

# Stages Hippocampe en mathématiques

## Des lycéens à la rencontre de la recherche universitaire

Sylvie Larras-Bouchamma    Lionel Vaux

Lycée Pasquet, Arles / Institut de Mathématiques de Luminy, Marseille

IREM d'Aix-Marseille

Colloque de la CIU

*La réforme des programmes de lycée : et alors ?*

24–25 mai 2013, Lyon

## En bref

Des stages d'initiation à la démarche de chercheur :

- ▶ pour des lycéens
- ▶ en classe entière
- ▶ animés par des chercheurs

## En bref

Des stages d'initiation à la démarche de chercheur :

- ▶ pour des lycéens
- ▶ en classe entière
- ▶ animés par des chercheurs
- ▶ unité :

**de temps** trois jours consécutifs

**de lieu** à l'université

**d'action** de la présentation du sujet

par un chercheur pour les élèves

jusqu'à la présentation de posters

par les élèves pour des chercheurs

# Les stages Hippocampe

1. Pourquoi et comment ?
2. Éléments d'évaluation.
3. Le nerf de la guerre.

## Première partie I

Les stages Hippocampe : pourquoi et comment ?

## Contexte : enjeux

- ▶ lutter contre la désaffection des élèves pour les filières scientifiques (*≠ désaffection pour les sciences !*)
- ▶ rendre concrète, accessible la pratique de la recherche par un contact direct avec les chercheurs

## Contexte : enjeux

- ▶ lutter contre la désaffection des élèves pour les filières scientifiques (*≠ désaffection pour les sciences !*)
- ▶ rendre concrète, accessible la pratique de la recherche par un contact direct avec les chercheurs
- ▶ proposer une réponse à l'exigence aujourd'hui explicite dans les programmes d'une activité de recherche pour les élèves

*« Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :*

- ▶ *mettre en œuvre une recherche de façon autonome ;*
- ▶ *mener des raisonnements ;*
- ▶ *avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;*
- ▶ *communiquer à l'écrit et à l'oral. »*

*(Programme de première S, juillet 2010)*

## Contexte : enjeux

- ▶ lutter contre la désaffection des élèves pour les filières scientifiques (*≠ désaffection pour les sciences !*)
- ▶ rendre concrète, accessible la pratique de la recherche par un contact direct avec les chercheurs
- ▶ proposer une réponse à l'exigence aujourd'hui explicite dans les programmes d'une activité de recherche pour les élèves

*« Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :*

- ▶ *mettre en œuvre une recherche de façon autonome ;*
- ▶ *mener des raisonnements ;*
- ▶ *avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;*
- ▶ *communiquer à l'écrit et à l'oral. »*

*(Programme de première S, juillet 2010)*

*Comment ?*



## Contexte : un mouvement de fond

- ▶ Une vision de la recherche dans l'enseignement inspirée entre autres par Pólya (induction, analogie) et Lakatos (rôle crucial des conjectures erronées).
- ▶ D'autres expériences :
  - ▶ MATH.en.JEANS
  - ▶ dans les IREM : problèmes ouverts (Lyon), maths à modeler (Grenoble), ...
  - ▶ les PÉR et le projet (CD)AMPERES (IFÉ)
  - ▶ ...



Du concret à l'abstrait, de l'heuristique à la rigueur : un nouvel espoir pour l'enseignement des mathématiques ?

Dominique Barbolosi

*Repères-IREM 83, 2008.*

## Les stages Hippocampe : un peu d'histoire

- ▶ initiés en 2004 *en biologie* à l'INMED autour de Constance Hammond et l'association Hippocampe (maintenant : Tous Chercheurs)
- ▶ adaptés en math à l'IREM avec un premier stage dès juin 2005 (« Création de nouvelles mathématiques », C. Mauduit)
- ▶ 3 stages en 2005–2006 (dont un sur un thème math/info)

## Les stages Hippocampe : un peu d'histoire

- ▶ initiés en 2004 *en biologie* à l'INMED autour de Constance Hammond et l'association Hippocampe (maintenant : Tous Chercheurs)
- ▶ adaptés en math à l'IREM avec un premier stage dès juin 2005 (« Création de nouvelles mathématiques », C. Mauduit)
- ▶ 3 stages en 2005–2006 (dont un sur un thème math/info)

*j'y étais!*

## Les stages Hippocampe : un peu d'histoire

- ▶ initiés en 2004 *en biologie* à l'INMED autour de Constance Hammond et l'association Hippocampe (maintenant : Tous Chercheurs)
- ▶ adaptés en math à l'IREM avec un premier stage dès juin 2005 (« Création de nouvelles mathématiques », C. Mauduit)
- ▶ 3 stages en 2005–2006 (dont un sur un thème math/info)  
*j'y étais !*
- ▶ rythme de croisière : une quinzaine par an (soit environ 400 élèves/an)
- ▶ s'exportent à Brest (2/an + Physique et Chimie), Lyon (0,5/an), Nice (1 ou 2 par an, depuis 2011),  
*Toulouse (5 en 2010/2011, 8 en 2011/2012 ,18 cette année !)*

## En bref

Des stages d'initiation à la démarche de chercheur :

- ▶ pour des lycéens (*en général*)
- ▶ en classe entière (*en général*)
- ▶ animés par des chercheurs (*en général*)
- ▶ unité :

de temps trois jours consécutifs

de lieu à l'université

d'action de la présentation du sujet

par un chercheur pour les élèves

jusqu'à la présentation de posters

par les élèves pour des chercheurs

# Déroulement d'un stage

## Protagonistes : les stagiaires

- ▶ une classe, souvent de première ou terminale S, mais aussi :
  - ▶ d'autres sections (SI, STL optique, ES, ...)
  - ▶ de seconde
  - ▶ de collège (troisième ou mixte 4e/3e)
  - ▶ de LP (p.e. spécialités *aménagement et finitions du bâtiment* et *ouvrages du bâtiment : aluminium, verre et matériaux de synthèse* en 2011/2012)
  - ▶ de l'école de la deuxième chance de Marseille
  - ▶ ...
- ▶ un prof (généralement le prof de math de la classe, parfois accompagné)

# Déroulement d'un stage

## Protagonistes : les encadrants

- ▶ des tuteurs, généralement des doctorants de mathématiques, mais aussi :
  - ▶ des tuteurs issus d'autres disciplines (physique, informatique)
  - ▶ des enseignants-chercheurs, permanents ou temporaires
  - ▶ des étudiants des M2 de maths, ou d'enseignement des maths
  - ▶ ...
- ▶ un chercheur responsable du stage :
  - ▶ un enseignant-chercheur membre du labo de math. . .
  - ▶ . . . mais aussi de labos de physique, ou d'info
  - ▶ un doctorant expérimenté
- ▶ l'équipe support de l'IREM (une secrétaire et un technicien à Marseille)

# Déroulement d'un stage

## En amont

- ▶ le chercheur responsable fixe un thème pour le stage et prépare (si nécessaire) les tuteurs
- ▶ on ne demande aucun travail préparatoire de la part des stagiaires (ce qui n'empêche pas certains profs de le faire)



# Déroulement d'un stage

## Le démarrage

- ▶ on accueille la classe : le chercheur responsable explique le déroulement du stage et présente le thème choisi plus ou moins en détail (de quelques idées esquissées au tableau à un cours accéléré)
- ▶ on sépare la classe en groupes, chacun confié à un tuteur, et divisé en sous-groupes de 3 ou 4, parfois 5
- ▶ chaque sous-groupe s'oriente vers un sujet, choisi après la présentation, ou bien en discutant avec son tuteur
- ▶ le travail de recherche commence : on commence à manipuler les notions, préciser les questions, et rencontrer les premières erreurs. . .

# Déroulement d'un stage

## La suite

- ▶ conjectures, tests, expérimentations (parfois très basiques : 1, 2, 3, ...)
- ▶ les élèves discutent et collaborent entre eux, avec le tuteur, avec le responsable qui « navigue » entre les groupes
- ▶ on est vite confronté au caractère non linéaire de la recherche : il faut revenir sur une conjecture, essayer d'autres approches, réaliser que la définition n'est pas bonne ou incomplète, ...
- ▶ on organise un exposé de mi-parcours le deuxième jour : chaque sous-groupe doit présenter aux autres (en 5 ou 10 min.) le sujet sur lequel il travaille  $\rightsquigarrow$  c'est difficile!
- ▶ on réalise en particulier que pour communiquer, il faut formaliser : c'est souvent déjà constaté dans les discussions en phase de recherche

# Déroulement d'un stage

## Les posters

- ▶ la fin du stage est marquée par une séance de posters l'après-midi du troisième jour : les stagiaires présentent leurs résultats à des chercheurs issus des laboratoires alentours (principalement l'IML à Marseille)
- ▶ ces posters sont préparés dès le matin, voire la veille sur la base des résultats obtenus
- ▶ c'est très artisanal (papier, feutres, colle, ciseaux, ...)
- ▶ les chercheurs présents n'hésitent pas à questionner les stagiaires après ou même pendant leur présentation, pour leur faire préciser des points, se faire expliquer ou réexpliquer ce qui n'est pas clair, proposer des pistes, voire poursuivre un peu les recherches sur un coin de tableau. . .

# Déroulement d'un stage

## Les posters

- ▶ la fin du stage est marquée par une séance de posters l'après-midi du troisième jour : les stagiaires présentent leurs résultats à des chercheurs issus des laboratoires alentours (principalement l'IML à Marseille)
- ▶ ces posters sont préparés dès le matin, voire la veille sur la base des résultats obtenus
- ▶ c'est très artisanal (papier, feutres, colle, ciseaux, ...)
- ▶ les chercheurs présents n'hésitent pas à questionner les stagiaires après ou même pendant leur présentation, pour leur faire préciser des points, se faire expliquer ou réexpliquer ce qui n'est pas clair, proposer des pistes, voire poursuivre un peu les recherches sur un coin de tableau. . .

~> *des exemples de posters*

# Déroulement d'un stage

Et le prof dans tout ça ?

- ▶ on lui demande de rester discret au cours du stage. . .

# Déroulement d'un stage

Et le prof dans tout ça ?

- ▶ on lui demande de rester discret au cours du stage. . .
- ▶ ce qui ne l'empêche pas d'en profiter

## Quelques traits caractéristiques

- ▶ en temps scolaire (intégré au projet d'établissement) mais à l'université, en dehors de l'école
- ▶ en contact direct et soutenu avec des chercheurs
- ▶ sans parcours fléché, sans objectif précisément défini (un choc!)
- ▶ une exigence de communication

## Quelques traits caractéristiques

- ▶ en temps scolaire (intégré au projet d'établissement) mais à l'université, en dehors de l'école
- ▶ en contact direct et soutenu avec des chercheurs
- ▶ sans parcours fléché, sans objectif précisément défini (un choc!)
- ▶ une exigence de communication

Mais...

une grande souplesse dans l'application :  
dépend beaucoup de l'équipe



# Exemples de thèmes

- ▶ cryptographie
- ▶ modèles de calcul
- ▶ géométrie en action
- ▶ topologie intuitive
- ▶ machines à compteurs
- ▶ arithmétique et codage
- ▶ grammaires et automates
- ▶ mathématiques et musique
- ▶ mathématiques et médecine
- ▶ graphes
- ▶ traitement d'images
- ▶ comment garer sa voiture ?
- ▶ mathématiques pour l'astronomie
- ▶ relativité de Galilée à Einstein
- ▶ caractéristique d'Euler–Poincaré
- ▶ somme de carrés et nombres premiers
- ▶ création de nouvelles mathématiques
- ▶ relations d'ordre et ordres partiels
- ▶ équations différentielles et applications
- ▶ pliages de papier, suites autosimilaires, fractals
- ▶ solutions entières d'équations à coefficients entiers

## Deuxième partie II

Qu'en sait-on ?

# Observations

- ▶ au delà de la vulgarisation :  
comporte une importante part technique (expérimentation et démonstration)
- ▶ la qualité du travail surprend (les élèves et leurs encadrants)
- ▶ grande variété des productions (rigueur/foisonnement, travail personnel/dirigé, etc.)

# Observations

- ▶ au delà de la vulgarisation :  
comporte une importante part technique (expérimentation et démonstration)
- ▶ la qualité du travail surprend (les élèves et leurs encadrants)
- ▶ grande variété des productions (rigueur/foisonnement, travail personnel/dirigé, etc.)

Remarque : *un stage  $\simeq$  un mois de math en classe*

# Observations

- ▶ au delà de la vulgarisation :  
comporte une importante part technique (expérimentation et démonstration)
- ▶ la qualité du travail surprend (les élèves et leurs encadrants)
- ▶ grande variété des productions (rigueur/foisonnement, travail personnel/dirigé, etc.)

Remarque : *un stage*  $\simeq$  *un mois de math en classe*



Laboratoire Pythéas.

Wiki : listes des stages, posters, contributions des élèves.

<http://pytheas.irem.univ-mrs.fr/hippocampe>



Pierre Arnoux et Lionel Vaux.

Recherche en mathématiques pour les élèves de lycée : l'exemple des stages Hippocampe.

Espace Mathématique Francophone, Genève, février 2012.

# Effets

## Pour les élèves

- ▶ retours très positifs  
(messages laissés par les élèves et les profs)
- ▶ mobilise les savoirs (parfois) et compétences déjà acquis, et jette une lumière nouvelle sur ces connaissances
- ▶ découverte du milieu universitaire (et du RU!) : souvent le seul contact avec la recherche avant le bac
- ▶ rompt la continuité avec la pratique scolaire : l'occasion pour certains de redécouvrir les maths
- ▶ fréquemment : des retournements de situation pour des élèves habituellement faibles (pas forcément durables)
- ▶ des effets à plus long terme ???

# Effets

## Pour le prof

- ▶ expérience passagère pour susciter un changement dans la vision des maths
- ▶ parfois du matériel pour un atelier
- ▶ rarement (jamais ?) réinvesti pour le programme

# Effets

## Pour l'université

- ▶ susciter des vocations : des cas existent, mais pas de donnée quantitative
- ▶ former les enseignants(-chercheurs) : fort engouement, valorisé ( $\epsilon > 0$ ) en comité de sélection
- ▶ rayonnement



# Effets ???

## Pour en savoir plus

- ▶ memoires de TER (agrégatifs) : retours d'expérience (qu'en tirer ?)
- ▶ suivi des classes : jamais tenté jusque là
- ▶ une tentative d'étude au sein de l'IREM qui n'a jamais décollé
- ▶ une étude en cours : collaboration avec l'É2C de Marseille et l'équipe ADEF

*il reste du travail...*

# Une étude didactique

## Analyse du fonctionnement et des effets des stages Hippocampe

- ▶ par des didacticiens issus de l'équipe ADEF
- ▶ avec les outils théoriques de la TAD
- ▶ initialement à la demande de l'É2C

# Une étude didactique

## Premiers résultats

- ▶ sur la base du suivi de stages Hippocampe à l'É2C : jeunes « décrocheurs », structure d'accueil spécialisée
- ▶ tempère l'aspect « recherche » de l'activité (postures d'enseignement récurrentes)
- ▶ confirme la mobilisation de connaissances et compétences antérieures en mathématiques
- ▶ indique un changement du rapport aux mathématiques



Un dispositif pédagogique et didactique pour les jeunes « décrocheurs » : quel fonctionnement, quels effets ?

T. Assude, C. Dunand, S. Feuilladiou, A. Mercier

Colloque Sociologie et didactiques, HEP Vaud, 2012

# Une étude didactique

## La suite

- ▶ étude comparée É2C lycéens
- ▶ groupe de l'É2C filmé plus tôt cette année
- ▶ groupe de lycéens (1e) sur le même sujet  
*la semaine prochaine*
- ▶ à suivre. . .

Troisième partie III

Budget et moyens

# Budget

## Coûts

- ▶ encadrants
- ▶ fournitures
- ▶ accueil des élèves (repas, goûters)
- ▶ hébergement et déplacement
- ▶ coûts cachés (locaux, personnel administratif, ...)

# Budget

## Coûts (par stage, à Marseille)

- ▶ encadrants :  $4 \times 12 = 48$  HETD (service ou vacations)
- ▶ fournitures : posters, papeterie, impressions : 100 à 200 €
- ▶ accueil des élèves (repas, goûters) : 500 €
- ▶ hébergement et déplacement : à la charge de l'établissement
- ▶ coûts cachés (locaux, personnel administratif, ...)

À la louche : 3000€ pour l'IREM.

## Moyens (à Marseille)

- ▶ services universitaires :
  - ▶ 192 HETD : services de doctorants de maths
  - ▶ plus une part variable de service des EC de math
  - ▶ et quelques heures de service en info et en physique
- ▶ subventions :
  - ▶ Ville de Marseille (8k)
  - ▶ CG 13 (8k)
  - ▶ Région PACA + Universcience (8k)
  - ▶ partenariat avec l'É2C (10k)
  - ▶ Cap'Math ( ?)
- ▶ le reste : sur le budget de fonctionnement de l'IREM



## Questions d'organisation pratique

Discutons-en.

# Références



Un exemple de démarche scientifique

Dominique Barbolosi

*Repères-IREM* 71, 2008.



Du concret à l'abstrait, de l'heuristique à la rigueur : un nouvel espoir pour l'enseignement des mathématiques ?

Dominique Barbolosi

*Repères-IREM* 83, 2008.