

Académie de Lyon

Travaux Académiques Mutualisés (TraAM) 2013-2014

Des problèmes ouverts avec les TICE :

Dans quel environnement mathématique ?

Dans quel environnement numérique ?

Groupe académique IREM – UPO

Dominique Bernard
Cécile Bombrun-Nigon
Jean-Louis Bonnafet
Françoise Cavanne
Stéphanie Evesque
Christian Mercat
Jean-François Zucchetta

1. L'appel à proposition TraAM 2013-2014

Des problèmes ouverts avec les TICE : dans quel environnement mathématique ? Dans quel environnement numérique ?

Les programmes de mathématiques mettent l'accent sur le lien fort entre la résolution de problèmes, l'acquisition de connaissances et le développement de compétences.

A propos des problèmes, on lit dans les programmes: « Dans la mesure du possible, les problèmes posés *s'inspirent de situations liées à la vie courante ou à d'autres disciplines*. Ils doivent pouvoir s'exprimer de manière simple et concise et laisser dans leur résolution une place à l'autonomie et à l'initiative des élèves. » (*De tels problèmes sont souvent qualifiés de « problèmes ouverts »*).

En ce qui concerne le développement de compétences, que ce soit au lycée professionnel, au collège ou au lycée d'enseignement général et technologique, les activités proposées doivent permettre d'entraîner les élèves à modéliser, rechercher, expérimenter, critiquer et communiquer.

2. Les objectifs du groupe académique

- Produire des ressources permettant de mettre les élèves en situation de résoudre des problèmes à caractère ouvert, dans lesquels les outils numériques peuvent jouer un rôle important pour :
 - appréhender la situation,
 - émettre des conjectures,
 - mettre en place une résolution du problème.
- Expérimenter les ressources et les faire évoluer à partir des retours d'expérimentation.
- Analyser en quoi l'environnement numérique peut favoriser la différenciation et la diversité des démarches.

Le travail mené devant être en conformité avec le cahier des charges, à savoir :

- choisir des thèmes « encore peu représentés dans ÉDU'Base » ;
- axer la réflexion sur « la place de l'activité par rapport à l'environnement mathématique » (lien avec les activités proposées « en amont et en aval ») ;
- s'intéresser aux « compétences développées et à leur mise en valeur » ;
- s'interroger sur les processus permettant de « développer l'autonomie des élèves à utiliser de manière raisonnée » les outils numériques.

3. Les séquences proposées

De nos jours la plupart des phénomènes de la vie courante sont traduits sous forme de données numériques pour rendre ces données lisibles et manipulables à l'aide d'appareils électroniques (ordinateurs, Smartphones, tablettes ...).

Le groupe s'est fixé comme objectif, parmi les séquences sélectionnées, de **choisir quelques situations pour lesquelles se posent la question de l'acquisition ou de l'interprétation de ce type de données numériques.**

Un des autres objectifs a été, si possible, de proposer une même situation dans des niveaux de classes différents. Si nécessaire, avec des modalités de mise en œuvre différentes.

D'autre part, le groupe a veillé à ce que chaque activité permette aux élèves de mobiliser plusieurs compétences parmi : modéliser, rechercher, expérimenter, critiquer et communiquer.

Enfin les séquences proposées permettent de donner du sens à l'utilisation de certains outils mathématiques.

↳ Radar sous le tunnel (4^{ème} - 3^{ème})

Objectif : Travail sur vitesse moyenne et vitesse instantanée.

A partir de l'étude des vidéos de trois trajets sous un tunnel, l'élève doit déterminer si le véhicule filmé aurait été flashé par un radar fixe ou par un radar tronçon.

Cette séquence donne l'occasion de réaliser des mesures à partir d'une vidéo, de mettre en place une modélisation et d'effectuer un travail sur les conversions d'unités.

↳ Anneau bleu (4^{ème} - 2^{nde}) Tâche complexe

Objectif : A partir d'une question citoyenne sur l'alimentation en eau d'une grande agglomération telle que Lyon répondre à une question ouverte par une modélisation très simple.

La difficulté, pour l'élève, étant de mettre en place une démarche permettant d'aboutir et d'obtenir les informations nécessaires pour répondre à la question posée.

Les élèves doivent trier les informations, travailler avec des ordres de grandeur inhabituels, faire des conversions d'unités et s'interroger sur la pertinence des résultats.

Cette séquence a été expérimentée dans deux niveaux de classes différents.

En collège :

Cette séquence permet de travailler : les calculs d'aires, les échelles, les calculs de volumes, les conversions d'unités et la lecture graphique de données statistiques.

En lycée

Cette séquence est une très bonne activité de début d'année. Elle permet de réinvestir certaines notions de collège et donne aux élèves une première occasion de travailler les compétences : modéliser, rechercher, expérimenter, critiquer et communiquer.

↳ Triangles élastiques (2^{nde})

Objectif : Apprendre à traiter un même problème sous trois aspects : expérimental, géométrique et algébrique et observer que, quelque-soit le cadre, on arrive à la même conclusion.

Les élèves sont amenés à conjecturer l'existence de triangles particuliers avec un logiciel de géométrie dynamique (LGD), à construire les triangles solutions avec le LGD et à rédiger une démonstration conduisant à la résolution d'équations (du premier, du second degré, ou avec des racines carrées).

↳ Plaques lithosphériques (2^{nde})

Objectif : Traitement et analyse de grandes séries de données.

On cherche ici à mettre en évidence un mouvement de convergence des plaques tectoniques à l'aide de mesures GPS réalisées quotidiennement depuis 1992 par un ensemble de satellites.

A partir de données réelles, les élèves sont amenés à synthétiser l'information et à en proposer une représentation pertinente à l'aide d'outils nouveaux : les vecteurs. Ils peuvent ainsi observer et prévoir le déplacement des plaques tectoniques.

Il est possible d'interpréter les résultats obtenus avec le professeur de SVT.

↳ Cuves percées (2^{nde} - 1^{ère})

Objectif : Modélisation d'un phénomène physique, la pression.

A partir de trois types de documents (un dessin de Léonard de Vinci, une page sur Wikipédia et des vidéos) les élèves sont amenés à s'interroger sur le lien entre la pression et portée d'un jet d'eau.

Cette séquence permet de découvrir et manipuler une fonction vectorielle : $t \rightarrow (x(t), y(t))$. Elle a été expérimentée dans deux niveaux de classes différents.

Il est possible d'interpréter les résultats obtenus avec le professeur de physique.

↳ Temps de réaction (1^{ère})

Objectif : Réaliser une analyse de séries statistiques à partir de données récoltées par les élèves.

A partir de données qu'ils ont eux-mêmes obtenues, les élèves sont amenés à comparer plusieurs séries statistiques afin de choisir celle qui leur paraît la meilleure.

Cette séquence permet de réfléchir aux différents critères utilisables pour comparer deux séries statistiques, de mettre en évidence l'influence de certaines valeurs extrêmes et de comprendre ce que les différents paramètres statistiques et les différentes représentations d'une série peuvent montrer ou cacher.

↳ Boîtes explosives (3^{ème} - 2^{nde})

Suivi de la résolution collaborative du problème ouvert du « Rallye math » de l'académie de Lyon :

Ce document, n'est pas une séquence de classe, mais un témoignage de la mise en œuvre, à grande échelle, d'une tentative de résolution collaborative d'un problème à l'aide d'un forum mis à disposition des élèves.

Il est tout à fait possible d'envisager une adaptation en classe de cette séquence.

4. Quelques questions

Le choix des informations mises à disposition des élèves

Dans plusieurs des séquences proposées par le groupe, s'est posée la question du choix des informations mises à la disposition des élèves et des informations qu'ils auront à trouver par eux-mêmes.

Ces choix méritent réflexion car ils peuvent changer complètement la difficulté et même la nature de la séquence proposée. Ils influent aussi sur la durée de cette séquence.

Pour la séquence « **Radar sous le tunnel** » s'est posée la question de savoir si les élèves devaient, ou non disposer d'un compteur ou d'un chronomètre.

Pour la séquence « **Anneau bleu** » s'est posée la question de savoir quels documents mettre à disposition des élèves : la carte de l'anneau bleu ? Les hauteurs de pluies ? La consommation d'eau ? Ou aucun document ?

Pour l'expérimentation en collège, il a été décidé de demander aux élèves de dresser la liste des données nécessaires pour répondre au problème posé. Puis de leur fournir les documents correspondants.

Pour l'expérimentation en lycée, une partie des informations ont été données (sous forme de liens internet) afin de limiter le temps passé à ces recherches.

Il aurait été possible de ne fournir ces documents que quand les élèves en manifestaient le besoin.

A noter que même avec le document fourni, les élèves doivent savoir l'analyser pour y trouver l'information cherchée.

Pour la séquence « **Cuves percées** » la question a été beaucoup plus épineuse.

La difficulté étant de savoir ce que les élèves étaient capables de trouver et de comprendre par eux-mêmes.

La solution étant en partie liée à leurs connaissances en physique sur les notions de pression et d'attraction. Après réflexion, pour que les élèves aient tous le temps d'émettre leur conjecture avant la fin du cours, il a été décidé de leur donner les formules et de les aider à leur donner du sens.

On le voit bien, ces différents choix peuvent être remis en cause en fonction des objectifs visés et du niveau des élèves concernés.

Quelques questions à se poser pour effectuer ces choix de façon pertinente :

« Est-ce que l'élève peut trouver l'information ? », « peut-il le faire facilement ? », « est-il capable de comprendre l'information, de l'utiliser ? », « quel temps cela va-t-il lui prendre ? », « quel intérêt y a-t-il à le laisser chercher par lui-même l'information ? »

Toutes ces questions doivent guider le rôle et l'attitude du professeur dans le respect de l'objectif d'apprentissage visé pour les élèves

La configuration de la salle de classe

Dans l'idéal, lors de la recherche d'un problème ouvert, il faudrait que les élèves puissent avoir l'initiative d'utiliser, ou non, les TICE.

Dans les faits, malheureusement, on sait que c'est difficile à mettre en œuvre : souvent, il faut emmener les élèves en « salle info » et de ce fait, ils n'ont plus cette initiative à prendre : « on est en salle d'info donc on prend les ordinateurs ».

Il existe cependant quelques dispositifs permettant une certaine liberté de choix.

- Le premier est de disposer d'une salle avec des tables au centre (comme dans toutes les salles de classes) et des ordinateurs disposés autour le long des murs.

Il n'y a bien sûr pas un ordinateur pour chaque élève, mais lors d'un travail de groupe, il peut y en avoir un pour chaque groupe.

Certains établissements qui ont des filières technologiques disposent de telles salles.

- Le second est de disposer d'un lot d'ordinateurs portables ou de tablettes.

La tablette à l'avantage de la légèreté, du faible encombrement et de la rapidité de mise en œuvre. Elle est par exemple tout indiquée pour les séquences « **Anneau bleu** » ou « **Temps de réaction** ». Mais en raison d'un écran petit et de l'absence de clavier et de souris, elle ne se prête pas à tous les usages. Elle est par exemple peu indiquée pour les séquences « **Cuves percées** » ou « **Plaques lithosphériques** ».

L'influence du choix, par les élèves, du logiciel utilisé

Cette influence nous est apparue à propos de la séquence « **Cuves percées** ».

On a repris, ci-dessous, les propos de la fiche professeur de cette activité :

« Les logiciels utilisés semblent induire une certaine représentation du problème mais aussi une représentation du concept mathématique mis en jeu (ici une courbe paramétrée).

Le choix du logiciel peut donc avoir une influence sur les représentations que l'on peut se faire du problème et sur les démarches mises en œuvre.

D'autre part, du point de vue de l'élève, le logiciel peut-être un outil plus ou moins efficace pour la résolution du problème. En effet si les représentations de l'élève concordent avec la "conception" du logiciel (ses fonctionnalités, ses modes de représentation ...) celui-ci jouera un rôle efficace dans la démarche de recherche de l'élève ; si non, il s'agira pour l'élève de franchir l'obstacle et de s'accorder avec les potentialités du logiciel.

Pour le professeur, cela le conduit à proposer à l'élève :

- soit le logiciel qui fonctionne de façon conforme avec ses représentations pour l'aider à développer sa propre démarche,
- soit un logiciel qui n'est pas conforme, créant ainsi un obstacle en liaison avec l'apprentissage visé, de sorte à induire d'autres démarches et d'autres représentations chez l'élève.

Cela peut s'assimiler à une sorte de changement de cadre ...

Le professeur peut aussi profiter des différentes approches proposées par ces différents logiciels pour confronter les élèves à différentes représentations d'un même problème. »

5. Apports du numérique

Utilisation de vidéos

Dans un premier temps, le groupe a réalisé quelques séquences filmées dans le but de pouvoir modéliser certaines situations : nous avons par exemple filmé le rebond d'une balle ou le déplacement d'une voiture radiocommandée.

Mais, les données obtenues n'ont pas pu être directement exploitées : soit parce que le passage des données brutes à une situation « modélisée » nécessitait des manipulations techniques jugées trop importantes pour les élèves, soit parce que la modélisation utilisait des notions mathématiques hors de portée des élèves concernés, soit parce qu'en raison de phénomènes parasites les données obtenues devaient être au préalable filtrées.

La réalisation et l'usage de vidéo pour présenter un problème d'une manière qui change de l'ordinaire et qui permet de donner aux élèves une image vivante des mathématiques **est quelque-chose de simple à mettre en œuvre et d'un intérêt pédagogique évident.** Cette présentation du problème permet à chaque groupe de visionner le film plusieurs fois s'il en ressent le besoin. Le professeur est ainsi déchargé de cette tâche et est plus disponible pour répondre aux éventuelles questions

Par contre, la réalisation et l'usage de vidéo dans l'objectif de réaliser de « l'acquisition de données » est plus difficile à mettre œuvre. Il faut s'assurer que les outils utilisés, pour extraire des données pertinentes, ne soient pas trop lourds à manipuler, que les données ne soient pas trop difficiles à obtenir et facilement exploitables.

A cela s'ajoutent parfois des problèmes techniques pas toujours anticipés.

Cela a été le cas pour la séquence « **Radar sous le tunnel** » : quand tous les groupes accèdent à la même vidéo en même temps sur l'ENT, la vidéo est saccadée, ce qui interdit toute mesure de durée.

Il a fallu combiner les accès à l'ENT avec des accès par internet à des plateformes comme « You tube » pour répartir les débits.

Utilisation de cartes mentales

Pour la séquence « **Anneau bleu** » (collège), la synthèse de « l'étape 1 » (à savoir dresser la liste des données utiles pour répondre au problème posé) a été faite à l'aide d'une carte mentale.

C'est un outil que les élèves utilisent avec une certaine aisance, qui aide à structurer les réflexions et qui nous semble pertinent d'utiliser quand l'occasion se présente.

Cet outil est par exemple très adapté pour réaliser des synthèses, des fiches bilan ou des fiches de révision.

Différents usages des TICE

Exemples d'usages des TICE dans les séquences proposées par le groupe académique :

- Poser le problème :

- illustrer une situation à l'aide d'une vidéo : « **Cuves percées** »,
- lire des informations à partir d'une vidéo : « **Radar sous le tunnel** »,
- Résoudre le problème :
 - rechercher des informations : « **Anneau bleu** »,
 - s'engager dans une démarche de recherche : « **Triangles élastiques** » « **boîtes explosives** »,
- Traiter les informations :
 - capturer des données et les traiter : « **Radar sous le tunnel** » « **Temps de réaction** »,
 - modéliser un phénomène : « **Plaques lithosphériques** » « **Radar sous le tunnel** »,
 - utiliser ou valider une modélisation : « **Cuves percées** ».

L'usage des TICE permet aussi :

- De décharger l'utilisateur de calculs long ou hors de portée, de représentations géométriques « délicates »...
- De proposer des déclinaisons de certaines activités en fonction du niveau des élèves,
- D'ouvrir des possibilités et d'envisager des prolongements d'une situation initiale en modifiant certains paramètres.

Ces usages aident à la construction d'une culture TICE.

6. Compétences et évaluation

Compétences mises en œuvre :

Chacune des séquences proposées permet de mobiliser la plupart des compétences listées dans le document "[Les compétences mathématiques au Lycée](#)", à savoir : chercher, modéliser, représenter, calculer, raisonner et communiquer.

Les élèves sont amenés à :

- donner du sens à des séries de données,
- ordonner de grandes quantités d'informations,
- trier la multitude des données (plaques lithosphériques) ou trier leur diversité (anneau bleu),
- étudier la corrélation entre des grandeurs,
- modéliser un phénomène,
- faire un retour à la réalité,
- réfléchir à la cohérence des résultats obtenus ou à leur vraisemblance
- avoir un esprit critique par rapport à la véracité des informations.

Evaluation de ce type de séquences :

Il est possible d'évaluer, pendant la séance, l'aptitude des élèves à mobiliser les différentes compétences. La difficulté de ce type de procédure d'évaluation est que le professeur doit partager son attention entre l'évaluation et le suivi du travail des élèves. De ce fait, cela n'a pas été le type d'évaluation retenu pour ces séquences.

La plupart du temps, il a été demandé à chaque élève (ou à chaque groupe) de rédiger un compte-rendu de la séance.

Le travail étant souvent complété par un devoir à la maison prolongeant le travail réalisé en classe et permettant d'évaluer le degré d'acquisition des notions abordées dans la séquence.

Pour la rédaction du compte-rendu, les consignes données aux élèves peuvent être semblables à celles utilisées pour les « narrations de recherche ».

Ce qui permet d'avoir une trace des compétences et des connaissances mises en œuvre par les élèves :

Vous raconterez sur votre copie :

- Les différentes étapes de votre recherche (vous pouvez minuter le temps, joindre vos brouillons...)
 - Les observations que vous avez pu faire et qui vous ont fait progresser ou changer de méthode.
 - La façon dont vous expliqueriez votre solution à un (ou une) camarade que vous devez convaincre.
- Vous rendrez avec votre copie tous les fichiers réalisés.

Pour que les élèves acceptent de s'investir dans ce type de rédaction, il faut bien sûr valoriser ces démarches au moment de l'évaluation. Plus ces démarches seront prises en compte, plus les élèves oseront proposer ce qu'ils considèrent a priori comme des « échecs ».

Quelques pistes pour évaluer le compte-rendu des élèves

(Voir travaux TraAM Groupe Académique « démarche d'investigation » Lyon 2009)

On peut utiliser les trois rubriques suivantes (qui regroupent chacune plusieurs critères).

• **Maitrise des TICE**

- Capacité d'initiative et d'expérimentation
- Appropriation du problème.
- Choix d'un outil logiciel adapté au problème.
- Réalisation d'un fichier permettant de représenter correctement la situation.
- Aptitude de l'élève à s'engager dans une résolution du problème.
- Utilisation pertinente de l'outil logiciel afin d'émettre des conjectures cohérentes.

• **Qualité de la démarche de recherche**

- Présence d'interrogations par rapport à l'énoncé.
- Présence d'essais, de vérifications, d'un esprit critique.
- Observation de changements de stratégies, prise de conscience d'erreurs ou de contradictions.
- Présence d'arguments ou d'éléments de preuve.
- Confusions éventuelles entre données du problème et observations constatées.

• **Qualité et rigueur de la rédaction**

- Style d'écriture : phrases correctement rédigées, présentation claire et soignée.
- Précision et chronologie du récit : toutes les pistes explorées sont décrites et commentés. Le déroulement et la durée de la recherche sont précisés, en respectant l'ordre chronologique.
- Sincérité du récit : l'élève s'implique, fait part de ses hésitations, décrit ses erreurs, mentionne s'il a reçu des aides extérieures.
- Respect des consignes.
- Rigueur du raisonnement, utilisation d'un langage mathématique adapté.