibilisation dans les deux niveaux (11 ans et 14 ans), de procéder différemment selon l'âge.

Pour les enfants de l'école primaire, le problème se pose essentiellement sous forme de questions tandis qu'à l'école secondaire, en plus de questions, nous avons dégagé plusieurs propositions explicatives générales à propos de la stabilité des objets posés. Quelques hypothèses sont alors émises dès ce stade.

Il existe souvent une confusion entre les termes : hypothèses, questions, suppositions, moyens... Nous vous invitons à consulter le document méthodologique qui accompagne cet outil pour y lire une clarification sur ce propos.

3. Chercher l'information par l'expérimentation et garder des traces pour construire des réponses

3.1 Expériences pour ressentir

Les activités proposées permettent à l'enfant de ressentir en lui la sensation d'équilibre et de déséquilibre. Les exercices permettent de prendre conscience des modifications de la position du corps pour maintenir un équilibre stable dans différentes situations. Les enfants ressentent l'importance de la position du centre de gravité, de l'importance de la surface de la base de sustentation, de l'alignement vertical nécessaire du centre de gravité par rapport à la base de sustentation.

Atelier 1 : Tenir accroupi les pieds à plat au sol.

Atelier 2 : Marcher sur une poutre étroite; Mettre des chaussures à hauts talons et des chaussures à semelle large; Marcher avec des échasses; Tenir en équilibre sur une balancelle.

Atelier 3 : Dos au mur, attraper un objet déposé sur le sol à 30 cm des pieds.



Les élèves expliquent ce qu'ils ont ressenti et comparent les impressions. Ils essaient de donner une explication aux difficultés de maintenir une position d'équilibre dans les différentes situations.

RECU METHODOLOGIQUE A PROPOS DE L'EXPRESSION DES ENFANTS

Lors de cette première activité, nous accueillons les ressentis des enfants dans leur niveau de formulation « brut ». Les concepts de centre de gravité et de base de sustentation ne seront explicitement abordés que plus tard dans la séquence. Nous considérons qu'il est important en ce début de séquence d'accepter ces formulations provisoires, de les noter aussi comme traces. Le rôle de l'enseignant est ici d'aider l'enfant à exprimer la réalité vécue ou observée.

Les enseignants manifestent une certaine gêne parfois devant l'expression des élèves qu'ils trouvent trop peu scientifique. Ils sont alors tentés de donner un énoncé d'emblée rigoureux, mais dont la formulation dépasse l'interprétation des données accessibles par l'enfant. Lorsqu'un enfant dit : « Pour bien tenir, il faut que tout mon poids soit au-dessus de mes pieds » ou « Je tombe quand mon corps n'est plus au-dessus de mes pieds », cela correspond bien à un premier niveau de formulation de la règle : « La verticale abaissée au centre de gravité doit passer par la base de sustentation ». Nous acceptons ces phrases d'enfants car elles constituent un savoir provisoire cohérent, logique, explicite.

↕ Liaison primaire secondaire

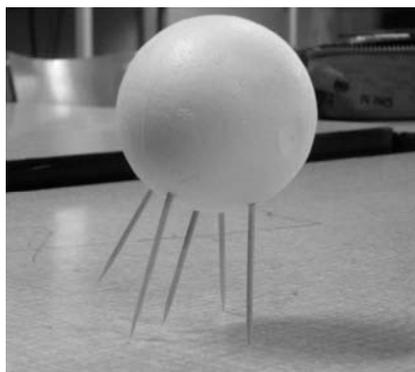
Cette phase de ressenti est particulièrement importante voire incontournable chez l'enfant jeune, mais elle trouve bien sa place aussi chez des élèves plus âgés, même si on y consacre moins de temps. Partir du ressenti est une entrée en matière intéressante pour mobiliser l'attention des élèves dans le travail de recherche, même au secondaire. Plus tard, lors de l'évocation de la séquence avec certains d'entre eux, c'est d'abord de ces moments dont ils se souviennent...

3.2 Chercher l'information par l'expérience - action

Tester l'équilibre sur les objets

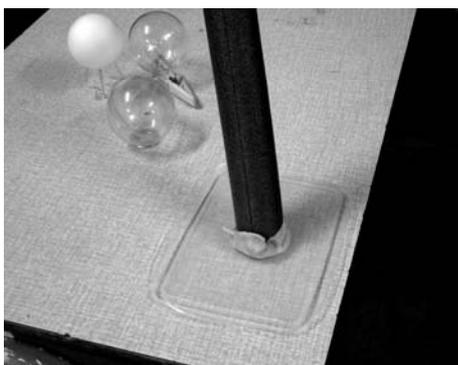
Ce qui a été vécu par le corps va maintenant être appliqué aux objets. Les enfants sont répartis en 3 groupes. Trois ateliers sont proposés autour de défis à accomplir.

Atelier 1 : Stabiliser un objet dans une autre position que sa position habituelle d'équilibre. (Rem : un matériel varié est mis à disposition)



Propositions des enfants : Je redresse sa base, je le pose sur plusieurs piliers. Pour empêcher que la tasse lestée ne se redresse, je la maintiens couchée en y mettant des objets assez lourds. Je maintiens les cartes écartées en les appuyant l'une contre l'autre ou en les coinçant dans du sable. (...)

Atelier 2 : Trouver les moyens de faire tenir un tuyau coupé en biais et un vase sphérique dans une position verticale.





Propositions des enfants : En le soutenant du côté où il tombe. En le lestant avec des billes de plomb. En tirant du côté opposé au côté où il tombe. En augmentant la surface de la base. En le déposant sur un couvercle, pour que sa base soit plane. En le coinçant entre deux objets lourds. En installant un contrepoids. En le raccourcissant. En le redressant. En agrandissant la base avec un carton plat collé. En le lestant avec une seule grosse bille dans le fond. En retournant le cylindre...

Atelier 3 : Déposer un à un le plus d'objets possible sur le plateau sans le faire tomber. Ensuite, retirer un à un les objets à tour de rôle. Si le plateau tombe, c'est perdu.

Le plateau penche à gauche donc je retire un objet à gauche ou j'ajoute un objet à droite. Pourvu qu'il ne soit pas trop lourd !



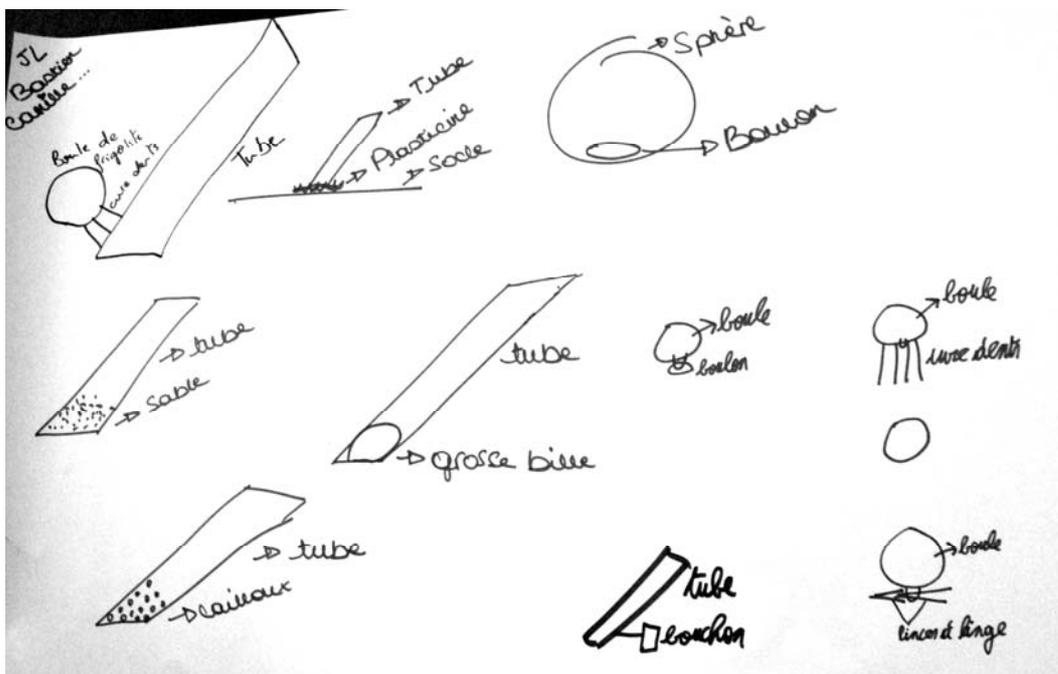
Structuration à ce stade pour ces trois ateliers

atelier 1

Pour faire tenir un objet dans une autre position que dans sa position habituelle d'équilibre, je peux : augmenter la surface de la base, le maintenir par une masse, l'enfoncer dans un socle qui le maintient, aplanir sa base, le redresser, ...

atelier 2

Par groupe, les idées sont dessinées au fur et à mesure sur une affiche qui sera présentée lors de la mise en commun.



Chaque groupe présente oralement les stratégies utilisées pour résoudre le défi.

A partir des schémas représentés sur les affiches, l'enseignant mène la discussion afin de rassembler les idées qui relèvent du même principe. Voici les catégories d'actions réalisées à partir de la mise en commun des différentes propositions des élèves :

Pour réussir à faire tenir la tour penchée, je peux : alourdir le bas de l'objet, augmenter la surface de la base, exercer une force (la retenir) du côté opposé au côté de chute, exercer une force (la soutenir) du côté de chute, redresser l'objet, placer un contrepoids du côté opposé au côté de chute, raccourcir l'objet.

Pour faire tenir dans sa position verticale le vase arrondi, je peux : le mettre sur un socle plat, le coincer entre deux objets lourds, le lester de billes de verre ou de plomb (mais pas le remplir entièrement).

atelier 3

Pour éviter que le plateau ne tombe, il faut répartir les objets de part et d'autre du plateau autour du point d'appui.

RECU METHODOLOGIQUE A PROPOS DES EXPERIENCES-ACTION ET DU MATERIEL

Cette gradation allant du « vivre les concepts en soi » à l'expérimentation sur les objets « en dehors de soi » s'avère être appropriée pour susciter l'implication. Lors de cette étape qui propose à l'élève de faire tenir des objets, il s'agit de procéder par tâtonnement. C'est bien l'action qui prime sur une anticipation par la pensée. La structuration se construit pas à pas. L'analyse des actions réalisées permettra de ressortir les facteurs qui semblent favoriser l'équilibre des objets posés.

Pour que cette étape d'expériences-action soit riche d'idées, il faut que les enfants aient accès à un matériel varié. Ce matériel n'est ni sophistiqué, ni coûteux. Il s'agit d'objets et matières de toutes sortes qui peuvent être détournés au service de l'idée poursuivie par l'enfant. Brochettes en bois, billes, blocs d'un jeu de construction, plastiline, sable, ficelle, colle, cartons, cailloux... s'ajoutent aux objets habituels et accessibles de la classe.

RECU METHODOLOGIQUE A PROPOS DES PRECONCEPTIONS

Les expériences-action sont des moments privilégiés pour voir s'exprimer les préconceptions de l'élève. Lors des expériences-action, l'enfant est guidé par ses propres idées. Celles-ci sont le plus souvent implicites. Mais en observant ou en questionnant, l'enseignant peut déceler la pensée sous-jacente qui guide les choix. L'enseignant peut relever chez certains des préconceptions qui pourraient faire obstacle à l'apprentissage et il pourra ensuite ajuster de manière différenciée l'apprentissage.

Une préconception fréquente dans la tête de certains de nos élèves est que la stabilité d'un objet dépend de son poids total. Lorsque nous les observons lester le tuyau penché ou le récipient en forme de goutte, certains essaient de le remplir entièrement (plus c'est lourd, plus ça tient !). L'étonnement est grand de voir que quelques billes placées dans le fond suffisent et qu'en rajouter provoque à nouveau la chute à un certain moment.

La proposition « plus c'est lourd, mieux ça tient » doit évoluer. L'expression « plus c'est lourd dans le bas de l'objet, mieux ça tient » convient mieux à ce que l'on a observé.

Echos des classes

Au début de l'activité, les élèves du secondaire partent sûrs d'eux car la tâche leur semble très simple. Un premier tour d'idées montre vite que leurs propositions sont toujours les variantes de mêmes stratégies (soutenir l'objet ou le lester). En les relançant à trouver d'autres moyens, les élèves se questionnent et l'émulation entre les groupes stimule leur créativité. L'idée de placer un contre-poids n'émerge qu'après avoir épuisé toutes les autres stratégies, mais dès qu'un élève part dans cette direction, tous essaient une variante.

Au primaire, Nous avons été étonnés de la richesse des actions proposées par les enfants (souvent autant de propositions que d'enfants).

↕ Liaison primaire secondaire

Ces moments d'expériences-action sont des moments incontournables au primaire.

Les situations d'apprentissage proposées, défi technique ou ludique, relèvent d'une approche qualitative qui permet comme le disent Giordan et Pellaud¹, d'élaborer avec ses mains des interprétations exemptes de concepts, de lois, de formules... et autres formalismes scientifiques. (...) Cette approche phénoménologique prépare le terrain de manière optimale à une approche ensuite plus formalisée ou mathématisée. Cette manière de travailler qui donne une connaissance intuitive des phénomènes réels, permettra à l'enfant de faire sens lorsqu'il sera confronté aux explications plus abstraites des cours du secondaire.

Toutefois, ces expériences-action qui impliquent l'élève dans une résolution très concrète d'un défi reste également souhaitable au secondaire, même si on y consacre moins de temps. En effet, il permet d'ancrer les apprentissages plus formels dans la réalité pour que le passage vers une science plus formalisée se fasse sans heurt. Les enseignants ont parfois des réticences à proposer ce genre de « jeu » à leurs élèves adolescents, présageant de leur peu d'implication. Pourtant, nous avons pu constater un intérêt élevé dans les classes de 3^e secondaire, où nous avons mené cette activité.

¹ André Giordan, Francine Pellaud (2008) Comment enseigner les sciences : manuel de pratiques, Delagrave.

3.3 Chercher l'information par des expériences à suivre

3.3.1 Illustrer un concept scientifique utile : le centre de gravité

A cette phase de la réflexion, il est utile d'introduire le concept de centre de gravité pour permettre une formulation plus précise. Cette notion est illustrée par une activité dirigée qui propose dans un premier temps aux enfants de faire tenir différents objets et formes découpées dans du carton, sur un seul doigt. Nous introduisons les termes : **Centre d'équilibre de l'objet** et tentons de le définir. En suivant la procédure indiquée, les enfants recherchent la position du centre d'équilibre de différentes formes. Le travail demande rigueur et précision.

Activité 1 : « En équilibre sur un seul doigt »

Chercher le centre d'équilibre des objets (latte, formes irrégulières en carton) en essayant de le faire tenir sur un seul doigt. Noter par un point au marqueur l'endroit trouvé.



Activité 2 (au secondaire) : « Une méthode pour trouver le point d'équilibre ».

Suspendre l'objet successivement par trois points situés en bordure de la forme. Par ces mêmes points, tenir une ficelle lestée (un fil à plomb) et tracer les droites indiquées par la ficelle dans chaque situation. Observer le point d'intersection des 3 lignes tracées.



Structuration : représentons les forces en présence :

Force de pesanteur

Force du doigt

Force de pesanteur

- Si je lâche cette forme en carton, elle tombe vers le sol. La Terre attire les objets. C'est la force de gravitation ou force de pesanteur. Chaque partie de l'objet est attiré vers la Terre avec cette même force. On peut dessiner une multitude de flèches vers le bas pour représenter toutes ces forces de pesanteur.
- Pour plus de facilité, on peut représenter l'ensemble de ces forces de pesanteur par une seule force plus grande qui serait la somme de toutes. On peut représenter cette force résultante par une seule flèche qui démarre au centre d'équilibre de l'objet.
- Si je mets un doigt au centre d'équilibre, je contrecarre la force poids et l'objet ne tombe pas.
- Je peux dessiner les forces en présence de cette manière : une flèche vers le bas qui représente la force de pesanteur et une vers le haut qui représente la force de mon doigt qui s'oppose à la force de pesanteur. L'objet est immobile, ces forces sont de même importance.
- Pour plus de clarté, je représente la force de pesanteur par une flèche partant du centre d'équilibre de l'objet, verticale dirigée vers le centre de la terre et une flèche verticale vers le haut qui part du centre d'équilibre qui représente la force du doigt nécessaire pour contrecarrer la force poids.

Activité 3 : Mettre un peu de plasticine sur un des côtés de l'objet et essayer à nouveau de faire tenir l'objet sur un seul doigt. Noter par un point le nouvel endroit trouvé.



S' il y a de la plasticine déposée d'un seul côté de la forme en carton, c'est plus lourd de ce côté là et il faut déplacer le doigt vers cet endroit plus lourd pour que la forme tienne sur un seul doigt.

Activité 4 : Tenir sur le bout du nez

Après avoir découpé ces libellules en cartons, trouver le point d'équilibre. Lester ensuite par deux pièces de deux cent, en utilisant de l'autocollant double face, aux endroits prévus. Chercher à faire tenir cette forme lestée sur un doigt. Chercher le nouveau point d'équilibre.

Sans mettre les pièces, le centre d'équilibre se situe au niveau de la tête.



Waouw, la libellule tient sur la pointe d'un crayon. Avec les pièces, le point d'équilibre s'est déplacé. Il se situe quelque part entre les deux pièces donc sous la pointe de la tête de la libellule.

Structuration à ce stade des ateliers 1 à 4

Lorsque nous déposons un objet (une latte, une forme en carton,..) sur un seul support fin (pointe du bic, doigt...) en son point d'équilibre, cet objet tient.

Si nous voulons soutenir l'objet en d'autres endroits que le point d'équilibre, il nous faudra plusieurs supports et plusieurs points de contact.

Le point d'équilibre est l'endroit précis d'un objet où poser un seul support, même fin (doigt, pointe du bic,...) suffit à le faire tenir.

Ce point est appelé «centre d'équilibre» ou «centre de gravité». Chaque objet a un centre de gravité (notre corps en a donc un aussi).

Dans un objet régulier et homogène (partout la même matière et la même épaisseur), le centre de gravité est au centre de l'objet. Mais si l'objet est plus lourd d'un côté (objet lesté), le centre d'équilibre se déplace du côté le plus lourd.

Un objet qui est entraîné par la force poids tombe vers le sol, si je mets mon doigt au centre de gravité, je contrecarre la force poids et l'objet ne tombe plus.

RECU METHODOLOGIQUE A PROPOS DES EXPERIENCES A SUIVRE

L'expérience à suivre est une expérience choisie par l'enseignant pour illustrer un savoir défini à l'avance. L'enfant ne doit pas concevoir l'expérience, il exécute plutôt un déroulement pré-établi. Comme nous l'avons souligné dans l'introduction méthodologique de cette brochure, ne proposer comme approche expérimentale au cours de sciences que des expériences de ce statut ne permet pas d'exercer les attitudes propres à la démarche scientifique. En effet, l'expérience est donnée et non construite. Toutefois, des expériences à suivre bien choisies sont utiles pour compléter les autres approches plus créatives que sont les expériences-action et les expériences à concevoir, car elles contribuent à structurer les acquis à un moment donné.

3.3.2 Quelle bouteille est la plus stable ?

Les enfants sont répartis en groupes et réalisent la même expérience en suivant un protocole donné. Si l'enseignant a demandé lors du prétest les prévisions quant à cette situation, il est souhaitable de laisser un temps d'échanges entre les enfants de chaque groupe pour se rappeler leur prédiction et argumenter leur position.

Voici l'expérience à réaliser :

Quelle bouteille est la plus stable ?

Matériel : trois bouteilles identiques remplies de quantités différentes d'eau. Une feuille déposée sur un support (mur) verticalement par rapport à la table de travail. Une équerre type Aristo

Déroulement :

- Disposer une des bouteilles verticalement de manière à ce que le bord de la bouteille corresponde avec le bord de la feuille verticale.
- Incliner la bouteille selon différentes inclinaisons et déterminer l'angle à partir duquel la chute est inévitable. (Remarque : si les enfants ne maîtrisent pas la mesure des angles, il s'agira de mettre des repères au marqueur sur la feuille pour marquer l'inclinaison maximale et de comparer les repères entre eux).
- Refaire l'expérience trois fois pour chaque bouteille et calculer une moyenne des résultats (angle moyen de chute).
- Refaire l'expérience pour les autres bouteilles.
- Conclure et comparer avec l'idée de départ.

Les résultats, mis en commun, montrent que la bouteille pleine et la bouteille vide atteignent la même inclinaison avant de tomber. Ces deux bouteilles (vide et pleine) sont celles qui tombent les premières, elles sont moins stables, suivies par la bouteille remplie à moitié. C'est finalement la bouteille qui contient seulement un fond d'eau qui est la plus stable et qui atteint l'inclinaison la plus forte avant de tomber.



RECU METHODOLOGIQUE A PROPOS DES EXPERIENCES CONTRE-INTUITIVES

L'expérience à suivre proposée ici vient bien à point dans la séquence car elle apporte un moyen indirect de mesure de la stabilité d'un objet (mesure de l'angle d'inclinaison maximale avant la chute) que l'élève n'aurait pas trouvé spontanément, moyen de mesure qu'il pourra réinvestir plus loin lorsqu'il devra concevoir lui-même une expérience et collecter des résultats chiffrés.

Dans cet exemple, on peut en plus qualifier l'expérience à suivre d'« expérience contre-intuitive ». Cela veut dire que le résultat observé va à l'encontre de la pensée spontanée de la plupart des élèves. Proposer des expériences contre-intuitives est important. La confrontation avec le réel montre les limites du modèle explicatif de l'enfant qui est obligé de modifier sa pensée. Ce type d'expérience peut constituer un point de départ vers une réelle recherche et mobilise l'élève dans la suite de la démarche.

Echos des classes

La plupart des enfants du primaire (+/- 80%) pensent que la bouteille la plus lourde sera la plus stable. Ils sont très étonnés devant les résultats. On remarque des enfants qui refont l'expérience quand le résultat observé est différent de ce qu'ils pensaient, alors que lorsque l'expérience va dans le sens de leur prédiction, un seul essai semble leur suffire. Nous trouvons très important d'installer la discussion sur cette attitude et de faire comprendre à l'enfant l'importance de s'en tenir à ce qu'on a dit (3 essais et établir une moyenne) pour obtenir des résultats fiables. Parfois, à notre insu, et parce que l'on a tellement envie que l'expérience aille dans le sens de nos idées, nous sommes prêts à « truquer » les résultats.

En 3^{ème} secondaire, les réponses obtenues au pré-test sont plus diversifiées. Dans ce petit échantillon de deux classes de 3^{ème} de l'enseignement général, une bonne moitié des élèves pense que la bouteille remplie au quart sera plus stable. Pour les autres, les réponses se répartissent selon les différentes possibilités de choix. Voici quelques expressions d'élèves, parfois étonnantes, épinglées parmi les explications avancées à ce pré-test :

« La bouteille pleine est la plus stable car l'eau exerce de la force sur les parois de la bouteille, ce qui fait qu'elle revient à sa place normale »

« La bouteille remplie à moitié est la plus stable car le poids de l'eau est suffisant pour la faire revenir à son point de départ, mais il n'est pas assez lourd que la bouteille tombe »

« Celle remplie au quart est plus stable car le poids est concentré vers le bas de la bouteille »

« Celle remplie à moitié car elle a un centre de gravité (comme un nombril) »

« La bouteille avec un quart d'eau, car il y a du vide au-dessus et si on penche, l'eau fait contrepoids, et le poids de l'eau remettra la bouteille droite »

3.4 Chercher l'information par des expériences à concevoir (pour prouver nos hypothèses)

Expériences à concevoir proposées par les enfants

L'enseignant récapitule avec les enfants les différents facteurs qui semblent influencer la stabilité des objets et qui ont été évoqués lors des séances précédentes. Ces propositions sont énoncées comme hypothèses à vérifier dans la suite de la séquence dans le cadre d'expériences « à concevoir ».

Les enfants, répartis en groupe, choisissent un facteur à tester. Ils doivent ensuite imaginer une expérience pour confirmer ou infirmer que ce facteur influence l'équilibre des objets; écrire le protocole prévu; le soumettre à l'enseignant et seulement réaliser l'expérience.

Rappel de nos hypothèses à ce stade (au primaire)

Pour qu'un objet soit en équilibre, il faut :

- qu'il ne soit pas trop haut;
- que la surface de la base ne soit pas trop petite;
- qu'il y ait plus de masse dans le bas de l'objet;
- qu'il ait une position verticale.

Rappel de nos hypothèses à ce stade (au secondaire)

L'équilibre d'un objet posé est meilleur si :

- son centre de gravité est bas (par exemple quand la hauteur de l'objet est petite, et /ou quand la masse est plus importante dans le bas de l'objet);
- la surface de la base est grande;
- il a une position verticale.

Structure proposée par l'enseignant pour guider le travail de l'élève :

Les facteurs qui influencent l'équilibre.

A toi d'imaginer une expérience qui pourrait démontrer l'influence (ou la « non-influence ») d'un facteur sur l'équilibre... Le **facteur** que j'étudie est ...

Mon **hypothèse** de départ est celle-ci : ...

Le **déroulement** de mon expérience : ...

Je peux aussi faire un dessin de ce que je vais faire : ...

Ce que je **constate** : ...

Ma conclusion : ...

Attention, imaginer une expérience n'est pas facile : quand on étudie un facteur, il faut faire en sorte que les autres ne varient pas (sinon, on ne sait pas lequel des facteurs a influencé l'équilibre).

Voici les expériences proposées par les enfants. Celles-ci ont été discutées en grand groupe avec tous les élèves. Il s'agissait de vérifier si le protocole proposé était cohérent par rapport au facteur que les enfants avaient choisi de tester.

a. Influence de la hauteur de l'objet sur la stabilité

Expérience proposée par les enfants :

Avec des kaplas, réaliser une tour et déterminer la hauteur maximale d'équilibre (quand la tour chute) – Refaire l'expérience trois fois – Faire une moyenne des hauteurs de chute.

Résultats :

A partir de 16 cm de hauteur (moyenne sur trois essais), la tour s'écroule.

Conclusion :

La chute dépend de la hauteur de l'objet. Quand la tour atteint une certaine hauteur, sa stabilité diminue.

b. Influence de l'inclinaison de l'objet

Expérience proposée par les enfants :

A l'aide d'un dictionnaire, appliquer différentes inclinaisons à un objet (une bouteille en plastique). Nous mesurons l'angle de chute à l'aide d'une équerre.

Résultats :

La bouteille inclinée de 20° tombe vers le sol.

Pour une inclinaison plus faible, elle revient à la position verticale.

Conclusion :

La chute dépend de l'inclinaison de l'objet.

c. Influence de la répartition de la masse

Expérience proposée par les enfants :

Construire des tours de hauteurs identiques à l'aide de trois boîtes de film photo. Remplir de sable une des boîtes et placer cette boîte à des positions différentes selon les tours construites.

Disposer les tours sur une table et secouer la table (comme si c'était un tremblement de terre). Noter quelle tour tombe le plus rapidement. Recommencer plusieurs fois l'expérience.



Résultats :

8 fois sur les 10 essais, c'est la tour qui contient le sable dans le bas qui s'écroule la dernière.

Conclusion :

La chute dépend de la répartition de la masse. Les tours lestées dans le bas se renversent plus difficilement que les tours lestées dans le haut de l'objet.

RECU L METHODOLOGIQUE A PROPOS DES EXPERIENCES A CONCEVOIR

Cette partie de la démarche est moins autonome que les précédentes car il faut stimuler la réflexion dans les groupes, discuter des protocoles proposés en évaluant l'adéquation avec l'hypothèse posée et la faisabilité. Nous pensons que ce passage de l'expérimentation qualitative à l'expérimentation quantitative est un moment d'apprentissage important. Se joue, à cette étape, le passage d'une représentation intuitive à l'apprentissage d'une expression rationnelle du réel, de la sensation subjective à la preuve plus objective, de l'impression à la conviction. Si cette étape est coûteuse en temps, elle nous semble être un moment clé de l'apprentissage d'une attitude scientifique. Par ailleurs, cette étape de réalisation d'expériences ne peut être proposée seule, pour elle-même. En effet, tout le vécu préalable (diverses expériences-action et expériences à suivre) fût nécessaire pour nourrir les intuitions indispensables à la formulation d'hypothèses de manière autonome. Trop souvent dans les cours de sciences, lors d'approches expérimentales proposées aux élèves, les hypothèses sont amenées par l'enseignant et semblent relever d'une évidence que l'enfant ne perçoit pas. La séquence ici racontée permet de palier cet artifice didactique en associant pleinement l'enfant dans la création d'hypothèses qu'il fait siennes. Les expériences imaginées ensuite par les élèves servent à contrôler une idée, à la tester. Dans les expériences de mise à l'épreuve, telles que décrites par Cariou², « nous sommes au cœur d'une démarche hypothético-déductive : si cette hypothèse est vraie, alors il s'ensuit nécessairement (déduction) que, dans telles conditions, j'observerai tel résultat ». Bien que l'expérience scientifique s'entende habituellement dans ce sens là, les élèves y sont rarement exercés. En effet, la confusion est fréquente à l'école entre une manipulation scientifique (faire, exécuter, suivre une expérience) et démarche expérimentale (concevoir l'expérience pour mettre à l'épreuve une idée). Nous reprenons cette expression de Cariou : « Le plus important dans expérimental est mental ! Ce n'est pas qui réalise, mais qui conçoit. »

² Cariou J-Y.-2007- Un projet pour faire vivre des démarches expérimentales- Ed. Delagrave

 Echos des classes

Lorsqu'il s'agit de concevoir l'expérience, certains enfants ont des réticences à se plier à l'exercice d'écrire le protocole avant d'agir. Ils se demandent l'utilité de tester et de chercher des résultats quantifiables d'une relation de causalité qu'ils ont déjà intégrée de manière qualitative lors des phases précédentes de la démarche (expériences-action). L'impression leur suffit. « Je le sais parce que je le vois ». Pour ces enfants, hypothèse et conclusion se confondent. C'est lors de cette étape que les enfants sont confrontés à la compréhension de l'utilité de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois et cette prise de conscience est loin d'être spontanée. Beaucoup d'enfants, à cet âge, ont des difficultés à transformer l'idée de l'influence d'un facteur en une idée d'action concrète. En leur répétant que nous voulons des résultats « chiffrés » qui

prouvent que tel ou tel facteur a de l'influence, que leurs résultats doivent être obtenus à nouveau par d'autres expérimentateurs qui réaliseraient à leur tour l'expérience qu'ils ont prévue, que « l'avoir vu » n'est pas une preuve et qu'on pourrait ne pas les croire... petit à petit, ils comprennent la consigne et entrent dans le travail.

C'est à ce moment qu'une discussion intéressante à propos du contrôle des variables peut se mener. Comment faire varier un seul facteur (par exemple la hauteur) sans que d'autres facteurs (par exemple la masse) ne varient ? Dans l'expérience réalisée par les élèves et présentée ici pour tester l'influence de la hauteur de l'objet, le facteur masse varie également. Les élèves ont compris le problème, mais n'ont pas trouvé de moyens pour le contrer. L'enseignant a alors proposé une variante de l'expérience dans la suite de la séquence.

↕ Liaison primaire secondaire

Au primaire, nous proposons comme exercice d'application ces nouvelles recherches d'expériences pour mettre à l'épreuve une hypothèse citée mais non encore testée. L'enseignant guide le travail et la réflexion de manière collective. Nous sommes dans la répétition d'un savoir faire. En effet, nous avons remarqué que sur ce sujet de l'équilibre, les enfants au dernier cycle du primaire ont des difficultés à se lancer seuls dans l'expression d'un protocole cohérent. C'est pourquoi nous préférons une animation guidée, une répétition appliquée de la réflexion sur le contrôle des variables, et de la pertinence entre l'expérience prévue et de ce qu'elle est sensée démontrer.

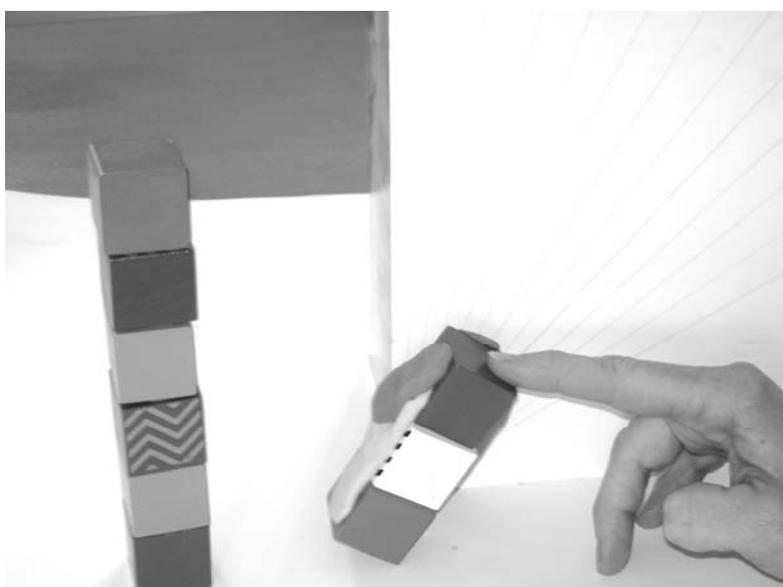
Au secondaire, par contre, cette proposition de nouvelles hypothèses à tester peut être proposée en travail autonome et individuel. Si les élèves ont déjà vécu une situation de concevoir et rédiger un protocole en classe avec l'aide de l'enseignant, comme c'est le cas durant cette séquence, la suite logique de la gradation de l'apprentissage est de mettre l'élève seul devant cette tâche en proposant une situation similaire, mais différente (puisque l'hypothèse de départ est différente). La difficulté principale consiste à trouver une situation expérimentale réalisable qui mette réellement à l'épreuve l'hypothèse donnée et à prévoir une méthode et un moyen de mesure adapté.

Nous arrivons là à l'aboutissement de l'exercice d'une attitude scientifique, aux savoirs faire disciplinaires les plus exigeants. Pour que les élèves entrent dans cet exercice sans trop de difficultés, il est très important de préparer le terrain dès le primaire. La gradation proposée dans cette séquence a pour ambition d'illustrer les étapes du chemin d'une science plus créative, moins dictée.

Expériences à concevoir guidées par l'enseignant

d. Influence de la hauteur de l'objet sur la stabilité (expérience améliorée)

Dans l'expérience présentée plus haut proposée par les élèves et qui concerne le facteur : « influence de la hauteur de l'objet », deux variables sont modifiées en cours d'expérimentation : la hauteur de l'objet, mais aussi la masse. En ajoutant des éléments à la tour, celle-ci devient de plus en plus lourde. Comment pourrait-on faire pour éviter ce problème ? Par une discussion collective, l'enseignant amène les enfants à l'idée de peser la tour la plus haute et de trouver un moyen de lester les tours plus basses de manière à maintenir une masse équivalente. Mais il faut trouver un moyen de répartir équitablement, ce lest, car sinon la répartition des masses dans les tours ne sera plus homogène. Grâce aux activités précédentes de recherche du centre de gravité sur des objets non-homogènes, les enfants ont compris facilement cette nécessité de répartir la plasticine de manière régulière.



e. Influence de la surface de la base de sustentation sur la stabilité

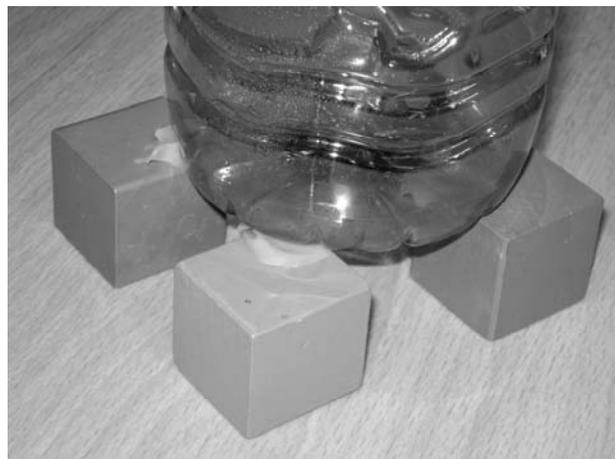
L'enseignant propose à la discussion collective cette hypothèse qui n'a pas été choisie par les groupes lors du travail autonome.

Comment pourrait-on augmenter la surface de la base sans toucher aux autres facteurs (en l'occurrence, la masse).

Les enfants imaginent de coller une tour identique en cubes ou en légo ou une bouteille sur des cartons de taille croissante et de l'incliner de plus en plus. Très vite, certains se rendent compte que de cette manière, la masse de l'objet augmente aussi.

A ce moment de la discussion, l'enseignant doit préciser ce que l'on entend par : base de sustentation. Il fait un retour en arrière sur le vécu des premières séances (expériences pour ressentir). En reprenant les schémas des positions du corps ressenties comme plus stables, il demande de représenter à chaque fois la base de sustentation. Après cette précision, la discussion à propos de l'expérience peut reprendre.

L'enseignant propose de faire varier la base en « écartant les points d'appuis de l'objet ». La bouteille sera placée au centre des cubes mis côte à côte. Ensuite, les cubes qui sont les points d'appuis de la bouteille seront écartés.



Les enfants proposent rapidement le même moyen de mesure que pour l'expérience précédente (la mesure de l'angle de l'inclinaison maximale). Certains proposent de reconduire « le tremblement de Terre ». En essayant, le groupe qui a opté pour ce moyen se rend compte qu'il faut secouer trop fort pour faire tomber la tour. Ce groupe se rallie à l'idée de mesurer l'inclinaison de chute.

Après cet échange d'idées, le protocole est à écrire par chacun comme exercice d'écriture. Il peut s'agir d'un travail donné en devoir.

Structuration à ce stade

Pour qu'un corps soit en équilibre, il faut que la verticale abaissée au centre de gravité (Force poids qui s'applique à l'objet et dont le point d'application est le centre de gravité de l'objet) passe par la base de sustentation. De cette condition, découlent les conséquences suivantes :

Pour une base de même surface, plus le centre de gravité est haut, plus une faible inclinaison suffira pour provoquer la chute. Par contre, si le centre de gravité est bas, une forte inclinaison sera nécessaire pour que la verticale tracée à partir du centre de gravité sorte de la base de sustentation de l'objet. Le centre de gravité est plus haut si l'objet est plus haut. Le centre de gravité se déplace vers le bas si l'objet est lesté dans sa base (plus lourd dans le bas).

RECU METHODOLOGIQUE : FAIRE DES SCIENCES POUR APPRENDRE A ECRIRE

La rédaction d'un protocole d'expérience est un moment intéressant d'écriture. Au primaire, c'est une belle occasion de travailler les différents modes de conjugaison :

l'infinitif (Prendre une bouteille. Verser un demi-verre d'eau...)

l'indicatif (Je prends une bouteille,...)

l'impératif (Prends une bouteille,...)

le subjonctif (Pour cette expérience, il faut que tu prennes une bouteille,...)

Faire écrire en sciences rend l'écriture fonctionnelle, ancre cet exercice d'expression dans le réel et permet la rédaction de différents types d'écrits.



- je prends deux bouteilles.

- je colle une bouteille avec du papier collant double face sur les 4 cubes mis côte à côte.

- je colle l'autre bouteille sur les 4 cubes écartés.

schéma :

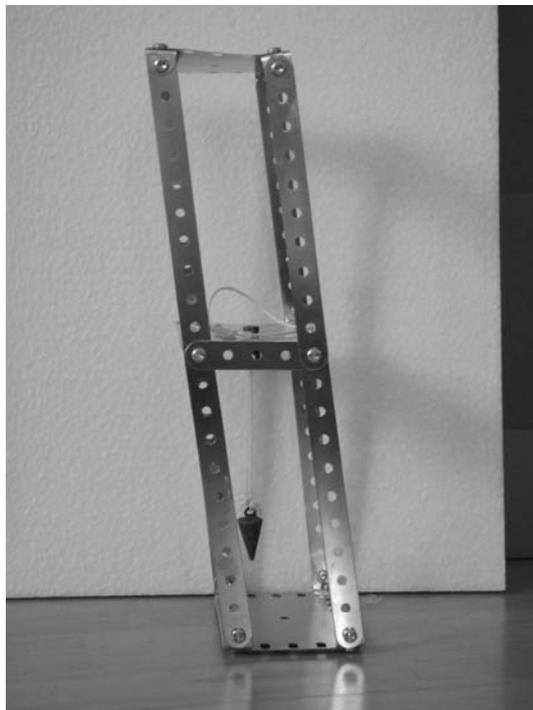
- je penche la bouteille avec les cubes collés et je mesure l'inclinaison quand la bouteille tombe.

3.5 Chercher l'information par l'utilisation d'un modèle

Le parallélépipède penché et le fil à plomb (au secondaire)

Les élèves sont répartis en groupes. L'activité proposée est d'observer une tour dont on peut modifier l'inclinaison et de décrire la situation. Le modèle sert à illustrer la théorie, il s'agit de montrer ce que les scientifiques veulent dire quand ils disent que, pour qu'un corps posé soit en équilibre, il faut que la verticale abaissée au centre de gravité passe par la base de sustentation. Il s'agit donc d'utiliser un modèle pour aider à structurer les apprentissages. Cette activité clôture la démarche vécue, en apportant tout naturellement la théorie qui prend sens par toutes les étapes préalables vécues.

Etape 1. Tombera ? Tombera pas ?



Matériel : (par groupe)

Un parallélépipède construit avec des modules du jeu « Mecano ».

Un fil à plomb avec vis et écrou.

Déroulement :

Incliner petit à petit, en le faisant coulisser, le parallélépipède tout en maintenant sa base au sol.

Décrire les conditions qui entraînent la chute.

Placer un fil à plomb au centre de gravité de l'objet.

Incliner à nouveau petit à petit, en le faisant coulisser, le parallélépipède tout en maintenant sa base au sol.

Observer la position du fil à plomb et décrire les conditions qui entraînent la chute.

Expliquer en une phrase vos observations.

Etape 2. Le modèle utilisé est - il un bon modèle de la réalité ?

L'enseignant demande aux élèves si cette tour et son fil à plomb constituent un bon modèle pour représenter et expliquer les forces en jeu dans les situations de la tasse penchée, dans celle des bouteilles remplies de différentes quantités d'eau et pour illustrer la tour de Pise.

Le modèle est facilement transposable à la situation de la tasse penchée. En ce qui concerne les bouteilles, les élèves proposent de lester la base de cette tour métallique et, avec le fil à plomb, montrer que plus le centre de gravité est bas et plus il faudra incliner l'objet pour que la verticale abaissée sorte de la base de sustentation. Pour la tour de Pise, le modèle tel quel est incomplet. D'autres forces interviennent puisque la tour est ancrée dans le sol.

RECU L METHODOLOGIQUE A PROPOS DE L'UTILISATION D'UN MODELE

Le modèle ici utilisé est un modèle physique analogique. Il a une fonction explicative (ça marche comme). Le parallélépipède construit à l'aide de lattes du jeu « mécano » et équipé d'un fil à plomb, permet de faire le pas entre la savoir construit préalablement par les élèves et le savoir constitué tel qu'il est exprimé par les physiciens.

Utiliser un modèle prend ici tout son sens parce que l'activité termine la séquence. Les élèves peuvent s'appuyer sur les étapes préalables où ils ont été mobilisés dans la recherche; la conclusion devient limpide, car elle est une réponse synthétique qui éclaire et structure le foisonnement préalable de la pensée. Trop souvent, par souci d'efficacité, l'enseignement des sciences se résume à cette étape qui illustre et instruit, qui montre plus qu'elle ne démontre. Le saut à franchir pour certains élèves s'avère alors impossible s'ils n'ont pas eu l'occasion de se confronter au problème par des étapes plus concrètes. Pour envisager le modèle comme une synthèse éclairante du réel, il faut avoir une idée de ce que le modèle tente d'illustrer et de synthétiser.

↕ Liaison primaire secondaire

Le modèle n'est pas la réalité, il la représente de manière plus ou moins adéquate. Pourtant, très souvent, les modèles en trois dimensions ou les schémas explicatifs sont présentés aux élèves comme « vrais ». Réel et représentation du réel semblent souvent confondus dans les cours de sciences.

« Le modèle ne semble parfois plus envisagé du point de vue de la méthode comme processus de connaissance, il devient statut des énoncés (...). Le modèle perd alors son statut d'apprentissage et d'outil pour interroger le réel et devient uniquement objet et objectif d'enseignement ³ ». Pour rendre au modèle sa fonction « d'outil pour penser », nous proposons d'identifier, avec les élèves, le domaine de validité du modèle proposé. Que nous permet-il de comprendre et que ne montre-t-il pas ?

En troisième secondaire, les élèves ont apprécié de participer à cette recherche des limites du modèle.

³ Drouin A-M.- Le modèle en questions – In Aster n°7- 1888 – Modèles et modélisation- INRP, 29, Rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05

4. Retour au prétest

Dans la classe primaire, pour clôturer la séquence, l'enseignant soumet à l'avis critique du groupe toutes les idées émises lors de la première séance.

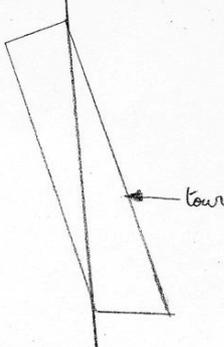
« Sommes-nous toujours d'accord avec ces propositions ? »

Les enfants suppriment, complètent, corrigent les idées. Au secondaire, chacun pour soi reprend sa réponse au prétest et s'autocorrige.

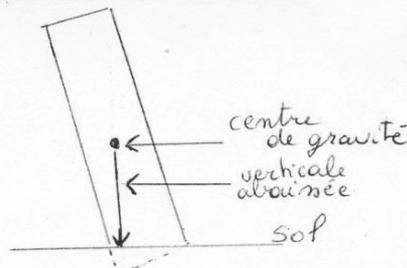
Un retour à ce que l'on pensait « avant » est important pour ancrer les apprentissages, cela permet pour chacun de réellement construire son savoir et de l'utiliser comme outil pour penser et critiquer.

Pourquoi la tour de Pise ne tombe-t-elle pas ? Tombera-t-elle un jour ?

Car:



Correction:



Quelle est la bouteille la plus stable, selon toi (celle remplie au quart, à moitié, la bouteille pleine ou la vide)? Quelle est celle qui reviendra à sa position de départ même si on l'en écarte fortement.

Elle remplie au quart ← c'est juste, mais il faut justifier

correction:

Car la repartition de la masse n'est pas homogène, il y a plus de masse dans le bas de la bouteille. Le centre de gravité est situé plus bas que dans les autres bouteilles.



plus le centre de gravité est bas et plus vide il y faut incliner la bouteille avant qu'elle ne tombe

5. Synthèse théorique

Quelques éléments théoriques à propos de l'équilibre

Quelques définitions

Le centre de gravité est le point d'application de la force poids qui s'applique sur l'objet. Dans le cas d'un objet homogène, il se trouve au centre de l'objet.

La base de sustentation est la zone comprise entre les différents points d'appui de l'objet. Par exemple pour un tabouret à trois pieds, la base de sustentation est le triangle entre les trois pieds.

La verticale du centre de gravité d'un objet est la droite verticale imaginaire qui joint le centre de gravité de cet objet au centre de la Terre.

Objet en équilibre ou non ?

Pour avoir un objet en équilibre, la verticale tracée en passant par le centre de gravité, doit passer par la base de sustentation de l'objet.

Les différents types d'équilibre

Selon la manière dont on pose les objets, ils sont en équilibre ou non. Par exemple, un cône sur sa pointe n'est pas stable, par contre sur sa base il l'est.

Équilibre stable, l'objet reste en équilibre même si on l'écarte légèrement de sa position. Par exemple pour le cône sur sa base, la verticale du centre de gravité passe bien par la base de sustentation. Si on écarte un tout petit peu le cône de sa position, la verticale du centre de gravité passe toujours par la base de sustentation.

Équilibre instable, l'objet tient. Si on l'écarte un tout petit peu de sa position, il tombe. Par exemple pour le cône sur sa pointe, la base de sustentation est sa pointe ; si on bouge légèrement le cône, il tombera car la verticale du centre de gravité ne passe plus par la base (ici le sommet du cône).

Équilibre indifférent, l'objet est en équilibre. Si on l'écarte de sa position, il acquiert une nouvelle position et un nouvel équilibre. Par exemple pour le cône sur son côté, la base de sustentation est la surface en contact avec le sol.

Pour avoir le meilleur équilibre possible :

La base de sustentation doit être grande,

Le centre de gravité doit être bas (condition liée à la répartition des masses et à la hauteur de l'objet).