



IREM d'Aix-Marseille



Faculté des Sciences de Luminy

## Accueil des lycéens au laboratoire Pythéas pour les stages « hippocampe-maths »

### PRESENTATION

Reprenant le concept initié par l'association « Hippocampe » fondée en 2004 par des chercheurs de l'INSERM, le laboratoire Pythéas (I.R.E.M) accueille des lycéens qui viennent en stage « Hippocampe-Maths» pour travailler comme des chercheurs. Ces lycéens réfléchissent sur des problèmes mathématiques qui peuvent être aussi issus de questions liées à la physique, à l'informatique, aux sciences humaines, à la biologie... Ils posent des questions et élaborent des hypothèses, puis ils expérimentent, discutent, débattent et communiquent, comme le font quotidiennement les chercheurs dans leur travail.

Les stages Hippocampe-Maths sont pilotés par deux instituts de recherche : l'IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) et l'IML (Institut de Mathématiques de Luminy) et par la Faculté des Sciences de Luminy (Université de la Méditerranée).

Les intervenants des stages Hippocampe-Maths sont tous des chercheurs, confirmés ou en formation, enseignants d'Aix-Marseille Université. Les stages ont lieu dans les locaux de l'IREM sur le campus de Luminy.

Hippocampe-Maths a pour partenaires : la FRUMAM (Fédération de Recherche des Unités de Mathématiques de Marseille), l'Académie d'Aix-Marseille, l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public, la SMF (Société Mathématique de France) et l'Association « Maths pour tous ».

### DEROULEMENT D'UN STAGE

Les élèves se rendent à l'IREM à Luminy sous la responsabilité de leur professeur où ils sont accueillis par le professeur responsable du stage. Celui-ci présente le thème du stage, exposant l'état de la recherche dans le domaine, des résultats théoriques aux applications pratiques, et précise ce qu'il attend des élèves durant ces trois jours. Pour cela, il propose plusieurs pistes de recherche. Les élèves sont alors répartis en groupe de quatre en fonction de leurs choix sur les différents problèmes proposés ; ils sont alors confiés aux tuteurs, principalement des doctorants ; chacun d'eux prend en charge deux groupes.

Commence alors le travail de recherche. Les deux premières journées, les élèves, aidés par les tuteurs, suivent la démarche des chercheurs : se poser des questions, émettre des hypothèses, les tester, échanger et débattre, adapter le problème, trouver enfin une solution et la démontrer si possible.

Au cours de la deuxième journée, les élèves exposent oralement l'état de leurs recherches devant leurs camarades de classe, les tuteurs, le directeur du stage et les chercheurs bénévoles de l'IML. Ces exposés leur permettent de mettre l'accent sur les points qu'ils n'ont pas complètement assimilés avant d'aborder la dernière étape, celle de l'élaboration des posters.



La matinée de la 3ème journée est consacrée à la confection des posters, et l'après midi, à leur présentation devant des chercheurs. Les posters sont toujours de bonne qualité. C'est avec beaucoup de conviction que les élèves se prêtent aux questions des chercheurs invités à venir les examiner ; ceux-ci leur dévoilent aussi quelques pistes pour poursuivre l'exploitation du sujet.

Pour conclure le stage, les enseignants responsables font un rapide point sur l'état de la recherche dans le domaine travaillé par les élèves pendant trois jours.

En conclusion : Les élèves forts ou faibles sont souvent surpris par la nouveauté de la démarche, mais savent faire preuve d'imagination et d'initiative ce qui leur permet d'obtenir les résultats escomptés par les responsables et même parfois plus. Par les échos de leurs professeurs, nous pouvons dire que ces quelques jours au sein de l'université sont très enrichissants et très appréciés par les lycéens qui découvrent en côtoyant et en discutant avec des chercheurs, un monde accessible à tous ceux qui désirent acquérir des connaissances tout en s'enrichissant culturellement.

**Equipe :** Christian Mauduit – PR - [mauduit@iml.univ-mrs.fr](mailto:mauduit@iml.univ-mrs.fr) Marie-Renée Fleury – MCF - [fleury@lumimath.univ-mrs.fr](mailto:fleury@lumimath.univ-mrs.fr)

Jean-Louis Maltret – MCF - [jlmlumimath.univ-mrs.fr](mailto:jlmlumimath.univ-mrs.fr)

**Secrétariat :** Anne-Marie ADAM - [anne-marie.adam@irem.univ-mrs.fr](mailto:anne-marie.adam@irem.univ-mrs.fr) Tél : 04.91.82.90.91

**I.R.E.M. - Laboratoire PYTHEAS** Case 901 – 163, avenue de Luminy

13288 – Marseille Cedex 9 <http://www.irem.univ-mrs.fr>

## THEMES DES STAGES

Ils sont choisis en cohérence avec les programmes scolaires. Ils concernent principalement les classes de premières et terminales S et ES, mais peuvent être adaptés aux classes de seconde et éventuellement de collège.

### [Codes correcteurs, cryptographie :](#)

Etude des codes barres des supermarchés, des codes des billets de banque. Attaques de cartes à puce.

### [Géométrie en action :](#)

Comment bien découper le plan et l'espace ? Diagrammes de Voronoï et applications. Squelettes et reconstructions : Étude des formes complexes ; construction à partir de formes simples. Application aux dessins animés.

### [Mathématiques discrètes ou continues :](#)

Exemples de problèmes simples issus de la combinatoire ou de la théorie des graphes (liés à des questions concrètes) dont la résolution permet d'introduire naturellement de nouveaux outils mathématiques.

### [Heuristique de la découverte en mathématique :](#)

Initiation à la démarche de chercheur. Apprendre, sur des problèmes simples, à poser des conjectures et à les résoudre à l'aide de contre-exemples ou de démonstrations. Réflexion sur le rôle de l'erreur dans le processus créatif. Qu'est-ce que l'infini ? Existe-t-il un ou plusieurs infinis ? Aspects historiques et contemporains de ces questions.

### [Tresses et Noeuds :](#)

Qu'est-ce qu'une tresse, qu'un noeud ? Ces objets noués apparaissent non seulement dans la vie quotidienne, la marine et l'art décoratif, mais aussi en sciences. En biologie moléculaire, par exemple, l'ADN est noué. En physique, certains modèles théoriques font apparaître des structures qui ressemblent beaucoup à des tresses. Le stage a pour but d'essayer de donner aux élèves une idée de comment transformer un problème « géométrique » à l'apparence un peu abstraite en un problème « combinatoire » parfaitement implémentable, à travers l'exemple un peu ludique de la classification des noeuds.

### [Logique et théorie du calcul :](#)

Qu'est-ce que le langage, la rigueur mathématique, le raisonnement logique ? Pourquoi est-il nécessaire de démontrer et ne pourrait-on se contenter d'expérimenter ? Le théorème des quatre couleurs remet-il en question la définition d'une démonstration ?

La logique est aussi un modèle de calcul : des premiers pas pour aborder les notions de calculabilité seront faits sur des machines à registres.

### [Autour du théorème de Fermat :](#)

Ce théorème énoncé au début du 17<sup>ème</sup> siècle et prouvé à la fin du 20<sup>ème</sup> siècle a passionné de nombreuses générations de chercheurs. Il s'agit d'un problème d'arithmétique dont la formulation est élémentaire (à la portée d'un élève de 6<sup>ème</sup>) mais dont la preuve mobilise les mathématiques les plus récentes et les plus abstraites... Durant le stage, on y illustre divers aspects : par exemple des preuves de cas particuliers (suivant Fermat et Euler), la notion de courbe elliptique et le schéma de la preuve actuelle mais sans entrer dans la partie la plus technique de la preuve de Wiles inaccessible pour les élèves de lycée.

### [Mathématiques et médecine :](#)

Comment peut-on sauver des vies humaines grâce aux mathématiques ? Le stage permettra à des groupes d'élèves de s'initier à l'optimisation des protocoles de chimiothérapie dans la lutte contre le cancer. A d'autres, il permettra d'appliquer leurs connaissances mathématiques à l'imagerie médicale.

### [De Galilée à Einstein : la relativité :](#)

Il s'agit de suivre le développement de la problématique de la relativité qui commence avec Galilée, se poursuit avec Newton, puis aboutit à une contradiction avec Maxwell, contradiction levée par Lorentz, Poincaré et Einstein. Ceci donne lieu à des recherches par les élèves sur Galilée, son temps et ses recherches, sur le pendule de Foucault, sur les équations de Maxwell et les transformations de Lorentz ainsi que sur les paradoxes soulevés par Einstein (paradoxe des jumeaux) etc... pour finir avec les trous noirs en relativité générale.

### [Pliages de papiers, suites auto-similaires et fractals :](#)

Les objets auto-similaires ont des propriétés fascinantes ; ils apparaissent naturellement dans diverses situations, et pourtant leurs propriétés sont paradoxales, et semblent impossibles au premier abord, à commencer par leur dimension, qui est souvent non entière. Le stage donne l'occasion d'aborder diverses méthodes de construction, dont certaines très concrètes, et d'étudier leur comportement. On rencontrera plusieurs exemples qui remontent à très longtemps, et font actuellement l'objet de recherches actives, en particulier au sein du laboratoire.

