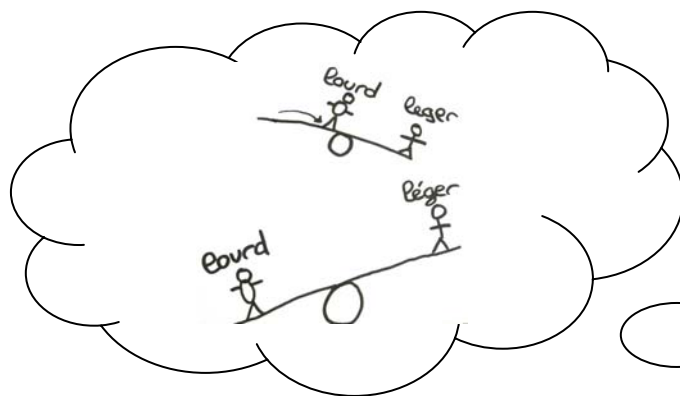


Académie de Lyon
Inspection académique de l'Ain
Circonscription de BOURG II

Sciences et technologie
La démarche expérimentale au cycle 3

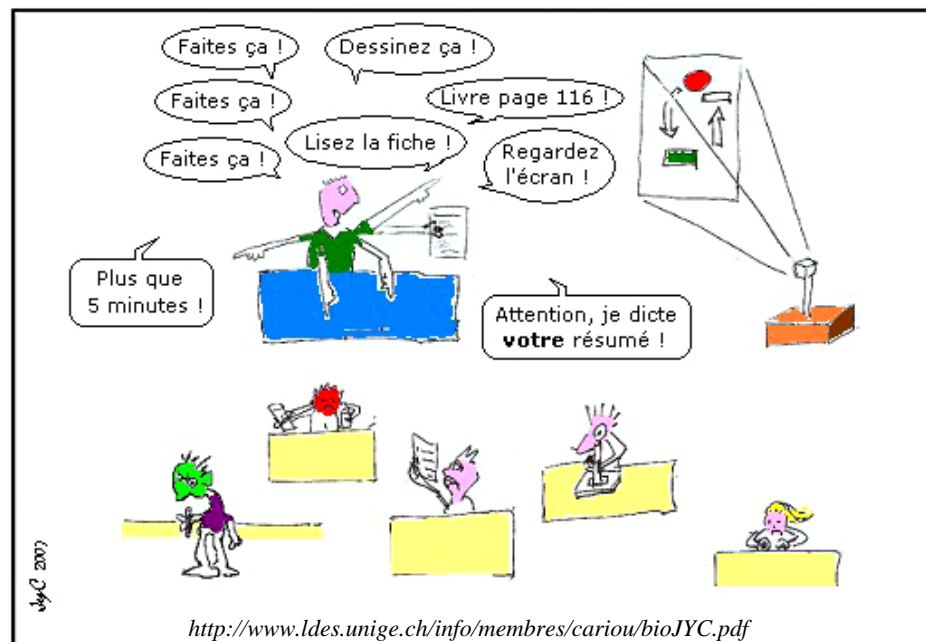
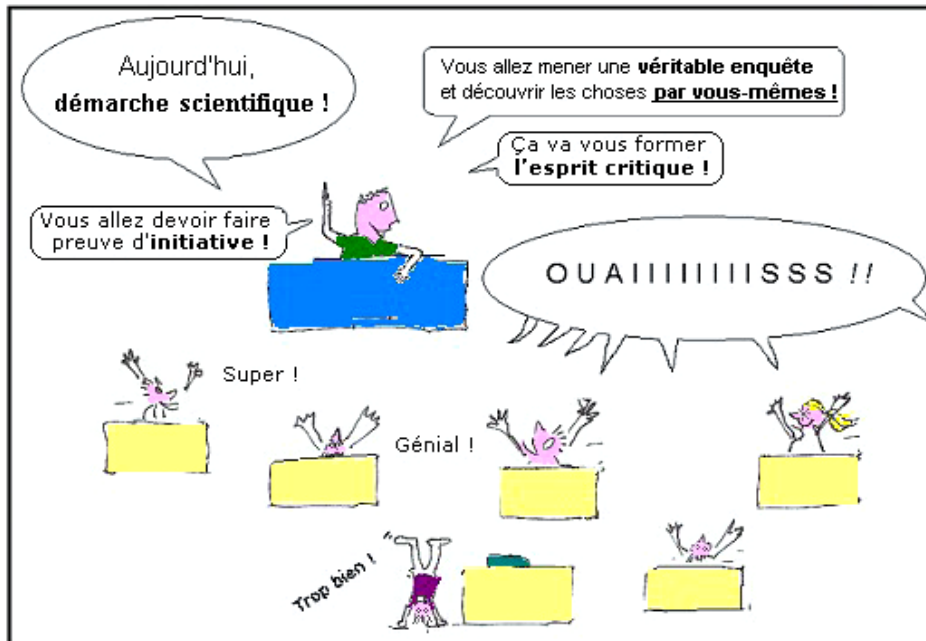
**Des élèves en questionnement pour
concevoir des expériences et favoriser les
apprentissages scientifiques**



Mémoire CAFIPEMF
Session 2011



Olivier ROBIN
Professeur des Ecoles



« Ce qui est important dans expérimental, c'est mental »

Jean-Yves Cariou

« La démarche expérimentale est avant tout un état d'esprit. »

Gérard De Vecchi

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	4
3. CADRE INSTITUTIONNEL ET DEFINITIONS	5
3.1 Le PRESTE (Programme de Rénovation de l’Enseignement des Sciences et de la Technologie à l’Ecole)	5
3.2 Instructions officielles, socle commun, programmes	6
3.3 Des démarches en sciences : de quoi parle-t-on ?	6
3.4 Expériences, expérimentations ou manipulations ?	7
3.5 Contenus, savoirs, connaissances, notions, concepts	9
3.6 Conceptions, représentations	9
4. UNE SITUATION EN SCIENCES PHYSIQUES : LA BALANÇOIRE	
<i>De la théorie à la pratique, de la pratique à la théorie</i>	10
4.1. Une situation de départ porteuse de sens	11
4.2. Les conceptions des élèves	11
▪ <i>Le modèle allostérique de l’apprendre</i>	11
▪ <i>L’émergence et surtout la confrontation des conceptions</i>	12
4.3. Des élèves en questionnement : des moments clés de la démarche	14
▪ <i>Les situations-problèmes</i>	14
▪ <i>La dévolution du problème</i>	15
▪ <i>Les situations adidactiques</i>	15
4.4. Des hypothèses émises par les élèves	16
4.5. Des expériences conçues par les élèves : mais doit-on tout réinventer ?	17
4.6. La suite de la démarche	19
5. ANALYSE DES DONNEES – EVALUATION	20
6. CONCLUSION	25
ANNEXE 1 : <i>ATELIER ELECTRICITE SALLE SCIENCES</i>	
ANNEXE 2 : <i>LA DEMARCHE D’INVESTIGATION EN SCIENCES</i>	
ANNEXE 3 : <i>LA BALANÇOIRE : VUE GENERALE DE LA SEQUENCE</i>	
ANNEXE 4 : <i>LA BALANÇOIRE : COMPTE-RENDU DES EXPERIENCES</i>	

1. INTRODUCTION

Décembre 2008, la scène se déroule dans une salle d'expérimentation sur l'électricité dans laquelle des ateliers¹ sont proposés « clé en main » à une classe de CE2/CM1. Les élèves ont à disposition du matériel et un protocole écrit à suivre. On leur propose de construire un circuit en série avec deux ampoules. La question qui leur est posée ensuite est « comment faire pour que l'une des ampoules reste allumée si on dévisse l'autre ? » Un premier groupe de trois élèves réussit à faire briller les deux ampoules. L'enseignant leur demande de dévisser une des deux ampoules. L'autre reste allumée.

L'enseignant : Alors, avez-vous répondu à la question ? Pas de réponse des élèves.

L'enseignant : Quelle était la question ? Toujours pas de réponse des élèves...

Un deuxième groupe réalise le montage initial conformément au schéma proposé. Il constate que si on dévisse une ampoule, l'autre s'éteint.

L'enseignant : Il faut trouver un moyen pour que la deuxième ampoule reste allumée.

Les élèves : Ah bon ! Mais... on a le droit de modifier le montage dessiné sur la fiche ?

Ces élèves en train de « faire des expériences » semblent avoir des difficultés à créer des liens entre le résultat de leur manipulation et le problème de départ. En d'autres termes, ils ont du mal à percevoir l'enjeu de l'expérience qu'on leur propose lorsqu'on leur fournit et qu'ils appliquent un protocole expérimental qu'ils peuvent percevoir alors comme une suite d'actions élémentaires qui n'ont pas toujours de sens pour eux. J'ai observé d'autres situations de ce type dans des salles d'expérimentation sur des thèmes différents lorsque j'occupais le poste d'animateur sciences. Ce sont ces situations de classe qui m'ont amené à me questionner sur les conditions dans lesquelles des expériences en sciences peuvent être efficaces en termes d'appropriation de savoirs scientifiques.

2. PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Apprend-on forcément en faisant des expériences ? Suffit-il d'expérimenter pour être efficace ? Comment rendre l'expérimentation plus efficace en termes d'appropriation des savoirs ? Ce sont ces questions que je tenterai d'approfondir, en testant à travers une situation en sciences physiques à quelles conditions une démarche expérimentale permet réellement de « *comprendre et décrire le monde réel* »². De manière plus générale, des élèves dits « actifs »

¹ Voir Annexe 1 : Atelier électricité salle sciences

² Programmes de l'école primaire 2008 – Sciences expérimentales et technologie - cycle 3

parce qu'ils manipulent, sont-ils toujours acteurs de leurs apprentissages et en train de construire des savoirs ?

La problématique est donc formulée de la façon suivante : **A quelles conditions l'expérimentation en sciences au cycle 3 est-elle véritablement efficace en termes d'apprentissages scientifiques ?**

On peut partir de la formule de Jean Yves Cariou³ concernant l'expérimentation en classe : « *A choisir, il vaut mieux concevoir sans faire que faire sans concevoir* ». Bien que forcément un peu simplificatrice et caricaturale, elle a rapidement fait écho aux situations de classe décrites ci-dessus dans lesquelles les élèves ne conçoivent pas eux-mêmes les expériences.

Ainsi, ne serait-il pas plus efficace de faire concevoir aux élèves une expérience en réponse à un problème qu'ils se sont vraiment posés ou appropriés, plutôt que de leur faire faire une expérience qui n'a pas forcément de sens pour eux ? Ceci implique également **que les élèves soient intellectuellement actifs, en questionnement, dans toutes les étapes qui précèdent la partie matérielle de l'expérience**. C'est cette hypothèse qui est mise à l'épreuve dans ce mémoire.

3. CADRE INSTITUTIONNEL ET DEFINITIONS

3.1. LE PRESTE (Programme de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole)

Sans faire un historique complet, tout travail sur l'enseignement des sciences ne peut se faire sans évoquer le PRESTE (Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie, datant de 2000) qui intègre l'opération « La main à la pâte » en tant que pôle innovant. Parmi l'ensemble des objectifs de ce plan, citons quelques extraits qui vont dans le sens du présent travail. « *Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques. [...] Le maître crée les conditions d'une réelle activité intellectuelle des élèves.* » Cette deuxième phrase peut être mise en parallèle avec une autre formule de Jean Yves Cariou : « *Ce qui est important dans l'expérimental, c'est mental* ». Le travail décrit dans ce mémoire se trouve bien dans ce cadre, c'est-à-dire celui d'une démarche constructiviste dans laquelle les élèves *s'interrogent, agissent de manière raisonnée*.

On perçoit ici l'intérêt porté à la partie en amont de l'expérience, celle où les élèves s'approprient le problème, où on les met en position de se questionner, d'émettre des hypothèses et de concevoir des expériences.

³ Jean Yves CARIOU, *Un projet pour faire vivre des démarches expérimentales*, Delagrave, 2007

3.2. INSTRUCTIONS OFFICIELLES, SOCLE COMMUN, PROGRAMMES

Dans la Compétence 3 du socle commun (La culture scientifique et technique), l'élève doit être capable de *pratiquer une démarche scientifique, c'est-à-dire savoir observer, questionner, formuler une hypothèse et la valider, argumenter, modéliser de façon élémentaire*. De plus, il doit être capable de *participer à la conception d'un protocole, le mettre en œuvre en utilisant les outils appropriés*. En termes d'attitudes, l'enseignant a un rôle important à jouer pour développer chez l'élève *le sens de l'observation, la curiosité, l'imagination raisonnée, l'ouverture d'esprit, l'esprit critique*. C'est bien en cherchant à développer ces compétences-là que l'on peut parvenir à ce qui paraît un des incontournables de la démarche expérimentale : faire en sorte que les élèves se questionnent. On observera également que des élèves qui suivent une démarche expérimentale développent des compétences en termes d'autonomie et d'initiatives, ce qui fait référence à la compétence 7 du socle commun.

Les programmes 2008 pour le cycle 3 sont formulés dans les mêmes termes et placent la démarche d'investigation comme un moyen privilégié d'acquisition des connaissances scientifiques, et de faire *saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part*. Mais qu'entend-on par « démarche d'investigation » ?

3.3. DES DEMARCHES EN SCIENCES : DE QUOI PARLE-T-ON ?

La **démarche d'investigation**, telle qu'elle est présentée en annexe 2 et préconisée dans les programmes, est construite autour de l'émergence d'un questionnement, de l'émission d'hypothèses que l'on met à l'épreuve en menant une investigation. Cette investigation peut revêtir la forme d'une recherche documentaire, d'une modélisation, d'une enquête, d'une visite. Lorsque l'investigation menée est une expérimentation, on parle de **démarche expérimentale**. Un autre terme est également utilisé, la **démarche scientifique**. Elle utilise d'autres outils que l'expérimental et ne se limite pas aux sciences expérimentales, mais s'applique également aux sciences sociales. On peut dire que toute recherche est d'essence scientifique. Une démarche expérimentale est forcément scientifique, mais une démarche scientifique n'est pas obligatoirement expérimentale. Quant à la célèbre méthode **OHERIC**⁴ (Observation, Hypothèses, Expériences, Résultats, Interprétation, Conclusions), lorsqu'elle est mise en œuvre dans les classes de façon stéréotypée, comme un rituel, elle ne correspond pas à la démarche des scientifiques. Elle correspond plutôt à un canevas que l'on suit pour

⁴ André GIORDAN, *Une pédagogie des sciences expérimentales*, Centurion, 1978

rendre compte d'une recherche, donc après coup. Ce déroulement (OHERIC) « rigidifie le cheminement des apprenants sans leur permettre de comprendre ce qu'ils font »⁵.

En effet, le point de départ d'une situation de classe n'est pas forcément une observation seule. Les conceptions initiales des élèves interviennent dans le processus d'apprentissage, l'émergence d'un problème est essentielle, une seule hypothèse n'est pas toujours suffisante, et des retours en arrière sont fréquents. Ainsi, certains parlent plutôt de l'outil **DiPHTeRIC**⁶ (Données initiales, Problème, Hypothèses, Tests, Résultats, Interprétation, Conclusion).

Quelle que soit la démarche, les étapes, souvent imbriquées, ne sont pas un canevas à suivre de façon linéaire. Des retours en arrière sont souhaitables. Mais le passage par certaines étapes⁷ est indispensable pour garantir une réflexion des élèves.

Et après l'expérience...

La démarche ne s'arrête pas à l'expérience. Toutes les phases qui suivent : analyse des résultats, mise en commun et communication à la classe, ... sont évidemment importantes, tout comme l'institutionnalisation, phase essentielle du processus didactique, qui est *le processus dans et par lequel le professeur signifie aux élèves les savoirs ou les pratiques qu'il leur faut retenir comme les enjeux de l'apprentissage attendu*⁸.

Il est à noter que ces phases de la démarche d'investigation ne font pas partie des observations et analyses de ce mémoire qui s'intéresse en premier lieu à la partie en amont de l'expérience.

3.4. EXPERIENCES, EXPERIMENTATIONS OU MANIPULATIONS ?

D'après Universalis, dans son acception la plus large, l'**expérience** désigne ce qui nous arrive, ce qui s'impose à nous selon les hasards de l'existence. Un scientifique va plus loin, car il recourt délibérément à l'expérience. L'**expérience scientifique** se distingue de l'expérience empirique en ce qu'elle exige un protocole. L'**expérimentation** consiste à modifier les conditions de la manifestation d'un phénomène qu'on veut étudier. Quand on expérimente, on met en place des expériences, on crée artificiellement des conditions d'observation afin d'isoler un phénomène et confirmer ou infirmer une hypothèse théorique. En science, une expérience est un engagement dans une situation de mise à l'épreuve d'une hypothèse. C'est dans ce sens « scientifique » que le terme « expérience » est utilisé dans ce mémoire, au même titre que « expérimentation ».

⁵ André GIORDAN, Gérard DE VECCHI, *L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ?*, Delagrave, 2004

⁶ Jean Yves CARIOU, *Un projet pour faire vivre des démarches expérimentales*, Delagrave, 2007

⁷ Voir chapitre 4

⁸ http://icar.univ-lyon2.fr/Equipe2/master/data/cours_A3S/Theorie_des_situations_1.pdf

Dans la classe on peut distinguer quatre approches⁹ de l'expérience :

1. Faire des expériences devant les élèves : pour montrer concrètement quelque chose.
2. Faire faire des expériences aux élèves : ils manipulent eux-mêmes, suivent un protocole.
3. Mener une investigation expérimentale : un problème scientifique à résoudre a été formulé, l'expérience proposée par l'enseignant apparaît comme le moyen de trouver la solution.
4. Faire vivre une démarche expérimentale : l'enseignant ne mène pas la démarche, il la déclenche, l'accompagne, fournit le matériel demandé... Les élèves réfléchissent, échangent, conçoivent, manipulent.

Ces quatre approches peuvent trouver leur place dans une pratique de classe, selon le thème abordé ou les contraintes matérielles et institutionnelles (et notamment la durée annuelle des enseignements). Mais il paraît important d'avoir une large vision des « possibles » en matière d'expériences en classe, en étant conscient des différences entre ces approches. C'est l'approche 4 qui sera privilégiée dans la situation de classe mise en œuvre et présentée au chapitre 4.

Et la manipulation ? Même en restant dans le domaine des sciences expérimentales, il convient de définir précisément ce qu'il y a derrière ce terme. On peut l'entendre comme par exemple De Vecchi¹⁰, comme une dérive possible de ce que devraient être de véritables démarches expérimentales. La manipulation se comprend alors comme l'application d'un protocole non conçu par les élèves où ils apparaissent comme *de simples exécutants manuels*¹⁰. On peut faire référence à la situation de classe décrite dans l'introduction, dans laquelle les élèves suivaient un protocole pas à pas sans anticipation sur le résultat. Il faut tout de même rester lucide sur le fait que ce type de situation présente un certain nombre d'intérêts, et qu'on ne peut pas toujours mener de vraies démarches expérimentales. En effet, la manipulation peut également être une aide à certaines phases de la démarche pour les élèves qui ont plus de difficultés à entrer dans l'abstraction et l'anticipation. Elle peut aider à concevoir un protocole pour les élèves qui ne parviennent pas à anticiper sans matériel. Elle peut également être utile au début d'une démarche, pendant la phase d'émergence et de confrontation des représentations, pour tout de suite dépasser des conceptions simplistes. Il y a aussi le cas des manipulations qui ont le statut d'hypothèses et qui débouchent ensuite sur une démarche expérimentale.

⁹ Jean Yves CARIU, *Un projet pour faire vivre des démarches expérimentales*, Delagrave, 2007

¹⁰ Gérard DE VECCHI, *Enseigner l'expérimental en classe*, Hachette éducation, 2006

Expériences, expérimentations, manipulations : des termes qui décrivent des réalités différentes dans le cadre de l'enseignement des sciences en cycle 3. On ne cherche pas à éliminer l'une par rapport à l'autre, mais plutôt à être conscient de ce que les élèves sont en train de faire, et ne pas se leurrer sur l'activité réelle des apprenants. On n'expérimente pas forcément quand on manipule.

3.5. CONTENUS, SAVOIRS, CONCEPTS, CONNAISSANCES, NOTIONS

On emploie souvent de façon indifférenciée : contenu, savoir, concept, connaissance, notion. Ces termes couvrent deux réalités¹¹. On peut acquérir d'une part des connaissances identifiables, comme des objets que l'on possède ou non (faits, savoir faire, techniques, règles, lois, raisonnements, ...). D'autre part, on peut acquérir une structure intellectuelle différente, une nouvelle grille de lecture pour organiser les données, une nouvelle façon de se poser des questions. Le **concept scientifique** est un *outil intellectuel, qui établit entre des phénomènes une relation suffisamment générale et invariante, pour autoriser la prévision de résultats ou d'effets. L'histoire de la pensée scientifique montre que la construction des concepts n'est pas caractérisée par un progrès continu mais par des ruptures, par une succession de rectifications des idées, par une sorte de révolution permanente.* Cette idée de rupture renvoie à l'importance de réellement prendre en compte les conceptions initiales des élèves.

3.6. CONCEPTIONS, REPRESENTATIONS

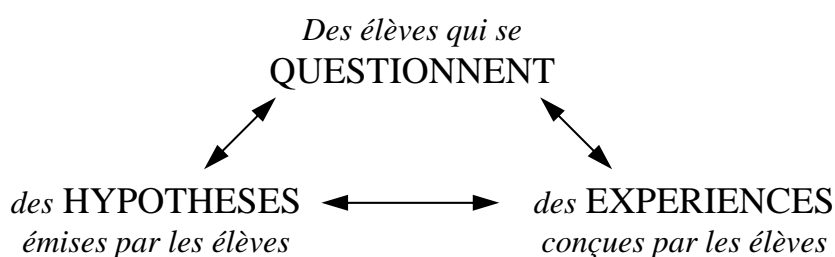
Lorsque l'on démarre une séquence d'apprentissage, en sciences ou dans d'autres disciplines, on est en présence d'élèves qui ne sont pas un « verre vide » face aux savoirs visés. Tout le monde a des conceptions (où représentations) initiales dont il faut tenir compte car apprendre *c'est transformer ses conceptions*. Ce point sera abordé au chapitre 4. Mais doit-on parler de **conceptions** ou de **représentations** ? On les trouve indifféremment utilisées dans un certain nombre d'ouvrages en didactique des sciences. D'autres préfèrent le mot conception, plus proche du mot « concept », le mot représentation étant également lié à d'autres domaines et notamment les arts (représentation graphique, représentation théâtrale...). J'utiliserai prioritairement le mot conception dans ce mémoire.

¹¹ J. P. ASTOLFI, E. DAROT, Y. GINSBURGER-VOGEL, J. TOUSSAINT, *Mots-clés de la didactique des sciences*, DE BOECK, 1997

4. UNE SITUATION EN SCIENCES PHYSIQUES : LA BALANÇOIRE

De la théorie à la pratique, de la pratique à la théorie

Mettre en œuvre une démarche expérimentale ne revient pas à suivre de façon linéaire des étapes définies à l'avance. Il s'agit plutôt d'un état d'esprit. Or, il est difficile de ne pas représenter une démarche expérimentale (ou une démarche d'investigation) suivant un déroulement linéaire (voir annexe 2). Incontestablement, il y a bien des étapes qui se suivent, mais elles sont imbriquées. Et selon la situation mise en place, l'ordre n'est pas forcément unique et des allers et retours sont souhaitables. En revanche, il y a bien des « **incontournables** » dans une démarche expérimentale. On peut en identifier trois qui sont en interactions permanentes :



L'objet de ce travail est de montrer que si les élèves sont acteurs dans le questionnement, l'émission d'hypothèses, et par conséquent la conception des expériences, ils produisent plus de liens et de sens et on s'oriente ainsi vers une meilleure appropriation des savoirs.

Cela implique de s'intéresser non seulement aux différentes manières d'enseigner les sciences, mais également à la façon dont on apprend, en général, et en particulier en sciences. Et cela conduit à aborder un des modèles de « l'apprendre » les plus récents : **le modèle allostérique** ou « *allosteric learning model* » développé au LDES¹², ainsi que certains aspects didactiques comme la **dévolution du problème**¹³ et la notion de **situations adidactiques**¹³.

Ce chapitre va donc tenter de faire le lien entre ces aspects théoriques et la pratique de classe à travers une situation en sciences physiques : **la balançoire** (étude des leviers).

LA BALANÇOIRE (le déroulement général de la séquence est donné en annexe 3)

Objectifs :

Connaître le principe du levier.

Comprendre l'influence de la position du point d'appui.

¹² Laboratoire de Didactique et d'Epistémologie des Sciences (Genève) à partir de 1987.

¹³ Guy BROUSSEAU, *Théorie des situations didactiques*, La pensée sauvage éditions, 1970-1990

4.1. UNE SITUATION DE DEPART PORTEUSE DE SENS

Comment arriver à ce qu'une démarche expérimentale soit efficace en termes d'apprentissages et de conceptualisation ? Une part importante vient de la situation de départ qui doit être « questionnante » pour les élèves et porteuse de sens. Porteuse de sens pour les élèves ne signifie pas forcément issue d'évènements vécus en classe ou provoquée par un ou des élèves. Ces situations ne sont pas toujours porteuses de sens pour **tous** les élèves. Donner du sens à un apprentissage, *c'est construire des outils intellectuels (des concepts, des manières de raisonner, des propriétés...) non pas de manière gratuite mais de telle manière que l'élève perçoive l'intérêt et la pertinence de ce qu'il vient d'apprendre*¹⁴. Bien souvent, il est préférable que la situation soit apportée par l'enseignant, sous une forme qui interpelle les élèves, qui permet à tous une bonne appropriation, et qui pourra déboucher vers une situation-problème.

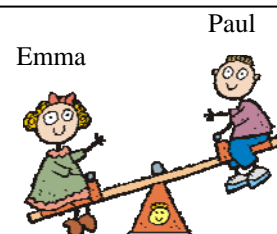
LA BALANÇOIRE

Dans cette situation, ce dessin est présenté aux élèves.

Les questions suivantes leur sont posées :

« *Que peux-tu dire à propos de ce dessin ?* »

« *Quelles questions peut-on se poser par rapport à ce dessin ?* »



La situation apportée par l'enseignant peut sembler artificielle au départ, mais elle fait référence à du vécu pour les élèves qui peuvent avoir déjà joué avec ce type de balançoire. La situation les interpelle et provoque des réactions. L'enseignant crée ainsi les conditions d'une bonne appropriation du problème posé par la suite.

4.2. LES CONCEPTIONS DES ELEVES

On a déjà abordé brièvement au chapitre 3 l'importance de prendre en compte les conceptions des élèves dans toute démarche inspirée des théories constructivistes. Ce point est également un des fondements du modèle allostérique de l'apprendre qui est développé ici, en parallèle avec la situation de classe analysée.

Le modèle allostérique de l'apprendre

Apprendre est un processus complexe que la recherche didactique a pu modéliser, par exemple à travers le *modèle allostérique* repris par les anglo-saxons sous le terme d'« *allosteric learning model* ». Ce modèle est basé sur une analogie avec la structure et le

¹⁴ texte issu du site Main à la pâte : <http://lamap.inrp.fr>

fonctionnement de certaines protéines dites « allostériques », qui changent de forme, et donc de fonction, suivant les conditions de l'environnement dans lequel elles se trouvent.

L'analogie se caractérise de deux façons :

- Une protéine est une molécule composée par une ou plusieurs chaîne(s) d'acides aminés liés entre eux par des liens plus ou moins complexes. Les conceptions constitutives du savoir, qui sont liées par des liens de force très variable, peuvent être comparées aux acides aminés des protéines. Ce n'est pas la suite ou l'empilement des savoirs qui comptent mais les liens que l'on est capable de mobiliser, tout comme pour les protéines allostériques dont la fonction n'est pas seulement liée à la suite des acides aminés, mais aussi aux liens entre leurs chaînes.
- La forme et la fonction de ces protéines sont modifiées uniquement de l'extérieur par l'environnement. De même, l'enseignant n'agit pas directement sur la pensée de l'élève, il *crée un environnement didactique propre à interférer avec les conceptions de l'apprenant*¹⁵.

On perçoit dans ce modèle l'importance des conceptions initiales des élèves et le rôle central de l'enseignant qui crée une situation didactique leur offrant les meilleures chances de transformer leurs conceptions.

Les conceptions sont indispensables pour permettre de créer le lien entre le savoir déjà acquis et le savoir à acquérir, mais elles peuvent vite constituer un obstacle à l'apprendre. Si l'adaptation de la nouvelle information proposée à l'apprenant n'est pas possible, elle peut être rejetée. Pour qu'elle ait une chance de passer « directement », sans intervention didactique, elle doit se trouver dans sa « *zone proximale de développement*¹⁶ ». Mais cela se produit pour un nombre d'élève restreint, et il est alors nécessaire de mettre en place des situations appropriées tenant compte des conceptions et permettant de s'approcher au maximum de cette zone proximale de développement. Précisons ici que cette prise en compte des conceptions ne se fait pas qu'au début, mais peut se produire tout au long de la démarche.

L'émergence et surtout la confrontation des conceptions

« **Faire avec pour aller contre**¹⁷ ». DE VECCHI et GIORDAN insistent sur l'importance de tenir compte des conceptions des apprenants pour éviter leur persistance à l'état latent, cela empêchant la construction des savoirs. Ils précisent également que des conceptions existent même si elles ne sortent pas. *Une conception n'est pas ce qui émerge, c'est un modèle*

¹⁵ André GIORDAN, <http://www.ldes.unige.ch/rech/allostr/allos.htm>

¹⁶ Vygotski, 1933

¹⁷ GIORDAN, DE VECCHI, *L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ?*, Delagrave, 2004

explicatif sous-jacent, simple et cohérent, personnel, et qui peut évoluer. Il faut donc interpréter ce qui est dit avec des mots d'élèves.

La confrontation des conceptions est essentielle. Elle fait apparaître des divergences qui favorisent l'émission d'hypothèses, permet d'affiner et structurer les connaissances, développe des objectifs d'attitudes (pensée critique, créativité...), oblige l'élève à **argumenter** donc à affiner ses conceptions et même à les faire évoluer voire à les abandonner lui-même. Quand on parle de confrontations, il peut s'agir de confrontations **élèves/élèves** : elles font prendre conscience de la diversité des idées et de la nécessité de les vérifier. Mais il peut s'agir également de confrontations **élèves/réalité**. On peut citer ici le cas observé d'une classe engagée dans un défi technologique dans lequel les élèves devaient construire un véhicule filoguidé capable de rouler, tourner, ... Le problème de la fixation des roues sur le châssis a été posé, de nombreuses idées sont sorties. La confrontation directe avec la réalité (ici des modèles réduits existants) ou même des manipulations (matériels à disposition, tâtonnements pour mettre à l'épreuve ses idées), ont permis rapidement de dépasser les conceptions les plus simplistes, et de recentrer le problème.

Faire se confronter les conceptions des élèves nécessite la mise en place de débats, de dialogues dans la classe. Ce type d'activité doit être mené avec certaines précautions afin d'éviter des dérives¹⁸. On peut définir une opposition entre :

- une situation de classe dans laquelle l'enseignant pose des questions qui ne sont que des " phrases à trous ". L'enfant doit décoder l'implicite mais il n'y a pas de véritable dialogue avec une argumentation. A la fin de ce jeu de questions, le maître résume ce qu'il avait préparé avant,
- une situation de classe dans laquelle il y a réellement un débat argumenté entre les élèves et entre le maître et les élèves, et dans laquelle les arguments s'opposent.

LA BALANÇOIRE

Les élèves sont invités à répondre par écrit et individuellement sur leur cahier de sciences aux questions posées dans la situation initiale. Il est important que les échanges collectifs soient précédés par cette phase individuelle qui permet à tous les élèves d'entrer mentalement en action, sans attendre que les plus à l'aise à l'oral s'emparent seuls de la situation. Cela permet également à tous d'arriver en situation d'échange avec un apport potentiel au groupe. Une confrontation des conceptions est ensuite organisée par groupes de 4. La situation de départ étant assez ouverte (*que peux-tu dire à propos de ce dessin ?*), des élèves sont partis sur la couleur des vêtements, la non-symétrie des yeux de la fille, ... C'est la confrontation

élèves/élèves dans les groupes de 4 qui a permis de dépasser ces idées, et d'aboutir, après une discussion collective, à :

- *On va parler du poids*
- *Emma est plus lourde car elle est en bas*
- *Emma n'est pas forcément la plus lourde car si on pousse sur ses jambes on peut remonter même en étant le plus lourd*
- *Cela ressemble à une balance*

On constate que le thème de la séance est abordé par les élèves alors qu'il n'a pas du tout été donné par l'enseignant. La situation elle-même a généré chez certains élèves une prise de conscience de ce qui allait se faire par la suite. Un autre intérêt de cette phase est de faire apparaître des idées qui auraient pu gêner la suite du processus (cas de la troisième qui n'est pas erronée mais simplement hors sujet), afin de les traiter dès le début et « d'essayer » de les évacuer. « Essayer » car certaines conceptions sont beaucoup plus résistantes qu'on peut le penser ! Et ce n'est pas forcément en l'abordant une fois que le problème est résolu.

Enfin, il est à noter que peu d'élèves ont émis des questions, alors que la consigne de départ le demandait. On peut interpréter cela par le fait que les élèves ne sont pas assez habitués à ce genre d'activité : poser des questions plutôt qu'y répondre. C'est sans doute un point à méditer quand à nos pratiques de classe...

4.3. DES ELEVES EN QUESTIONNEMENT : DES MOMENTS CLES DE LA DEMARCHE

Les situations-problèmes

La manière dont le problème apparaît est primordiale. Si l'élève se contente de répondre à des questions en attendant la suivante, cela présente peu d'intérêt. On a tendance à former de bons répondants, essayons plutôt de former de bons questionneurs ! Faire émerger un problème nécessite d'être en relation directe avec les conceptions des élèves qui montrent la présence d'obstacles. Apprendre c'est changer de conceptions, en créant des ruptures, et les situations problèmes le permettent si elles sont construites autour des obstacles. Les conceptions erronées peuvent être tenaces, mais elles le seront d'autant moins si on les déconstruit avant de les reconstruire. Pour déconstruire, la « provocation pédagogique » peut jouer un rôle important. Mais soyons réalistes : amener les élèves à se questionner de manière productive n'est pas impossible, c'est même un objectif à atteindre. Mais c'est une conquête ! *C'est le signe d'une pédagogie réussie, et non un préalable*¹⁹.

¹⁸ Conférence de J.P. ASTOLFI : http://www-annexe.ac-rouen.fr/premier_degre/presteia76/manif/astolfi.htm

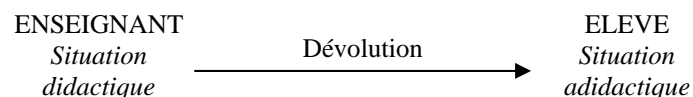
¹⁹ Site internet la Main à la Pâte : <http://lamap.inrp.fr>

La dévolution du problème

Les situations envisagées doivent permettre à l'élève de s'approprier le problème, c'est-à-dire que l'activité proposée doit permettre une phase de **dévolution du problème**. Cette phase de dévolution du problème est une activité par laquelle le professeur cède à l'élève la responsabilité de la résolution. L'élève prend en main le problème, car un « dérangement cognitif » a été provoqué. La recherche de la solution devient alors un besoin et non une tâche qu'il est contraint d'effectuer, augmentant ainsi de façon intrinsèque la motivation de l'élève. L'enseignant cherche par là à ce que *l'action de l'élève ne soit produite et justifiée que par les nécessités du milieu et par ses connaissances, et non par l'interprétation des procédés didactiques de l'enseignant*²⁰.

Les situations adidactiques

En didactique des Mathématiques, Guy BROUSSEAU décrit les situations adidactiques comme des situations issues de la dévolution du problème à l'élève, dans lesquelles il s'approprie la situation qui lui était au départ extérieure et prend en charge les moyens d'y répondre en créant des interactions entre ses propres conceptions. *Le maître se refuse à intervenir comme possesseur des connaissances qu'il veut voir apparaître. L'élève sait bien que le problème a été choisi pour lui faire acquérir une connaissance nouvelle mais il doit savoir aussi que cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation. [...] Le maître cherche à faire dévolution à l'élève d'une situation adidactique qui provoque chez lui l'interaction la plus indépendante et la plus féconde possible*²⁰.



LA BALANÇOIRE

La confrontation des conceptions premières des élèves a fait apparaître que sur la balançoire, l'enfant le plus lourd est forcément en bas, sauf si on pousse sur ses jambes. Il n'y a pas pour l'instant de prise en compte de la position du point d'appui.

La situation problème suivante est alors proposée aux élèves :

Stéphane et Céline n'ont pas de balançoire. Ils placent une planche sur un tronc d'arbre. Chacun s'assied d'un côté et pose ses pieds sur la planche. Stéphane fait une remarque : je suis le plus lourd et pourtant je suis en haut ! comment cela se fait-il ?

²⁰ Guy BROUSSEAU, *Théorie des situations didactiques*, La pensée sauvage éditions, 1970-1990

En quoi est-ce une situation-problème²¹ ?

- Elle est liée à un obstacle repéré (le plus lourd n'est pas forcément en bas).
- Elle crée une rupture par rapport aux savoirs initiaux.
- Elle permet un questionnement.
- Elle est assez complexe pour permettre une recherche, assez accessible pour être résolue.
- Elle ouvre sur un savoir conceptuel, pas une réponse à une question ponctuelle.

4.4. DES HYPOTHESES EMISES PAR LES ELEVES

LA BALANÇOIRE

La situation problème fait réagir les élèves et déclenche un nouvel échange collectif qui aboutit à : *Stéphane, bien qu'il soit le plus lourd, peut être en haut si :*

- Le rondin est plus d'un côté.
- Un des enfants est plus proche du rondin.
- Un enfant se penche en arrière.

Durant cette phase, le besoin se fait sentir d'introduire du lexique. On nomme donc le rondin : **le point d'appui.**

Ceci fait référence aux travaux de Britt-Mari Barth²² qui définit le concept comme une étiquette qui désigne une liste d'attributs, laquelle est susceptible d'être appliquée à des exemples. Mais ces trois définitions ne coïncident pas toujours. Les élèves peuvent connaître le vocabulaire spécifique d'une discipline, sans pour autant disposer des idées que ce vocabulaire représente. Dans le cas du point d'appui, l'apport de l'enseignant à ce moment-là n'apparaît pas comme quelque chose de plaqué car il répond à un besoin. On évite ainsi le travers décrit ci-dessus tout en répondant à une nécessité : connaître les mots pour exprimer ses idées.

Les **hypothèses** retenues sont ainsi formulées :

- Si le point d'appui n'est pas au milieu, le plus lourd peut être en haut.
- Si un des enfants se rapproche du point d'appui, le plus lourd peut être en haut.
- Si on se penche en arrière, on peut faire monter le plus lourd.

Notons que les hypothèses 1 et 2 restent imprécises (mais c'est de cette manière qu'elles sont posées par les élèves) : est-ce l'enfant le plus lourd ou le plus léger qui doit être plus proche

²¹ selon la définition de : GIORDAN, DE VECCHI, *L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ?*, Delagrave, 2004

²² Britt-Mari BARTH, *L'apprentissage de l'abstraction*, RETZ, 1987

du point d'appui ? A ce stade, quelques groupes se posent la question, ce qui légitime encore plus l'expérimentation. Ces groupes font donc des « sous-hypothèses » : *si le plus lourd est plus proche du point d'appui, ... ou si le plus léger est plus proche du point d'appui, ...* Il est important de ne pas formuler les hypothèses à la place des élèves et de leur laisser la possibilité d'émettre et de vérifier des hypothèses fausses. Deux groupes font l'hypothèse que c'est l'élève le plus léger qui doit se rapprocher du point d'appui.

4.5. DES EXPERIENCES CONÇUES PAR LES ELEVES : MAIS DOIT-ON TOUT REINVENTER ?

Concevoir des expériences ne signifie pas à chaque fois partir de rien et tout réinventer. Le plus important est que les élèves aient une idée la plus précise possible du pourquoi de l'expérience qu'ils vont mener. Il peut être nécessaire au début d'aider les élèves. Pour cela, plusieurs dispositifs peuvent s'envisager :

- Proposer du matériel que les élèves sélectionnent selon leurs besoins. Ce matériel peut être plus ou moins inducteur selon les situations proposées et la capacité des élèves à anticiper.
- Proposer un ensemble de protocoles existants. Les élèves doivent alors les confronter et sélectionner celui qui leur semble le plus adapté à leurs hypothèses.
- Modifier un protocole existant pour l'adapter aux hypothèses propres aux élèves.

Ces dispositifs constituent un moyen de faire entrer les élèves plus « doucement »²³ dans la démarche de conception de protocoles qui n'est pas une tâche naturelle et aisée pour des élèves ayant peu pratiqué ce type de démarches. Dans le cas de la balançoire, il n'y a pas eu recours à ces dispositifs du fait de la simplicité et du peu de matériel nécessaire. Les élèves n'ont pas eu besoin d'un étayage et ont pu concevoir entièrement leurs expériences.

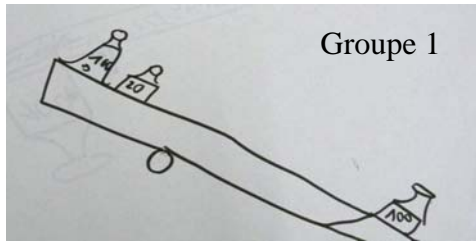
LA BALANÇOIRE

Chaque groupe d'élèves prend en charge une des trois hypothèses et se met en action pour concevoir une expérience permettant de la vérifier. Dans cette phase, l'enseignant est présent pour répondre aux demandes matérielles des élèves. Il s'assure également que les élèves ont bien en tête l'hypothèse à vérifier, en leur demandant à différents moments et sous différentes formes de la reformuler. Un groupe propose d'utiliser une vraie balançoire, proposition jugée intéressante pour tester l'hypothèse 3, mais non réalisable. Deux groupes demandent une planche pour tester en grandeur réelle avec de vrais élèves. D'autres groupes utilisent du

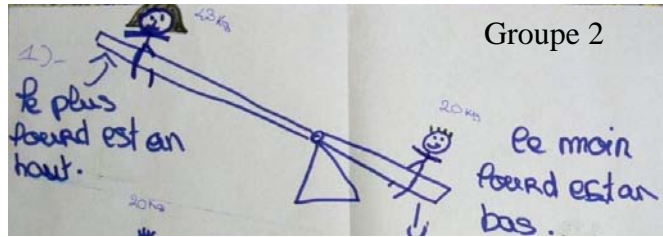
²³ Gérard DE VECCHI, *Enseigner l'expérimental en classe*, Hachette éducation, 2006

matériel de classe (règles, crayons...). Les élèves produisent ensuite un document écrit « ce que nous allons faire... » : leur protocole d'expérience.

Hypothèse 1



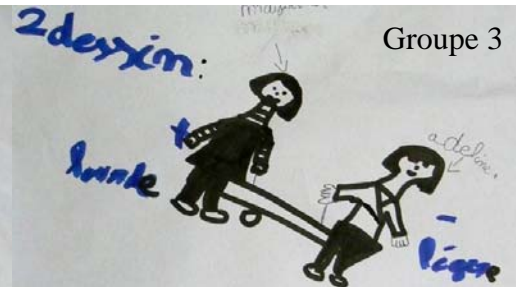
Groupe 1



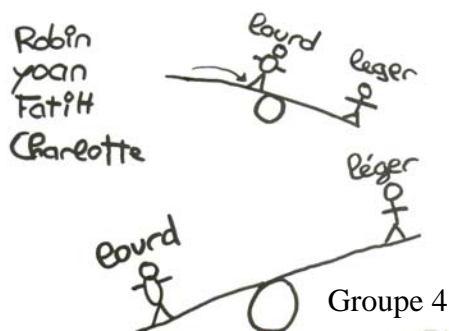
Groupe 2



Groupe 3



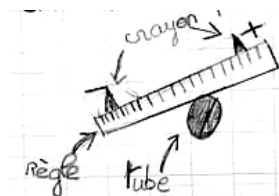
Hypothèse 2



Groupe 4

Hypothèse 3

Nous avons besoin d'un tube de colle, de deux stylos différents et d'une règle. Nous allons construire une balance avec notre matériel. Ensuite, nous allons peser les deux stylos, on regarde qui est le plus lourd et on éloigne le plus léger.

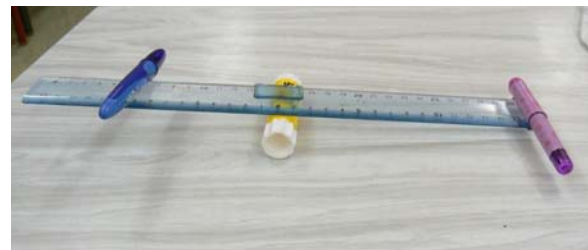
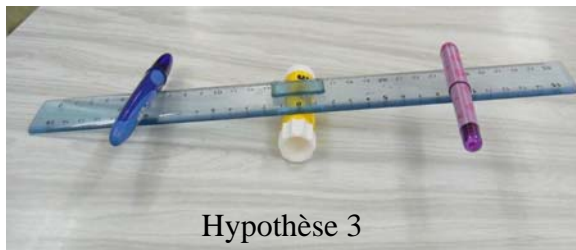
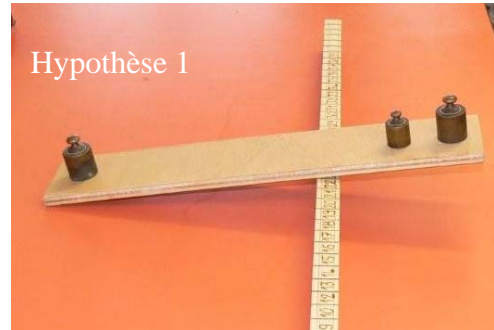


De Vecchi²³ insiste sur l'intérêt, à ce stade de la démarche, de communiquer et soumettre à la critique les protocoles avant de mettre en œuvre les expériences (pas le matériel tout de suite !) pour insister sur l'anticipation : *s'il se passe telle chose, cela veut dire telle chose*. Cette étape est parfois difficile à mettre en œuvre avec des élèves avides de pouvoir enfin manipuler ! Mais même si elle paraît un peu « forcée », cette étape garantit à nouveau une efficacité dans la production de sens : on reformule ce que l'on cherche à vérifier, ce que l'on va faire pour cela. On perçoit à ce stade du travail que la phase « préparatoire » dure beaucoup plus longtemps que la partie matérielle de l'expérience. Ce que l'on peut mettre en lien avec l'activité d'un chercheur qui passe en moyenne 90 % de son temps hors expérience.

4.6. LA SUITE DE LA DEMARCHE

LA BALANÇOIRE

Les expériences suivantes sont réalisées :



Une fois les comptes rendus des six groupes rédigés et présentés à la classe, l'enseignant demande de trouver un point commun aux trois types d'expériences réalisées (correspondant aux trois hypothèses de départ). Cette dernière recherche aboutit à cette conclusion : « *Pour que le plus lourd soit en haut, il faut qu'il soit plus près du point d'appui.* »

Il faut noter qu'il peut tout de même y avoir construction de sens dans les phases qui suivent la réalisation des expériences, même si la situation mise en place n'a pas permis à l'élève de le faire avant. Les enjeux de la manipulation peuvent apparaître à ce moment-là. C'est ce qui s'est passé dans la situation décrite dans l'introduction (électricité), lors du regroupement final et de la synthèse de la séance.

5. ANALYSE DES DONNEES - EVALUATION

Les observations et données recueillies peuvent s'analyser à différents niveaux : attitude et motivation des élèves tout au long de la démarche, évaluations plus formelles en termes de connaissances, de production de sens à travers la maîtrise des enjeux de l'expérience, de capacité à mobiliser ses connaissances dans une situation nouvelle. Tous ces niveaux d'analyse sont présentés dans ce paragraphe, ainsi que les paramètres qui ont pu créer des conditions favorables aux apprentissages.

Attitudes des élèves

Il est clair qu'ils ont été en questionnement à plusieurs moments de la démarche, et plus particulièrement pour répondre à la situation-problème proposée (émission d'hypothèses), pendant la conception des expériences (*comment va-t-on faire pour vérifier... ? est-ce qu'il faut rapprocher le point d'appui du lourd ou du léger ? comment faire pour être sûr que les deux objets que l'on utilise n'ont pas le même poids ?...*) et pendant l'expérimentation. Ils ont fait preuve d'*imagination raisonnée*²⁴ en concevant eux-mêmes les expériences. Ils ont également fait preuve d'autonomie et d'initiatives²⁵ à partir du moment où la situation-problème a été posée.

Motivation des élèves

Elle n'a pas été quantifiée (est-elle quantifiable ?) mais bien observée (et elle est observable !). En effet, certains comportements d'élèves sont parfois parlants :

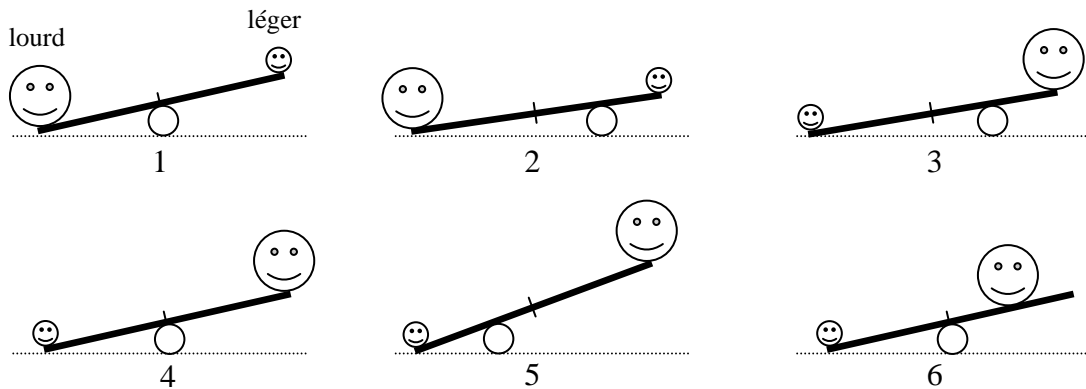
- la participation orale parfois « vive » lors des phases de confrontation des idées, d'émissions d'hypothèses,
- le passage à l'écrit spontané pour le besoin de la démarche, par des élèves par ailleurs en difficulté sur ce point, mais qui voyaient là un réel intérêt à écrire,
- l'effervescence de la classe au démarrage de la conception des expériences (*on pourrait utiliser tel matériel !... on pourrait faire telle expérience ! ...*),
- le questionnement des élèves pendant la phase de conception des protocoles (*on aimerait bien savoir s'il faut mettre le point d'appui vers le lourd ou vers le léger, alors on va vérifier les deux !*) : prise en main totale de la situation,
- Le « *ça a marché !* » pendant la phase d'expérimentation,
- L'autonomie et la prise d'initiatives des groupes (utilisation de la salle informatique à la demande des élèves) lors de la rédaction des comptes rendus d'expériences (affiches pour communiquer à la classe).

²⁴ Socle commun des connaissances et des compétences – Compétences 3 – Attitudes.

Autant d'indices montrant une réelle motivation des élèves à pratiquer une démarche expérimentale, motivation provoquée par la situation elle-même et peu par l'intervention de l'enseignant.

Connaissances acquises

Les élèves doivent répondre « possible » ou « impossible » pour chacun des six dessins.



Dessin n°	1	2	3	4	5	6
Nombre de réponses correctes sur 24 élèves	22	18	18	20	18	17

Notons d'abord les limites de ce type d'évaluation : on ne peut pas connaître le nombre de réponses données de façon aléatoire par les élèves. D'autre part, on évalue ici une connaissance liée directement à la situation de recherche. Il est difficile d'en tirer des conclusions quant à un début de conceptualisation du principe du levier. On peut néanmoins en tirer des informations. Les élèves ont été plus à l'aise dans les réponses 1 et 4 correspondant à une balançoire « ordinaire » avec un point d'appui central. Globalement, le nombre de réponses correctes est élevé. L'influence de la position du point d'appui a été perçue, mais il reste pour un quart des élèves un doute sur sa position (côté « lourd » ou côté « léger »).

Il paraît intéressant de mettre en place d'autres formes d'évaluation permettant de mesurer si les élèves ont construit du sens, perçu l'enjeu de l'expérience et comment ils mobilisent leurs connaissances dans une situation nouvelle.

Enjeux de l'expérience

Les élèves ont-ils construit des liens entre le problème de départ, les hypothèses et l'expérience réalisée ?

Il leur est demandé de rédiger individuellement un texte à partir de ces questions :

²⁵ Socle commun des connaissances et des compétences – Compétences 7 : Autonomie et initiatives.

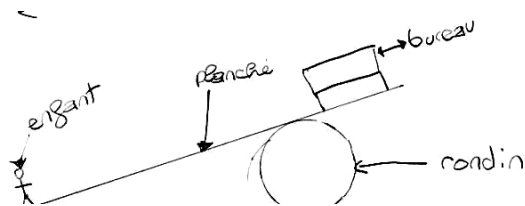
- Quel est le résultat de l'expérience ?
- Qu'est-ce qu'on peut en dire ?

21 élèves sur 22 donnent le résultat de leur expérience en faisant référence à leur hypothèse (« ça a marché » ou « le plus lourd était bien en haut »). 19 élèves sur 22 parlent dans leur texte de l'influence de la position relative du point d'appui (sans forcément utiliser ce terme, mais plutôt « rondin », « tuyau », ou « planche ». 5 élèves sur ces 19 utilisent le terme « point d'appui »). Ces chiffres sont élevés. On peut parler d'une bonne appropriation du problème et d'une bonne prise en charge de la démarche (voir paragraphe 4.3 sur la dévolution du problème et les situations adidactiques). Autre observation confortant cette conclusion : les groupes d'élèves, dans leur protocole, ont prévu de s'assurer que les deux objets ou personnes utilisés dans l'expérience avaient bien des masses différentes en utilisant une balance avant d'expérimenter sur la position du point d'appui. On est bien là dans une forme d'anticipation et de prise en main de la situation : *si je veux observer tel résultat, il faudra être sûr qu'il y a bien un objet plus lourd que l'autre.*

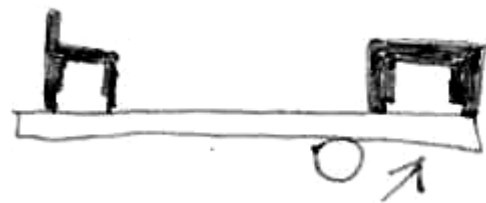
Mobilisation des connaissances

On cherche maintenant à mesurer la capacité des élèves à mobiliser des connaissances dans une situation nouvelle en lien avec le principe du levier. Problème proposé : « comment soulever le bureau du maître plus facilement ? ».

Sur 24 élèves, 21 proposent une solution utilisant un levier. Sur ces 21 élèves, 12 placent clairement le point d'appui plus proche du bureau (comme les élèves 1, 2 et 3). Parmi les 9 restants, 2 le placent au centre (ou d'une manière telle que l'on ne peut pas conclure, comme l'élève 4), 5 le placent du mauvais côté et 2 produisent une solution incomplète et inexploitable.



élève 1



élève 2



élève 3



élève 4

Le principe d'utiliser un levier pour soulever quelque chose de lourd semble être acquis par une grande majorité de la classe, mais seulement la moitié des élèves placent le point d'appui du côté de l'objet le plus lourd. Mais on peut aussi lire ces résultats d'une autre manière : une moitié des élèves a intégré le concept du levier en établissant entre les deux situations (balançoire et bureau) *une relation suffisamment générale et invariante, pour autoriser la prévision de résultats ou d'effets*²⁶.

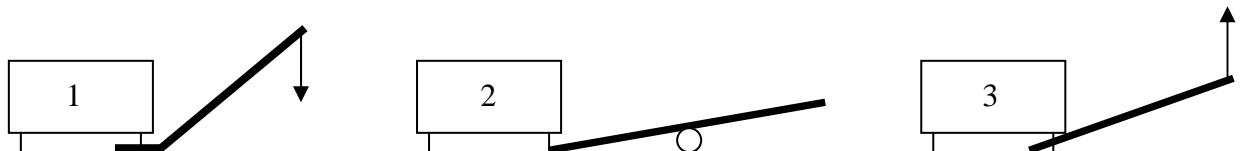
On peut également pointer certaines réponses révélatrices des obstacles persistants ou justement levés :

- « Il faut mettre quelque chose de lourd de l'autre côté du point d'appui pour soulever le bureau du maître. » L'influence de la position du point d'appui n'a pas été intégrée par cette élève.
- « avec 75 kg on peut lever 100 kg » (réponse de l'élève n°3). Ici au contraire, le passage au quantitatif montre que le principe du levier est compris.

Pour apporter un élément d'analyse supplémentaire sur l'efficacité de la démarche et la portée des résultats, la question « *comment soulever le bureau du maître plus facilement ?* » a été posée à un groupe de PE1 en formation à l'IUFM (il leur a été précisé « *à l'aide d'un levier* »). Ces étudiants, on le suppose, ont abordé le principe du levier d'une manière ou d'une autre dans leur scolarité.

Sur 21 réponses exploitables :

- 7 proposent d'utiliser un pied de biche (schéma 1 - principe du levier connu et bien schématisé).
- 7 ont schématisé un levier avec un point d'appui central (schéma 2).
- 2 utilisent un levier avec le point d'appui à l'extrémité, et donc une force motrice vers le haut (schéma 3).
- 3 ont schématisé un levier sans point d'appui clairement positionné.
- 2 ont schématisé autre chose qu'un levier (non-connaissance du terme levier)



Sur 21 étudiants, 9 ont donc schématisé un levier avec un point d'appui plus près de ce qui est à soulever. Ce nombre est à comparer aux 12 CM1/CM2 sur 21.

²⁶ J. P. ASTOLFI, E. DAROT, Y. GINSBURGER-VOGEL, J. TOUSSAINT, *Mots-clés de la didactique des sciences : extrait de la définition du concept*, DE BOECK, 1997

Analyse des conditions qui ont pu être favorables aux apprentissages

En partant des observations recueillies et en comparant avec celles que j'avais faites lors des situations initialement décrites, j'ai tenté d'isoler les paramètres qui ont pu rendre l'expérimentation plus efficace en termes d'apprentissages.

La situation initiale faisant référence à un vécu des élèves les a interpellé, a provoqué des réactions. Les élèves avaient des idées à faire partager. Cela a permis de les faire entrer facilement dans l'activité, et de créer les conditions d'une bonne appropriation du problème posé par la suite.

L'alternance écrit/oral a laissé le temps aux élèves de passer par l'écrit pour clarifier leurs idées et préparer les phases orales collectives par des moments de réflexion individuels.

Les confrontations élèves/élèves ont permis d'éliminer les fausses pistes, de clarifier leurs conceptions premières et de bien préparer la suite de la démarche.

La situation-problème a pris en compte les obstacles repérés dans les conceptions premières des élèves. En étant formulée comme une affirmation contenant deux éléments apparemment contradictoires, elle a instauré le doute et a provoqué des réactions. Son appropriation par les élèves s'en est révélée plus efficace.

Du lexique a été donné quand le besoin s'en est fait sentir. Le « **point d'appui** » a été introduit dans la phase d'émission d'hypothèses car les élèves ont eu besoin à ce moment-là d'un terme pour désigner les objets qu'ils avaient prévus d'utiliser par la suite (le rondin, le stylo, la règle, un tube...).

La formulation des hypothèses a été faite par les élèves et pas à leur place, ce qui leur a laissé la possibilité d'émettre et de vérifier des hypothèses fausses (deux groupes ont fait l'hypothèse que c'est l'élève le plus léger qui doit se rapprocher du point d'appui).

Les protocoles écrits ont été communiqués avant d'expérimenter, ce qui a permis de clarifier encore les enjeux de l'expérience en les faisant reformuler par les élèves.

On a constaté qu'une grande place a été faite à l'anticipation. Le temps passé avant l'expérience a été beaucoup plus important que le temps d'expérimentation.

6. CONCLUSION

Revenons au point de départ...

A quelles conditions l'expérimentation en sciences au cycle 3 est-elle véritablement efficace en termes d'apprentissages scientifiques ? Telle était la question posée au début de ce mémoire.

La synthèse des observations recueillies lors de la séquence sur les leviers développée dans ce mémoire et qui ont servi à l'analyse pourrait aider à définir des principes pouvant être intégrés à toute démarche expérimentale en classe.

Le fait que les élèves conçoivent eux-mêmes les expériences permet de donner du sens à la partie manipulative d'une séquence. Rendre les élèves intellectuellement actifs dans toutes les phases avant l'expérimentation joue donc un rôle primordial, mais il apparaît également que la prise en compte des conceptions initiales des élèves est indispensable dans toute démarche constructiviste. Un rôle important pour l'enseignant est de mettre les élèves dans des situations qui les amènent à se questionner, à mettre en doute leurs propres conceptions et à anticiper sur des actions possibles. Si on amène les élèves à s'investir au début de la démarche, c'est-à-dire en amont de l'expérience proprement dite, alors émettre des hypothèses, concevoir et réaliser des expériences deviennent des tâches qui ont du sens. Pour permettre cet investissement des élèves, l'enseignant doit donc recourir à des situations-problèmes qui interpellent, provoquent, dérangent, à condition qu'elles soient construites à partir des obstacles relevés dans les conceptions des élèves. Si la phase de questionnement et l'appropriation du problème par tous est une condition nécessaire pour que des apprentissages soient réalisés, comme j'ai pu le montrer en évoquant certains aspects didactiques comme la dévolution du problème et les situations adidactiques, il apparaît également que d'autres conditions sont nécessaires. C'est ainsi que j'ai été amené à évoquer un modèle de l'apprendre (le modèle allostérique), qui nécessite pour les élèves l'acceptation de « déconstruire » pour « reconstruire ». Enfin, la verbalisation des hypothèses, la définition et la régulation des protocoles expérimentaux, l'apport de lexique, la réalisation de traces écrites, la mise en relation des savoirs lors de la confrontation avec de nouvelles situations les remettant en jeu sont autant d'éléments qui ont pu amener à de nouveaux savoirs.

Evolutions au cours du mémoire...

A l'origine de ce mémoire, mon attention était plus particulièrement portée sur l'importance de faire concevoir les expériences aux élèves. Elle a quelque peu évolué. Créer du sens implique de rendre les élèves intellectuellement actifs non seulement dans la conception des

expériences, mais également dans tout ce qui précède. L'expérimentation vient pour tester une hypothèse en réponse à une question que l'on s'est véritablement posée. Les mots-clés de ce travail de réflexion sont peu à peu passés de « conception des expériences » à « questionnement des élèves », deux idées imbriquées que j'ai laissé cohabiter dans le titre du mémoire.

De l'expérience à l'investigation...

Dans la grande majorité de ce qui est écrit, on pourrait remplacer expérience par investigation. C'est-à-dire que tout ce processus préparatoire à l'expérience peut tout à fait être le même si la mise à l'épreuve de l'hypothèse est autre chose qu'une expérience (un document écrit, un film, des schémas, des images, une observation, une visite, une enquête ...). Et pourquoi pas une expérience magistrale réalisée par l'enseignant, à condition qu'elle arrive après un processus de réflexion et de questionnement des élèves.

L'enseignement des sciences...

Certains aspects très importants de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences n'ont pas ou peu été abordés dans ce travail ciblé. On peut citer l'importance de l'écrit et du cahier d'expérience, notamment pour revenir avec les élèves sur la démarche, avoir une activité métacognitive et travailler le « comment on apprend ? », « à quel moment de la démarche on a le plus appris ? » Citons également le statut de l'erreur, le rôle de l'enseignant, la motivation des élèves, l'importance de la communication (des hypothèses, des protocoles, des résultats) par analogie avec ce que représente la « communauté scientifique » pour des chercheurs.

On ne peut pas forcément traiter tout le programme de cycle 3 en suivant des démarches d'investigation, encore moins des démarches expérimentales. En revanche, mettre en œuvre des démarches d'investigation dans sa classe n'est pas toujours un investissement lourd pour l'enseignant. Il s'agit plutôt d'entrer dans un état d'esprit pour y faire entrer ensuite les élèves.

...et des autres disciplines

Au vu des éléments de réponses proposés dans ce mémoire, on peut naturellement se poser la question de la transposition de ce type de démarches à d'autres disciplines, et à d'autres niveaux de classe. Chercher en quoi la démarche d'investigation en sciences au cycle 3 peut constituer une base à des démarches d'enseignement dans les autres disciplines pourrait être une piste de travail intéressante, tout comme la recherche des conditions dans lesquelles ce type de démarche est transposable aux autres cycles de l'école élémentaire.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages lus

- Jean Yves CARIOU, *Un projet pour faire vivre des démarches expérimentales*, Delagrave, 2007
- André GIORDAN, Gérard DE VECCHI, *L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ?*, Delagrave, 2004
- Gérard DE VECCHI, *Enseigner l'expérimental en classe*, Hachette éducation, 2006
- Britt-Mari BARTH, *L'apprentissage de l'abstraction*, RETZ, 1987

Ouvrages consultés

- Gérard DE VECCHI, *Une banque de situations-problèmes*, Tome 1, Hachette éducation, 2007
- J. P. ASTOLFI, E. DAROT, Y. GINSBURGER-VOGEL, J. TOUSSAINT, *Mots-clés de la didactique des sciences*, DE BOECK, 1997
- Guy BROUSSEAU, *Théorie des situations didactiques*, La pensée sauvage éditions, 1970-1990
- IREM Grenoble, Direction Eric Triquet, *A l'école des sciences – Grand N - Tome 2*, Editions Gérard GERDIL-MARGUERON, 2006
- *L'enseignement des sciences et de la technologie à l'école*, Programme national de pilotage, Séminaires organisés par la direction de l'enseignement scolaire, 2001
- André GIORDAN, *Une didactique pour les sciences expérimentales*, BELIN, 1999
- Jean Pierre Astolfi, Brigitte Peterfalvi, Anne Vérin, *Comment les enfants apprennent les sciences*, Retz
- Recherche sous la direction de C. LARCHER et M. GOFFARD, *L'expérimental dans la classe – enjeux, références, fonctionnements, contraintes*, INRP, 2003

Autres

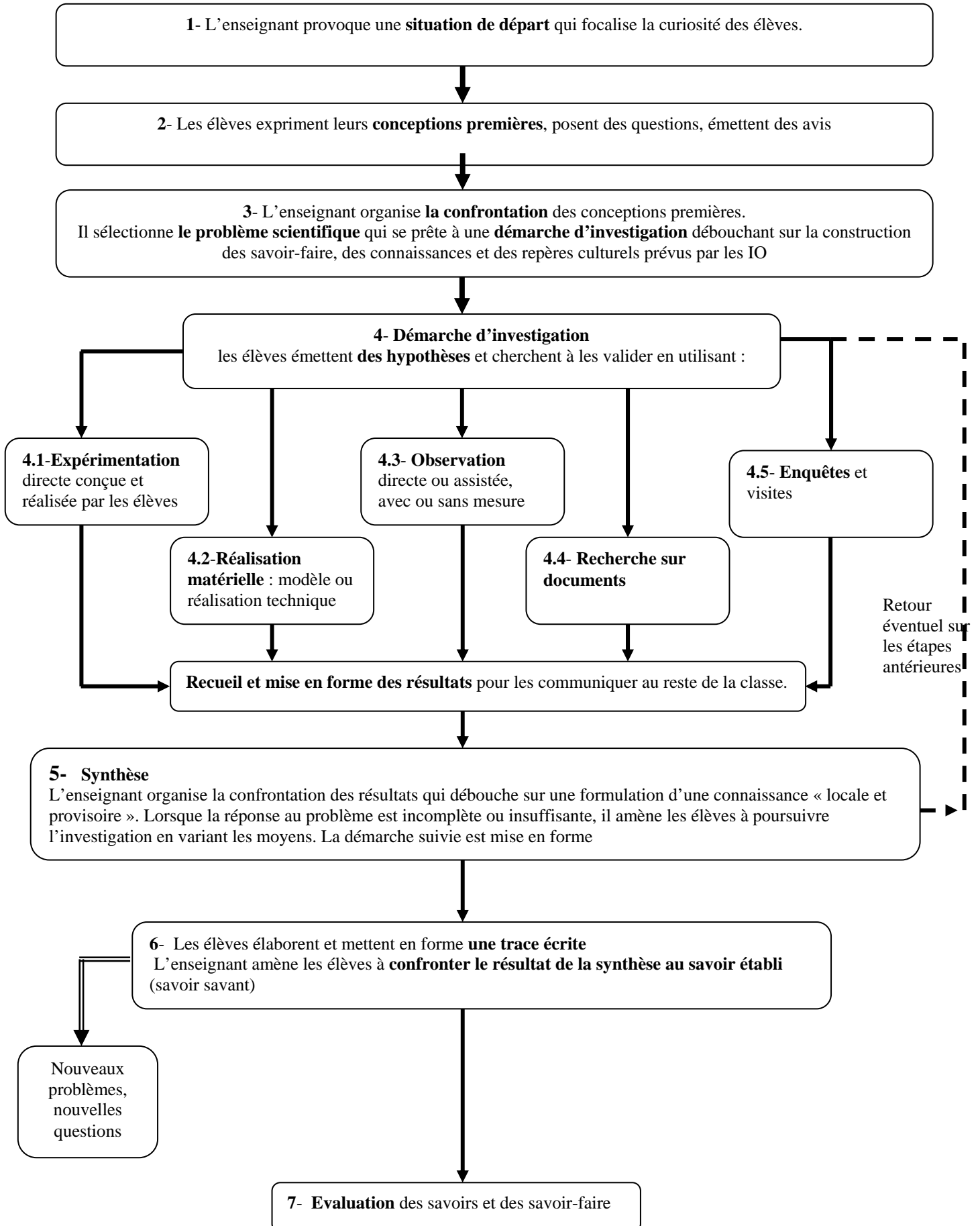
- Cahier pédagogiques : « *La construction de protocole expérimental : objet et moyen d'apprentissage* » Par Cédric d'Ham - lundi 5 janvier 2009
www.cahiers-pedagogiques.com/article.php3?id_article=4146
- Conférence sur « *Expérimentation et construction des concepts* »
www.canal2.tv/recherche.asp?idfiche=1902&btRechercher=btRechercher&mots=exp%E9rimentation

ANNEXES

ANNEXE 1

Atelier électricité salle sciences

ANNEXE 2
La démarche d'investigation en sciences



ANNEXE 3

LA BALANÇOIRE : VUE GÉNÉRALE DE LA SÉQUENCE

Objectifs :

Connaître le principe du levier.

Comprendre l'influence de la position du point d'appui.

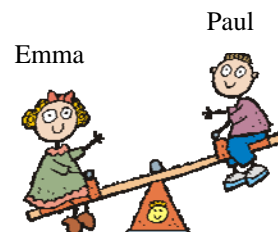
Situation de départ :

Ce dessin est présenté aux élèves.

Les questions suivantes leur sont posées :

« *Que peux-tu dire à propos de ce dessin ?* »

« *Quelles questions peut-on se poser par rapport à ce dessin ?* »



Emergence des conceptions premières des élèves :

Les élèves sont invités à répondre par écrit et individuellement sur leur cahier de sciences aux questions posées dans la situation initiale.

Confrontation des conceptions premières des élèves :

Echange collectif qui fait apparaître que sur la balançoire, l'enfant le plus lourd est forcément en bas, sauf si on pousse sur ses jambes. Il n'y a pas pour l'instant de prise en compte de la position du point d'appui.

La situation problème suivante est alors proposée aux élèves :

Stéphane et Céline n'ont pas de balançoire. Ils placent une planche sur un tronc d'arbre. Chacun s'assied d'un côté et pose ses pieds sur la planche. Stéphane fait une remarque : je suis le plus lourd et pourtant je suis en haut ! comment cela se fait-il ?

Nouvel échange collectif :

La situation problème fait réagir les élèves et déclenche un nouvel échange collectif qui aboutit à : *Stéphane, bien qu'il soit le plus lourd, peut être en haut si :*

- Le rondin est plus d'un côté.
- Un des enfants est plus proche du rondin.
- Un enfant se penche en arrière.

Les hypothèses retenues sont ainsi formulées :

1. Si le point d'appui n'est pas au milieu, le plus lourd peut être en haut.
2. Si un des enfants se rapproche du point d'appui, le plus lourd peut être en haut.
3. Si on se penche en arrière, on peut faire monter le plus lourd

Protocole expérimental :

Chaque groupe de 3 ou 4 élèves prend en charge une des trois hypothèses, et se met en action pour concevoir une expérience permettant de la vérifier en rédigeant un protocole expérimental (« ce que nous allons faire pour vérifier notre hypothèse »).

Les groupes communiquent à la classe les protocoles avant de mettre en œuvre les expériences (pas le matériel tout de suite !) pour insister sur l'anticipation : *s'il se passe telle chose, cela veut dire telle chose.*

Expérimentation :

Chaque groupe d'élèves réalise son expérience.

Compte-rendu d'expérience :

Les six comptes-rendus d'expériences sont communiqués à toute la classe.

Formulation d'une connaissance :

Une fois les comptes rendus des six groupes rédigés et présentés à la classe, l'enseignant demande de trouver un point commun aux trois types d'expériences réalisées (correspondant aux trois hypothèses de départ). Cette dernière recherche collective aboutit à cette conclusion : « *Pour que le plus lourd soit en haut, il faut qu'il soit plus près du point d'appui.* »

ANNEXE 4

La balance : compte-rendu des expériences

Sciences

Nous allons vérifier que si on se met en arrière, on peut faire monter le plus lourd.

Voici comment nous avons procédé.

Nous avons construit une balance avec une colle et une règle. Ensuite, nous avons pesé les deux stylos différents pour vérifier qu'ils ne soient pas du même poids. Nous avons observé et nous avons su lequel était le plus lourd.

Nous avons reculé le plus léger et le lourd a été en haut.

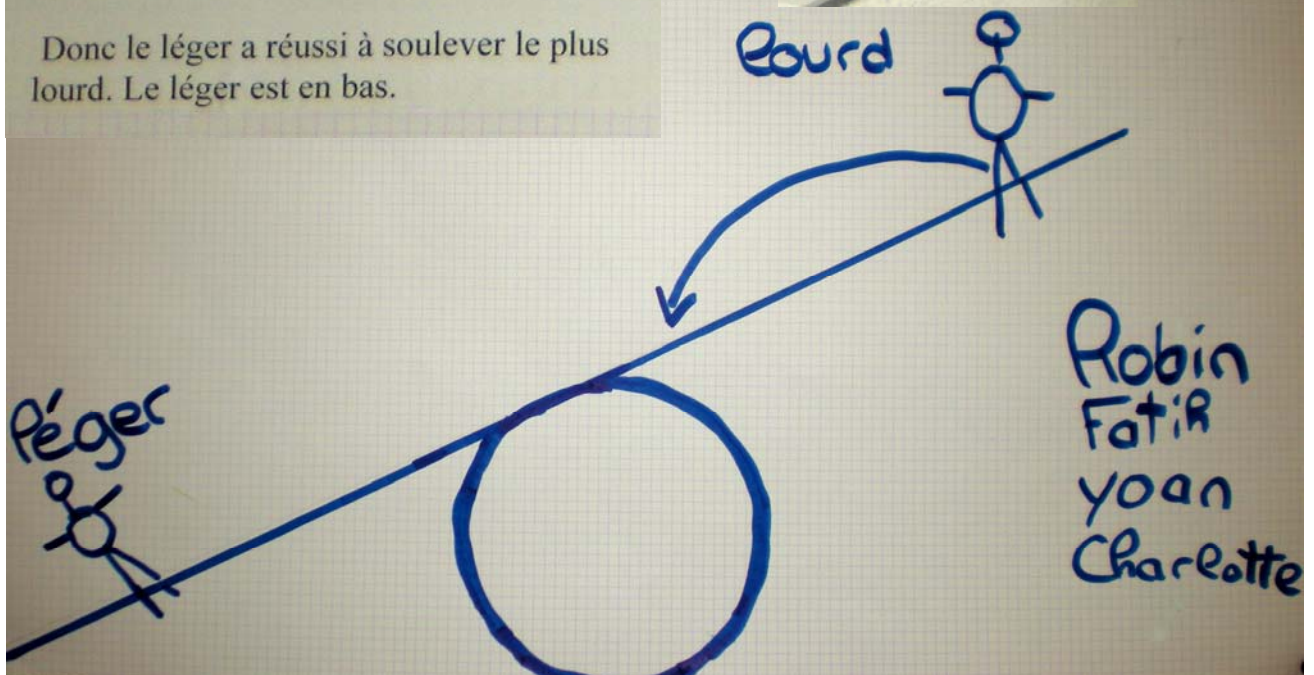
Rudy, Abresha, Floriane



Résultat de l'expérience:

le plus lourd est en haut car il s'est rapproché du point d'appui.

Donc le léger a réussi à soulever le plus lourd. Le léger est en bas.



Nous avons fait
l'expérience suivante : si on
se met en arrière on peut
monter le plus lourd .

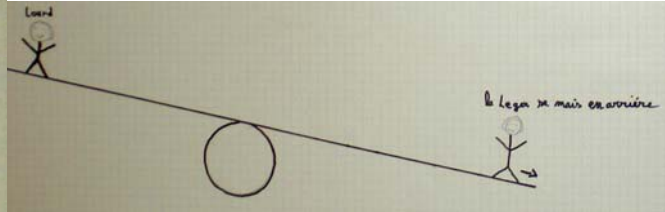
On l'a fait et ça a marché.

Adeline s'est mise sur la
planche avec Maysene.

Adeline est la plus légère
et elle était en bas car elle
s'est penchée en arrière.

Le matériel : une planche
un tuyau Maysene et
Adeline.

Sciences



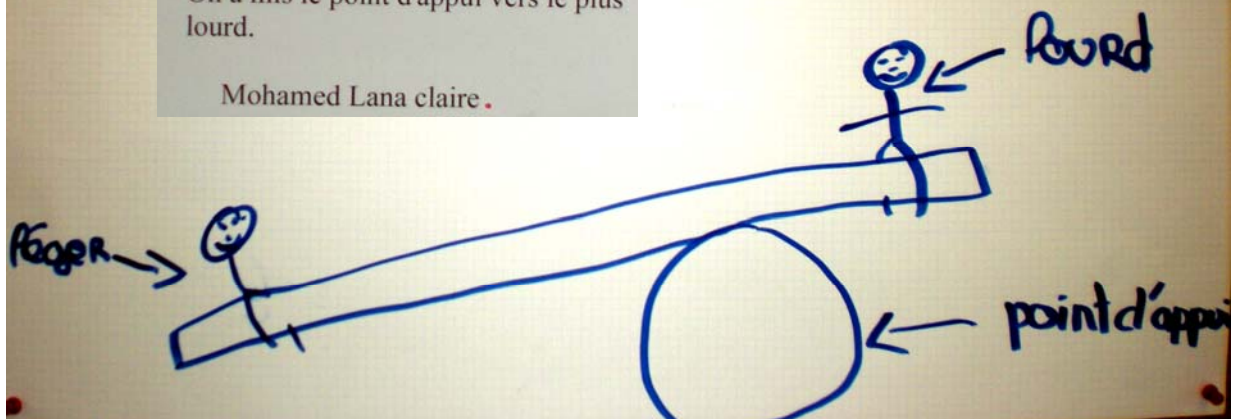
Ce que l'on veut vérifier

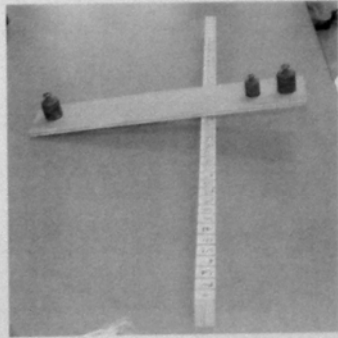
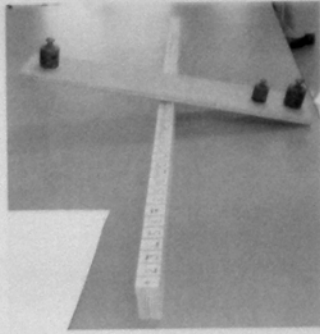
Si le point d'appui n'est pas au milieu, le plus lourd peut être en haut.

Expérience

ça a marché car le plus lourd était en haut, et le plus léger était en bas .
On a mis le point d'appui vers le plus lourd.

Mohamed Lana claire .





Alexandre
Touky
Badr BADR-EDDINE
Hamza Adam

Le résultat est que le plus lourd est en haut parce que le point d'appui est le plus vers lui.

Avec 20g on a réussi à soulever 500g la moitié de 1kg.

Parce que il y a plus de planche du coté du plus léger.