Recherche d'une réponse à la question : à quoi servent les maths ?

Différentes réponses sont apportées :

- Internationales : l'OCDE et l'Europe
- Nationales : la commission Kahane et Y. Chevallard : échelle de co-détermination
- Locales : les programmes et l'IREM de Poitiers

Le contexte international

- OCDE : compétence, PISA, notion de compétence, résolution de tâche
- Europe : Traité de Lisbonne et compétence, économie de la connaissance

L'OCDE oriente ses travaux vers l'employabilité comme l'indique le titre de son dernier rapport de 2015 : "Les jeunes, les compétences et l'employabilité"
Une évaluation scolaire dans cette direction :

PISA, "What makes PISA different?"

"PISA is unique because it develops tests which are not directly linked to the school curriculum. The tests are designed to assess to what extent students at the end of compulsory education, can apply their knowledge to real-life situations and be equipped for full participation in society. "

En mars 2000, le Conseil européen de Lisbonne a fixé un cadre pour les années 2000 à 2010 :

Conclusion de la présidence

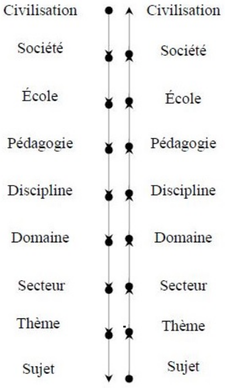
Cette stratégie doit permettre à l'Union de rétablir les conditions propices au plein emploi et de renforcer la cohésion régionale en son sein. Le Conseil européen doit fixer un objectif pour le plein emploi en Europe dans une nouvelle société naissante, mieux adaptée aux choix personnels des femmes et des hommes. Pour autant que les mesures évoquées ci-après soient mises en œuvre dans un contexte macroéconomique sain, un taux de croissance économique moyen de 3 % environ devrait être une perspective réaliste pour les années à venir.

Esprit de cette commission (Présentation des rapports et recommandations (2000) p 1)

L'enseignement des mathématiques, comme tout enseignement, pose une série de questions. Qui enseigne, et à qui ? Quoi ? Comment ? Pourquoi ? L'approche de la commission a été de partir de la dernière : pourquoi ?

Pour y répondre, la commission a orienté ses travaux dans quatre directions qui ont donné lieu à rapport :

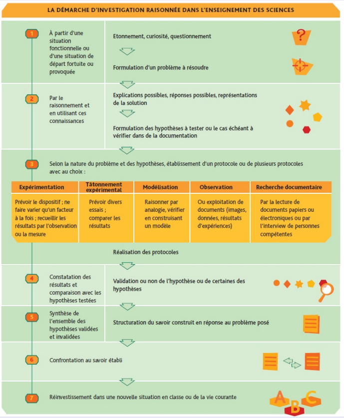
- La géométrie
- Le calcul
- Les statistiques et probabilités
- L'informatique



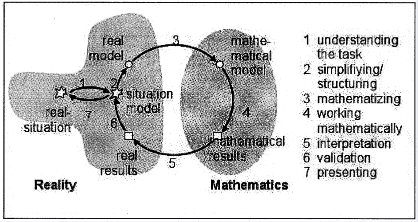
Rupture entre l'école et la société (Chevallard Y. (2005) p 8 In Chevalarias (2014))

L'École devient alors un lieu où la rencontre avec ces étranges bibelots culturels en quoi se transmuent les savoirs scolaires semble largement immotivée, et, finit-on par penser, presque forcément arbitraire ; où, par obligation sociale et habitude culturelle, on passe quelques années de sa jeune vie à fréquenter des savoirs que la tradition impose sans autre motif que, au mieux, le bénéfice éventuel d'une valeur formative réputée sans doute par quelques-uns " essentielle " , mais en vérité abstraite, indicible, en suspens par rapport à la vie extra scolaire présente et à venir – surtout à venir.

La démarche d'investigation et la main à la pâte Guide de l'enseignant



Modélisation : Cycle de Blum-Leiss (In Kuzniak & Vivier (2011)



Programme de 2007 :

1. Divers aspects d'une démarche d'investigation

Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales et en technologie) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.

Dans le domaine des sciences expérimentales et de la technologie, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées.

Une séance d'investigation doit être conclue par des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe. Celles-ci portent non seulement sur les quelques notions, définitions, résultats et outils de base mis en évidence, que les élèves doivent connaître et peuvent désormais utiliser, mais elles sont aussi l'occasion de dégager et d'expliciter les méthodes que nécessite leur mise en oeuvre.

Programme de 2016 :

L'élève œuvre au développement de ses compétences, par la confrontation à des tâches plus complexes où il s'agit de réfléchir davantage aux ressources qu'il mobilise, que ce soit des connaissances, des savoir-faire ou des attitudes. Il est amené à faire des choix, à adopter des procédures adaptées pour résoudre un problème ou mener un projet dans des situations nouvelles et parfois inattendues. Cette appropriation croissante de la complexité du monde (naturel et humain) passe par des activités disciplinaires et interdisciplinaires dans lesquelles il fait l'expérience de regards différents sur des objets communs. Tous les professeurs jouent un rôle moteur dans cette formation, dont ils sont les garants de la réussite. Pour que l'élève accepte des démarches où il tâtonne, prend des initiatives, se trompe et recommence, il est indispensable de créer un climat de confiance, dans lequel on peut questionner sans crainte et où disparait la peur excessive de mal faire.

Dans les programmes de 2016, les termes "attitudes", "savoir-faire" et "connaissances" sont explicitement nommés. Cela renvoie à la définition de la compétence du rapport de l'IG (IGEN - 2007 - Les livrets de compétences). Par ailleurs,la modélisation fait partie des compétences mathématiques à travailler.

Le fonctionnement de l'IREM de Poitiers peut être assimilé à une CoP.

Communauté de Pratique (Wenger[1998] in Gueudet et Trouche (2008) p 19)

"Les communautés de pratique [...]sont des regroupements naturels, souvent professionnels [qui] correspondent toujours à un engagement partagé de tous leurs membres, qui collaborent à un projet commun.[...] Cet engagement partagé et cette participation active à une entreprise collective s'accompagnent de la production d'objets [...] et du développement d'un répertoire partagé "

Initialement cette recherche s'inscrivait dans un contexte particulier :

- Nouveaux membres
- Projet de recherche arrivant à terme

Construction d'une réponse

- Fonctionnement de l'IREM de Poitiers
- Trois éclairages différents : culturel, historique, didactique
- Sortir de la structure des programmes

Fonctionnement particulier de l'IREM de Poitiers

- Tout le monde participe à tout avec des temps où les groupes collège et lycée se séparent.
- 9 dates communes dans l'année autour des thématiques suivantes :
  - Histoire des mathématiques
  - Didactique
  - Atelier de culture scientifique
  - séminaires de rentrée et de clôture

Découpages des journées :

- travail sur une thématique commune préparée par des membres du groupe ou par un intervenant extérieur,
- moment pour traiter les affaires courantes
- travail en groupe pour avancer dans nos travaux.

Suivant la charge de travail d'autres journées plus spécifiques à chaque groupe peuvent se rajouter.

Ce fonctionnement permet une forte mutualisation des compétences de chacun.
Les approches se font alors sous trois regards différents : l'épistémologie, la didactique et l'expérimental.
C'est ainsi qu'a émergé l'idée des grandeurs.

Regard croisé

- En didactique : exposé de Chevallard présentant la rupture entre l'école et la société avec le "musée" mathématique
- En histoire : Clairaut et ses "Éléments de géométrie"
- En Culture scientifique : dans la présentation de l'usage des mathématiques dans leur métiers, les professionnels font référence aux instruments ou aux modèles qu'ils utilisent.

Conclusion

Il s'agit de sortir du carcan figé par le découpage des programmes, lequel masque les raisons d'être des mathématiques.

Mais les trois points précédents donnent des ouvertures :

- Clairaut : construit son organisation mathématique à partir de tâches.
- Chevallard : les 4T (Type de tâches / Techniques / Technologie / Théorie) mettent en relation les savoirs mathématiques et les types de tâches.
- Les usages des instruments de mesure : les comprendre nécessite d'abord de comprendre la grandeur qui est en jeu.

Exemples d'analyse

- Problématique : enseigner les relatifs
  - Donner du sens aux nombres relatifs
  - La multiplication par (-1)
- Études de la grandeur température
- Des difficultés, des controverses et des propositions de réponses

Problématique : enseigner les relatifs.

Intuitivement, on pense aux températures. Mathématiquement, elles posent problème :

Les nombres au collège (2006) pp 9-11

Les nombres négatifs (entiers, décimaux ou fractionnaires) sont désormais abordés à partir de la classe de cinquième. Ils posent des difficultés spécifiques aux élèves. D'une part, pour la première fois, ils sont confrontés à des nombres qui n'expriment pas des quantités ou des grandeurs (en dehors des dettes et des créances), ce qui constitue une rupture importante avec les nombres manipulés jusque là. D'autre part, la notation habituelle de ces nombres utilise le signe – qui est, pour les élèves, lié à une opération, la soustraction, ce qui contribue à accroître les difficultés liées au calcul sur les nombres relatifs.

Didactique : Les relatifs au collège (IREM Poitiers (1996) p 55)

Historiquement, la recherche des modèles concrets a ralenti l'émergence des règles de la multiplication des nombres relatifs et dans les textes, on peut relever une grande prudence des propos. A l'origine, les nombres relatifs ont pour fonction de résoudre des problèmes théoriques de type algébrique, la règle des signes prend naissance dans la distributivité ; ne vaudrait-il pas mieux la replacer dans son contexte pour lui redonner sens ?

Ces apports nous ont amenés à dissocier le produit des relatifs de leur introduction.

Éléments historiques - Clairaut (1746)

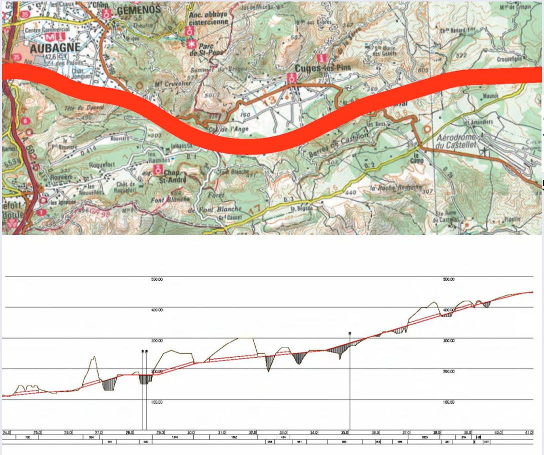
Des problèmes utiles au commerce comme ceux où il est question de partager des sommes entre différentes personnes à raison de leurs mises ou de quelques conventions faites entr'elles; des règles d'alliages etc sont les problèmes que je suppose avoir occupé les premiers Algébristes.
[...] La multiplication est de toutes ces opérations celle qui arrête ordinairement le plus les commençant, et dont l'explication embarrasse le plus les maitres; ce principe qu'elle renferme, que deux quantités négatives donnent pour leur produit une quantité positive, est presque toujours l'écueil des uns et des autres.
Pour éviter d'y tomber, je n'établis ce principe qu'après avoir fait faire des opérations dans lesquelles on a dû en remarquer la nécessité.

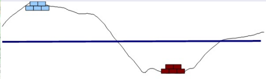
L'étude des températures ne nous permet pas de répondre à la question du sens de $\times(-1)$.

Kant - "Essai sur l'introduction en philosophie de la notion des quantités négatives"

Ces deux signes ne servent donc, dans la science des quantités, qu'à distinguer celles qui sont opposées, c'est-à-dire celles qui, prises ensemble, se détruisent réciproquement, entièrement ou partiellement, afin 1 ° que l'on reconnaisse par là ce rapport d'opposition réciproque, et 2° que l'on sache, après avoir soustrait l'une de l'autre, suivant le cas, à laquelle des deux quantités appartient le résultat.

Un exemple instructif : Travaux de la LGV :





5 camions de 18t ou 30m^3

- Étape 1 : le remplissage des camions
  Enlèvement de déblai (négatif) : $(-30) \times 5$
- Étape 2 : le vidage des camions Ajout de remblai (positif) : $(-30) \times (-5)$ ou $[(-30) \times 5] \times (-1)$

Accompagnement de programme de 2007 : Grandeurs et mesures.

- Définition d'une grandeur
- Des tâches sur les grandeurs : comparaison, calcul
- Les grandeurs et les fonctions

La température est d'abord sensible. Elle est non additive mais repérable avec une difficulté dans sa mesure :

Annexe 2 : La notion de grandeur (IREM (2011) p 103)

on peut utiliser la propriété de l'eau pure de se solidifier et de bouillir à température fixe sous une pression donnée. On attribue arbitrairement les valeurs 0 et 100 aux températures correspondant à ces deux états et l'on mesure les deux longueurs du fil de cuivre. On vient ainsi de construire une échelle centésimale. [...]
Cette échelle n'a pas toutes les qualités. Tout d'abord, son unité n'a pas été définie ; il est par exemple sans signification de dire qu'une température de 2 degrés est deux fois plus grande qu'une température de 1 degré. Elle dépend par ailleurs du métal choisi.

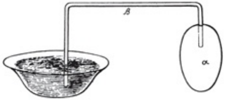
Conclusion

Il en ressort que seules trois grandes questions semblent viables en cinquième (IREM (2015)) :

- Comment comparer
- Comment calculer des variations
- Comment calculer des températures, la multiplication ne semble pas avoir sa place.

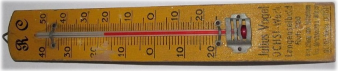
Historique (IREM (2015)) pp 95-100

-*III*^{e}	: Philon de Byzance	- Variations du volume de l'air
1595	: Galilée	- Thermoscope : chauffage de l'air
1612	: Santorio de Pardoue	- Introduction de repères et d'une graduation.Utilisation de la variation de température
	: Ferdinand II	- Changement de sens. Le liquide est de l'éthanol
1632	: Rey	- Changement de sens et on chauffe de l'eau
1650	: Ferdinand II	- scelle le tube, naissance du thermomètre Florentin
1665	: Huygens	- Utilisation de la congélation de l'eau
1669	: Fabri	- Références à la neige et journée d'été



Historique (IREM (2015) pp 95-100)

1701	: Newton	- Utilisation d'une huile de lin et repérage de températures remarquables
1714	: Fahrenheit	- Utilisation du mercure. Référence à de la glace pilée et du sel d'ammoniac et la température du corps.
1730	: Réaumur	- Thermomètre à alcool et repère de la glace en fusion et de l'eau en ébullition
1742	: Celsius	- Echelle divisée en 100 avec comme référence la glace et l'ébullition de l'eau
1743	: Christin et Casati	- Premier thermomètre centigrade à mercure
1794	: Convention	- Degré thermométrique à partir des états de l'eau
1806	: Edmée Régnier	- Thermomètre métallique
1822	: Encyclopédie Méthodique	- Classification des thermomètres
1948	: Poids et mesures	- Degré Celsius



Des controverses

L'IREM de Poitiers diffuse des travaux sous différentes formes :

- Les brochures
- Les colloques et séminaires
- Les articles
- La formation continue
- la participation aux recherches de l'IFE

Ces diffusions ont confirmé les difficultés que nous avons soulignées et ont validé pour partie certaines de nos propositions.

Des réponses ?

- Les opérations sur les températures prennent sens lorsque l'on étudie les variations
- Mathématiquement, le signe implique une orientation de la grandeur (prémisse aux classements des isométries)
- Le produit par (-1) peut être considéré comme un opérateur qui change l'orientation d'une mesure
- Choix d'une unité, d'une origine

Et de nouvelles questions :

- Quel sens donner à une moyenne de température ?
- Homogénéité des relevés de températures en particulier sens de la température ressentie.

L'analyse que nous venons de faire nécessite de ne pas penser l'organisation mathématique à partir des savoirs mais de l'écologie de la notion étudiée pour identifier des tâches qui lui donnent du sens et en justifient son étude.

Cadrage théoriques

- Le notion de paradigme de Kuhn
- Le concept de Vergnaud
- L'organisation didactique de Chevallard
- Les Espaces de travail mathématique de Kuzniak

Il s'agit d'un changement de paradigme : les problèmes qui valident des apprentissages ne sont plus les exercices théoriques et dépersonnalisés.

Notion de paradigme (Khun (1970) p 29)

Un paradigme se caractérise par les deux points suivants :

- Les accomplissements des problèmes et des méthodes sont suffisamment remarquables pour soustraire un groupe cohérent d'adeptes à d'autres formes d'activités scientifiques concurrentes
- Ces problèmes et méthodes ouvrent des perspectives suffisamment vastes pour fournir à ce nouveau groupe de chercheurs toutes sortes de problèmes à résoudre

L'approche anthropologique de Chevallard est un outil intéressant pour l'analyse de ces problèmes et des méthodes associées.

Les 4 T (Chevallard (2001) p 1)

La théorie anthropologique du didactique considère que, en *dernière instance*, toute activité humaine consiste à *accomplir une tâche* t d'un certain *type* T, *au moyen* d'une certaine *technique* τ, *justifiée* par une *technologie* θ qui permet en même temps de la *penser*, voire de la *produire*, et qui a son tour est *justifiable* par une *théorie* Θ. [...]
Ces notions permettent de redéfinir de manière assez réaliste certaines notions courantes : ainsi peut-on considérer que, par *savoir-faire*, on désigne usuellement un bloc $[T/t]$, et, par *savoir*, en un sens restreint, un bloc $[\theta/\Theta]$

Les concept mathématiques sous-jacents restent les mêmes. Cette approche permet de se focaliser sur des éléments du concept que l'on avait minimisé au profit d'un travail algorithmique.

La notion de concept (Vergnaud (1991) p 145)

Un concept peut en effet être défini comme un triplet de trois ensembles (S,I, $\mathcal{S}$) :

- S : l'ensemble des situations qui donnent du sens au concept (la référence)
- I : L'ensemble des invariants sur lesquels repose l'opérationnalité des schèmes (le singifié)
- $\mathcal{S}$: l'ensemble des formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations et les procédures de traitement (le signifiant)

En partant des types de tâches, on renforce le premier ensemble permis par l'approche par les grandeurs alors que le travail algorithmique favorise le second ensemble.

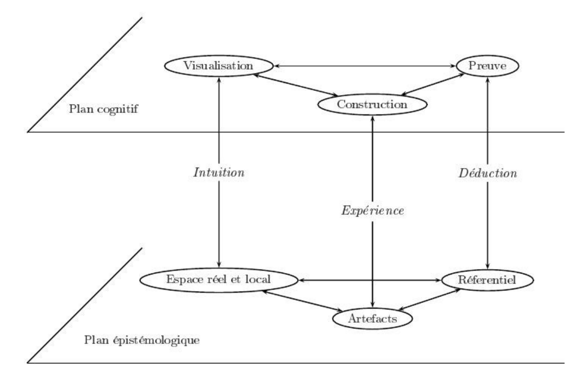
Quelques éléments théoriques pour comprendre ce qui se passe lors de l'étude d'une situation. Gonseth définit trois modes de pensée:

24. Les trois aspects de la géométrie (Gonseth(1946) p 70-71)

Il n'est pas nécessaire d'avoir réfléchi à la nature de l'étendue, d'avoir fait des mesures ou d'avoir eu recours à la déduction géométrique pour entrer en possession d'une certaine connaissance de l'espace. Notre comportement le plus habituel en témoigne : au niveau du sens commun, nous disposons d'une information relative à la forme des corps et à leur situation, sans laquelle le moindre de nos gestes ne pourrait s'effectuer. Cette information que l'exercice organise et consolide, requiert et met en œuvre trois ordres de moyens : *l'intuition, l'expérience, et la déduction*. Dans les actes les plus spontanés, ces trois ordres se prêtent un concours mutuel : la connaissance qui les supporte est à la fois intuitive, expérimentale et théorique.

Houdement et Kuzniak s'approprient cette analyse parlant d'espace de travail géométrique. Ce dernier le généralise aux espaces de travail mathématique.

Espaces de Travail Mathématique (Kuzniak(2010) p 79)

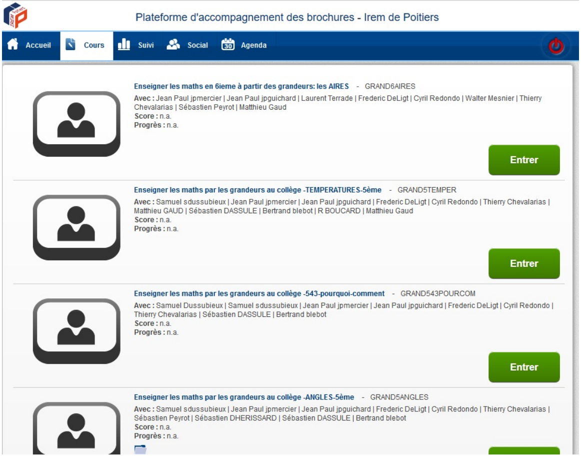


Mise en œuvre

- Mise en place
- Principe de diffusion
- Analyse d'une situation
- Conclusion : confrontation de deux points de vue

Mise en place

- Groupe IREM collège : il est constitué de 2 retraités, 5 enseignants de collèges et 1 formateur d'ESPE :
  - 3 en REP + (La Rochelle et Chatellerault)
  - 1 en urbain/périurbain (alentours de Poitiers)
  - 2 en rural (Sud Charente Maritime et Nord Deux-Sèvres)
- Enseignants périphériques : utilisent les brochures en se les appropriant. Ils ne suivent pas nécessairement les progressions. Ils nous font part de leur mise en œuvre et des éventuelles difficultés.
- Plateforme : chaque personne ayant acheté les brochures a accès aux documents en ligne qu'il peut modifier et s'approprier. Ils ont alors le moyen de nous contacter par mail.



http://irem.univ-poitiers.fr/PF_brochures/dokebrochures/index.php

L'intention initiale était de ne pas imposer une organisation.

Organisation mathématiques et didactiques

Nous nous sommes fixé comme condition de rédaction les deux points suivants :

- Liberté de mise en œuvre : des situations interchangeables
- Structuration des savoirs autour de savoir faire ou conservation d'une organisation plus classique

En conséquence nos brochures comprennent :

- des organisations didactiques et mathématiques avec des exemples de mise en œuvre
- des banques de situations
- une partie écologique
- une partie historique

Application à un exemple : (IREM (2015)))

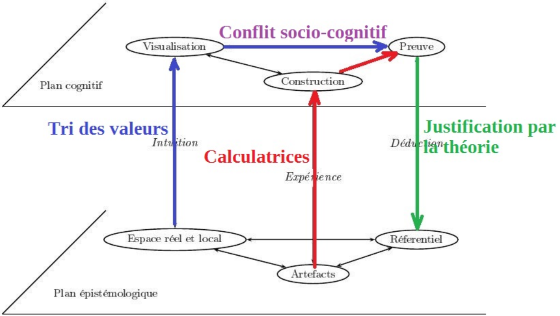
"Les élèves disposent dans un premier temps d'une carte des États-Unis et d'une feuille contenant les relevés des températures mensuelles pour dix-huit villes (extrait pour la ville de New York). *À l'aide des tableaux donnés, calculer l'amplitude thermique et la moyenne annuelle des villes. Placer les résultats sur la carte.*"

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
° C	-0.3	0.6	5.2	10.8	16.5	21.7	24.6	24.2	20.1	14.1	8.5	2.5

Plusieurs techniques ressortent :

- Pour le calcul de la moyenne
  - Somme des valeurs mois par mois, divisée par le nombre de mois avec des moyennes dépassant les 100 °
  - Somme des valeurs positives entre elles et négatives entre elles avant de rassembler et diviser par le nombre de température, le signe pouvant être rajouté à la fin.
- Pour le calcul de l'amplitude. Elle s'est faite après l'explication du rangement sur la droite graduée.
  - Utilisation des calculatrices avec différences entre la plus grande et la plus petite valeur
  - Ajout des distances à 0 quand ils sont de même signe, et soustraction dans le cas contraire.

Les différentes techniques peuvent être vues comme des approches intuitives (prise en compte du signe des températures) et instrumentales. La confrontation des deux points de vue justifie le conflit cognitif cherché dans l'apprentissage par adaptation (Bessot(2003) p.2). La partie déductive est souvent prise en charge par l'enseignant.



La notion d'obstacle épistémologique (Bachelard(1938)) p 13-15

Quand on cherche les conditions psychologiques des progrès de la science, on arrive bientôt à cette conviction que *c'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique*.[...]. Le réel n'est jamais "ce qu'on pourrait croire" mais il est toujours ce qu'on aurait dû penser.[...] En fait on connaît *contre* une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation.[...]

Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux mêmes. C'est précisément ce *sens du problème* qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit.

Le géomètre et l'analyste, (Poincaré(1905)), p 27

M. Méray veut démontrer qu'une équation binôme a toujours une racine, ou, en termes vulgaires, qu'on peut toujours subdiviser un angle. S'il est une vérité que nous croyons connaitre par intuition directe, c'est bien celle-là. Qui doutera qu'un angle peut toujours être partagé en un nombre quelconque de parties égales ? M. Méray n'en juge pas ainsi ; à ses yeux, cette proposition n'est nullement évidente et pour la démontrer, il lui faut plusieurs pages.

Voyez au contraire M. Klein : il étudie une des questions les plus abstraites de théorie des fonctions ; il s'agit de savoir si sur une surface de Riemann donnée, il existe toujours, une fonction admettant des singularités données. Que fait le célèbre géomètre allemand ? Il remplace sa surface de Riemann par une surface métallique dont la conductibilité électrique varie suivant certaines lois. Il met deux de ses points en communication avec les deux pôles d'une pile. Il faudra bien, dit-il, que le courant passe, et la façon dont ce courant sera distribué sur la surface définira une fonction dont les singularités seront précisément celles qui sont prévues par l'énoncé.

Conclusion

Les niches écologiques des grandeurs sont souvent externes aux mathématiques. Elles sont ancrées dans la vie courante avec des problèmes qui ont justifié le développement des concepts mathématiques (des problèmes épistémologiques dirait Bachelard). Dans la mise en œuvre, on joue sur deux approches des mathématiques telles qu'elles ont été décrites par Poincaré (1905).

Pour aller plus loin

- Exemples de situations déclinables sur un cycle.
- Nouvelle spiralisation
- Perspectives

Les situations que nous proposons peuvent soit motiver l'étude d'une nouvelle notion soit travailler son réinvestissement. Leur résolution fait appelles à différentes techniques plus ou moins expertes.

Brochure longueurs aux Cycle 4, à paraitre

Grandeurs

☐ Aires ☐ Angles ☐ Chances ☐ Durées ☒ Longueurs ☐ Population ☐ Prix ☐ Températures ☐ Volumes

Questions

☐ Comparer ☐ Partager ☐ Mesurer ☒ Calculer ☐ Construire ☐ Varier ☐ Se repérer ☐ Dénombrer

Étagère échelle

Connaissances : .Triangles semblables – Théorème de Thalès

Compétences : .Calculer avec des grandeurs mesurables, Utiliser les notions de géométrie plane pour démontrer

Questions : .Calculer des longueurs

Niveau : **4e ou 3e**

Sources : http://www.laredoute.fr/ppdp/prod-324484800.aspx?docid=00000000000001#description

Meuble étagère salle de bain, 4 tablettes

Dimensions du meuble étagère salle de bain,

Totales

Longueur : 44 cm
Hauteur : 180 cm
Profondeur : 44 cm

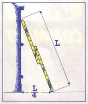
Les 4 tablettes sont régulièrement espacées.

La bonne utilisation d'une échelle, pour plus de sécurité.

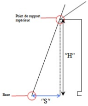
Même si l'**utilisation d'une échelle semble évidente** pour beaucoup de personnes, des accidents continuent à se produire tous les ans, notamment à cause d'un mauvais maniement de l'échelle.
En plus d'un contrôle régulier de l'état de l'échelle, on trouve afin d'assurer la stabilité de l'échelle et la sécurité de l'utilisateur les préconisations suivantes :

N° 1

n°2



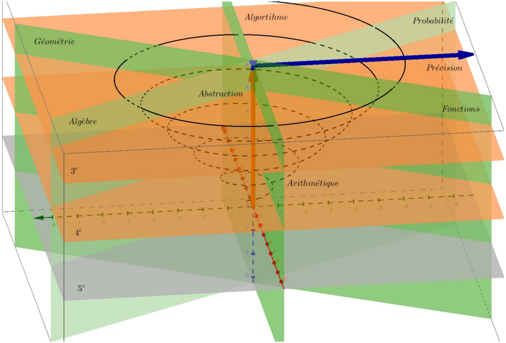
n°3



1- Comparer les trois recommandations ci-dessus.

2- Sachant qu'il est conseillé que *le haut de l'échelle se trouve à au moins un mètre au-dessus de l'endroit que vous devez atteindre* (et ainsi éviter d'avoir à monter sur la dernière «marche»), quelle doit-être la hauteur de votre échelle si vous décidez de nettoyer vos

Cette nouvelle organisation pourrait être représentée sous forme d'une spirale conique :



Elle permet de mettre en évidence deux techniques des différenciations : la précision et le niveau d'abstraction.
Mais ce modèle reste à être valider par des analyses d'observations.

Travaux en cours et perspectives

- Adaptation au cycle 3
- Lien avec la modélisation
- Place de l'algorithme
- Diffusion avec D'Col, projet du CNED
- EPI