

Des élèves de ZEP découvrent la recherche et le métier de chercheur : le stage Hippocampe d'octobre 2011 avec la classe de première S1 du lycée Victor Hugo de Marseille.

Franck Malige(*)

Les stages « Hippocampe » organisés par l'IREM de l'académie Aix-Marseille consistent en trois journées durant lesquelles une classe (souvent de niveau lycée) se déplace dans les locaux de l'IREM, sur le campus de Luminy, pour s'emparer d'un thème défini à l'avance et faire des (petits) travaux de recherche.

Le programme est toujours plus ou moins le suivant : Le premier jour, ils sont accueillis par un chercheur qui, en 1/2 h à 1h, leur présente le thème (par exemple : grammaire et automates, ordre partiel, fractals) ainsi que des pistes de travail possibles. Ils se répartissent ensuite en petits groupes de 3 ou 4 élèves et commencent les recherches, avec l'aide de 3 étudiants (étudiants en Thèse ou en Master d'enseignement). Les premier et deuxième jours sont ainsi consacrés à la recherche, à des allers-retours entre questions et réponses, à des idées jetées pêle-mêle sur le papier, oubliées définitivement ou qui ressurent, à des changements de cap et à des essais de preuve. Une fois ou deux, on réunit la classe qui écoute des petits exposés de chaque groupe, ce qui permet de clarifier certains points. Enfin, le matin du troisième jour, les élèves composent des posters en format A0 puis les présentent l'après-midi aux chercheurs en Mathématiques de Luminy qui jouent leur rôle d'interlocuteurs avec beaucoup d'intérêt et de bonne volonté. Le lecteur intéressé trouvera plus de renseignements à l'adresse : <http://www.irem.univ-mrs.fr/-Hippocampe>.

C'est la troisième fois que j'accompagne des élèves du lycée Victor Hugo (lycée ZEP de Marseille) à un stage Hippocampe. Les réflexions qui suivent sont centrées sur ce troisième stage mais empruntent aussi aux deux stages précédents. Avant de devenir un article pour le Bulletin Vert, elles avaient initialement pour but de faire part de mes impressions et réflexions aux organisateurs des ces stages à l'IREM d'Aix-Marseille, à qui j'adresse tous mes remerciements.

1) Brève présentation du stage :

THÈME : Grammaires et automates

CLASSE : Première S1 option SI du lycée Victor Hugo de Marseille (classé ZEP). 24 élèves.

ÉLÈVES (groupes et thèmes) : (les prénoms ont été modifiés)

Groupe 1 : L'ÉCRITURE SMS (Selim, Farouk, Nadir, Chaïma). Encadrant : Jordan

(*) professeur au lycée Victor Hugo à Marseille. malige@no-log.org

EMME

Groupe 2 : ADRESSES DE SITES INTERNET (Toufik, Nassim, Fares, Lamine)

Encadrant : Joel COHEN

Groupe 3 : LE DISTRIBUTEUR DE BOISSONS (Tarik, Bintou, Larifa, Marie) Encadrant : Jordan EMME

Groupe 4 : LES CHIFFRES ROMAINS (Paola, Houssine, Soufiane, Nabil)

Encadrant : Thomas MIALON

Groupe 5 : TRIPLE LIFT (Maher, Rachid, Houssine, Bilel) Encadrant : Thomas

MIALON

Groupe 6 : TÉLÉCOMMANDE DE TÉLÉVISION (Yacine, Jacer, Mikael, Selim)

Encadrant : Joel COHEN

PROFESSEUR ENCADRANT : Franck MALIGE, professeur de Mathématiques au lycée Victor Hugo.

CHERCHEUR ENCADRANT : Christian APERGHIS Chercheur à L'université de Luminy.

ÉTUDIANTS ENCADRANTS : Jordan EMME (en préparation de l'agrégation), Thomas MIALON (en préparation de l'agrégation), Joel COHEN (en préparation de thèse).

PERSONNEL DE L'IREM S'OCCUPANT DU STAGE : Anne-Marie ADAM, Emmanuel SANTIAGO, Stéphanie BIRBA.

2) Élèves et groupes d'élèves

La classe de 1S1 du lycée Victor Hugo n'est pas une classe ayant, collectivement, un niveau très élevé et beaucoup d'élèves ont encore des difficultés sur des bases de mathématiques. Avant même d'arriver au stage, on constate des différences très marquées entre les élèves. Ces différences portent essentiellement sur deux aspects : leur participation en classe et leur niveau (tous deux, bien sûr, évoluent pendant l'année). On retrouve ces deux aspects dans le stage mais avec des différences par rapport à ce que l'on constate en classe.

La diversité des élèves

Durant le stage, on peut (très schématiquement), regrouper les élèves en plusieurs «types» (certains élèves font partie de plusieurs types, à divers niveaux).

- **Les studieux** (Soufiane, Larifa, Bintou, Tarik, Marie, Rachid, Jacer, Houssine, Selim). Ce sont des élèves qui sont en général plus passifs que les autres, ils attendent souvent les instructions de l'encadrant, ils ont peur de « faire faux », ils ne s'autorisent pas forcément des initiatives qu'ils jugent trop poussées. Par contre, ils travaillent régulièrement à leur problème. Leur travail, au final, est souvent de bonne qualité mais n'est pas forcément enthousiasmant et, s'ils se disent souvent satisfaits du stage, c'est sans passion excessive.

- **Les « en échec scolaire »** qui respirent et font des choses qu'ils ne se permettraient pas de faire en classe (Chaïma, Houssine, Nabil, Yacine). Pour ces élèves, le stage est une vraie découverte, ils prennent leur temps et réussissent souvent des choses d'un niveau très supérieur à ce qu'ils font d'habitude. Ils réfléchissent, se passionnent et défendent leurs idées. Les quatre élèves ci-dessus ont aussi plus de facilité à l'oral

qu'à l'écrit et la forme du stage (des recherches un peu tout azimut où l'effort de rédaction est cantonné en fin de parcours) leur convient bien. Ils sont un peu à l'opposé des studieux.

- **Les peu intéressés** (Toufik, Mikael, Nassim, Nadir). Certains élèves ne sont pas très concernés par ce qu'ils font durant le stage. Peu nombreux, on les retrouve néanmoins chaque année. Il n'est pas rare qu'ils abandonnent le stage au milieu (Mikael). Sinon, ils restent mais ne font que le strict minimum pour ne pas être repérés. Le stage ne leur apporte en général pas grand chose. Ce sont souvent des élèves qui ont, dans la classe, un statut particulier. Par exemple, Mikael vient d'arriver d'un autre lycée, Toufik vient d'arriver dans la classe depuis une première STL. Quant à Nadir, il sera réorienté en Première ES à Noël.

- **Les timides** qui participent discrètement (Paola, Selim, Maher, Bilel). Certains élèves sont très timides en classe et ne participent pratiquement jamais. Le stage leur offre l'opportunité (dont ils se saisissent souvent) de discuter avec l'enseignant et de poser des questions qu'ils ne se permettraient pas de poser en présence de toute la classe. Le stage leur apporte aussi beaucoup (après le stage, ils se sentent (ou se montrent ?) souvent plus impliqués dans le travail de la classe).

- **Les passionnés** (Farouk, Yacine, Jacer). Certains élèves se révèlent passionnés par leur sujet et s'y investissent avec un grand enthousiasme. C'est le cas chaque année. En général, c'est qu'ils apprécient la liberté d'explorer des voies nouvelles qu'ils utilisent au maximum. Ils restent marqués durablement par le stage qui constitue pour eux une véritable révélation.

- **Les « forts »** pas toujours motivés et qui le prennent de haut (Lamine, Fares). Pour eux, ce qu'on leur demande est trop facile et ils s'arrêtent souvent dès qu'ils ont trouvé la réponse à une première question. Ils ont des moments de travail intense suivis de longues pauses. Il faudrait les solliciter constamment.

La diversité des groupes

De même, on peut essayer de classer les groupes d'élèves, qui adoptent des fonctionnements très différents.

La principale différence découle du degré d'homogénéité des groupes. Ainsi, les groupes 3 et 5 étaient plutôt homogènes (composés d'élèves studieux ou timides), les autres non. Souvent ce sont les groupes hétérogènes qui fournissent le meilleur travail, ceux du moins où les discussions sont les plus animées (à l'exception du groupe 2, composé d'élèves forts ou peu intéressés). Souvent ce sont les groupes homogènes où les élèves s'écoutent le mieux et où le travail est le mieux partagé.

Par exemple, le groupe 3, le plus homogène, était pratiquement autonome dans le travail quand ce travail était clairement défini (en accord quasi systématiquement avec l'encadrant) mais il ne prenait pas beaucoup d'initiatives.

Autre exemple, le groupe 4, le plus hétérogène, a été composé en dernier, avec les élèves restés seuls. Il a fourni un travail intéressant même si les élèves ont souvent travaillé séparément pour des mises en commun minimales (mais nécessaires et qu'ils ont su faire, au moins pour l'organisation du poster). Ils étaient aussi très demandeurs d'explications et de consignes en même temps que fascinés par le sujet. Houssine qui a peu cherché s'est, quant à lui, improvisé porte-parole et a souvent résumé le travail des autres.

Le groupe 6, le plus motivé, était assez hétérogène (Mikael, peu intéressé, est venu seulement le premier jour) et sollicitait sans cesse l'encadrant. Ils ont travaillé constamment de façon collective, sur le tableau noir, dans un va-et-vient constant de questions, de réponses et d'amélioration du sujet.

3) Le travail durant le stage

Le travail mathématique

Dans ce stage, les recherches ont porté essentiellement sur la modélisation par des automates d'appareils courants (ascenseurs, écriture SMS, Télécommande, etc.). Quelques questions plus théoriques ont surgi (langage donné par l'automate modélisé, dénombrement, suites, quelques essais de preuves). Il est à noter que la partie modélisation a fortement intéressé ces élèves qui suivent une section « Science de l'ingénieur ».

Le travail en groupe

Le travail en groupe me paraît très formateur en mathématiques. Cette année, à cause de la réforme des lycées, je n'ai plus d'heures en demi-groupe dans cette classe de Première S1. L'année dernière, au rythme d'une fois par mois au minimum, je faisais des sortes de TP de maths pendant ces heures-là. Sur des sujets divers, en approche d'une notion, en face d'un problème lié au développement de celle-ci ou au contraire en conclusion, les élèves travaillaient en groupe de trois, pendant une heure, et me rendaient un compte rendu de leurs recherches. Ce compte rendu était noté. Il y avait très rarement un retour en classe entière. Cette année une des seules façons que les élèves ont eu de travailler en groupe a été le stage hippocampe, ce qui l'a rendu, à mes yeux, d'autant plus précieux.

À l'inverse de l'année passée, les élèves étaient peu préparés au travail par groupe. Cela s'est senti sur les rapports qu'ils ont pu entretenir entre eux durant ces trois jours. En effet, travailler en groupe s'apprend et c'est, au début, une source de tension (répartition du travail, idées contradictoires, rôle du secrétaire, valorisation du travail de l'équipe). Dans les différents groupes, cette difficulté a été gérée de façon différente : logiquement, dans les groupes hétérogènes, les rôles (secrétaire, porte-parole, division du travail) étaient plus marqués alors que dans les autres groupes chacun faisait souvent une part du travail et il y avait plus de cohésion.

Les initiatives des élèves

Lors du stage hippocampe, il y a toujours des moments de flottement. Les élèves attendent des consignes (ils sont habitués à cela en classe). Ils n'ont pas l'habitude d'être laissés à eux-mêmes. Le souci d'efficacité dans un horaire restreint ne permet guère d'en prendre le temps en classe. Certains groupes ne sortiront que très peu de cette logique, d'autres seront au contraire enchantés de n'avoir « pas de borne ». C'est un équilibre assez difficile à trouver pour les encadrants de laisser les élèves chercher un problème sans leur donner d'indication ou sans trop les orienter. C'est souvent globalement bien fait même s'il y a quelques ratés inévitables.

Par ailleurs, il me semble plus intéressant (pour les élèves) que ce soient vraiment des chercheurs (en poste ou en thèse) qui les encadrent. Les étudiants en Master sont souvent d'un bon niveau mais ne sont pas en prise directe avec la recherche. Cela dit,

pour ces étudiants, qui passent un concours (agrégation), c'est un contact intéressant avec des élèves avant leur entrée dans le métier, contact qu'ils n'ont plus le temps de cultiver depuis la réforme de la masterisation. Ainsi, ils m'ont posé de nombreuses questions pendant le stage sur de multiples aspects du métier de professeur.

Enfin, régulièrement, des chercheurs passent par l'IREM et, curieux, viennent poser des questions aux élèves, les relancer ou les déséquilibrer dans une certitude : c'est vraiment intéressant et à contre-courant par rapport à un apprentissage en lieu clos tel que la salle de classe classique.

Terminons par quelques citations d'élèves (stage de mars 2011) : « J'ai particulièrement aimé le fait que l'on est plus autonome et indépendant, que l'on a dû majoritairement (99,9%) réfléchir de nous-mêmes, apporter des solutions à des choses que pas tout le monde connaissait et faire des choses que l'on aime pendant trois jours ».

« J'ai bien aimé le fait d'être mis dans la peau d'un « petit chercheur » sur un sujet qui, au début, ne paraissait pas du tout comme mathématique. Le fait de souvent en tirer des leçons m'a ouvert l'esprit sur d'autres sujets que l'on ne considère pas du tout mathématiques. »

Les posters⁽¹⁾

La réalisation de posters à la fin du stage est d'une grande importance et permet aux élèves de fixer leurs idées qui ont pu vagabonder pendant les deux jours précédents. Loin d'être un retour sur terre et une obligation pesante, la réalisation est aussi une source de plaisir quand les élèves se retrouvent obligés de confronter leur idées, d'en faire une synthèse et d'enfin comprendre des choses qui n'étaient encore qu'au stade d'idées vagues, foisonnantes ou brouillonnes. Par ailleurs, l'utilisation de couleurs, les collages, la calligraphie même, et, encore une fois, une grande liberté dans la forme motivent les élèves, qui sont souvent fiers du résultat. À noter toutefois qu'il n'est pas facile pour eux de concevoir que le poster est « en équilibre » entre une exposition exhaustive de leur recherches et un minimum d'intelligibilité et de définitions claires qui permettent aux lecteurs de comprendre.

Les présentations

C'est vraiment un moment magnifique pour tout le monde. En tant que professeur, cela fait partie des moments où je me suis le plus régalé et senti fier d'un travail réalisé (Pourtant, mon rôle s'est cantonné à celui d'observateur). Être témoin d'échanges sérieux, non stéréotypés, vraiment scientifiques entre des élèves en difficulté scolaire venant d'un établissement classé ZEP, qui n'ont pas toujours confiance en eux avec des chercheurs de métier rodés aux mathématiques, c'est un grand moment !

4) Des lycéens à la faculté

Les élèves et le savoir universitaire : l'exemple de la thèse et les « stars »

Les élèves posent beaucoup de questions, durant le stage, sur le savoir universitaire. Une des grandes découvertes des élèves est celle de la recherche en maths. Ils n'ont

(1) On peut trouver quelques-uns de ces posters dans le précédent Bulletin.

souvent pas d'idée de ce que c'est ou très très vaguement. Par ailleurs, la question « qui est la personne que je rencontre ? » les passionne et les élèves sont souvent très intéressés par le statut de leur interlocuteur et par ce qu'il a à dire. Ainsi, ils étaient impressionnés qu'un lauréat de la médaille Fields vienne voir leurs posters (même s'ils en ignoraient l'existence avant qu'on la leur explique). Ils me reparlent souvent maintenant de cette médaille, quand on évoque, en cours, des problèmes encore ouverts en maths (problèmes du millénaire par exemple⁽²⁾). À la fin de la présentation des posters, certains élèves (7 ou 8) ont demandé l'autorisation d'assister à la soutenance de thèse de Vincent Delecroix, alors qu'ils pouvaient rentrer chez eux. Ils sont venus y assister et sont aussi ressortis enthousiastes d'avoir assisté à un moment de « vraie science ».

Dans leur évaluation du stage, les élèves témoignent de cet apport du stage : « Ce stage m'a aussi permis de me donner une idée sur la poursuite d'études après le master (un doctorat), et m'a donné l'envie de faire un doctorat. Cela ne me dérangerait pas. Avant, je me demandais « mais qu'est ce que l'on peut faire pendant deux ou trois ans à faire la même chose? Dans quels buts? » J'ai ma petite idée sur la réponse, je pense que ce serait de découvrir de nouvelles choses et lorsqu'on aime ce que l'on fait, on ne voit pas le temps passer. Par exemple, lorsque j'étais à Hippocampe, je regrettais la courte durée du stage car tellement j'aimais ce que je faisais que j'aurais aimé avoir plus de temps et découvrir plus de choses. »

Les élèves et l'ambiance universitaire

Les élèves de première apprécient d'être placés dans un contexte universitaire et en tirent une sorte de fierté. Celle-ci s'accompagne d'une véritable curiosité, qui se manifeste par de nombreuses questions sur le fonctionnement concret de l'institution (fonctionnement du restaurant universitaire, organisation des cours, conditions de logement, etc.) ou sur le rôle des personnes rencontrées (qui sont les professeurs, qui sont les étudiants, etc.). Plus que n'importe quel forum de découverte de l'enseignement supérieur comme il s'en tient tous les ans pour les lycéens, ces stages donnent une vraie idée à nos élèves de ce qu'est un campus et un travail universitaire. Il est aussi très important à mon sens que des étudiants (plutôt en thèse mais aussi préparant l'agrégation) les encadrent. Cela permet de leur faire percevoir la professionnalisation des étudiants à l'université vers la recherche ou vers l'enseignement. La frontière (très forte pour eux) entre « profs » et « élèves » est ainsi un peu bousculée.

Concluons par deux citations d'élèves qui traduisent bien cet intérêt pour le monde universitaire (stage de mars 2011) : « En gros, c'était très bien et très organisé car avec le projet qu'on devait présenter on a un contact avec des personnes qui ont un bac + 5 minimum ».

« J'ai beaucoup aimé le fait d'être plongé dans une atmosphère étudiante, ce qui permet d'appréhender le plus tôt possible les études post-bac. »

(2) On peut trouver sur le site de l'APMEP les énoncés des 7 problèmes du millénaire proposés par La fondation « The Clay Mathematics Institute of Cambridge » à l'adresse : www.apmep.asso.fr/IMG/pdf/Les_sept_problemes_du_millenaire.pdf