QUELLES DIFFERENCES ENTRE HYPOTHESE ET CONJECTURE DANS LA VALIDATION EN SCIENCES ET EN MATHEMATIQUES

Richard CABASSUT
PIUFM, Université de Strasbourg
LDAR Université Paris-Diderot
richard.cabassut@unistra.fr

Résumé

Les programmes de 2008 de l'école primaire proposent en sciences de distinguer faits et hypothèses et de rendre les élèves capables de formuler des hypothèses et de les tester. En mathématiques, les programmes de 2002 indiquent que les problèmes de recherche permettent à l'élève d'émettre des hypothèses et de les tester, d'élaborer une solution originale et d'en éprouver la validité. Dans cet atelier, on donne l'occasion aux participants de travailler sur des questions relatives aux apprentissages mathématiques et à la formation des enseignants du CP au CM2, à propos des notions de fait, d'hypothèse et de conjecture, en mathématiques et hors des mathématiques, et sur les différences dans la manière de valider une hypothèse ou une conjecture. On propose de réfléchir sur le rôle des notions de fait, d'hypothèse et de conjecture, en illustrant avec des situations de formation des enseignants, en distinguant notamment raisonnement de nécessité et raisonnement de plausibilité. On étudie ensuite à partir de cette réflexion quelques exemples de situations de classe.

Exploitations possibles

Cet atelier donne un exemple d'utilisation en formation, proposant deux situations pour des adultes enseignants suivies de quatre situations qui peuvent être travaillées en cycle 3.

Mots-clés

Colloque COPIRELEM. Mathématiques. Sciences. Hypothèse. Conjecture. Investigation. Validation. Raisonnement. Formation.

QUELLES DIFFERENCES ENTRE HYPOTHESE ET CONJECTURE DANS LA VALIDATION EN SCIENCES ET EN MATHEMATIQUES

Richard CABASSUT
PIUFM, Université de Strasbourg
LDAR Université Paris-Diderot
richard.cabassut@unistra.fr

Résumé
Les programmes de 2008 de l'école primaire proposent en sciences de distinguer faits et hypothèses et de rendre les élèves capables de formuler des hypothèses et de les tester. En mathématiques, les programmes de 2002 indiquent que les problèmes de recherche permettent à l'élève d'émettre des hypothèses et de les tester, d'élaborer une solution originale et d'en éprouver la validité. Dans cet atelier, on donne l'occasion aux participants de travailler sur des questions relatives aux apprentissages mathématiques et à la formation des enseignants du CP au CM2, à propos des notions de fait, d'hypothèse et de conjecture, en mathématiques et hors des mathématiques, et sur les différences dans la manière de valider une hypothèse ou une conjecture. On propose de réfléchir sur le rôle des notions de fait, d'hypothèse et de conjecture, en illustrant avec des situations de formation des enseignants, en distinguant notamment raisonnement de nécessité et raisonnement de plausibilité. On étudie ensuite à partir de cette réflexion quelques exemples de situations de classe.

I - FAIT, HYPOTHESE, CONJECTURE

1 Conceptions des participants de l'atelier

Parmi les participants de l'atelier, les significations ci-dessous de ces différents termes (fait, hypothèse, conjecture) apparaissent.

Pour la notion de **fait** : un fait est relié à un événement réel, observé, constaté ; un fait est toujours évident même si parfois il faut aller le chercher dans les données de la situation ; les faits imposent des hypothèses. On évoque le livre de Fleck (1935, 2008) où un fait scientifique se constitue en même temps que la pensée se cherche.

La notion d'**hypothèse** rencontre également différentes significations : une hypothèse est une proposition de réponse à des questions ; une hypothèse est à tester ; avec une hypothèse, on se projette dans le futur ; dans un raisonnement conditionnel « si .. alors ... » l'hypothèse est la condition et se construit en même temps qu'on anticipe les conséquences ; l'hypothèse n'appelle pas nécessairement une forme de validation alors que pour d'autres une hypothèse est à valider ; les hypothèses pourraient être des données supplémentaires extérieures à la situation et qu'on admet ou au contraire des données supplémentaires déduites de la situation de départ.

La notion de **conjecture** recouvre une affirmation étayée par des exemples mais pas encore démontrée ; elle appelle une forme de validation ; c'est une hypothèse à tester. En mathématiques, une hypothèse serait une donnée de départ, admise, qui ne serait pas à valider, alors qu'en sciences une hypothèse serait à valider. En mathématiques, une hypothèse qui serait à valider s'appellerait une conjecture. On observe donc sur la notion d'hypothèse deux grandes conceptions chez les participants : une hypothèse admise comme condition d'un raisonnement conditionnel (du type « si … alors …), ou une hypothèse à valider qui, dans le cas des mathématiques, s'appelle plutôt conjecture.

2 Dans les textes officiels

Examinons ce que les textes officiels proposent pour ces différentes notions. En sciences et technologie, les programmes de 2008 de l'école primaire proposent de « faire saisir aux élèves la distinction entre **faits et hypothèses** vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part » (BOEN 2008, p.24).

Le second palier du socle commun de CM2 prévoit que « l'élève est capable de : - pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner ; - manipuler et expérimenter, formuler une **hypothèse** et la tester, argumenter » (Ibid. p28).

Enfin le BOEN (2012, p.17) précise que « l'organisation et la gestion de données constitue une partie importante du programme de mathématiques [...] L'interprétation de ces données aidera à la validation des **hypothèses** de départ et à la formulation des conclusions ».

En mathématiques, le programme de 2008 ne fait pas référence explicite à la notion d'hypothèse. Par contre, les textes officiels de 2006 sur le socle commun précisent que l'élève doit être capable en mathématiques « de saisir quand une situation de la vie courante se prête à un traitement mathématique, l'analyser en posant les **données** puis en émettant des **hypothèses**, s'engager dans un raisonnement ou un calcul en vue de sa résolution, et, pour cela […] contrôler la vraisemblance d'un résultat » (BOEN 2006, p. VIII) et en sciences et technologie « de pratiquer une démarche scientifique : « - savoir observer, questionner, formuler une **hypothèse** et la valider, argumenter, modéliser de façon élémentaire ; - comprendre le lien entre les phénomènes de la nature et le langage mathématique qui s'y applique et aide à les décrire » (Ibid. p. IX).

Le document d'application du programme de mathématiques de 2002 mentionne explicitement la notion d'hypothèse dans un paragraphe sur les problèmes de recherche :

« Dès l'école élémentaire, les élèves peuvent être confrontés à de véritables problèmes de recherche, pour lesquels ils ne disposent pas de solution déjà éprouvée et pour lesquels plusieurs démarches de résolution sont possibles. C'est alors l'activité même de résolution de problèmes qui est privilégiée dans le but de développer chez les élèves un comportement de recherche et des compétences d'ordre méthodologique : émettre des **hypothèses** et les tester, faire et gérer des essais successifs, élaborer une solution originale et en éprouver la validité, argumenter. Ces situations peuvent enrichir leur représentation des mathématiques, développer leur imagination et leur désir de chercher, leurs capacités de résolution et la confiance qu'ils peuvent avoir dans leurs propres moyens » (MEN 2002, p. 7).

« Au cycle 2, lors de la résolution de la plupart des problèmes de géométrie, les élèves vont d'abord prélever des propriétés de façon perceptive, puis être amenés à utiliser les instruments de géométrie pour vérifier les **hypothèses** émises. » (Ibid. p. 24).

On observe donc que la notion d'hypothèse abordée dans les textes officiels de l'école primaire est essentiellement celle d'hypothèse à valider, à tester ou à vérifier. Un texte officiel du collège complète ce point de vue en distinguant d'une part les hypothèses explicatives qui sont à valider expérimentalement en sciences expérimentales, et d'autre part les conjectures qui sont les hypothèses à démontrer en mathématiques : « La démarche d'investigation présente des analogies entre son application au domaine des sciences expérimentales et à celui des mathématiques [...] Une éducation scientifique complète se doit de faire prendre conscience aux élèves à la fois de la proximité de ces démarches (résolution de problèmes, formulation respectivement d'**hypothèses explicatives** et de **conjectures**) et des particularités de chacune d'entre elles, notamment en ce qui concerne la validation, par l'expérimentation d'un côté, par la démonstration de l'autre » (BOEN 2008, p. 4).

On observe donc que dans les textes officiels l'hypothèse admise qui ne serait pas à valider n'est pas explicitement évoquée. La seule mention explicite de cette conception de l'hypothèse admise d'un raisonnement conditionnel que nous avons repérée est dans le document d'accompagnement du programme de 4ème de 2004 : « Le recours, si besoin est, à plusieurs pas de démonstration amène à comprendre le changement de statut d'une assertion au fil d'une démonstration : un résultat intermédiaire est une conclusion dans un pas de démonstration et une **hypothèse** dans un pas ultérieur. » (MEN 2004, p. 67). Cependant, le document de ressources de 2009 sur les programmes de collège précise : « Pour que l'apprentissage du raisonnement géométrique s'exerce de manière efficace, il ne doit pas se réduire à l'apprentissage formel de la démonstration. À cette fin, les énoncés ne doivent pas être systématiquement donnés sous une forme fermée : « montrer que », suivie d'une propriété apparaissant aux élèves aussi évidente que les hypothèses. » (MEN 2009, p. 13)

Mais on observera que cette évocation d'hypothèse admise n'est pas explicite : on peut l'interpréter dans la différenciation entre la conclusion (hypothèse à démontrer) et l'hypothèse évidente (qui jouerait en quelque sorte le rôle d'hypothèse admise), un pas de démonstration s'interprétant comme étant de la forme « si hypothèse alors conclusion ».

3 Le choix dans l'atelier

Au terme de ces premiers échanges, il est convenu dans cet atelier d'adopter les catégories suivantes pour éviter l'ambiguïté des notions précédentes.

- Un **fait** est une donnée contenue explicitement dans la situation de départ.
- Une **hypothèse admise, en abrégé une hypothèse,** est une condition, qui n'est pas contenue explicitement dans la situation de départ, qui est introduite par le résolveur du problème, qui est admise et qui n'est pas à valider.
- Une **hypothèse à valider, en abrégé une conjecture,** est une assertion qui est explicitement désignée comme à valider.

II - SITUATIONS DE FORMATION

On se propose d'étudier deux situations de formation d'enseignants ou d'étudiants dans lesquelles les connaissances requises dépassent celles de l'école primaire, de manière à se placer dans un dispositif de questionnements qui puissent présenter des analogies avec celle d'un élève de l'école primaire qui ne maîtrise pas complètement le savoir en jeu. Pour chaque situation, il est demandé de déterminer quels sont les faits, les hypothèses et les conjectures mis en jeu et comment les conjectures sont validées.

1 Situation issue des sciences

On propose une fiche (DEPIERRE 2011) conçue pour des élèves de première de lycée professionnel visant à expliquer le fonctionnement d'un périscope. Après s'être documenté sur l'utilisation du périscope et après avoir sélectionné du matériel permettant de simuler le trajet de la lumière dans un périscope, les élèves doivent proposer avec ce matériel un protocole expérimental permettant d'étudier la déviation de la lumière par un miroir plan. Il s'agit d'une source lumineuse envoyant un rayon lumineux sur un miroir plan. Un disque gradué permet de mesure les angles du rayon incident et du rayon réfléchi. Nous nous intéressons à l'extrait suivant de la fiche.

« Vocabulaire :

Le rayon lumineux, qui arrive sur le miroir est appelé « rayon incident ».
Le rayon lumineux, qui repart du miroir est appelé « rayon réfléchi ». La perpendiculaire au miroir, au point d'incidence du rayon lumineux est appelé « normale ». Les rayons incidents, réfléchi et la normale au plan du miroir sont dans un même plan.

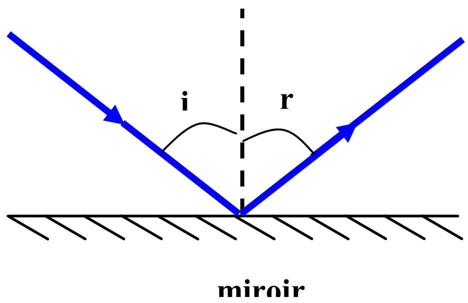


Tableau de mesures :

Angle incident i en °										
Angle réfléchi r en °										

Vérification du tableau de mesures

Conclure : Loi de réflexion … »

La tâche proposée dans l'atelier est, par discussion collective, de déterminer dans cet extrait, quels sont les faits, les hypothèses et les conjectures qui apparaissent ou peuvent apparaître.

Au cours de la discussion, les éléments de réponse suivants sont proposés dans l'atelier. Le dispositif expérimental et le schéma sont des faits de la situation. On remarque que le schéma contient des hypothèses admises : un rayon lumineux peut être modélisé par un segment, la lumière se déplace en ligne droite quand elle ne rencontre pas d'obstacle, après la rencontre avec un miroir réfléchissant un rayon lumineux se réfléchit en un rayon lumineux. Il semble que la conjecture testée est l'égalité i=r entre l'angle incident et l'angle réfléchi. Ici, il semble qu'une validation expérimentale est attendue avec le tableau de mesures qui doit permettre de vérifier sur une série de mesures qu'à différents angles d'incidences correspondent respectivement des angles réfléchis égaux. On observe que cette validation expérimentale ne constitue pas une preuve mathématique. Ici, les mathématiques n'interviennent pratiquement pas dans la procédure de validation. Concernant l'hypothèse admise que la lumière se déplace en ligne droite, elle pourrait être la conséquence d'un principe plus général, le principe de Fermat, qui suppose que la lumière se propage suivant un trajet de durée minimale. Les mathématiques peuvent alors intervenir. Dans un milieu homogène (donc sans obstacle) la vitesse de parcours du trajet est proportionnelle à sa longueur. Dans un espace euclidien le chemin le plus court est la ligne droite (inégalité triangulaire). De même, si le trajet s'effectue avec une réflexion sur un plan, on démontre mathématiquement que le chemin le plus court s'effectue lorsque l'angle incident est égal à l'angle réfléchi.

L'objectif de formation de cette situation est de faire prendre conscience que, dans une situation issue des sciences, différentes hypothèses pouvaient être admises, ou à valider, avec des validations qui pouvaient faire intervenir les mathématiques ou pas. Nous allons étudier maintenant une situation mathématique pour vérifier s'il y a des similitudes.

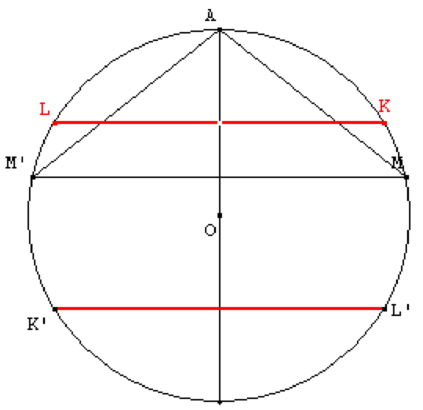
2 Situation issue des mathématiques

On propose la résolution du paradoxe de Bertrand. Ce problème fut énoncé pour la première fois en 1888 par Joseph Bertrand dans son ouvrage *Calcul des probabilités*. Les participants de l'atelier se répartissent par groupes de trois ou quatre personnes et doivent résoudre la tâche suivante.

> « On choisit au hasard une corde d'un cercle donné. Quelle est la probabilité que celle-ci soit de longueur supérieure au côté d'un triangle équilatéral inscrit dans ce cercle ? Résoudre le problème et préciser les faits, les hypothèses et les conjectures qui apparaissent. »

Différentes solutions sont proposées.

- Dans un premier groupe on considère un diamètre donné dont une extrémité est A et les cordes admettant ce diamètre comme médiatrice. Choisir au hasard une corde c'est choisir un angle a de sommet A et de corde la corde choisi. Cet angle varie entre 0° et 180°. Parmi ces angles, seuls les angles compris entre 60° et 120° ont une corde de longueur supérieure à la longueur du côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle. On admet l'hypothèse que choisir au hasard une corde de longueur supérieure à la longueur du côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle, c'est choisir au hasard dans l'intervalle [0 ; 180] un nombre compris entre 60 et 120 correspondant à l'angle précédent, soit une probabilité de 1/3. Un fait est la donnée du cercle et de la longueur du côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle.



- Un deuxième groupe considère que la longueur L de la corde appartient à l'intervalle [0 ; 2R] où R est le rayon du cercle. La longueur d'un côté d'un triangle équilatéral inscrit dans ce cercle vaut $\sqrt{3}$ R.

On admet l'hypothèse que choisir au hasard une corde de longueur supérieure à la longueur du côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle, c'est choisir au hasard un nombre dans [0 ; 2R] tel que

$L > R\sqrt{3}$, soit à le choisir dans l'intervalle [$R\sqrt{3}$; 2R], ce qui donne une probabilité de $\frac{2R-R\sqrt{3}}{2R}$ soit $\frac{1-\sqrt{3}}{2}$.

- Un troisième groupe propose de prendre au hasard un point dans le disque D de rayon R et de centre O. A partir de ce point, on considère la corde dont ce point est milieu. Si le point est choisi sur le cercle de centre O et de rayon R/2, qui est le cercle inscrit dans un triangle équilatéral inscrit dans le disque D, alors la corde est côté d'un tel triangle équilatéral. Si le point est choisi à l'extérieur de ce cercle, la corde est de longueur plus petite que la longueur d'un côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le disque D. Si on choisit le point à l'intérieur du cercle, la corde est de longueur plus grande que la longueur d'un côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le disque D. On admet l'hypothèse que choisir au hasard une corde de longueur supérieure à la longueur du côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle, c'est choisir au hasard un point à l'intérieur du cercle. Le rapport des aires du petit disque et du grand disque est dans le carré du rapport des rayons soit $\frac{1}{4}$. La probabilité de choisir au hasard une corde de longueur supérieure à la longueur du côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle vaut donc $\frac{1}{4}$.

La situation montre que suivant l'hypothèse admise précisant comment on définit le choix au hasard d'une corde, on obtient une solution différente au problème initial. L'objectif de formation de cette situation est de faire prendre conscience que, dans une situation issue des mathématiques, différentes hypothèses pouvaient être admises et conduisaient à des solutions différentes. Nous allons maintenant illustrer cette problématique du choix des hypothèses admises dans des situations proposées en classe.

III - SITUATIONS POUR LA CLASSE

Ces situations sont extraites du projet européen LEMA décrit dans Cabassut (2009). Pour chaque situation on discute des faits, hypothèses admises et hypothèses à valider qui apparaissent.

1 Le géant

Dans la situation du Géant, la question posée est : « Quelle est la taille approchée de la silhouette dont on peut voir seulement un pied ? Cette photo[28] a été prise dans un parc de loisirs. »

L'assertion « sur la photo l'homme au pantalon noir mesure 8 cm de hauteur » qu'on a obtenue en effectuant la mesure sur la photo est un **fait.** L'assertion « l'homme au pantalon noir a un pied d'environ 30 cm de longueur » est une **hypothèse admise**. L'assertion « Le géant mesure environ 1890 cm » est une **conjecture ou hypothèse à valider** qui a été validée dans une classe de CM1 par le raisonnement suivant.

Sur la photo, le pied du géant mesure 9 cm et le pied de l'homme 1 cm. Donc, sur la photo, le pied du géant

est 9 fois plus grand que le pied d'un homme. Le pied d'un homme est environ 30 cm dans la réalité, donc, dans la réalité, le pied du géant est 9 fois plus grand que celui d'un homme soit 270 cm. Or, sur la photo, l'homme a un pied de 1 cm et sa taille fait 7cm donc il est 7 fois plus grand que son pied.

Le géant a les mêmes proportions pied / hauteur donc sa hauteur est : 7 x 270 cm = 1 890 cm.

Des hypothèses admises différentes auraient pu conduire à d'autres solutions. Pour apprendre à distinguer la nature des différentes informations traitées, l'exercice qui suit peut être proposé.

« On vous donne un jeu de cartes. Répartissez les cartes en trois groupes : les faits que vous avez besoin d'utiliser, les faits dont vous n'avez pas besoin, les hypothèses que vous avez besoin de faire. »

28 Photo publiée avec le copyright Richard Phillips 2001/2009 www.problempictures.co.uk

L'homme au pantalon noir mesure 180cm	Le prix de l'entrée du parc est de 10 euros.	Dans le parc d'attraction toutes les barrières bleues mises bout à bout représentent longueur de deux cent mètres.	En général une photo est une réduction de la réalité avec un rapport constant.
L'homme au blouson bleu est âgé de 45 ans	On peut considérer qu 'un géant est un agrandissement d'homme	Le géant de la photo représente le géant Gulliver qui était âgé de 180 ans.	Les deux hommes ont approximati-vement la même taille.
La botte mesure 9 cm de long sur la photo.	Le jour où la photo a été prise il y avait 350 personnes dans le parc.	Approximative ment la proportion de la taille d'un homme par rapport à la hauteur de son pied est constante	On raconte que le géant de la photo mange dix fois plus qu'un homme

2 Les signatures

La situation suivante est issue du projet LEMA (copyright www.lema-project.org).

> « Le 25 avril 2006, le parti d'opposition espagnol a présenté au congrès 4 000 000 de signatures contre un projet du gouvernement. Tous les journaux espagnols ont publié des images de palettes et de camions utilisés pour transporter les signatures au congrès. Ces camions étaient-ils nécessaires pour le transport des signatures ou pour marquer les esprits ? »


Cette situation a été mise en œuvre en collège dans Paillet (2011) et peut être adaptée à l'école primaire. Ce qui est intéressant dans la mise en œuvre du collège, c'est que deux hypothèses différentes ont été admises comme critères pour contrôler si ces camions étaient nécessaires pour le transport des signatures ou pour marquer les esprits. L'une repose sur le calcul du volume estimé transportable par tous les camions. L'autre se fonde sur le poids total transportable par tous les camions. Suivant le critère adopté, on peut arriver à des résultats différents.

Il est à remarquer que les faits fournis par la photo sont assez limités : un nombre de caisses visibles, un nombre de camions visibles, une estimation des dimensions des caisses .... Beaucoup d'hypothèses supplémentaires doivent être admises (le nombre de signatures par feuille, le nombre de feuilles par rame de papier, le nombre de rames dans une caisse, le nombre de caisses dans un camion ...). Pour admettre une hypothèse, il faut bien souvent recourir à des arguments pour persuader l'auditoire : observation d'une rame réelle de papier, recherche des dimensions intérieures d'un camion …Mais ce recours à des arguments pour justifier les hypothèses admises n'est pas du même type que les validations en mathématiques ou en sciences expérimentales.

En mathématiques, on valide par un raisonnement de nécessité (dénomination proposée par Toulmin) et qui a la structure suivante : (si H alors C) est vrai et H est vrai, donc C est nécessairement vrai. Par contre, en sciences expérimentales, on peut utiliser une autre forme de raisonnement, le raisonnement de plausibilité (au sens de Toulmin, Polya ou Peirce) a la structure : (si H alors C) est vrai et C est vrai, donc H est davantage plausible. Une analyse plus détaillée de ces types d'argumentations est proposée dans (Cabassut 2005, Toulmin 1993).

3 La course

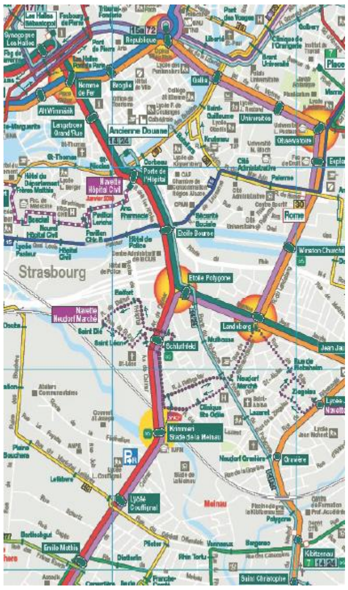
La situation suivante, la course[29], est formulée ainsi :

> « Dans une cour de récréation il y a deux arbres : un petit et un grand. Il y a aussi une clôture droite. Un groupe d'élèves organise une course : chaque élève part du petit arbre, puis touche le grand arbre, et ensuite touche la clôture avant de retourner au petit arbre. Quel est le meilleur endroit où toucher la clôture ? Résoudre le problème et préciser les données et les hypothèses utilisées ».

On retrouve ici, ce qu'on avait observé avec le problème de Bertrand, à savoir la nécessité de définir plus précisément ce qu'on entend par meilleur endroit : par rapport à la distance parcourue ? Par rapport à la durée du parcours ? Cette situation met également en valeur l'intérêt du recours à une maquette pour rendre plus facile la recherche et la validation de conjectures, par exemple en mesurant sur une maquette. On suggère éventuellement le recours à une corde, en situation réelle, pour comparer les longueurs. La validation mathématique ne semble pas pouvoir être trouvée par un élève de l'école primaire, même s'il est en situation de comprendre une solution proposée par le professeur. Serait-il plus pertinent d'attendre le collège pour proposer cette situation ?

[29] inspirée de PETIT Serge (2006) Le tilleul et le marronnier. *Bulletin vert de l'APMEP* n°466, p.597

4 Le meilleur trajet



La tâche de la prochaine situation est formulée comme suit. « Une classe de CM1 souhaite aller en tram à l'Opéra (arrêt République), arrêt place de la République, en partant de l'arrêt Emile Mathis. Quel est le meilleur trajet ? » On met à la disposition un plan du réseau de la ville. On observe qu'il existe deux trajets possibles en tram. L'un direct compte onze stations. L'autre nécessite un changement de ligne à l'arrêt Homme de fer, avec 7 stations sur la première partie et deux sur la suivante. Il s'agit ici d'admettre des hypothèses pour préciser ce qu'est le « meilleur trajet » : distance la plus courte, nombre de stations, durée estimée par le site de la compagnie de transport … Pour terminer on peut proposer l'argument d'un élève : « je préfère le trajet avec changement à la station « Homme de fer » parce que, pendant le changement, on peut regarder la vitrine du magasin de jouets qui se situe près de la station ». Ici on produit un argument qui échappe à la rationalité scientifique : il s'agit alors de différencier les arguments universels visant un auditoire universel des arguments individuels visant un auditoire particulier.

L'atelier envisageait de faire produire par les participants des situations issues des sciences et impliquant les mathématiques, à partir des ressources constitués des manuels de la collection « À la Découverte des sciences », éd. Hachette. Le manque de temps n'a pas permis de mettre en œuvre cette partie.

IV - CONCLUSION

L'objectif de l'atelier était de réfléchir aux notions de donnée, d'hypothèse et de conjecture en mathématiques et en sciences, à partir de situations de formation et de situations pour la classe. La discussion autour des situations montre la difficulté de ces notions parce qu'elles font appel à une partie du discours et du raisonnement qui sont souvent implicites et qui cachent des changements de contrat didactique dans la manière de chercher et de valider. Dans la même situation pourront coexister des raisonnements de nécessité en mathématiques, et des raisonnements de plausibilité en sciences ou dans la relation au monde réel. Des questions apparaissent. Comment calibrer ces situations pour que cette coexistence soit assumée ? Quelles caractéristiques les situations d'interdisciplinarité doivent remplir pour que les changements de contrat didactique et de mode de validation soient cohérents ? Comment la démarche de recherche peut-elle se nourrir de l'éventuelle dialectique entre mathématiques et sciences ? Faut-il attendre le collège pour réfléchir à ces distinctions qui exigent souvent un niveau de conceptualisation ambitieux pour des élèves de l'école primaire ? Par exemple, en mathématiques, c'est seulement au collège que la démonstration est un objectif d'apprentissage. Faut-il éviter les situations trop ouvertes dans le choix des hypothèses à admettre ? Une trop grande ouverture du problème risque d'installer un certain relativisme par rapport aux solutions trouvées. De plus, des situations très ouvertes sont difficiles à gérer collectivement. Enfin, en termes d'apprentissages, qu'auront appris les élèves en fin de traitement de ces situations ? Par rapport au temps investi, l'objectif est-il pertinent ? Le prolongement de cette réflexion invite à développer des formations et des ressources interdisciplinaires pour répondre à ces questionnements.

V - BIBLIOGRAPHIE

BOEN (2006) Socle commun de connaissances et de compétences. *Bulletin officiel de l'éducation nationale* n° 29 du 20 juillet 2006.

BOEN (2008) Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire. *Bulletin officiel de l'éducation nationale* Hors série n°3 du 19 juin 2008.

BOEN (2012) Sciences expérimentales et technologie. *Bulletin officiel de l'éducation nationale* n°1 du 5 janvier 2012.

BOEN (2008) Programmes du collège. Programmes de l'enseignement de mathématiques. *Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008*. Ministère de l'Education nationale.

FLECK (2008) *Genèse et développement d'un fait scientifique.* Traduction : JAS N. Edition originale allemande, 1935. Flammarion, collection Champs sciences.

CABASSUT R. (2005) Raisonnement plausible versus raisonnement de nécessité : où est la frontière ? *Actes du 32ème Colloque COPIRELEM.* Foix.

CABASSUT R. (2009) Un exemple de formation continue à la modélisation dans le cadre du projet LEMA : description et problèmes rencontrés. *Actes du 35ème Colloque Copirelem*. Bombannes.

CABASSUT R. (2011) Des vidéos sur l'enseignement de la modélisation en CP et CM1 : de l'activité de l'élève à la formation. *Actes du 38ème Colloque Copirelem*. Dijon.

DEPIERRE L. (2011) Le périscope. Téléchargé le 30/7/2012 sur http://artic.ac-besancon.fr/lp_maths_sciences/bac_pro_3ans/1ere/sciences/premiere_sciences.htm

MEN (MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE) (2002) Mathématiques (cycle2). *Documents d'application des programmes.* CNDP.

MEN (MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE) (2004) Enseigner au collège. Mathématiques. Programmes et accompagnement. CNDP.

MEN (MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE) (2009) Mathématiques de 6e, 5e, 4e et 3e du collège. Raisonnement et démonstration. DEGESCO (Direction Générale de l'enseignement scolaire).

PAILLET V. (2011) Où sont les maths ? *Repères IREM n° 82.*Topiques Editions.

TOULMIN S. (1993) *Les usages de l'argumentation* (traduction). Presses universitaires de France, Paris.

retour sommaire