

La résolution collaborative de problèmes au collège et au lycée

Présentation du groupe ResCo (partenariat IREM de Montpellier - INRP)

Equipe de professeurs associés :

AZZIZ Saïd	Collège Pierre Mendès-France, Jacou (34)
COUDERC Geneviève	Collège Frédéric Bazille, Castelnau-le-Lez (34)
DE CROZALS Aurélia	Collège Les Aiguerelles, Montpellier (34)
DURAND-GUERRIER Viviane	Université Montpellier 2, Montpellier (34)
LACAGE Michel	IUFM de Mende
RAY Benoît	Lycée Docteur Lacroix, Narbonne (11)
SAUMADE Henri	Collège Alain Savary, St Mathieu de Trévières (34)
SAUTER Mireille	Collège Pierre Mendès-France, Jacou (34)
VIRDUCCI Sébastien	Collège Paul Valéry, Sète (34)

Le travail de notre groupe consiste à favoriser les changements de postures des enseignants et de leurs élèves par l'intermédiaire d'une pratique originale : la résolution collaborative d'un problème. A partir d'un énoncé a priori non mathématique, les élèves devront rentrer dans une démarche d'investigation, modéliser le problème, confronter les résultats à la réalité et remettre en question ce modèle. Plusieurs classes collaborent entre elles via une plateforme pour échanger autour d'une problématique commune. En faisant faire des mathématiques autrement, le professeur accompagnera et guidera ses élèves vers la construction de leurs savoirs et valorisera aussi leurs compétences non mathématiques.

Nous présentons ici le travail du groupe « Résolution collaborative de problèmes ». Après avoir détaillé le dispositif de résolution collaborative que nous proposons, nous nous attacherons à expliquer en quoi ce dispositif favorise la démarche d'investigation chez les élèves et comment il participe à l'évolution des pratiques enseignantes. Nous présenterons ensuite la ressource que nous mettons en ligne à destination des enseignants et formateurs, à savoir un site Internet, accessible sur le site de l'IREM de Montpellier : <http://www.irem.univ-montp2.fr/SPIP/Resolution-collaborative-de.96>

Etant donnée l'orientation de nos travaux, notre groupe prendra part à l'atelier du thème 1 : ressources, démarche d'investigation et résolution de problèmes.

Quel type de problème est proposé ?

Les élèves découvrent un problème, se posent les premières questions. Ils sont souvent décontenancés par son aspect peu mathématique (l'absence *a priori* de mathématiques). En effet, ces problèmes, issus d'une situation concrète, sont très ouverts. Voici par exemple le sujet de recherche de cette année :

Le problème de l'artiste

Un artiste contemporain veut réaliser une œuvre sur un support rond, en plantant des clous sur le pourtour et en tendant des fils entre les clous. Il se propose de peindre chaque zone d'une couleur différente.

De combien de couleurs aura-t-il besoin ?

Si les mathématiques n'apparaissent pas de manière évidente dans le sujet, elles vont finir par s'inviter...

Les classes et les enseignants sont assez vite amenés à constater que le problème n'a pas forcément de solution unique : les réponses que l'on peut y apporter dépendent des choix initiaux, des hypothèses et du modèle choisi. Cette situation est donc assez similaire à ce qui peut survenir dans le monde de la recherche scientifique, et nettement moins balisée que la plupart des autres activités en collège/lycée.

Comment est organisée la recherche d'un problème ?

Lors de la première semaine, chaque classe prend connaissance de l'énoncé du problème. Les élèves, en groupes, rédigent des questions mathématiques et hors mathématiques pour s'approprier la situation. En fin de séance, une mise en commun est effectuée, puis les questions de la classe sont envoyées aux autres classes du groupe.

A la séance suivante, les élèves, en groupes, répondent aux questions des autres classes. Les groupes les plus avancés se lancent dans la recherche, émettent et formulent les premières conjectures. En fin de séance, une mise en commun est effectuée, puis les réponses et réflexions sont envoyées aux autres classes du groupe.

A la fin de cette semaine, un texte de relance est adressé à l'ensemble des classes pour recentrer les pistes de recherche autour d'une problématique commune.

La troisième semaine, les élèves, en groupes, découvrent les réponses des autres classes, débattent éventuellement sur ces réponses et poursuivent la recherche. Il n'y a pas de mise en commun, pas d'échange entre les classes pour cette séance, mais les professeurs sont invités à échanger entre eux. Cette phase renforce la cohésion des enseignants en leur permettant de mutualiser leurs expériences.

La quatrième semaine, les élèves, en groupes, poursuivent la recherche. Chaque groupe d'élèves rédige un bilan des recherches. Le professeur rédige et envoie une synthèse de ces bilans aux autres classes. Les élèves ont à réaliser une synthèse individuelle des recherches pour la semaine suivante. Celle-ci a pour but non seulement que chaque élève mette ses idées au clair pour se préparer au débat en classe entière mais elle permet aussi de faire émerger des procédures qui n'auraient pas été retenues par le groupe.

La cinquième semaine, le professeur organise un débat scientifique, alimenté par les synthèses des groupes de la classe, celles des groupes des autres classes, renforcé par les synthèses individuelles et les éventuelles nouvelles procédures.

A l'arrêt de la recherche, il est essentiel de clôturer le problème. Les élèves et leurs enseignants ont besoin de faire le point sur ce qui a été démontré, sur les nouvelles connaissances rencontrées sur les questions qui restent encore en suspens. Les enseignants doivent sentir qu'ils n'ont pas « perdu leur temps » par rapport au programme, et que les élèves ont acquis des connaissances et des savoir-faire qu'ils pourront réinvestir.

Changements de posture des élèves et des enseignants

Les élèves sont incités à faire des mathématiques autrement. Au lieu de se contenter d'applications directes du cours, ils doivent chercher ou construire leurs outils mathématiques et faire preuve

d'initiative. En collaborant avec d'autres élèves et d'autres classes, ils sont amenés à accorder beaucoup d'importance aux échanges, à la communication, à la formalisation des idées. Ils apprennent à devenir autonomes, au sens qu'ils recherchent l'aide appropriée au problème posé.

L'élève découvre que la réelle activité mathématique ne se cantonne pas à la résolution d'exercices ayant une solution bien déterminée : l'élève est placé dans une situation proche de celle d'un chercheur, qui travaille parfois seul, échange avec les collègues de son laboratoire, ainsi qu'avec d'autres laboratoires. Le fait que les problèmes n'aient pas de solution définitive fait percevoir la richesse de la recherche en mathématiques.

C'est aussi, pour beaucoup, la première rencontre avec l'activité de modélisation d'une situation concrète. En lien avec d'autres disciplines, elle contribue au décloisonnement des mathématiques. On apprend à émettre des hypothèses et conjectures, à les critiquer, à les confirmer ou à les infirmer, à les confronter à la réalité, à les remettre en question lorsque la solution obtenue n'est pas jugée satisfaisante. Les qualités d'argumentation orale et écrite sont renforcées ; les notions de justification, de contre-exemple ont une part importante dans le débat mathématique.

La mise au point par la classe d'un bilan envoyé aux autres classes renforce la cohésion et donne la fierté d'avoir accompli quelque chose ensemble. La valorisation des qualités habituellement moins exploitées (capacité d'organisation, prise d'autonomie, aptitude à travailler en groupe, habileté à défendre son opinion, mise au point d'idées originales) renforce la motivation en changeant la perception de son propre travail. Les élèves habituellement en difficulté trouvent là une occasion de se motiver car ils perçoivent bien que chacun peut avoir quelque chose à apporter, quelles que soient ses compétences ou ses connaissances mathématiques.

L'investissement des élèves pendant les différentes phases de la recherche favorise, dans un cadre plus large, l'approche de la résolution d'autres problèmes par des tentatives, des essais, l'émission de conjectures. Cette pratique participe de manière importante à leur entrée dans une réelle démarche d'investigation à d'autres occasions dans la suite de leur scolarité.

Les enseignants font pratiquer les mathématiques autrement. Ils se placent beaucoup plus souvent en posture d'accompagnant, laissant chercher les élèves, leur donnant les moyens d'instaurer un débat au sein des groupes et au sein de la classe et en organisant les échanges avec les autres classes. L'enseignant est un facilitateur qui se contente de guider les élèves en créant un milieu didactique propice à ces apprentissages.

Cette posture particulière est déroutante, donnant parfois l'impression à l'enseignant de se mettre en danger : il faut accepter de commencer une séance sans savoir exactement ce qui va être produit, car il est essentiel que les élèves ne soient pas trop guidés, en particulier au début de la recherche.

La bonne gestion du travail en groupe est un élément de réussite prépondérant. Or, si le travail en petits ateliers est fréquent à l'école primaire, on le rencontre moins au collège et il n'est que très rarement pratiqué au lycée en mathématiques. Ces conditions d'organisation sont d'autant plus difficiles à mettre en œuvre que les élèves sont avancés dans la scolarité. Pour que ce travail en groupes soit efficace, il demande une certaine habitude tant pour les élèves que pour leur professeur. Ce manque d'habitude peut mener à un sentiment d'échec de la part de l'enseignant qui trouve les élèves désorganisés, bruyants et peu productifs. Il faut accepter de modifier le contrat didactique passé avec les élèves : on leur laisse beaucoup d'autonomie en demandant une réelle production en retour.

Le site de résolution collaborative

Nous conseillons de consulter ce site en lisant cette présentation :

<http://www.irem.univ-montp2.fr/SPIP/Resolution-collaborative-de.96>

Dans le cadre du PAF de l'académie de Montpellier, le groupe ResCo propose depuis plusieurs années un stage permettant aux enseignants de découvrir cette autre façon de faire des mathématiques, dans le respect des textes officiels (nouveaux programmes de seconde, démarche d'investigation et pilier 7 du socle commun notamment).

Jusqu'en 2009, l'engagement des enseignants dans une phase de résolution collaborative n'était possible que dans le cadre de ce stage : nous avons voulu proposer un site Internet permettant à des professeurs d'organiser une résolution collaborative en autonomie. Ce site doit amener des enseignants et formateurs à développer et étendre leur activité professionnelle. Depuis septembre 2009, notre site a accueilli les échanges de 33 classes dans le cadre de deux stages de l'académie de Montpellier et de 36 classes pour un stage de l'académie de Rouen ; des échanges ont également eu lieu avec des classes de Montréal.

Ce site propose :

- des éléments théoriques,
- la présentation du dispositif de résolution collaborative,
- des ressources pour démarrer la recherche collaborative dans une classe, en particulier des sujets de problèmes (les sujets de ces problèmes sont bien entendus transposables à d'autres dispositifs de résolution de problèmes),
- des forums permettant les échanges de documents entre les classes,
- des analyses d'échanges et de production d'élèves,
- des questionnaires à l'intention des professeurs et des élèves permettant de recueillir les opinions de chacun sur l'expérience vécue en classe.

Ainsi, le site est non seulement un média permettant l'organisation d'échanges entre classes, mais c'est aussi un lieu de mémoire contenant les échanges passés, et un lieu de référence à destination des enseignants et des formateurs en proposant des analyses de séquences de résolution collaborative.

Ce site comporte des zones publiques et des zones privées, réservées aux enseignants et formateurs (sur simple demande, directement sur le site). La recherche d'un problème s'effectuant sur plusieurs semaines, il nous paraît en effet indispensable que les recherches en cours ou passées ne soient pas accessibles aux élèves, ce qui perturberait grandement la recherche et remettrait en cause tout le dispositif. Nous avons pu constater que de nombreux sites proposent des ressources accessibles à tous, donnant pour certains des éléments de solution (voire des solutions complètes) des problèmes proposés ; dans le cadre d'une résolution collaborative de recherche, la mise à disposition de tous de ces ressources pourrait devenir un facteur de démobilité pour les élèves.

Pour chaque compte-rendu d'expérimentation de résolution d'un problème est prévue l'organisation suivante (à l'heure actuelle, cinq problèmes ont fait l'objet d'une ressource détaillée ; un seul d'entre eux, le « [problème de la monnaie](#) » est en accès public) :

.1 Enoncé et genèse du problème

La conception de la version définitive de l'énoncé d'un problème passe par des versions successives qui éclairent le choix de l'énoncé définitif ; la plupart des problèmes que nous proposons sont originaux ou ont été contextualisés en partant d'une situation mathématique.

.2 Eléments de solutions

Il est important que les enseignants aient des éclairages sur la solution mathématique (ou les solutions partielles) du problème : ce niveau étant souvent assez élevé, cela permet à l'enseignant de prendre un certain recul. Pour certains problèmes, cette partie contient aussi les stratégies que les élèves peuvent mettre en œuvre selon leur niveau, ce qui constitue des éléments d'analyse a priori.

.3 Echanges de questions/réponses

Exemples caractéristiques de questions et de réponses mathématiques ou non mathématiques.

.4 Premières conjectures

Lors du début de la recherche, les groupes les plus avancés ont été amenés à transmettre leurs premiers résultats.

.5 Relance

Rédigé par l'enseignant-chercheur du groupe sur la base des échanges des deux premières semaines, ce texte a pour but d'orienter les recherches dans une direction commune.

.6 Suite de la recherche

Exemples de bilans de recherche, retenus pour leur aspect caractéristique, leur originalité, leur pertinence mathématique ou leur intérêt particulier en termes de raisonnement, d'argumentation, etc.

.7 Travaux écrits individuels des élèves

Exemples de travaux de recherche complets ou partiels.

.8 Bilan des mathématiques travaillées dans les classes

Chaque professeur établit avec sa classe un bilan des solutions partielles, des mathématiques travaillées et de l'apport de cette recherche. Les bilans sont mis en commun lors du deuxième présentiel du stage et une synthèse est déposée sur le site.

Analyse des dispositifs

Les questionnaires élèves, les questionnaires professeurs et les retours des enseignants lors du dernier présentiel sont pour nous des éléments prépondérants d'analyse du dispositif de résolution collaborative et des ressources mises à leur disposition. Ils doivent nous permettre d'affiner le dispositif d'organisation dans les classes, de mieux cerner les besoins des enseignants, d'adapter la formation proposée et d'apporter des améliorations au site (ergonomie, documents utiles, etc).

Cette analyse des dispositifs, commencée cette année à travers les questionnaires élèves et professeurs, a donné des premiers résultats mais elle demande à être affinée dans plusieurs domaines comme la conduite de classe, l'organisation des recherches pour les enseignants, les prises d'initiative et autonomie chez les élèves.

Synthèse

Le site Internet crée un lien entre notre groupe, qui cherche comment aborder des problèmes ouverts en classe et une communauté d'enseignants, qui expérimente les problèmes proposés dans différents niveaux de classes. Le regroupement des ressources sur le même site favorise la cohésion et l'élargissement de cette communauté. Sa mise au point a permis la diffusion du dispositif de résolution collaborative à l'extérieur de l'académie, voire même à l'étranger.

Il renforce l'autonomie des enseignants en leur permettant d'organiser eux-mêmes des séquences de résolution collaborative, en mettant à leur disposition toute la logistique nécessaire. Demandant un

certain degré d'adaptation aux enseignants, il participe directement à leur formation et à l'évolution de leurs pratiques pédagogiques.

L'analyse des recherches à l'intérieur des classes et des échanges qui ont lieu entre les classes, disponibles en temps réel, permet au groupe de prendre du recul par rapport aux procédures attendues : il existe ainsi un va-et-vient entre le site et la recherche, dont les utilisateurs d'une part et les membres du groupe d'autre part tirent bénéfice.

Une part non négligeable du travail reste néanmoins à faire, celle qui concerne l'analyse des corpus. Le groupe ResCo envisage dans les années à venir de pouvoir procéder à des captations audio et vidéo des différentes phases de résolution collaborative, qui viendront renforcer l'étude de ces corpus.