



**HAL**  
open science

## La formation et ses nouveaux contours : des didactiques pour aujourd'hui ?

Alain Jacques Mercier

### ► To cite this version:

Alain Jacques Mercier. La formation et ses nouveaux contours : des didactiques pour aujourd'hui ?. Le métier d'enseignant aujourd'hui et demain, CD-IUFM, Jun 2012, Lyon, France. pp.151-177. hal-01997214

**HAL Id: hal-01997214**

**<https://hal.science/hal-01997214>**

Submitted on 28 Jan 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La formation et ses nouveaux contours : des didactiques pour aujourd'hui ?<sup>1</sup>

Alain Mercier<sup>2</sup>

« ... L'éducation en usage dans une société déterminée et considérée à un moment déterminé de son évolution, est un ensemble de pratiques, de manières de faire, de coutumes qui constituent des faits parfaitement définis et qui ont la même réalité que les autres faits sociaux. Ce ne sont pas, comme on l'a cru pendant longtemps, des combinaisons plus ou moins arbitraires et artificielles, qui ne doivent l'existence qu'à l'influence capricieuse de volontés toujours contingentes. Elles constituent, au contraire, de véritables institutions sociales...

... Il est vain de croire que nous élevons nos enfants comme nous voulons. Nous sommes forcés de suivre les règles qui règnent dans le milieu social où nous vivons. » Émile Durkheim, (1911).

## Imaginer des institutions

Émile Durkheim précise : « Il n'est pas d'homme qui puisse faire qu'une société ait, à un moment donné, un autre système d'éducation que celui qui est impliqué dans sa structure. » Cela vaut aussi et peut-être surtout sans doute pour les professeurs et le système de leur formation : il est vain de croire que nous formons les professeurs comme nous voulons ; nous sommes forcés de suivre les règles qui règnent dans le milieu social où nous vivons. Et ce qui s'est passé depuis un siècle montre que :

- Quand enseigner a été un *métier institué*, à l'abri dans un dispositif institutionnel fort et protégé par un corps d'inspection, quelques passionnés ont pu (lorsqu'ils ont reçu l'appui implicite du dit corps) expérimenter et développer des idées innovantes qui sont demeurées marginales (1920-1940 ou 1945-1955).

- Quand enseigner a été un *métier sensible*, des textes régulateurs ont été produits par chaque nouveau ministre, ils ont été contradictoires et contreproductifs, reflétant des

---

<sup>1</sup> Je remercie mes collègues, Yves Chevallard (Chevallard, 1997) et (Chevallard, 2000) pour son travail sur la question de la formation, Gérard Sensevy et Maria-Luisa Schubauer-Leoni pour le coopération de vingt ans sur la construction d'une posture comparatiste en didactique (Alain Mercier, Schubauer-Leoni, & Sensevy, 2002), Serge Quilio pour le LEA Saint Charles, Denis Leroy pour le Jeu du trésor, et toute l'équipe ACADIS de l'UMR ADEF avec qui nous avons développé ces dix dernières années un travail commun en didactique de plusieurs disciplines scolaires comme en didactique de questions non scolaires : cette intervention n'aurait pas été possible sans ce travail collectif, entre IUFM et université, entre INRP puis IFE-ENS Lyon et Université de Provence, travail de recherche fondamentale et de développement d'outils professionnels dont je ne rend compte qu'en partie.

<sup>2</sup> Professeur émérite en sciences de l'éducation (didactique des mathématiques et didactique comparée). ENS de Lyon, Institut Français de l'Éducation

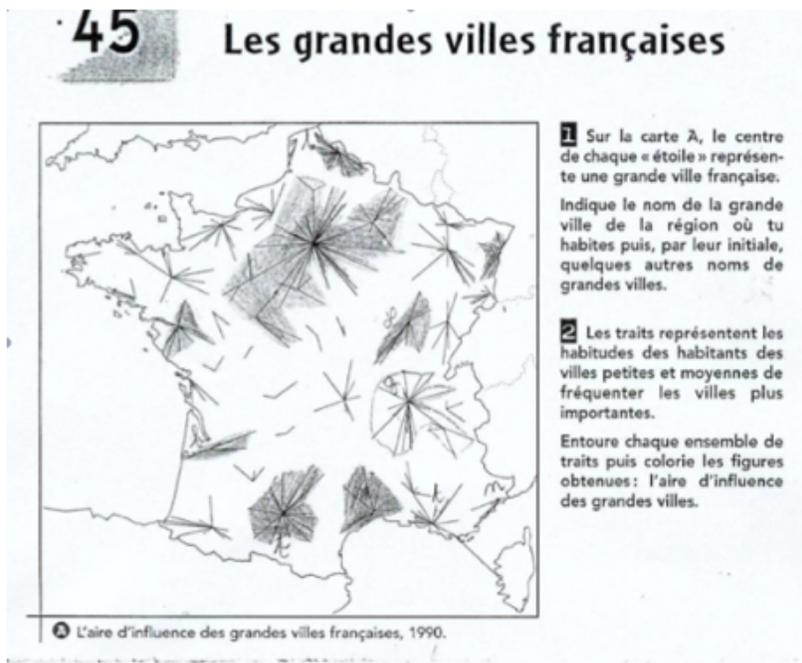
opinions partiales montrant une grande incompréhension technique du métier (1965-1985).

- Quand enseigner a été un *métier méprisé*, la formation s'est faite au mépris des besoins des futurs professeurs, malgré les bonnes volontés: c'est ce que nous venons de vivre et personne ne peut s'étonner que les jeunes gens se refusent à s'engager dans ce métier.

Je vais tenter de décrire rapidement ce que l'on peut voir aujourd'hui comme dégâts, du point de vue des didactiques, et je vais essayer de montrer la direction possible d'une construction nouvelle. Car ce que nous dit Durkheim sur ces questions laisse une ouverture : après tout, l'inventeur de la sociologie, qui raisonne ici en sociologue, écrit dans l'ouvrage de référence pour la formation des professeurs de l'école obligatoire qui se met en place. Une institution, les Écoles Normales d'Instituteurs, va changer les règles puisqu'elle est bien nommée : école *normale* (elle *définit des normes* en instituant des sujets *formés*).

C'est donc d'institutions que nous avons besoin, même si nous n'imaginons pas qu'elles doivent avoir la force contraignante des ENI. Quel doit être leur objet, quelles sont leurs fonctions nécessaires, c'est donc ce que je vais envisager ici en commençant par poser les deux problèmes didactiques qui me semblent les plus prégnants, aujourd'hui, dans l'institution scolaire telle que nous l'observons dans son quotidien.

### **Premier problème : les difficultés didactiques de la profession**



Le système d'enseignement ne se réduit certainement pas aux salles de classe, mais l'objet même du système est bien d'assurer la vie de certaines œuvres intellectuelles et leur transmission aux jeunes génération, parce qu'elles semblent utiles à la société future. C'est en ce sens que les questions didactiques sont les questions centrales des métiers de l'éducation. Nous l'argumenterons sur l'étude d'un cas.

### **Le problème du professeur: « Quelle est la question? »**

Le cours de CM2 que nous avons analysé naguère (Félix & Mercier, 2008) est une leçon de géographie sur *l'aire d'influence d'une ville*. Cela n'est pas annoncé par le

professeur, comme il se doit dans une pédagogie de la découverte qui détermine aujourd'hui les manières d'enseigner. Un *rappel* a permis aux élèves de dire ce qu'est une commune (elle est caractérisée par la mairie qui est en le centre ; le découpage de l'espace national en communes datant de la Révolution : la Municipalité tient par exemple *l'état civil*, qui a remplacé *le registre des baptêmes* que tenait le curé).

La notion d'aire d'influence est montrée d'abord par *une activité* des élèves sur une carte de France (figure page précédente) où sont tracés, pour quelques villes, des traits rayonnants plus ou moins grands.

*Professeur : allez / vos yeux ici / vous venez de compléter une carte / regardez la cette carte / à chaque fois / il y a ce symbole (les rayons marquant l'aire d'influence) / qu'est ce que cela représente / levez le doigt hein / je n'entends que comme ça / qu'est ce que ça représente [...] dites moi / il y a des grandes villes il y a aussi des petites villes / dites moi quel point commun vous trouveriez entre les petites les moyennes et les grandes villes / à votre avis quel point commun y a t-il entre toutes les villes /françaises /*

*Gabrielle : il y a des habitants [*

*Professeur : alors il y a des habitants c'est vrai mais [*

*Thibaut : inaudible /*

*Professeur : attention je ne vous demande que les points communs qu'il y a entre les villes / il peut y avoir des endroits où il y a des habitants qui n'habitent pas dans des villes / donc je vous demande un point commun / des points communs [*

*Nadia : des transports*

Le professeur demande une définition caractéristique de la notion de « ville » qui permettrait de faire la différence avec d'autres organisations (qui, cela va pour lui sans dire, sont les communes). Mais tout ce que les élèves vont trouver comme points communs entre les villes, en 30 minutes d'interaction du type de celle qui s'engage ici ne permettra pas (pas même au professeur) de former l'énoncé qu'ils sont supposés « découvrir par eux-mêmes ». Ce jeune professeur n'arrivera pas à imaginer, une solution. C'est le premier problème professionnel des enseignants : *La formation universitaire ne donne pas les questions auxquelles le savoir répond*

### **Le problème des élèves: « Quelle est la question ? »**

Car durant 30 minutes les élèves vont citer ce que l'on trouve dans les villes : les lycées, les banques, les préfectures, les théâtres, les usines, les prisons, les hôpitaux, évoquant ainsi toutes les fonctions sociales (ou services) des villes, mais ils ne diront pas *qui se sert de ces services* car la question du professeur est : « A quoi sert une ville? » puis « Qu'est-ce qu'on trouve dans une ville? ». Bien sur, une ville sert pour ce qu'on y trouve, cela ne dit pas l'essentiel géographique : la ville ne sert pas à ses habitants, mais à son environnement, qu'elle structure. Ainsi la plupart des touristes qui visitent la médina de Fès ne pensent pas que c'est le lieu de ravitaillement des berbères nomades éleveurs de moutons, qui viennent y vendre leurs animaux ou les productions associées (laine, peaux, fromages, viande) et acheter les produits manufacturés (récipients, vêtements, outils) qu'ils utilisent.

L'objet de la leçon est énoncé en légende de la carte, mais *l'aire d'influence d'une ville*, n'est pas annoncé par le professeur en titre de leçon, comme il se doit dans une

pédagogie qui fonctionne selon le procédé de l'ostension déguisée (Salin, 1994), bien connu et analysé en didactique. Ce professionnel avait pourtant construit l'opposition entre les fonctions administratives et le découpage administratif du territoire d'un côté, et les fonctions de service et le découpage géographique de l'autre. Même, il a proposé aux élèves une activité relative à la carte de France et au coloriage des aires d'influence. leur indiquant que pour déterminer l'aire d'influence d'une ville, on enquête dans ses environs afin de savoir si les habitants de ces lieux se rendent à la ville, pour un service qui y est rendu. Mais il a *montré* l'aire, tandis que les élèves l'ont *coloriée*, ce pour quoi il suffit de la voir. Le lien était, bien sûr, indiqué dans le document des élèves, ils ne l'ont pas lu, puisque c'est au professeur de leur montrer ce qu'il y a à regarder.

L'entretien avec le professeur confirme ce que montre le déroulement de la classe : l'enjeu est bien, pour lui la présentation d'un découpage géographique du territoire, des communes (chefs lieux de canton, sous-préfectures et préfectures, capitales) qui sont des divisions administratives, aux villes (grandes petites et moyennes, administratives ou industrielles, nœuds d'échanges ou de commerce, métropoles) qui ont des aires d'influence imbriquées. Le jeune professeur observé est donc assuré de son savoir disciplinaire (il a étudié, à l'université, le problème dont la leçon traite et a un diplôme de géographie) ; mais il ne dispose pas d'une question capable d'orienter les élèves vers l'objet de la leçon, car *il ne sait pas nommer le problème, pour ses élèves*: « Quelles sont les fonctions d'une ville? » Elles sont économiques, politiques, culturelles, sanitaires. L'aire d'influence est alors le territoire sur lequel vivent les personnes qui ont recours à ces services économiques, politiques, culturels, sanitaires que l'on trouve en ville. Seulement, sa formation en Géographie ne lui a pas fait rencontrer la question à laquelle répond la définition qu'il cherche (en principe) à faire produire mais (de fait) à faire deviner. Le savoir « aire d'influence d'une ville » n'arrive pas à vivre, mais la morale de la pédagogie de la découverte est sauve. Le problème qu'il rencontre n'est pas relatif à son rapport aux élèves mais à la manière dont la norme pédagogique détermine ce qu'il doit faire pour qu'ils apprennent, ce qui conduit la classe droit dans le mur.

On remarque que le professeur tente de mettre en garde les élèves: « Attention je ne vous demande que les points communs, il peut y avoir des endroits où il y a des habitants qui n'habitent pas dans les villes... » Cela a deux fonctions: dire que « il y a des habitants » est insuffisant pour caractériser une ville, et aussi indiquer que ces habitants qui n'habitent pas dans une ville, que font-ils ? Ils vont en ville, au Lycée, au cinéma, au théâtre, etc. Mais aucun élève ne fera cette interprétation de l'intervention du professeur.

### **L'expérience ne règle pas le problème didactique du professeur et des élèves**

Quatre jours plus tard, devant l'autre CM2, la différence est frappante : le professeur désigne l'enjeu en moins de quatre minutes, et les élèves répondent efficacement.

*Professeur : qu'est-ce qu'une commune ?*

*Élève : un endroit // organisé autour d'une mairie /*

*Professeur : alors quand est-ce qu'on peut dire / celle-là c'est aussi une ville ?*

*// alors / à quoi sert une ville // une ville pas une commune / on va représenter ici au tableau // imaginez c'est Marseille / non pas Marseille /*

*Élèves : Lyon (classe entière)...*

*Professeur : allez / je vais la désigner par son nœud initial / c'est-à-dire // à quoi ca sert une ville / alors elle sert aux gens qui viennent dedans / à qui sert-elle cette ville? / Les gens qui viennent elle leur sert pour quoi?*

Cette fois (nous sommes quatre jours plus tard), le professeur a acquis un peu d'expérience: Il donne la réponse comme sans y faire attention, avant même de poser la question et sans avoir encore fait colorier la carte. La ville sert aux gens qui viennent dedans (pour bénéficier des services qu'elle offre). Et lorsque les élèves vont citer « les commerces » le professeur va relancer: est-ce qu'elle met à disposition des commerces *seulement aux gens qui habitent dans la ville ?* Ce qui va engager enfin le débat. il ne reste plus qu'à faire dire aux élèves qui sont « ces gens qui y viennent » et pour quoi y viennent-ils (pour ses services économiques, culturels, administratifs, de santé ou d'éducation, etc.). *Ce fait, la ville sert aux gens alentour, est central dans la compréhension du phénomène urbain et dans une approche fonctionnaliste de la géographie humaine.* Maintenant, le professeur va poursuivre en reliant Lyon aux lieux environnants lorsque les élèves pensent que leurs habitants se rendent à Lyon, puis il colorie lui-même, au tableau, en rouge, la zone qui « ... ressemble à une... » « une aire ! » disent les élèves, qui ici pourront penser à faire le lien avec la carte de l'exercice. Le professeur a donc démontré comment les géographes ont pensé la ville et formé la représentation de ce qu'ils ont appelé « l'aire d'influence de cette ville-ci ».

Ainsi lorsque le professeur se libère des réquisits pédagogiques et se contente de l'apparence d'un cours dialogué, par un procédé qui relève de « l'effet Topaze »<sup>3</sup>, la notion n'apparaît pas non plus comme réponse à une question de géographie, du type : « Pourquoi y a-t-il des villes ? » et « Pourquoi en trouve-t-on partout ? Est-ce qu'elles sont partout de la même sorte ? » Questions qui permettraient peut-être de comprendre comment se fait-il que, aujourd'hui comme hier Perette avec son pot au lait, tout le monde qui n'y habite pas vienne un jour en ville.

Ainsi, même si en peu de temps le professeur d'école formé en géographie trouve le moyen de *formuler une question permettant aux élèves d'imaginer une réponse* et permet donc à sa leçon de se dérouler heureusement, l'introduction de la notion d'Aire d'Influence d'une ville ne vient pas aider les élèves à comprendre quelque chose du travail géographique : rendre compte de la répartition de l'habitat humain dans l'espace. La notion est enseignée est comme un monument, un bâtiment sans usage connu que l'on visite en touriste accompagné « Ici vous voyez Fourvière. » et « En dessous c'est la Saône qui coule. », « Nous serons de retour à l'aéroport dans trente minutes ».

Ce diagnostic sur la situation des savoirs, aujourd'hui, à l'école, vaut dans la plupart des disciplines et dans presque toutes les classes, presque tous les jours : nous avons, en didacticiens, observé les conditions qui étaient faites aux savoirs et nous observons quotidiennement les formes de leur existence scolaire. Le constat est accablant. A l'école (tous niveaux confondus) aujourd'hui, les savoirs sont des monuments que l'on

---

<sup>3</sup> En référence à la dictée qui constitue la première scène de la pièce de Pagnol, et que l'on appelle « un effet de contrat » parce que les élèves attentifs aux attentes du professeur y sont en principe sensibles : le mot *aire* va apparaître rapidement, et quand le professeur dira « la ville de Lyon a donc une grande.. » « il se trouvera un élève pour compléter « ... influence ! » « Une grande influence » reprendra le professeur.

visite parfois avec respect, mais les guides eux-mêmes n'ont pas d'idées sur l'intérêt de ce qu'ils montrent.

## ***Deuxième problème : l'évaporation des savoirs***

Tels qu'ils sont enseignés, les savoirs ne donnent plus la capacité d'agir ni aux professeurs ni aux élèves : ils sont moribonds. Nous ne prendrons qu'un exemple, en mathématiques cette fois.

### **Présentation d'un cas exemplaire**

En arithmétique on étudiait pour le Certificat d'Études Primaires les classes de problèmes posés par la vie quotidienne. Certains se traitaient par une technique arithmétique nommée « la croix des mélanges ». Avec l'organisation du Collège unique, qui marque la fin du primaire supérieur, l'orientation de l'enseignement vers l'algèbre<sup>4</sup> rend obsolète les techniques arithmétiques et la croix des mélanges. Mais en Troisième, et depuis plus d'un demi-siècle d'enseignement secondaire, la « recherche du centre de gravité d'un corps » vient dans le cours de mathématiques sur les forces et leviers qui s'illustre d'une question noble venue d'Archimède : « Donnez moi un point d'appui et un levier, je soulèverai le monde ! » et se traite en lien avec le « partage d'une ligne en segments égaux », qui est outillé du théorème de Thalès. Dans ces conditions, penser les problèmes de mélanges comme problèmes de centre de gravité (ou de moyenne pondérée) n'est pas commun : le corpus des problèmes arithmétiques venus des pratiques quotidiennes des métiers a disparu avec l'enseignement primaire supérieur et la réforme moderniste de l'enseignement des mathématiques.

Voilà que dans les années 80, la simplification de l'énoncé du théorème de Thalès, due à la disparition des cas d'égalité des triangles, mais aussi l'introduction des vecteurs, objets modernes, et encore l'expulsion de l'antique statique hors du champ des mathématiques, font remonter en seconde les « calculs du barycentre de deux (ou trois) points », tandis qu'en Troisième trouve en statistiques le « calcul d'une moyenne arithmétique »<sup>5</sup>.

C'est aujourd'hui en Première scientifique que cette histoire de 30 ans continue aujourd'hui. Le centre de gravité y est devenu *barycentre*, exemple d'usage du calcul vectoriel en géométrie, tandis qu'en Première économique il n'existe que comme calcul d'une moyenne pondérée... Quant à la croix des mélanges, elle était encore enseignée dans les LEPA, les lycées professionnels agricoles, avant que les ordinateurs aient intégré les « calculs de rations des vaches allaitantes » dans des procédures de gestion

---

<sup>4</sup> L'algèbre appartient au monde des mathématiques et ouvre donc sur des études mathématiques nobles, tandis que la « croix des mélanges » est une technique professionnelle orale utile aux marchands pratiquant des mélanges (cafés, vins, produits pharmaceutiques) et aux éleveurs préparant les compléments alimentaires pour le bétail.

<sup>5</sup> Pour les non mathématiciens ce sont des problèmes de « moyenne pondérée » du type « J'ai 13 de moyenne en Français avec trois notes, il reste deux interrogations ce trimestre, quelles notes dois-je avoir pour arriver à 14 de moyenne? ». Tout le monde sait qu'avec une calculatrice on peut le résoudre par tâtonnements, il faut sinon poser plusieurs équations à plusieurs inconnues...

d'étable quasi robotisées. On ne s'étonne donc pas de trouver sur internet ce commentaire :

« Dans le programme transitoire (2010-2011) de première S le barycentre de quelques points pondérés dans l'espace n'est plus au programme et dans le programme transitoire (2011-2012) de terminale S c'est la caractérisation barycentrique d'une droite, d'un plan, d'un segment, d'un triangle qui disparaît. Cela diminue la palette des outils de résolution des problèmes de géométrie dans l'espace. Mais on conserve l'outil barycentrique dans le plan....» <http://maths.discip.ac-caen.fr/spip.php?article6>

Quel est ce phénomène et comment en rendre compte ? Lorsque disparaissent les problèmes qui justifient une technique (la croix des mélanges ; le calcul d'un centre de gravité ; le calcul d'une moyenne pondérée), les techniques étudiées sont référées à leur théorie (les barycentres). Mais faute d'usage, la théorie est formelle et devient difficile à enseigner. Bientôt, la question est renvoyée à plus tard : elle s'est évaporée au niveau initial de son étude. Mais dans ce mouvement la technique devient « notion générale » (le calcul barycentrique en géométrie vectorielle) et son usage non scolaire devient lointain. Alors les instructions données aux professeurs tentent d'en simplifier l'étude en réduisant son enseignement à l'usage d'une technique qui perd tout emploi possible (exemple ci-dessous). Elle s'évapore aussi au niveau qu'elle avait trouvé. La seule solution serait de retrouver un corps de problèmes permettant de faire vivre des techniques élémentaires dont : des questions socialement ou scientifiquement vives.

### Le résidu sec...

On trouve donc en Terminales cet exercice, acmé dans l'usage du calcul barycentrique :

#### « Utilisation du barycentre pour les ensembles de points »

Exercice 1 :

- 1) construire le barycentre G de (A,1) et (B,3)
- 2) Déterminer l'ensemble des points M du plan tels que :  $\vec{MA}+3\vec{MB}=\vec{AB}$

Exercice 2 :

- 1) Déterminer l'ensemble des points M tels que  $\vec{MA}+3\vec{MB}$  et  $\vec{AB}$  soient colinéaires.
- 2) Déterminer l'ensemble des points M tels que  $\|\vec{MA}+3\vec{MB}\|=AB$
- 3) Déterminer l'ensemble des points M tels que  $\|\vec{MA}+3\vec{MB}\|=4MA$

[http://www.mathslycschweitz.site.ac-](http://www.mathslycschweitz.site.ac-strasbourg.fr/index.php?Message=exercice)

[strasbourg.fr/index.php?Message=exercice](http://www.mathslycschweitz.site.ac-strasbourg.fr/index.php?Message=exercice) aff&ClasseID=1&ChapitreID=4

Les élèves et leurs parents, devinent le phénomène sans réussir ni à le saisir ni à l'analyser ; les professeurs le subissent sans arriver à le nommer. En effet les allègements de programmes sont faits « parce que la notion est difficile à comprendre », ce que les professeurs éprouvent quotidiennement, et « parce que les programmes sont trop chargés et qu'il faut faire la place à de nouveaux objets d'enseignement », ce qui est légitime. Mais à l'occasion de ces évolutions de nouveaux *types de problèmes* qui étaient les écosystèmes des savoirs associés disparaissent. Ici par exemple, une seule technique utile est enseignée : l'usage de la « relation de Chasles » et bien sûr, les

réponses aux trois questions de l'exercice 2) tombent dès qu'on les écrit en utilisant la relation de l'exercice 1) et les réponses sont : la *droite* (AB) parce que G est sur (AB) ; le *cercle* de centre G passant par B ; la *médiatrice* de (AG). Seul les meilleurs élèves comprendront alors que l'on peut donc avoir *une définition barycentrique de ces trois figures*, et que c'est fort intéressant parce que la définition de la droite (AB), d'un cercle, centré sur (AB) ou d'une perpendiculaire à (AB) est ainsi *intrinsèque aux points A et B* et qu'on n'est pas inféodé au choix d'un repère donné « en supplément ». On peut donc décrire ainsi ce qu'il se passe :

*Certains savoirs sont dénoncés comme « trop théoriques » puisqu'ils n'ont plus d'usage, et réduits à des « savoir-faire techniques » dont personne n'est plus en mesure de comprendre les usages.*

La société s'en aperçoit et cherche comment retrouver une école formant des compétences, mais ne sait pas par quel bout commencer une quelconque réforme. Car les questions demeurent, on les rencontre sur les forums et par exemple :

*« Qui peut m'expliquer un exercice de chimie que je n'arrive pas à résoudre? Un laboratoire dispose de deux solutions de chlorure de sodium, de concentration respective  $20\text{g.L}^{-1}$  et  $50\text{g.L}^{-1}$ . Quelle quantité de chaque solution doit-on mélanger pour obtenir 10L d'une solution de concentration  $32\text{g.L}^{-1}$ ? Merci pour votre aide. (Tina, élève de 3e, mai 2012) »*  
<http://forums.futura-sciences.com/chimie/538479-mexpliquer-un-exercice-de-chimie-narrive-a-resoudre.html>

La technique de calcul d'une moyenne pondérée ou d'un barycentre a disparu, mais les programmes de chimie ou d'autres disciplines ne le savent pas, parce que ces calculs sont élémentaires, tandis que les concepteurs du programme de mathématiques ne pensent plus que « mathématiques mathématiciennes » et n'imaginent même pas que le traitement élémentaire d'un tel problème, par fausse position par exemple, est techniquement à la portée d'un élève de Sixième (si on mélange 1 litre de la solution concentrée à 10 litres de la solution faible on obtient... si on mélange deux litres... donc il faut  $x$  litres, pour  $10+x$  litres de mélange, et on réduit proportionnellement à 10 litres de mélange)<sup>6</sup>. Hélas pour que cela soit efficace, il faudrait que de tels problèmes soient enseignés en mathématiques, en Sixième, et donc que les types de problèmes à résoudre définissent les savoirs qui seront enseignés : ce qui justement s'est perdu.

## ***Ce que montre l'observation didactique***

---

<sup>6</sup> La recherche d'une solution algébrique est difficile : ceux qui la chercheront s'en apercevront vite. Mais voici la réponse fournie dans le forum :

*« Bonsoir Tine3448 : Connais-tu la règle des mélanges (Calcul en croix) ; malheureusement ici avec mon ordinateur je ne peux pas dessiner la croix alors voici :*

*50g/L ==>                      ==> 18 parties à 20g/L ==> 3 PARTIES à 20g/L.*

*32g/L*

*20g/L ==>                      ==> 12 parties à 50g/L ==> 2 PARTIES à 50g/L.*

*(on a simplifié, en divisant 18 et 12 par 6) ce qui donne 5 parties et donc, des parties de 2 litres.*

*Le mélange est : Solution à 20g/L, 3 X 2 L = 6 L, et Solution à 50g/L, 2 X 2 L = 4 L.*

*Bonnes salutations.*

Lorsque les institutions de tutelle s'aperçoivent que les savoirs perdent toute les références à leur pouvoir d'agir dans au moins une situation non scolaire, elles réduisent l'enseignement de ces savoirs inutiles à... une formation à l'usage de techniques reconnues par les experts de la discipline. Elles ne réintroduisent pas les problèmes qui nourrissent l'étude des savoirs et motivent l'exercice des techniques, parce que leur identification supposerait une enquête de type anthropologique sur les savoirs socialement utiles et les problèmes socialement rencontrés par les divers acteurs. Afin de montrer aux professeurs, aux élèves et aux parents, à la société enfin, que ces transformations viennent d'un problème d'usage des savoirs scolaires, les institutions de tutelle exigent et évaluent les effets de l'enseignement en termes de compétences, qui demeurent abstraites puisque personne ne dit quel doit être leur domaine d'exercice<sup>7</sup>. Cela n'aide ni l'institution scolaire à identifier le problème, ni les institutions de formation à préparer les professeurs à l'affronter en conduisant des enquêtes sur les usages des savoirs, pour et avec leurs élèves.

## **Pourquoi enseigner encore des savoirs, à l'école ?<sup>8</sup>**

Parce qu'on ne peut éduquer sans instruire, dans la mesure, pour le dire en peu de mots, où *l'instruction donne le pouvoir d'agir collectivement*, et où *l'éducation donne les conditions sociales de l'action*. On le sait depuis bien longtemps. C'est à peu près ce que disait Johann Friedrich Herbart, l'inventeur de la pédagogie scientifique, au XIXe siècle. Sa position peut être définie à partir d'un point central : l'instruction éducative. Je citerai sur ce sujet un texte de N. Hilgenheger (2000), aisément accessible<sup>9</sup>.

*La pierre angulaire de la doctrine pédagogique de Herbart, basée sur l'expérience et sur la réflexion philosophique, est l'idée de l'instruction éducative. Comme les praticiens et les théoriciens qui l'ont précédé, Herbart distingue entre éducation (Erziehung, latin educatio) et instruction (Unterricht, latin : instructio). L'éducation se préoccupe de former le caractère et d'améliorer l'être humain. L'instruction véhicule une représentation du monde, transmet des connaissances nouvelles, perfectionne les aptitudes préexistantes et fait éclore des capacités utiles.*

*La réforme pédagogique de Herbart révolutionne le rapport entre éducation et instruction. Ainsi est né un nouveau paradigme de la pensée et de l'action pédagogiques. [...], Herbart osa subordonner la notion d'« instruction » à*

---

<sup>7</sup> La manipulation de la croix des mélanges dans la résolution des problèmes de mélange de café est une compétence bien définie, mais la technique de calcul vectoriel d'un barycentre dans le plan ne peut outiller efficacement ce problème ni aucun autre problème non géométrique: elle ne donne pas cette compétence... Cela devient donc un savoir technique sans emploi hors des mathématiques. Si le problème n'est pas mathématique mais physique ou chimique ou biologique, il faudra l'étudier complètement ab ovo car la technique présentée en TS ne vaut que pour les questions de la géométrie plane !

<sup>8</sup> Je reprends ici le titre (G. Sensevy & Mercier, 1999)

<sup>9</sup> Norbert Hilgenheger (2000). On peut aussi lire Herbart lui-même, en français.

*celle d'« éducation ». Pour lui, le moyen éducatif le plus efficace n'est pas le recours à la punition ou à l'humiliation par exemple ; une éducation qui puisse à coup sûr être couronnée de succès est celle qui repose sur une instruction adéquate. L'instruction, dit Herbart, est « l'objet principal de l'éducation ». Ayant réfléchi, ayant appris et ayant expérimenté par lui-même, Herbart s'est convaincu des effets étonnants de l'instruction éducative : l'homme que l'instruction aura doté d'un « intérêt polyvalent » pourra faire avec aisance tout ce que, « après mûre réflexion », il « voudra » faire.*

*[...] (selon Herbart) la psychologie, permet de répondre à la question de savoir comment l'éducation est possible alors qu'elle a pour tâche paradoxale d'amener l'élève à agir de manière autonome en exerçant sur lui des influences déterminées « de l'extérieur ». La réponse de Herbart à la question des raisons pour lesquelles l'éducation est possible peut se résumer dans la formule suivante : l'éducation n'est possible qu'en tant que formation d'un esprit jugé préalablement formable, c'est-à-dire sur la base d'une instruction adéquate.*

D'où la formulation de notre problème : comment pourrait-on créer les conditions d'enseignement de telle notion, dans un nombre significatif de classes et auprès d'un nombre significatif d'élèves par classe, et former les professeurs à ce travail ? Répondre suppose aussi un travail visant à définir les chemins d'une enquête sur ces problèmes, un travail conduit collectivement par les professeurs et qui proposerait de mobiliser les techniques d'étude disponibles dans la culture des élèves.

Vaste programme ! Mais n'oublions pas que Durkheim, raisonnant en sociologue, écrivait sur l'impossibilité de changer volontairement une société *dans l'ouvrage de référence pour la formation des professeurs de l'école obligatoire* : il écrivait pour une institution, les Écoles Normales d'Instituteurs, qui va changer les règles puisque nous vivons les effets de ce changement si l'on en croit par exemple (Gauchet, 1985). Comment changer les règles aujourd'hui, telle quelle la question n'a pas de réponse. Mais :

*« Quel type d'institution mettre en place à l'intention des futurs professeurs, et pour quoi y faire ? »*

Celle là nous pouvons l'imaginer et c'est l'objet de ce colloque. Il nous faut imaginer des institutions capables d'impulser les travaux épistémologiques et anthropologiques nécessaires à ce type de travail : enseigner, pour instruire et éduquer. Les didactiques affirment toutes, même si c'est chacune à sa manière, que répondre suppose un travail double, de type épistémologique et anthropologique :

- la recherche des "grands problèmes" qui justifient que la notion à enseigner soit mise à l'étude ;
- la connaissance des techniques d'étude disponibles dans la culture d'un groupe social donné : celui des élèves concernés.

Ce double travail devrait être ce qui nourrit la formation, et c'est pour cela que la formation des professeurs doit être universitaire. Encore faut-il que les universitaires en charge de la formation aient identifié les deux problèmes et que leurs questions (personnelles et collectives) de recherche portent sur ce travail.

## ***La question que les didactiques posent à toute formation de professeurs***

Les didactiques aujourd'hui sont comparatives (Alain Mercier, Schubauer-Leoni, & Sensevy, 2002), elles relèvent d'une anthropologie des savoirs dont elles étudient les formes de vie dans les sociétés humaines. Elles étudient la manière dont les propriétés d'un corps de savoirs spécifique devraient normer les interactions entre professeur et élèves, parce que dans les institutions d'enseignement quelles qu'elles soient, les formes de ces interactions déterminent les propriétés des savoirs qui seront transmis : *savoir c'est à la fois pouvoir agir et pouvoir juger de la pertinence de l'action* (A. Mercier, 2008) et <http://python.bretagne.iufm.fr/sensevy/sensdusavoir/> (Gérard Sensevy, 2011).

L'hypothèse commune des didactiques, aujourd'hui est en effet celle-ci : *les types de compétences des élèves (les actions que « savoir » leur permet) dépendent de la manière dont ils ont appris*. Si, comme ce fut le cas naguère, l'apprentissage a pour objet la restitution « par cœur » d'un texte, le savoir est... la connaissance formelle du texte que montre la qualité de sa restitution.

Toutes les didactiques posent aujourd'hui, d'une manière ou d'une autre, ces questions et pour avancer elles cherchent (ou devraient le faire)

- comment le savoir qui les spécifie permet d'agir ;
- dans quelles situations sociales il le permet ;
- quelles sont les propriétés qui doivent être conservées dans une situation de transmission de l'action ou d'enseignement ;
- comment les professeurs arrivent-ils à produire, avec leurs élèves, de telles situations... ou échouent-ils à le faire et pourquoi?

Par exemple, si on apprend des poésies à l'aide de l'exercice de récitation, on se trouve porteur d'une compétence tout à fait démontrable en poésie: on peut se souvenir de deux alexandrins de « oceano nox » sans être sûr de l'auteur, et les déclamer. Mais ce que l'on sait des alexandrins et de la poétique est limité à cette compétence de restitution orale, si l'on n'a pas construit d'autre rapport à cet objet ; en revanche, cela peut permettre de rappeler que Victor Hugo écrivait presque toujours en alexandrins avec hémistiche, en donnant un exemple.

### **Quels sont les besoins d'une formation professionnelle s'intéressant aux savoirs ?**

Le travail des professeurs : enseigner ; c'est-à-dire, *indiquer* aux élèves les savoirs à apprendre, pour qu'ils les étudient ; puis, *organiser et diriger l'étude* dans ses diverses dimensions : *exercer* dans l'action, *enquêter* sur les usages, *chercher* des éléments de réponse aux questions demeurées ouvertes soit, *instruire* ces questions<sup>10</sup>. Le professeur, qui guide les élèves en leur désignant les objets de leur étude, doit savoir disposer des situations où ces savoirs vivent et où, donc, il est possible de les trouver.

Un professeur doit donc pouvoir

---

<sup>10</sup> Nous prenons donc le terme d'instruction dans ses deux sens : militaire comme dans *l'instruction du jeune soldat*, qui le met en mesure de manier son arme de manière coordonnée avec ses camarades ; et juridique comme dans *l'instruction de la réponse à une question* « qui a commis tel méfait et pourquoi ? », instruction qui prépare un procès contradictoire et un jugement sur la réponse apportée.

- *proposer aux élèves des situations où les savoirs sont utiles*, pour qu'ils s'exercent à les mobiliser comme des moyens d'action efficaces
- *présenter aux élèves des situations sociales où ces savoirs sont utiles*, pour qu'ils enquêtent sur ces usages et vérifient que les variations d'usage relèvent d'un même corps de savoirs
- *poser aux élèves des problèmes qu'ils peuvent s'approprier*, pour qu'ils cherchent à les résoudre et qu'ils valident ou invalident leur solution technique

Ces trois formes de l'étude, nous les observons chez les meilleurs élèves, et ce sont celles que les meilleurs professeurs organisent lorsqu'ils arrivent aussi à indiquer clairement aux élèves les enjeux de leur action conjointe.

L'ordre de réalisation de ces types de tâches didactiques n'est pas fixé par avance et un professeur peut par exemple indiquer le savoir à apprendre à partir d'un ou de plusieurs objets techniques et de leur utilisation experte et efficace dans un type de situation sociale : par exemple, en comparant l'usage d'un boulier chinois (cinq boules unaires et une quinaire par colonne) et d'un boulier japonais (quatre boules unaires et une quinaire par colonne), tels qu'ils sont mobilisés dans une transaction commerciale (calcul d'un escompte). Mais l'exercice l'enquête et la recherche sont trois dimensions constitutives et nécessaires de l'étude, trois temps de ce type de travail.

Bien sûr, les professeurs ont aussi à engager les élèves à inventer des techniques nouvelles dans des domaines ciblés, et pour cela, ils leur posent des problèmes

- pour qu'ils mobilisent leurs savoir-faire personnels, qu'ils les partagent pour en faire des techniques stabilisées que l'on peut valider en observant leur efficacité et leur domaine de validité
- pour qu'ils mobilisent leurs connaissances formelles, qu'ils en déduisent des solutions démontrées pour en faire des algorithmes de traitement que l'on peut vérifier en comparant leurs résultats à des conditions contingentes
- afin que les élèves éprouvent l'efficacité des techniques dont on leur propose l'étude, et des savoirs qui permettent d'adapter ces techniques à des situations nouvelles.

### **Ce que la formation actuelle des professeurs ne résout pas, aujourd'hui**

C'est l'existence de ces trois dimensions... pour les professeurs. *Les professeurs ne savent pas se servir de ce qu'ils ont appris pour répondre aux questions qui se posent aux élèves ou pour organiser une enquête<sup>11</sup>.*

« Pourquoi le théorème de Pythagore, qui traite de longueurs et de triangles, utilise-t-il des carrés? Est-ce que toujours les mammifères sont plus gros que les insectes? Dans quelle situation pourrait-on avoir à calculer un nombre qui, multiplié par 7, donnerait 3? Pourquoi la multiplication permet-elle de calculer des aires? Si la multiplication est une addition répétée, pourquoi multiplie-t-on des masses de bananes (en kilos) par des prix, pour obtenir des coûts (en euros) ? » Ces questions laissent les professeurs muets.

---

<sup>11</sup> Les mathématiciens connaissent tous l'ouvrage de (Ma, 2010) sur le « Pedagogical content knowledge », qui montre son existence chez les professeurs Chinois et son absence chez la plupart des professeurs aux USA, mais cette recherche ne permet pas de comprendre la manière dont ce type de savoir peut se former dans le cadre d'une formation instituée.

Les situations que rencontrent les élèves à l'école

- ne sont au mieux, qu'une forme abstraite des situations sociales qu'elles évoquent, elles ne dispensent pas de l'enquête

- elles sont au pire artificielles, parce que leur lien avec une question sociale s'est perdu, elles ne méritent pas même la recherche

Les situations sociales produisent une expérience et un discours qui a les propriétés d'une métaphore, et l'école doit mobiliser l'expérience culturelle que portent ces métaphores, pour engager les élèves dans l'étude d'un problème dont la résolution supposera l'apprentissage d'un savoir identifié a priori par le professeur mais tel, que les élèves pourront appuyer leur apprentissage sur la connaissance sociale portée en particulier par la langue dite naturelle. Dans l'exemple du prix, l'existence d'un nom spécifique doit être analysée. Car la réponse suppose une définition du prix, qui est « un coût unitaire », et

*coût unitaire (euros/kilo) X quantité (kilos) = prix (euros),*

ce qui règle la question si l'in indique les unités des trois grandeurs impliquées.

Nous disposons, en didactique, d'exemples solidement étudiés d'enseignements qui ont la robustesse nécessaire et permettent de poser, avec des professeurs en formation, les questions ouvertes. J'en donnerai un seul exemple, particulièrement intéressant parce qu'il a donné lieu à des observations internationales, dans des conditions et des milieux sociaux variés. Comme cet enseignement s'appuie sur des constantes anthropologiques qui sont présentes dans presque toutes les cultures, il semble bien porteur des propriétés que nous avons demandées.

### ***Les outils d'une profession : un exemple, le jeu du trésor, en maternelle***

Comme on va le voir, parce que les savoirs qui font l'enjeu de cet enseignement ont l'ensemble des propriétés recherchées. Mais aussi parce que ces savoirs sont antérieurs à l'organisation en disciplines et de ce fait, peuvent caractériser ce qu'il serait possible d'enseigner en Maternelle. Cela supposerait que les enseignants de ce niveau scolaire soient des professionnels formés non pas seulement aux rapports au monde que définissent les disciplines universitaires, mais à une analyse plus épistémologique des premiers savoirs dont il est possible de faire partager l'expérience à de jeunes enfants, pour leur montrer ce que l'on attend des élèves qu'ils vont devenir.



La suite des activités qui composent l'ingénierie didactique mise en œuvre est issue du COREM (le Centre pour l'observation et la recherche sur l'enseignement des mathématiques) associé à l'École Jules Michelet de Talence entre 1970 et 1999 et dirigé par Guy Brousseau dont on sait qu'il a obtenu de l'International Congress on Mathematics Education le premier prix Felix Klein pour le travail dans cette

école. Le « jeu du trésor a été enseigné durant vingt ans à Jules Michelet et n'a guère diffusé malgré un CD-ROM chez Hatier. Nous avons, depuis les années 2000, reproduit cet enseignement à Genève (Schubauer Leoni, M.L., Forget, & Leutenegger, F., 2007) (Forget & Schubauer-Leoni, 2008), au Tessin, en Bretagne et à Marseille, dans plusieurs écoles contrastées dans leur public et leurs idées de ce qu'est une école pré-primaire. Plusieurs versions d'un montage des observations ont été produites en CD-ROM (Salin, Briand, J., & Loubet, M., 2007) sur ces divers lieux, avec un but de formation.

L'objectif initial de l'ingénierie était de mettre les élèves de la classe en situation de faire l'inventaire d'une collection, puis désigner les objets d'une sous-collection, L'idée était de montrer que les exercices formels proposés à l'époque de la réforme moderniste des années 1970-1980 étaient la transposition maladroite de problèmes cognitifs importants que les jeunes enfants pouvaient rencontrer et résoudre par eux-mêmes, s'ils étaient guidés sur ce chemin.

Le *jeu du trésor* propose donc une situation qui se met en œuvre en quatre phases: 1) constituer le trésor, qui comprend environ 40 objets ; 2) jouer à « la boîte vidée<sup>12</sup> » à deux ou trois objets ; 3) jouer ce jeu avec 12 objets, et penser à « faire une liste » ; 4) jouer en utilisant une liste qu'on a réalisée 5) utiliser une liste réalisée par un autre et réaliser une liste pour un autre, pour cela mettre au point un « code commun » pour désigner les objets. Ces phases correspondent à trois *jeux d'apprentissage*, qui portent les enjeux successifs suivants :

Un premier enjeu, déclarer l'appartenance d'un objet à une collection<sup>13</sup>.

Un deuxième enjeu, étudier l'œuvre culturelle qu'est une liste et son usage<sup>14</sup>.

Un troisième enjeu, éprouver la nécessité et les propriétés d'un code efficace<sup>15</sup>.

### **La mise en œuvre du jeu**

D'abord parce qu'un jeu propose *une tâche auto-évaluative*, ce qui n'est pas le cas ordinaire des questions scolaires, dont l'évaluation revient au professeur.

Ensuite parce que travailler sur des collections d'objets suppose *un référentiel*, que nous appelons le trésor, d'un terme qui est compris de tous les enfants comme de leur famille : c'est à nous et ça a de la valeur », et le terme est associé aux actions de cacher et découvrir, qui sont précoces et motivent déjà les tout petits. Ce nom permet de jouer de la surprise et de mobiliser l'action de deviner. La boîte au trésor contient une collection, au sens ordinaire d'objets que l'on collecte et rassemble et au sens didactique d'objets que l'on peut énumérer et lister, ce sont des petits objets hétéroclites que le professeur apporte et ajoute au fur et à mesure, et que les élèves nomment avant qu'ils ne soient ajoutés à la collection.

---

<sup>12</sup> Ce jeu est une sorte de « jeu de Kim ».

<sup>13</sup> C'est l'enjeu de l'exercice présenté plus haut : les élèves doivent « entourer l'ensemble des oiseaux. »

<sup>14</sup> Les ensembles peuvent être définis par la liste de leurs objets « les éléments de l'ensemble sont une poule, un perroquet, etc. », ou comme des sous-ensembles d'une collection et par la valeur de vérité d'une proposition « les éléments de l'ensemble sont des oiseaux. »

<sup>15</sup> L'écriture alphabétique en est un, l'écriture chiffrée des nombres aussi, mais le codage des propriétés définissant une sous-collection en est un autre : « On appelle O l'ensemble des oiseaux dessinés, sous-ensemble de l'ensemble A des animaux. »

Enfin parce que le jeu demande une *mémoire externe*, *la liste*, qui est donc un objet culturel dont nous savons que c'est un des premiers outils de la pensée quand elle accède à l'écriture (Goody, 1979). Et enfin, l'usage de la liste implique la nécessité d'inventer un *code partagé* pour produire une liste efficace (i.e. : qu'un autre peut décoder).

Dans la première phase, le professeur rassemble chaque jour tous les élèves autour de lui et prend la boîte contenant le trésor en voie de constitution. Le professeur demande à la classe « quels sont les objets de notre trésor » et les sort au fur et à mesure qu'ils sont nommés, puis il ajoute un ou deux objets nouveaux, qu'il fait reconnaître aux élèves et auxquels il fait attribuer un nom propre. Jusqu'à obtenir une collection d'une quarantaine d'objets comprenant à la fois des objets ressemblants et d'un des types de formes géométriques simples suivantes : cylindriques, sphériques, parallélépipédiques, rectangulaires, ronds, carrés, mais aussi de diverses tailles matières (mou, dur) couleurs ou usages (balle de pingpong, de tennis, de golf), ou aisément reconnaissables parce que singuliers comme les jouets humanoïdes (poupée, animaux) ou mobiles (voitures, avions). Voici les objets de la boîte, dans une des classes expérimentées.



### La gestion du jeu en ZEP (enfants de Moyenne et Grande Section, à Marseille).

#### 1) le jeu du trésor (15 séances)

Chaque temps de jeu est bref. En fin de période, le trésor (rangé dans une boîte) comprend 36 objets, et de nombreux objets semblables. Mais elle permet, dès le deuxième jour, avec trois objets, de jouer au jeu collectif de « la boîte vidée ».

Le professeur interroge un élève volontaire, celui-ci dit un nom. S'il a nommé un objet qui est dans la boîte le professeur l'en sort, et le pose à la vue de tous. Si l'élève nomme un objet déjà sorti ses camarades peuvent le constater et le dire, un autre élève le remplace. Le jeu s'achève lorsque les élèves déclarent qu'il n'y a plus d'objet. Alors le professeur retourne la boîte : s'il reste des objets ils ont perdu ; si elle est vide ils ont gagné. Le jeu est pratiqué quotidiennement. Il s'appuie sur les noms propres de chacun des objets du trésor. Au cours du jeu, les propositions des élèves ont le sens d'une *assertion sur l'appartenance* : nommer « la bougie » est réponse « non » à la question « la bougie a-t-elle été sortie de la boîte ? ». La sanction appartient à la situation en ce sens que l'erreur la répétition et l'oubli sont sanctionnés par



la présence vérifiable des objets déjà sortis, visibles. L'apprentissage porte sur ce savoir-faire, en situation. Il se produit au cours de cette phase, chaque séance durant au maximum 15 min. Après avoir joué à « la boîte vidée, le professeur augmente le trésor. Ainsi, tous les enfants se familiarisent avec les objets du trésor et s'accordent sur la façon de les nommer. Dans cette première phase le code est verbal, la liste est produite collectivement et elle demeure implicite, les objets manipulés sont matériels et familiers, la

Les objets figuratifs



dénomination des objets est bien justifiée.

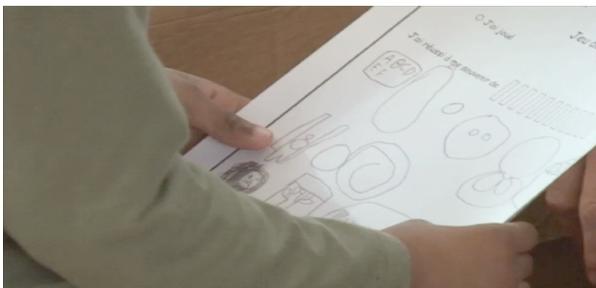
## 2) Le jeu de la boîte vidée (15 séances environ)

Quand le trésor est complet, le professeur change de jeu : chaque jour, il sort deux à quatre objets du trésor et il les cache dans une petite boîte, qui reste ouverte jusqu'au soir. Le soir il ferme la boîte. Le jour d'école suivant, il demande aux élèves quels objets la boîte contient, viennent successivement répondre les volontaires, jusqu'à ce qu'un élève trouve *seul* tous les objets. Le jeu dure jusqu'à ce que tous les élèves aient gagné au moins une fois.

Troisième phase, le jeu des listes



Le jeu des listes



## 3) le jeu de la liste (5 à 10 séances)

Mais alors, le professeur change la règle du jeu, en mettant maintenant 12 objets du trésor dans la boîte. Plus personne n'arrive à se souvenir et le problème est posé explicitement : « Comment faire pour pouvoir dire les objets mis la veille ? » Si les élèves ne trouvent pas, le professeur les encourage : « Il y a un truc que tout le monde connaît ! » jusqu'à ce que vienne l'idée du truc, faire une liste, ce pour quoi le professeur met à disposition du papier et des crayons noirs, sachant que les élèves ne savent pas écrire. Le problème est alors celui de la création d'un codage efficace des éléments d'une collection de 12 objets pris parmi 40... La méthode de la liste sera adoptée progressivement par tous au cours des séances suivantes (d'abord, un élève fera une liste chez lui, avec l'aide de sa famille, mais il l'oubliera; ou il fera la liste en classe mais ne s'en servira pas pour jouer; ou il fera une liste incomplète sans compter le nombre de ses

dessins, ou il dessinera deux fois un objet sans s'en apercevoir, etc.)

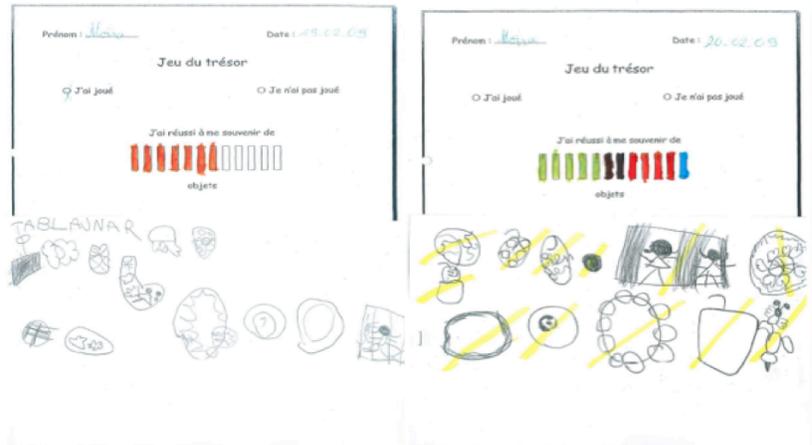
## 4) La création d'un code (20 à 30 séances)

Il faut non seulement faire une liste, mais il faut la lire ! Et quand on joue à deux, un qui fait la liste l'autre qui la lit, il faut que le codage soit partagé. De nouvelles questions se posent, comme celle de l'organisation de la liste... (ici l'élève a appris à ranger les codages en lignes pour vérifier leur nombre, et à cocher les objets nommés pour ne pas nommer deux fois le même). Les élèves rencontrent ces problèmes comme des questions pratiques, la réponse est une compétence c'est-à-dire un savoir qui organise l'action. L'élève peut identifier les causes d'erreur.

Peu à peu les codes personnels évoluent, mais toutes les difficultés ne sont pas surmontées. En effet pour dessiner et reconnaître un objet parmi 40 les élèves doivent choisir des signes bien distincts les uns des autres, faciles à mettre en correspondance avec les caractères choisis et à mémoriser.

On peut voir une fois encore

que le professeur doit, pour enseigner, non pas guider l'exécution de gestes techniques qu'il aurait démontrés (aider les élèves à recopier l'écriture des noms des objets de la liste) mais bien plutôt leur désigner la classe générale de techniques dont relève ce qu'il veut faire produire. Nous classons ce type d'enseignement dans la catégorie générale des « problèmes de modélisation » dont relèvent les questions de « production d'une représentation » qui déterminent la plupart des questions scientifiques.



### ***Une voie d'attaque pour la production d'outils professionnels : la mise en œuvre d'ingénieries coopératives***

Les programmes de recherche sur l'enseignement des mathématiques que nous avons initiés en 2009 à l'UMR ADEF organisent des collectifs réunissant *tous les enseignants d'une école* (Saint Charles) située en ZEP à Marseille ; ou *plusieurs professeurs de mathématiques d'un collège* (Marseilleveyre), et autour d'eux, des équipes de formateurs et de chercheurs. Les membres de ces équipes sont donc professeurs d'école maîtres formateurs ou animateurs IREM, et ils interviennent dans la formation initiale et continue des PE ou des PLC, ils sont didacticiens des mathématiques de l'équipe d'accueil mixte ADEF, ENS-Lyon (IFE) et AMU (IUFM), à Marseille. L'enjeu est

- l'observation *clinique*<sup>16</sup> c'est-à-dire *le suivi des enseignements d'un établissement sur une longue période*, et

<sup>16</sup> Clinique au sens de (Foucault, 1994) et des origines de la médecine, dans son enquête sur l'archéologie de ce corps de savoirs. En ce sens, l'innovation devient capitalisable et transmissible autrement que par frayage.

- l'intervention sur le procès d'enseignement, visant à la fois 1) à augmenter chez les professeurs une expérience réfléchie qu'ils puissent transmettre et 2) à augmenter pour la recherche la connaissance des contraintes et du possible.

### **Un exemple: la constitution du LEA « École Saint Charles »**

Dans le cadre des programmes 2008 pour l'école dite « du socle commun » qui mettent l'accent sur les automatismes de calcul, nous explorons la mise en place des algorithmes opératoires comme réponses techniques à des problèmes de calcul, permises par la numération décimale de position considérée comme théorie de ces techniques : l'étude des algorithmes est donc un problème de modélisation (G. Sensevy & Mercier, 1999). Nous tentons ainsi de poursuivre, en CP avec notre participation à la recherche ACE (Apprentissage et Compréhension à l'École) et sur tout le curriculum élémentaire, le type de travail présenté ici pour la maternelle. La production de chaque algorithme est donc posée aux élèves comme un défi, un grand problème dont la résolution est pensée comme une suite de « jeux d'apprentissage ». Les élèves apprennent à résoudre les problèmes d'abord dans les cas simples mais significatifs<sup>17</sup>. Les manières de faire qu'ils inventent et mettent collectivement au point deviennent des algorithmes au fur et à mesure qu'un répertoire de résultats élémentaires se constitue. Ce travail leur permet de développer une meilleure compréhension de la numération décimale de position, d'éprouver l'usage des répertoires de résultats fréquemment utiles, d'apprendre à s'engager dans l'étude de longue haleine pour des questions difficiles puisque les algorithmes de calcul supposent un traitement symbolique des « écritures chiffrées ».

Nous observons et testons des variantes significatives, qui apparaissent dans les classes selon l'inventivité des professeurs et des élèves. Et nous identifions des problèmes épistémologiques mal connus parce que l'histoire n'en a pas gardé une trace vivante. Ainsi, nous avons observé comment la soustraction et la division sont « des opérations hypothétiques » au sens où la première forme du calcul de ces opérations est « un tâtonnement expérimental », la technique venant alors de la procédure de vérification du résultat à l'aide de l'opération inverse (respectivement addition ou multiplication). C'est le tâtonnement systématique qui conduit les élèves à connaître certains résultats, et à former un répertoire que le professeur enregistre. Et l'exécution systématique des techniques mises au point demande bientôt une connaissance systématique d'un répertoire de résultats (les tables).

L'enjeu du travail du LEA est donc la mise en place d'ingénieries exigeantes avec l'apport de professeurs expérimentés, de chercheurs en didactique et de chercheurs dans les savoirs enseignés intéressés à l'épistémologie des questions élémentaires soit,

---

<sup>17</sup> Par exemple, ils cherchent : « Combien d'objets reste-t-il dans la boîte si j'en ai mis 12 (on les a comptés quand je les ai mis) et si maintenant j'en enlève 3 (on pourra vérifier en ouvrant la boîte, après avoir proposé une réponse) ? » et ils peuvent comparer leurs propositions de réponse, et corriger leur proposition au cours de la discussion, avant que la boîte ne soit ouverte... plus tard, quand ils connaîtront certains résultats (des éléments d'un répertoire) et qu'ils sauront vérifier leur réponse sans ouvrir la boîte (avec une addition) les problèmes de ce type et d'autres qui leur ressemblent seront nommés des « problèmes de soustraction » et on cherchera un algorithme pour leur résolution automatisée.

aux fondements de leur discipline. Le travail est aujourd'hui engagé depuis la constitution de listes comme outil de numération (en maternelle) à l'étude du système de numération décimale de position qui fonde ces algorithmes (au CP, recherche Apprentissage et Compréhension à l'École, entre Cognition et Didactique) jusqu'à l'enseignement de la division (au CM1). Mais il se poursuit à Marseille au Collège Marseilleveyre avec un LEA sur l'enseignement des mathématiques qui travaille en collaboration avec le réseau des IREM.

### **Les LEA, institutions pour penser au niveau national les contraintes professionnelles sur l'enseignement des savoirs**

En développant des recherches collaboratives avec des établissements plutôt qu'avec des réseaux de professeurs isolés, nous identifions :

- l'état des lieux et les contraintes actuelles du travail enseignant,
- les attentes collectives des professeurs ou des élèves,
- ce que sont les développements possibles étant données les conditions locales.

En particulier, nous observons l'effet des interventions d'une équipe de recherche visant à transformer les conditions de l'exercice professionnel en proposant des outils fiables, robustes et validés. cela nous permet d'observer :

- les directions d'évolution de l'enseignement qui seraient socialement acceptables,
- les résistances des professeurs et des élèves, comment et en quoi leur action est contrainte,
- ce qu'une formation peut apporter et ce que l'on peut mettre en place à faible coût,
- quels sont les effets productifs et contreproductifs à long terme de certaines propositions.

Ce type de travaux doit fonder toute entreprise de formation professionnelle. Faute de cela, les écoles, instituts ou facultés de formation de professeurs (peu importe leur nom) limiteront leur intervention à l'adjonction de déclarations morales de type pédagogique à des enseignements disciplinaires inadaptés. Grâce à une révolution dans la manière de penser son intervention, la clinique<sup>18</sup> et à l'idée qu'il y allait d'un travail collectif<sup>19</sup>, la médecine a su (il y a bientôt deux siècles) devenir à la fois collective et expérimentale et a ainsi pu s'appuyer sur les sciences du vivant, il est temps que l'enseignement suive cette voie et qu'une recherche fondée sur une *clinique* lui permette de devenir activité fondée sur une *organisation collective de la pratique* et ainsi, une activité véritablement professionnelle. Il est temps que cette position épistémologique, que les didactiques permettent d'imaginer lorsqu'elles deviennent comparatives et pour cela développent une posture d'anthropologies des savoirs, aident la profession de professeur à s'appuyer efficacement sur les sciences de la cognition aussi bien que sur les sciences sociales.

Mais un tel projet suppose que l'école cesse de porter les fantasmes totalitaires de ceux qui rêvent de changer la société en dressant les enfants selon les règles qu'ils inventent et dont on ne sait qui les leur a révélées. L'École doit devenir le lieu d'une société démocratique où chacun peut trouver des éléments de réponse aux questions vives qui

---

<sup>18</sup> (Schubauer-Leoni & Leutenegger, 2002)

<sup>19</sup> (Fleck, 1981).

se posent à lui et à la société dans laquelle il vit. Elle doit être le lieu de l'instruction de tous les citoyens, qui ont à décider de leur avenir en connaissance de cause, si possible. Cette école là a besoin de mobiliser tous ses acteurs sur un projet qui permette de reconnaître l'invention efficace et de la diffuser, tout autant qu'elle a besoin d'institutions capables de définir les normes et de les faire évoluer. Cette évolution permettra de satisfaire les besoins de la société en acteurs outillés de savoirs efficaces: instruits et aptes à s'instruire à tout moment.

## **En forme de conclusion, nécessairement provisoire**

Des institutions de formation professionnelle doivent fonder leurs interventions sur des recherches fondamentales c'est-à-dire sur une connaissance solide des contraintes de l'action enseignante et des conditions de son exercice. Ces institutions ont donc à inventer des dispositifs de recherche adéquats: le dispositif des établissements associés, que l'on peut penser comme des cliniques pour l'observation et l'intervention raisonnée, sur le long terme pour que les effets de l'intervention puissent être observés dans leurs dimensions personnelle et collective, sur le lieu même des phénomènes qui se produisent, semblent pouvoir permettre de développer les connaissances dont la formation a besoin. Ces cliniques, où interviennent des praticiens associés à la recherche, sont aussi les instruments d'accès au monde des pratiques sur laquelle il faut augmenter nos connaissances pour former des professionnels de l'éducation.

Cela suppose que ce type de projet mobilise des didactiques étroitement associées aux sciences sociales et cognitives, et donc que les universités trouvent les conditions favorables à la mise en place stable de ces collaborations. Mais cela appartient aux instances de décision et donc, en dernier ressort, à une société dont il n'est pas sûr que le niveau de développement scientifique soit aujourd'hui à la hauteur des enjeux et des problèmes que nous avons, didacticiens comparatistes, commencé seulement à identifier et à étudier.

## **Bibliographie**

- Chevallard, Y. (1997). Familiale et problématique, la figure du professeur. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17, 17–54.
- Chevallard, Y. (2000). La recherche en didactique et la formation des professeurs: problématiques, concepts, problèmes. *Actes de la x e École d'été de didactique des mathématiques (Houlgate, 18-25 août 1999)*, 98–112.
- Durkheim E. Article « Pédagogie ». In F. Buisson (Dir.), Nouveau dictionnaire de pédagogie. Lyon : INRP (édition numérique 2007).
- Fleck, L. (1981). *Genesis and Development of a Scientific Fact*. University of Chicago Press.

- Forget, A., & Schubauer-Leoni, M. L. (2008). Inventer un code de désignation d'objets au début de la forme scolaire. Des productions personnelles à la convention collective. *Raisons éducatives*, (1), 183–204.
- Foucault, M. (1994). *Naissance de la clinique*. Presses Universitaires de France.
- Gauchet, M. (1985). L'école à l'école d'elle-même. *Le Débat*, n° 37(5), 55-86. doi:10.3917/deba.037.0055
- Goody, J. (1979). *La raison graphique*. Éditions de Minuit. Consulté de <http://jim.marchal.free.fr/fac/pdf/Jack%20GOODY.pdf>
- Herbart, J. F., (1894). *Principales œuvres pédagogiques (Pédagogie générale, Esquisse de leçons pédagogiques, Aphorismes et extraits divers)*, traduites et fondues en un seul volume par A. Pinloche, Travaux et mémoires des facultés de Lille, vol. 4, Mémoire no 15.
- Hilgenheger, N., (2000). Johann Friedrich Herbart (1776-1841). *Perspectives : revue trimestrielle d'éducation comparée* (Paris, UNESCO : Bureau international d'éducation), vol. XXIII, n° 3-4, 1993, p. 669-684.
- Ma, L. (2010). *Knowing and Teaching Elementary Mathematics: Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States* (2nd Revised edition.). London: Routledge.
- Mercier, A. (2008). Pour une lecture anthropologique du programme didactique. *Éducation & Didactique*, 2(1), 7–40.
- Mercier, Alain, Schubauer-Leoni, M., & Sensevy, G. (2002). Vers une didactique comparée. *Revue Française de Pédagogie*, (141), 5-16.
- Salin, M. H., Briand, J., D., & Loubet, M., À. L. E. . (2007). Apprentissages mathématiques en Maternelle: situations et analyses Maternelle. *Hatier Pédagogie, CD Rom*, (4965208).
- Schubauer Leoni, M.L., M. L., Forget, A., & Leutenegger, F., F. (2007). L'accès aux pratiques de fabrication de traces scripturales convenues au commencement de la forme scolaire. *Éducation et didactique*, 1(2), 9-35.
- Schubauer-Leoni, M. L., & Leutenegger, F. (2002). Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire. *Raisons éducatives*, (1), 227–251.
- Sensevy, G., & Mercier, A. (1999). Pourquoi faire encore des mathématiques à l'école ? *Le Télémaque*, (15), 69-78.
- Sensevy, Gérard. (2011). *Le Sens du Savoir Éléments pour une Théorie de l'Action Conjointe en Didactique*. De Boeck.