

STAGES HIPPOCAMPE EN MATHÉMATIQUES : DES LYCÉENS À LA RENCONTRE DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE

Sylvie Larras-Bouchamma, Lycée Pasquet, Arles

Lionel Vaux, Institut de Mathématiques de Luminy & IREM d'Aix-Marseille

Résumé.

Un stage Hippocampe en mathématiques consiste à accueillir une classe de lycéens pendant trois jours consécutifs, à l'université, pour une initiation à la recherche. Encadrés par des chercheurs, les élèves réfléchissent sur des problèmes de mathématiques, ils posent des questions et élaborent des hypothèses, puis ils expérimentent, discutent, débattent et communiquent, comme le font quotidiennement les chercheurs dans leur activité. Enfin, ils présentent leurs travaux à d'autres chercheurs lors d'une séance de posters.

À PROPOS DE L'ATELIER ET DE CE COMPTE-RENDU

Après une présentation générale, et un retour d'expérience du point de vue de l'enseignant, les discussions de cet atelier se sont orientées à la fois vers les questions d'organisation pratique des stages, et vers les possibles effets des stages pour les acteurs en présence.

Dans le présent compte-rendu, on reprend la présentation du concept mais, considérant que les questions d'organisation pratique sont déjà documentées au moins par les rapports d'activité des IREM concernés, on oriente la deuxième partie seulement vers quelques éléments d'évaluation, en fournissant des références bibliographiques.

PRÉSENTATION DES STAGES HIPPOCAMPE EN MATHÉMATIQUES À MARSEILLE

Initié en biologie par des chercheurs de l'INSERM, le format des stages Hippocampe a été adapté aux mathématiques depuis 2005 par l'IREM d'Aix-Marseille (une quinzaine de stages Hippocampe-Math ont lieu chaque année à Marseille) et ce dispositif diffuse depuis à travers le réseau des IREM, avec des stages réguliers à Brest, occasionnels à Lyon et Nice, et un démarrage très important à Toulouse.

Historique

L'équipe à l'origine des stages Hippocampe en mathématiques était constituée de Xavier Bressaud (alors président du département de mathématiques de Luminy), Marie-Renée Fleury, Jean-Louis Maltret, Christian Mauduit et Robert Rolland (alors directeur de l'IREM d'Aix-Marseille).

Le premier stage, dirigé par Christian Mauduit, a eu lieu en juin 2005. Les retours furent très positifs, tant pour les élèves et leur professeur que pour les tuteurs. Il fut suivi par trois nouveaux stages dont un sur une thématique informatique, en 2005-2006. Cette activité a rapidement atteint un rythme de croisière d'une quinzaine de stages par an (voir la liste des stages sur le site dédié : <http://pytheas.irem.univ-mrs.fr/hippocampe>).

Les stages Hippocampe étaient initialement destinés aux sections scientifiques du lycée. Très tôt, ils se sont ouverts à d'autres publics du secondaire : collèges, classes de seconde, sections non scientifiques. Dès 2006, un effort particulier a été fait pour encourager l'accès aux stages pour des

classes d'éducation prioritaire : cet effort a été reconnu et soutenu par une subvention « Promouvoir l'égalité des chances à l'université » (ministère délégué à la Promotion de l'Égalité des Chances, et ministère délégué à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche) en 2006. Depuis 2007, des stages accueillent des groupes d'élèves de l'École de la Deuxième Chance de Marseille.

Déroulement

Chaque stage mobilise une petite équipe d'encadrants scientifiques : un responsable qui détermine la thématique du stage et propose des pistes de recherche, et des tuteurs (souvent des doctorants, de jeunes enseignants-chercheurs, ou des étudiants d'une spécialité de formation à l'enseignement dans un master de mathématiques) qui accompagnent les élèves tout au long du stage.

La première partie du stage consiste en une information sur le déroulement du stage et la présentation du thème par le scientifique responsable. Les élèves forment ensuite de petits groupes, typiquement de quatre élèves. Chaque tuteur accompagne deux groupes au cours des trois jours, ce qui incite à alterner moments de discussion et moments de réflexion.

Chaque groupe s'oriente vers une piste de recherche, préétablie ou non. La première tâche des élèves est de s'approprier le thème de travail, de développer et de préciser les questions qui les intéressent, les approches qu'ils envisagent. La simple définition des objets mathématiques en jeu est souvent un problème en soi.

Le travail de recherche se poursuit ensuite avec les premières conjectures, les tests et expérimentations qui les mettent à l'épreuve, les ébauches d'argumentation. On est rapidement confronté aux erreurs, aux hypothèses erronées, aux fausses évidences. C'est l'occasion de découvrir le caractère non linéaire du développement de nouvelles mathématiques, en contraste avec le déroulement classique d'un cours ou d'un exposé. C'est aussi l'occasion de découvrir la difficulté, et l'importance, de donner une bonne définition d'un concept apparemment simple, ou d'écrire un énoncé cohérent.

Dès le deuxième jour, le travail de recherche à proprement parler est mené en parallèle d'un travail sur la formalisation et la présentation à la fois de la problématique abordée et des possibles résultats déjà établis. Souvent, une courte présentation du sujet traité par chaque groupe, devant les autres participants, est l'occasion de réaliser la difficulté d'un tel exercice. Le responsable du stage passe régulièrement dans les groupes pour discuter avec eux, voir où en est leur travail, et poser des questions (c'est en particulier surtout à lui qu'il incombe d'éviter le risque toujours présent de voir l'activité du groupe se tourner vers une voie trop évidemment sans issue).

L'après-midi du troisième et dernier jour est consacrée à la présentation de posters, élaborés dans les heures précédentes, parfois dès la veille et jusqu'en début d'après-midi. Tous les chercheurs intéressés sont conviés à cette séance au cours de laquelle ils peuvent découvrir les travaux des élèves, leur faire préciser certains points, les interroger sur leurs conjectures, leur proposer d'autres pistes.

Les élèves sont accueillis dans les locaux de l'IREM. Ils y disposent d'une salle informatique équipée de logiciels utiles à l'expérimentation mathématique. Ils ont aussi accès aux bibliothèques universitaires et du CIRM (qui restent cependant sous-utilisées). L'enseignant de la classe, ou en

tout cas un enseignant responsable, est généralement présent, sans toutefois participer à l'encadrement scientifique ou pédagogique du stage.

Variantes

Ce canevas, aussi détaillé soit-il, est en réalité susceptible de subir certains aménagements. En particulier, la phase initiale se déroule assez différemment suivant les stages ; dans certains, le parcours est bien balisé, et les élèves choisissent entre plusieurs tâches proposées. Dans d'autres, la présentation est à dessein relativement floue, illustrée d'exemples peu théorisés et de questions imprécises ; il revient aux élèves de construire une question et de trouver, à l'aide des tuteurs, les outils pour la résoudre. Ils se trouvent ainsi vraiment dans la position d'un chercheur, et découvrent que poser une bonne question peut être plus difficile que donner une bonne réponse !

Ce type de stage peut être, au début, assez perturbant pour les élèves, qui se trouvent loin de l'univers encadré qu'ils connaissent habituellement. Le bon équilibre (s'il existe !) entre encadrement et non-directivité n'est pas clair pour nous, et c'est le plus souvent la personnalité du chercheur responsable du stage, sa propre approche de la recherche, qui détermine ce curseur.

Si le responsable du stage est généralement un chercheur permanent en mathématiques, il peut également être doctorant ou encore issu d'une autre discipline, notamment l'informatique. Et bien que de nature mathématique, les thèmes abordés peuvent être issus de questions liées à la physique, à l'informatique, aux sciences humaines, à la biologie, *etc.*

Et on n'a cité là que les variations qui ont cours à l'IREM d'Aix-Marseille : la transposition du concept par d'autres équipes a donné et donnera sans doute lieu à d'autres expérimentations encore. Par exemple l'IREM de Brest a organisé des stages en physique et en chimie.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Dominique Barbolosi a publié dans le numéro 71 de Repères-IREM (2008) une description détaillée et commentée d'une série de stages qu'il a coordonnés sur le thème Mathématiques et Médecine. Notons ici qu'en plus des stages qu'il a animés à l'IREM d'Aix-Marseille, il pratique régulièrement des stages « hors les murs », généralement sur un ou deux jours seulement, dans des établissements scolaires un peu partout en France... preuve supplémentaire de la flexibilité du concept.

Sur la base de cette expérience, il propose dans un second article paru dans le numéro 83 de Repères-IREM (2011) de réintroduire une chronologie naturelle dans l'enseignement des mathématiques, du concret vers l'abstrait.

Dans une communication au colloque Espace Mathématique Francophone 2012, Arnoux et Vaux détaillent le déroulement des stages tels qu'organisés à Marseille : l'essentiel de la section précédente en est repris. Ils présentent également les motivations qui ont présidé à la création des stages Hippocampe en mathématiques, et celles qui sous-tendent leurs évolutions les plus récentes : ils insistent notamment sur le rôle que peuvent jouer de tels stages dans la formation initiale des enseignants. Ils pointent par ailleurs la nécessité d'une évaluation sérieuse et scientifiquement recevable des effets que produisent ces stages sur ceux qui y participent : à la fois les classes, mais également leurs enseignants, et les chercheurs qui les encadrent.

Les premiers jalons d'une telle étude ont été posés dans le cadre d'une collaboration entre l'équipe ADEF (Apprentissage, didactique, évaluation, formation : IFÉ / université d'Aix-Marseille) et le CeDEC (Centre pour le développement et l'évaluation des compétences, École de la Deuxième Chance de Marseille) : une équipe de didacticiens a suivi le travail d'un groupe de jeunes « décrocheurs » issus de l'É2C au cours d'un stage Hippocampe. Assude, Dunand, Feuilladiou, et Mercier ont publié les résultats de cette étude dans une communication au colloque Sociologie et Didactiques à la HÉP Vaud à Lausanne (2012) :

- d'une part ils tempèrent le caractère de véritable « recherche » pour qualifier l'activité menée par le groupe, en mettant en évidence des postures d'enseignement récurrentes de la part des tuteurs ;
- d'autre part ils confirment la mobilisation de connaissances et compétences antérieures en mathématiques, y compris chez ce public *a priori* en difficulté.

Plus récemment, une étude dirigée par Teresa Assude est en cours, comparant le déroulement d'un stage pour un groupe d'élèves de l'É2C et un groupe de lycéens de filière scientifique, auxquels est proposé le même sujet de recherche (basé sur la résolution d'un casse-tête). Coïncidence avec l'atelier sujet de ce compte-rendu : la classe de lycée concernée était une classe de première S du lycée Pasquet à Arles accompagnée par Sylvie Larras, le chercheur responsable était Lionel Vaux, et le stage a eu lieu du 27 au 29 mai, soit la semaine suivant notre intervention au colloque.

L'exploitation des données recueillies pour cette enquête est en cours, et l'étude comparative prévue n'est pas encore publiée. Une partie des données a cependant déjà fait l'objet d'un travail de recherche en didactique : dans son mémoire de master, Olivier Schettino se base sur les captations du stage du groupe de première S pour mettre en évidence le rôle des changements de représentation sémiotique (au sens de Duval) dans la progression des élèves vers une réponse à une question de recherche.

Enfin, le lecteur intéressé par les résultats les plus concrets et immédiatement tangibles des stages Hippocampe est invité à venir admirer les posters créés par les stagiaires, dont les photos (malheureusement pas toujours bonnes) sont systématiquement publiées sur le site : <http://pytheas.irem.univ-mrs.fr/hippocampe>.

REFERENCES

- Barbolosi, D. (2008). *Un exemple de démarche scientifique*. Repères-IREM, 71.
- Barbolosi, D. (2011). *Du concret à l'abstrait, de l'heuristique à la rigueur : un nouvel espoir pour l'enseignement des mathématiques ?* Repères-IREM, 83.
- Arnoux, P. & Vaux, L. (2012). *Recherche en mathématiques pour les élèves de Lycée: l'exemple des stages Hippocampe*. Actes du Colloque Espace Mathématique Francophone

2012, G.T. 10 : *La démarche d'investigation dans la classe de mathématiques: fondements et pratiques*. Université de Genève, 3-7 février 2012.

Assude, T., Dunand, C., Feuilladiou, S. & Mercier, A. (2012). *Un dispositif pédagogique et didactique pour les jeunes « décrocheurs » : quel fonctionnement, quels effets ?* Contribution au colloque *Sociologie et didactiques : vers une transgression des frontières*. Haute École Pédagogique Vaud, Lausanne, 13 et 14 septembre 2012.

Schettino, O. (2013). *En quoi l'analyse des changements de représentation sémiotique dans la résolution d'un problème ouvert lors d'un stage Hippocampe peut aider à la compréhension des difficultés des élèves en classe de mathématiques ?* Mémoire de recherche pour l'obtention du master de Mathématiques et Applications de Marseille, parcours Didactique des Mathématiques, Université d'Aix-Marseille. Teresa Assude et Lionel Vaux, directeurs. Soutenu le 11 septembre 2013.