

Equipe (CD)AMPERES
Conception et Diffusion d'Activités Mathématiques et de Parcours d'Etude et de
Recherche dans l'Enseignement Secondaire
Proposition pour l'atelier du thème Thème 1 : Ressources, démarches d'investigation et
résolution de problèmes

Résumé : *L'équipe (CD)AMPERES, constituée de plusieurs dizaines de professeurs encadrés par des didacticiens, est répartie en neuf groupes académiques. Partant du constat d'une crise de l'enseignement des mathématiques, elle s'appuie sur les recherches menées depuis une quarantaine d'années en didactique afin de concevoir un enseignement des mathématiques au sein duquel une majorité d'élèves trouvent du sens et du plaisir. Pour cela, à l'aide des outils venus de la Théorie des Situations Didactiques et de la Théorie Anthropologique du Didactique, elle conçoit des propositions d'enseignement qu'elle fait passer dans les classes ordinaires des Collèges et Lycées, y compris en ZEP, analyse cette passation et retouche la conception initiale, afin de produire un document papier ou Internet, en direction des professeurs.*

Breve présentation de l'équipe (CD)AMPERES

L'équipe (CD)AMPERES regroupe environ une quarantaine de professeurs associés à l'INRP, et à peu près autant qui travaillent dans des IREM, répartis au niveau national dans neuf groupes académiques¹. Une grande partie du travail est menée de manière quasiment bénévole ; les moyens affectés ne recouvrent pas toujours l'ampleur de l'investissement requis. L'équipe a tenu ses III^e journées annuelles, au siège de l'INRP à Lyon, les 20 et 21 mai 2010. En 2005, essentiellement constituée à partir de la Commission Inter IREM Didactique à l'origine, elle était constituée de cinq groupes issus de cette CII. Son quasi doublement en quelques années d'existence est sans doute le signe que son travail correspond à un réel besoin éprouvé par un nombre significatif de professeurs de mathématiques. On trouvera son projet à partir de quelques-uns de ses textes fondateurs à l'adresse, de même que ses publications en ligne :

<http://educmath.inrp.fr/Educmath/ressources/documents/cdamperes/textes-fondateurs>.

Les lignes qui suivent développent les raisons d'être du travail qui s'y mène.

Un constat à l'origine de l'équipe (CD)AMPERES

Ces dernières années ont vu l'émergence d'un débat vigoureux sur l'enseignement des mathématiques, et plus généralement sur celui des sciences. Des formules telles que « la désaffection pour les sciences ou pour les études scientifiques » en constituent des emblèmes. Il conviendrait sûrement de regarder les chiffres de cette désaffection de plus près car des facteurs exogènes, comme le fait que la poursuite d'études scientifiques est vue comme facilitatrice d'une insertion professionnelle des jeunes en période de chômage, ou encore comme une possibilité d'accession à une position sociale élevée, jouent dans le choix de ce type d'études. On peut néanmoins relever ce que l'on nommera provisoirement « un désamour » pour l'étude des mathématiques, à partir de données davantage qualitatives que quantitatives ; ces dernières sont trop sommaires pour même saisir, et donc comprendre, le problème. Ainsi, dans la reprise en 2005 du travail d'enquête mené en 1998 auprès des lycéens, Roger Establet et son équipe montrent que, pour les élèves de ce niveau, les sciences ont avant tout un intérêt scolaire, et non culturel. Ceci peut paraître paradoxal quand ces mêmes lycéens se disent simultanément attachés aux disciplines qui leur parlent du monde dans lequel ils vont entrer. Les mathématiques ne parleraient-elles plus du monde, ou bien la partie du monde qu'elles décrivent ne relèverait-elle plus que d'un faible intérêt ?

L'étude d'Establet établit la valeur que les lycéens attribuent aux mathématiques. Ennui et inutilité prédominent, et l'importance de leur étude est trouvée dans leur nécessité pour réussir dans la vie...

¹ Aix-Marseille, Bordeaux, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Montpellier, Nice, Poitiers, Toulouse

professionnelle, non pas dans l'éclairage qu'elles fourniraient sur le monde. Les considérations précédentes portent sur les lycéens français ; on pourrait croire le mal circonscrit à ce seul pays. Il semble pourtant qu'il sévisse au-delà de ses frontières. En 2007, un « High Level Group on Science Education », présidé par M. Rocard, a remis à la Commission européenne un rapport faisant le point sur l'état de l'enseignement des sciences en Europe². Après avoir relevé que l'enseignement scientifique est loin d'attirer les foules européennes et que, dans de nombreux pays, cette tendance empire, certaines des causes du phénomène sont mises en avant : « The origins of this situation can be found, among other causes, in the way science is taught ». La recommandation principale du groupe concerne un changement radical de l'enseignement scolaire des sciences, pour passer d'une méthode principalement déductive à une méthode basée sur le questionnement.

Depuis la didactique des mathématiques, quelques raisons ont pu être relevées qui fournissent des éléments de réponses explicatives de ce « désamour ». L'une d'entre elles tient à la nécrose des objets d'enseignement et sur ce point, les connaissances de la profession ne sont sûrement pas seules en cause. Prenons un exemple relatif à la place accordée à l'étude des triangles au Collège et au Lycée. L'utilité des triangles pour des problèmes ayant trait aux affaires de hommes (la triangulation précisément) paraît désormais socialement peu visible aux citoyens, et par conséquent aux professeurs ; si tant est que la société considère que cette utilité demeure. Certains contenus de programme semblent alors perdurer parce que dans la tradition, l'héritage scolaire. Sur ce seul cas, et il y en a bien d'autres, on a perdu l'une des questions fondamentales : par exemple « pourquoi l'honnête homme du XXI^e siècle se devrait-il de savoir que la somme des angles d'un triangle vaut 180°? », et son corollaire « en quoi est-ce utile de le savoir ? » Les groupes (CD)AMPERES d'Aix-Marseille, Bordeaux, Clermont-Ferrand et Poitiers travaillent sur des propositions d'enseignement de la géométrie du triangle, de la 6^e à la 2^{de}, qui visent à faire rencontrer et instruire par les élèves des questions donnant du sens à cette étude, tout en étudiant le savoir des programmes relatif à ce domaine des mathématiques. Ce point de vue dépasse le cadre du travail de nos équipes car seule une refondation exigeante du curriculum de mathématiques (c'est-à-dire engageant une réflexion sérieuse et donc large, à la manière de la commission Kahane au début des années 2000) pourrait commencer à inverser la tendance. Un tel projet passerait par la refonte de programmes souvent rédigés en termes de « capacités » ou « compétences » attendues, c'est-à-dire en termes de savoir-faire, quand les fondements de l'activité mathématique, depuis les Grecs, reposent sur la recherche et la production d'éléments les justifiant.

Mais une des raisons du « désamour » des lycéens pour les mathématiques – non pas la seule mais en tout cas l'une des principales – tient, pour une bonne part et en liaison avec la précédente, à la forme actuelle de l'enseignement des mathématiques. Lorsqu'on observe cet enseignement depuis la France, quelques phénomènes peuvent être relevés qui contribuent à expliquer pour partie cette crise : « perte » des questions fondatrices de divers domaines des mathématiques induisant en retour une perte de sens des mathématiques chez les élèves, cloisonnement thématique qui induit une forme parcellaire de l'enseignement découpé en chapitres duquel la cohérence et les liens échappent, recours massif au recopiage plus ou moins arrangé et la passation en classe d'activités dites « introductives » trouvées dans les manuels ou sur l'Internet, et le plus souvent non significatives, purement formelles, dépourvues de pertinence épistémologique.

Par ailleurs, le découpage horaire des séquences confère à l'heure le rôle de mètre-étalon du temps d'enseignement : les mathématiques rencontrées dans l'heure se doivent en conséquence de former un tout. Si une question problématique est soumise à l'étude en début d'heure, l'impératif catégorique découlant de la « tyrannie de l'heure » implique une réponse donnée dans l'heure, accompagnée si possible des exercices d'entraînement qui lui sont relatifs ; le temps long de la recherche ne trouve guère les moyens de vivre. A ce type de phénomènes se surajoute le poids d'une idéologie relevant du « constructivisme radical », qui voudrait que l'élève singulier soit seul aux prises avec les problèmes

² <http://ec.europa.eu/research/science-society/index.cfm?fuseaction=public.topic&id=1100>. C'est la raison pour laquelle les trois dernières sessions annuelles des journées de (CD)AMPERES ont donné l'occasion à des didacticiens européens, à côté de français travaillant dans la même direction que notre équipe, de venir débattre avec elle à l'issue de conférences : Belgique (Maggy Schneider) Espagne (Marianna Bosch), Italie (Paolo Boero.)

dont le savoir est la réponse, afin qu'il « construise » par lui-même « son » savoir. La traduction pratique de cette idéologie se traduit en acte par l'évanouissement du collectif-classe, la privation des ressources socialement disponibles, et le recours à des activités de faible teneur mathématique...

Le travail de l'équipe (CD)AMPERES : vers un autre type d'étude

Le travail dans lequel sont engagés les membres de l'équipe AMPERES vise à libérer l'enseignement de certaines des contraintes que nous venons d'évoquer, tout en acceptant consciemment d'autres. Hormis celles sur lesquelles il est difficile d'agir, par exemple celle relative au découpage horaire, la contrainte principale tient dans le respect des contenus du programme de mathématiques. L'objectif consiste à proposer aux professeurs un système de conditions pour un processus d'étude des mathématiques d'un nouveau type, afin qu'elles prennent davantage de sens aux yeux des élèves.

Notre travail suit ainsi l'une des directions fondatrices de la didactique des mathématiques : le développement de l'usage des outils théoriques qu'elle a établis pour la conception d'un enseignement favorisant dans la classe une genèse artificielle des savoirs mathématiques à étudier. Contre des activités non mathématiquement motivées, il s'agit d'en concevoir d'authentiques permettant l'étude par la construction collective du savoir comme recherche de réponse à une question dévolue à la classe. Contre le morcellement du savoir, il s'agit de développer des Parcours d'Etude et de Recherche (PER) permettant un recouvrement partiel de secteurs ou domaines du programme d'un ou plusieurs niveaux, à partir de questions à fort pouvoir générateur d'étude.

Dévoluer aux élèves la responsabilité de construire une réponse à une question est sans doute nécessaire si l'on souhaite « re-dynamiser l'enseignement des mathématiques » – c'est-à-dire rendre les élèves auteurs, et non spectateurs des mathématiques – mais cela reste encore partiellement insuffisant. Par exemple, si l'on poursuit l'exemple relatif à l'étude du triangle, il est nécessaire de se poser la question de leur utilité mathématique, au moins pour justifier qu'on les étudie en leur consacrant tant de place et de temps. De même, est-il tout autant nécessaire d'analyser les parties des mathématiques des programmes scolaires dans lesquelles on les rencontre, ou plutôt que leur étude peut engendrer ; tant aux plans didactique qu'épistémologique ou encore à celui de leur organisation après transposition didactique. On a alors davantage de chances de ne pas verser dans la parcellisation thématique.

En conséquence, la question à dévoluer mérite d'être posée – sur l'exemple des triangles comme sur bien d'autres –, non plus au niveau du thème *stricto sensu*, mais au niveau du domaine ; celui de la géométrie plane dans ce cas. Concevoir un enseignement des mathématiques bâti sur cette double préoccupation – dévoluer une question, mais une question qui soit **suffisamment large** pour générer « beaucoup » de mathématiques, celles que l'on rencontre dans des classes de plusieurs niveaux, afin que leur sens soit le moins possible perdu – revient à enseigner avec le souci de faire vivre dans ses classes l'étude et la construction par les élèves de savoirs en réponse à une question génératrice, reprise en plusieurs fois, sur plusieurs années peut-être. Cette étude engendrant sans doute la recherche de réponses à des sous-questions s'imposant en raison, pour l'instruction de la question génératrice. On aboutit ainsi à une forme d'enseignement qui génère non des organisations mathématiques locales, c'est-à-dire portant au mieux sur un chapitre, mais des savoirs organisés en un recouvrement partiel de secteurs, voire de domaines des mathématiques : au moins une grande partie de la géométrie plane sur cet exemple.

L'équipe (CD)AMPERES conçoit, expérimente et observe, notamment en filmant, des propositions d'Activités et de Parcours d'Etude et de Recherche bâties à partir de questions problématiques dévolues aux élèves dans les classes ordinaires de l'enseignement secondaire. Depuis 2009, ce travail se prolonge par l'étude de dispositifs du même type à l'Ecole primaire, notamment sur l'enseignement de la soustraction dans une classe de CE1 d'une école de ZEP de Marseille. Le travail de recherche-développement actuellement entrepris a abouti à la mise en ligne de certaines de ses publications.

On les trouve à l'adresse suivante :

<http://educmath.inrp.fr/Educmath/ressources/documents/cdamperes/domaines>

Ce sont des documents pour le professeur, utilisables dans ses classes, et intégrant des éléments de didactique permettant, à qui veut bien consentir à l'effort de les étudier, la compréhension et la maîtrise des propositions ainsi construites et des phénomènes susceptibles de se produire en classe afin de pouvoir les observer et les réguler. Les groupes académiques, souvent rattachés à des IREM, organisent des formations continues à destination des professeurs de mathématiques. Les formateurs en IUFM diffusent, en direction des PLC1 et PLC2 de mathématiques, ces productions et les outils qui permettent de les bâtir. Une formation longue, de cinq journées, est inscrite au catalogue de l'INRP.

Questions relatives à la formation aux productions (CD)AMPERES, effets sur les élèves

Souvent les professeurs de mathématiques en exercice dans le secondaire perçoivent la situation dégradée de cet enseignement et éprouvent le besoin d'y remédier. Pourtant plusieurs conditions auxquelles tente de pallier (CD)AMPERES manquent pour s'engager dans cette voie. La première tient au fait que les professeurs sont isolés, disposant de peu de ressources en dehors des manuels, pour leur travail de conception de l'enseignement. La seconde tient à la posture du professeur qui devient, au sein des propositions conçues par l'équipe, plutôt un directeur de l'étude qu'un enseignant qui « montre » le savoir ; c'est en quelque sorte une révolution copernicienne par rapport à la culture courante de l'enseignement, et vers laquelle certains refusent de s'engager sans garanties préalables. La troisième tient au fait que la culture professionnelle enseignante ne dispose généralement pas des connaissances didactiques, mathématiques et épistémologiques permettant la conception d'un tel type d'enseignement, malgré les efforts de quelques IUFM depuis leur création. Ainsi, la profession ne possède ni les outils, ni le temps, permettant ce travail de conception, expérimentation, observation, retouche des propositions d'enseignement bâties à partir de questions problématiques dévolues aux élèves. La construction de la question et l'analyse *a priori* de sa dévolution et de son développement en classe ne peuvent donc relever que d'un collectif de professeurs. Il en va de même des analyses *a posteriori* qui demandent une décentration afin d'étudier son cours comme un objet.

Au-delà de ce constat, on peut évidemment s'interroger sur la formation des enseignants à partir du travail de (CD)AMPERES. Deux points méritent d'être distingués : celui de la formation des professeurs qui participent au travail de l'équipe, celui des effets sur la formation de ceux qui sont les récepteurs des produits de ce travail ; que ce soit à travers les stages de formation continue assurés par l'équipe, ou que ce soit par l'intermédiaire du site d'où les productions sont téléchargeables. Dans ce domaine de la formation, les effets sont difficilement mesurables car il est nécessaire de mettre en place une méthodologie qui permettrait leur évaluation et qui suppose le suivi des professeurs ayant participé aux stages, de retour dans leurs classes. Or l'équipe est engagée dans un travail de conception et d'analyse qui absorbe actuellement toute son énergie. On ne peut donc guère que se contenter du recueil de discours qui touchent au qualitatif, et viennent des différents groupes.

Le travail continu, à travers des réunions de chaque groupe, en principe mensuelles, permet incontestablement une formation. Elle est complétée par des réunions nationales durant 5 journées dispersées sur l'année. La construction de nos propositions nécessite des temps d'élaboration, d'essai, de correction, d'anticipation et d'analyse *a priori* qui engagent vers une problématisation du travail de l'enseignant, donc vers un apprentissage professionnel. En effet, des idées sympathiques se révèlent parfois trop floues ou impossibles à mettre en œuvre ; tant au niveau des apprentissages visés, qu'en ce qui concerne les contraintes de programme, ou la gestion didactique des séances. L'observation des séances en classe et leur analyse contribuent, par l'évaluation de l'écart entre ce qui était prévu et la réalité effective, à la nécessité d'une meilleure connaissance des outils didactiques permettant l'anticipation et l'explication des phénomènes observés ; même si une part irréductible d'indéterminé subsiste toujours dans les processus d'enseignement, et *a fortiori* dans un système didactique qui laisse de la place à l'activité mathématique des élèves. Les professeurs qui conçoivent et / ou utilisent dans

leurs classes ce type d'enseignement disent ne plus pouvoir se contenter du recours aux activités comme celles des manuels, ou de l'Internet qui reproduit des activités du même type, tant le décalage leur apparaît grand entre le travail des élèves sur les questions enchaînées qu'elles proposent et les « prennent par la main » pour les conduire vers le résultat visé, et l'activité scientifique dans laquelle ils sont plongés au travers la passation des propositions d'enseignement construites dans les groupes.

Lors des stages de formation continue assurés par les groupes, la réflexion préliminaire à l'expérimentation, qui consiste à se poser des questions sur les fonctions sociales ou scolaires de l'enseignement des mathématiques, est souvent vécue par les stagiaires comme totalement nouvelle, voire parfois impensable tant est grande pour eux la naturalisation de l'enseignement des mathématiques vu comme « s'autorisant de lui-même ». Des questions du type « quelles sont les raisons d'être de l'enseignement de la géométrie ou de toute autre partie du programme ? Quelles techniques et justifications enseigner et pourquoi ? » etc., sont parfois déstabilisantes. Mais elles amènent régulièrement les stagiaires à la volonté de vouloir revoir leur enseignement à la lumière des exemples et des matériaux apportés. Reste à savoir si les pesanteurs quotidiennes n'atténueront pas les ardeurs qui se sont dégagées en fin de stage, car nous ne maîtrisons malheureusement pas ce que les stagiaires font par la suite des matériaux fournis au cours des stages. La pertinence des propositions qu'ils découvrent est aussi associée à l'ampleur du travail en amont qu'ils devinent : ils demandent alors qu'on leur fournisse des documents. Mais ceux-ci nécessitent à la fois qu'on maîtrise leur prise en mains, et qu'on ne modifie pas inconsidérément certaines variables didactiques, etc., au risque de ne pas en obtenir les effets escomptés.

Sous cet aspect, la question de la formation continue des professeurs extérieurs à l'équipe reste donc opaque. Elle mérite d'être étudiée mais ne pourra recevoir de réponse satisfaisante tant que l'institution Education Nationale ne s'emparera pas du problème à bras le corps.

Il est de même difficile d'évaluer en termes de résultats scolaires les effets de notre enseignement. L'objectif affiché, reprenant en cela celui assigné aux ingénieries didactiques conçues par Guy Brousseau et son équipe, et qui ont vécu jusqu'à la fin des années 1990 à l'école Michelet de Talence, tient à ce que les élèves suivant cet enseignement obtiennent, au minimum, des résultats équivalents à ceux qu'ils auraient eus avec un enseignement traditionnel. Des indicateurs quantitatifs, tels que les notes obtenues aux évaluations, montrent néanmoins des réussites plus importantes pour des parties de programme sur lesquelles, traditionnellement, des difficultés apparaissent : nombres relatifs, théorème de Thalès par exemple. Au-delà de la mesure par la note chiffrée qui est attribuée, les professeurs s'accordent tous pour dire que le rapport des élèves aux mathématiques change : elles sont vues comme une activité sociale de recherche collective de réponses à des questions qui en valent la peine, donc qui donnent du sens à cette discipline, même si une minorité d'élèves continuent à être déçus par un travail de recherche leur apparaissant au-delà de leurs forces, et se reposent alors sur le travail des autres.

Synthèse : *Le travail de conception d'un enseignement des mathématiques qui engage les élèves dans une dynamique d'étude par la recherche suppose la mise à disposition et la maîtrise d'outils venus de la didactique des mathématiques, tant pour la production que pour l'analyse des effets. Cette formation est assurée au sein des divers groupes (CD)AMPERES et les échanges qui ont lieu lors d'une journée chaque trimestre à Paris, complétés par ceux des deux journées annuelles à Lyon. Une formation plus large, en direction des professeurs extérieurs à nos équipes et pendant 5 journées est inscrite au plan de formation de l'INRP. Les effets sur les apprentissages des élèves sont avant tout de l'ordre du rapport qu'ils peuvent établir aux mathématiques.*