

Université Clermont Auvergne
Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal
IREM

* * * *

Stages MathC2+ de mathématiques en Université pour les collégiens et lycéens du 19 au 24 juin 2016

**« Conquérir des territoires et
encourager les talents dès la classe de 4^{ème} »**



*Le succès de MATHC2+ 2016
est à partager avec tous nos partenaires
et collaborateurs dont l'engagement
a contribué à réaliser ce projet.*

*Nos remerciements à nos partenaires :
La Fondation des Sciences Mathématiques
Le Conseil Régional d'Auvergne
Le Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal
Le Département de Mathématiques
L'IREM
L'UFR STAPS*

*Nous remercions également
Les enseignants encadrant les élèves
Les enseignants-chercheurs
Le lycée La Fayette pour son accueil
Les Chefs d'établissements des Collèges et Lycées
L'entreprise WISIP
Le musée Lecoq*

*et tout particulièrement
les élèves
qui ont contribué par leur motivation,
leur intérêt, et leur enthousiasme
au succès de cette cinquième édition.*

*Thierry Lambre
Directeur de l'IREM*

Table des matières

1. Extraits des lettres de motivations des élèves.....	4
2. Extraits de lettres de présentation des professeurs.....	5
3. Extraits des rapports de stages des élèves	6
4. Présentation des stages	7
5. Les objectifs des stages.....	8
6. Choix des élèves.	9
7. Encadrement des élèves	9
8. L'emploi du temps proposé aux élèves.....	10
9. Les activités mathématiques.....	10
10. Les ateliers de recherche mathématiques	10
11. Contenu scientifique de chacun des ateliers de Collège	11
12. Contenu scientifique de chacun des ateliers de lycée	12
13. Les activités scientifiques connexes.....	14
14. Retour des fiches d'évaluation	14
15. L'insertion dans le territoire de l'Auvergne.....	15
16. Le recrutement des stagiaires	15
17. Equipe pédagogique.....	16
18. Les partenaires financiers des stages MathC2+ 2016.....	16
19. Les programmes de la semaine.....	17
20. Le BUDGET.....	19

1. Extraits des lettres de motivations des élèves

Lycée

« Les mathématiques sont un domaine qui me passionne depuis que je participe au club de robotique, qui m'a permis de participer au concours international aux Etats-Unis, dans la ville de Saint-Louis. Les problèmes à résoudre étant souvent importants surtout dans le domaine de la programmation (...) Le fait de créer quelque chose grâce à des calculs mathématiques est ce qui me passionne le plus. »

« J'ai toujours admiré les chercheurs qui, grâce à des séries de nombres incompréhensibles, font des découvertes spectaculaires. Je voudrais pouvoir déchiffrer toutes ces équations et comprendre des nombres qui m'ont toujours fascinée. Je souhaiterais aussi découvrir l'utilisation des mathématiques dans la vie de tous les jours. Par ailleurs ce stage serait un lieu d'échanges avec des jeunes et des adultes ayant les mêmes centres d'intérêts que moi. J'aime aller à la rencontre des gens de tous horizons, partager des expériences et des connaissances. »

« Enthousiaste pour participer à cette session et très intéressé par les mathématiques, je vous présente ma candidature pour représenter mon lycée. J'adore réfléchir à des problèmes de mathématiques. Par exemple, lorsque je skie, j'applique aux télésièges des règles de divisibilité. Ainsi j'aime concrétiser les mathématiques, si certains disent que cette science est abstraite, c'est pour moi une réalité.

J'aime ma ville, cependant l'isolement et l'éloignement de centres de réflexion me désavantagent par rapport aux autres jeunes qui peuvent vivre dans un milieu plus favorable que moi ce type de culture. Il n'existe pas à ma connaissance de lieux d'échange où je pourrais partager ma passion pour les mathématiques, aucune conférence ne m'est accessible facilement. Sans compter que mes proches, dans le cercle privé, ne parlent pas le langage « mathématiques ».

Collège

« On dit de moi que je suis curieuse, sympathique, toujours souriante et agréable. Parfois je suis tête en l'air, mais toujours volontaire. Mes amis me surnomment « l'intello », les adultes eux me disent que j'ai « un cerveau de matheux ». Avant, cela me vexait un peu, mais maintenant, je trouve que j'ai de la chance : pour moi les sciences sont logiques et pour le reste, j'apprends très vite. »

« Je suis patient et persévérant. Quand je vois une énigme, je suis le premier à la chercher et je la cherche jusqu'à la trouver, même en y passant des heures. »

« J'adore les mathématiques, j'ai toujours envie de faire un exercice, de me confronter à une situation nouvelle, de chercher. J'aime aussi expliquer à mes camarades. J'ai surtout une voisine de table que mon professeur me laisse aider et j'y prends beaucoup de plaisir. Lorsqu'elle comprend un exercice ou un raisonnement grâce à moi, je me sens fier.

J'aime particulièrement les démarches de découvert lorsque notre professeur nous place en travail de groupes, que nous devons utiliser nos connaissances, penser à tout ce que nous savons pour découvrir et construire une nouvelle notion. Lors de ces séances, je me sens différente, comme transportée vers quelque chose que je dois absolument trouver et parfois un peu euphorique ! C'est aussi pour vivre au quotidien durant une semaine que ce stage m'intéresse. »

« J'aimerais participer au stage MathC2+ car j'adore les mathématiques ! Je prends plaisir à résoudre des problèmes plus compliqués les uns et les autres. Je suis très curieux de nature. Ce stage serait donc pour moi une opportunité de découvrir les mathématiques différemment et d'apprendre de nouvelles choses. En classe, je suis solidaire avec mes camarades : j'aide ceux qui sont en difficulté. »

2. Extraits de lettres de présentation des professeurs

Lycée

« Dans cette classe où le rythme est lent, c'est un élève qui s'ennuie un peu. Bien sûr, il demande des exercices supplémentaires et évolue de façon autonome. Ce stage lui permettrait de découvrir de nouvelles notions et de se confronter à des raisonnements plus complexes qui pourraient l'intéresser et le motiver. »

« Elle montre durant ces heures une grande implication tant au cours des travaux individuels que des travaux collectifs. Elle sait mener un groupe en tenant compte des conseils ou remarques de ses camarades. Le stage proposé pourrait notamment la conforter dans son choix d'orientation mais aussi assouvir sa curiosité portant sur les différents ateliers proposés lors de cette semaine de mathématiques. »

« XY est un élève sérieux très intéressé par les mathématiques et sciences en général, il est réfléchi et s'interroge beaucoup. Sa soif d'apprendre et sa persévérance lui ont permis d'obtenir les félicitations du conseil de classe les deux premiers trimestres. XY est d'autant plus méritant qu'il est un élève exemplaire dans une classe où l'ambiance est peu propice au travail, il reste très motivé, agréable et curieux, il travaille équitablement toutes les matières. »

« Il pose de nombreuses questions sur le cours, fait preuve de curiosité mathématique et possède une bonne culture scientifique. Au lycée, il rencontre peu d'élèves aussi passionnés que lui par les mathématiques et les sciences en général avec qui il puisse réellement échanger. »

Collège

« XY est un élève qui se démarque par sa vivacité d'esprit, en particulier en mathématiques. Très rapidement, on remarque chez lui ce plaisir à manipuler les outils mathématiques face à une situation de recherche, en particulier pour le calcul où il se plaît à chercher l'astuce qui lui permet de déterminer un résultat sans avoir recours à la calculatrice [...] Spontanément, il dit que ce qu'il souhaiterait plus tard, c'est travailler avec les mathématiques. Donc être « prof de maths » ou comptable. Mais peut-être comptable car pour être « prof de maths », il faut aller après le bac [...] Malgré cette vivacité d'esprit peu commune, la scolarité d'XY n'est pas brillante [...]

Il ne vit pas dans un milieu familial propice à développer chez lui le goût des études et l'ambition scolaire. »

« A chaque problème proposé, XX s'investit au maximum pour trouver une solution en faisant appel à beaucoup de réflexion et de prises d'initiatives de sa part, elle n'hésite pas à se lancer dans toutes les pistes de recherche qui semblent l'amener à la solution et elle a déjà très bien compris comment faire une démonstration mathématique. Son travail est extrêmement rigoureux et XX est très exigeante avec elle-même, elle vise toujours la perfection et l'excellence. Je pense qu'elle peut être (entre autre) une scientifique en devenir. »

« De nature, XY est un élève réservé ce qui ne l'empêche pas de lever la main très souvent en classe tout simplement parce qu'il connaît les réponses des questions que je pose. Et aussi des questions que je ne pose pas !! En effet je peux par exemple juste évoquer en classe une notion qu'il veut intervenir pour anticiper sur un futur concept !

Ces attitudes s'expliquent par le fait que XY est passionné par les maths et adore chercher chez lui et en classe des choses nouvelles [...]

J'aimerais beaucoup en savoir davantage sur ses recherches à la maison mais XY reste très laconique à mes questions (comment, quand il a trouvé telle notion). »

« XY est arrivé en classe de 6e au collège. L'année précédente il était déjà en 6e dans un autre collège. Il arrivait donc en tant que redoublant et on nous a informé de possibles problèmes de comportement. Cependant, il a été entre temps reconnu dyspraxique et il est arrivé équipé d'un ordinateur. Une AVS l'aide aussi à s'organiser.

Dès le début, j'ai remarqué que XY était vif, et petit à petit, s'habituant à travailler avec son ordinateur, il a repris confiance en lui et s'est impliqué de plus en plus en cours de mathématiques.

2,5 années plus tard, XY est l'élève le plus dynamique de sa classe et fait partie des 4 élèves ayant les meilleurs résultats. Comme beaucoup de « bons élèves » il est attentif, participe bien, est volontaire pour aider ses camarades. Il doit encore apprendre à canaliser son énergie. En effet, il a souvent des idées ou trouve des réponses assez vite et il a du mal à laisser ses camarades chercher. »

3. Extraits des rapports de stages des élèves

Collège

« Les ateliers du matin étaient très intéressants et très enrichissants, les mathématiciens s'adaptaient très bien à notre niveau ce qui nous a permis de discuter avec eux. Quant aux après-midi, elles étaient à la fois très instructives et divertissantes. Grâce à celles-ci j'ai appris beaucoup de choses notamment sur Blaise Pascal que je ne connaissais pas avant ce stage. Grâce à son invention qui est aujourd'hui indispensable, j'ai pris conscience de son génie. Les défis de la semaine étaient un moment de partage et de recherches. Le travail avec des secondes n'était pas du tout un problème, au contraire cela nous a permis d'échanger beaucoup de choses, car certaines fois nous trouvons la réponse aux énigmes mais nous n'arrivons pas à le prouver mathématiquement. Le travail en groupe regroupant les deux niveaux était bien car nous avons pu nous aider, réfléchir ensemble...

Les élèves étaient très ouverts sur les autres ce qui nous a permis de vite nous entendre et de voir à quel point nous partageons les mêmes attraits envers les mathématiques et les sciences. »

« Les cours ont répondu à l'attente que j'avais de ce stage, j'ai enrichi mes connaissances, et eu un avant-goût de la vie d'étudiant. D'une tendance renfermée, j'ai été confronté au contact des autres grâce aux conditions du stage, qui m'ont appris la nécessité du travail en équipe au sein de la recherche scientifique, le fait qu'on ne choisit pas toujours ses partenaires et qu'il faut pourtant savoir fournir des résultats.

J'ai été intéressé par les méthodes de travail utilisées par les chercheurs, et par leurs travaux, qui sont bien éloignés de l'idée très scolaire que j'avais des mathématiques. »

« J'ai vraiment adoré ce stage qui m'a permis de découvrir une autre approche des mathématiques. Les sujets des ateliers à l'IREM étaient très bien choisis et présentés de manière à la fois ludique et très complète par les enseignants chercheurs.

Mais ce que j'ai préféré dans ce stage, c'était les résolutions d'énigmes.

Au départ, j'avais peur de ne pas être à la hauteur des énigmes proposées et de ne pas pouvoir les résoudre, mais finalement, cela n'a pas été le cas et j'ai trouvé cela vraiment passionnant :

Nous avons même du mal à nous arrêter pour aller dormir !

J'ai aussi apprécié de pouvoir rencontrer d'autres personnes de mon âge qui s'intéressent aux mathématiques. Le travail de groupe a favorisé les rencontres ainsi que les conditions d'hébergement qui nous ont permis de nous intégrer aux élèves de seconde.

Ce stage m'a donné envie de devenir moi aussi un enseignant chercheur. »

Lycée

« La découverte des mathématiques était différente du collège et du lycée, ce qui était très stimulant. Nous avons abordé les sciences d'une manière concrète, comme avec la pratique de sport (calcul de VMA, de pourcentage de fatigue...).

Les travaux collectifs sur les énigmes nous ont permis de regrouper nos connaissances pour résoudre les problèmes, nous avons appris malgré l'hétérogénéité de nos groupes. Nous nous sommes adaptés, et nous avons étudié en se familiarisant, en s'écoutant pour se comprendre pour ensuite analyser, synthétiser, rédiger, ... puis produire un oral pour réussir à s'exprimer et expliquer toute la résolution du problème dans un amphithéâtre où le public de chercheurs interagissait avec nous... ce qui fut une très belle expérience »

« Au début, je ne savais pas ce que ce stage pouvait m'apporter. Le planning me semblait mystérieux. Le dimanche soir, dès que nous sommes arrivés, nous avons commencé à travailler sur les énigmes. Je ne connaissais personne à part ceux qui étaient de mon lycée, je restais dans mon coin et je ne parlais pas trop. On nous a dit qu'on devrait présenter une solution complète à une des énigmes sur laquelle on travaillerait durant toute la semaine, devant les chercheurs du laboratoire de mathématiques, les enseignants qui nous encadraient et les autres élèves.

J'ai commencé à avoir un petit peu le trac. Je trouvais les énigmes tellement dures que je me demandais si elles avaient vraiment une solution. Puis, peu à peu, avec le cours du lundi matin sur les machines de Turing, l'atelier sur la calculatrice et la visite du musée Lecoq, qui fut très enrichissante, j'ai commencé à m'intéresser à ce que l'on faisait.

Tout le reste de la semaine, que ce soit les cours du matin ou les activités de l'après-midi, je me suis vraiment amusé et j'étais impressionné par tout le travail que les enseignants-chercheurs avaient pu réaliser au cours de leur vie. (...) Je pense que ce stage m'a apporté un regard nouveau sur les mathématiques et sur les relations qu'elles pouvaient avoir avec la vie de tous les jours.

Ainsi, avant de participer, je trouvais le programme conséquent. Il l'est, en effet, mais c'est tellement bien qu'à la fin, on ne regrette rien.

Pour conclure, je ne regrette pas du tout d'avoir été sélectionné pour suivre ce stage. J'ai fait de belles rencontres et cela m'a permis de découvrir que les mathématiques sont à la portée de tout le monde... »

« Finalement, je pense que ce stage m'a permis (à moi comme à tous les autres) de réaliser toute l'étendue que pouvait prendre la recherche en mathématique. Tous les différents aspects des mathématiques que nous avons effleurés cette semaine m'ont apporté une nouvelle vision des mathématiques modernes.

Ce fut vraiment très bien de pouvoir faire des mathématiques toute la journée du lever jusqu'au coucher et ce, pendant une semaine complète. Je suis sûr que ce stage me servira dans les années à venir, pour ma première scientifique et pour toutes mes études, qui je l'espère se feront dans ce merveilleux domaine que sont les mathématiques.

Je me souviendrai de ce stage fait en seconde, je me rappellerai que c'est à ce moment-là que j'ai pris conscience de tout l'amour que je porte aux mathématiques. »

« Je n'oublierai jamais cette semaine passée à Clermont ; tout était génial et je trouve que c'est une expérience à faire au moins une fois dans sa vie si on aime les mathématiques.

Pour ma part, je retiendrai que c'était un stage, d'une qualité plus qu'extraordinaire, composé de plein de moments inoubliables.

De plus, le niveau était plus élevé que celui que nous avons en cours et, j'ai trouvé cela super bien car, pour une fois, il fallait vraiment que nous réfléchissions, que nous fassions preuve de logique et de raisonnement... J'ai vraiment apprécié de travailler ainsi.

Aussi, je n'oublierai pas la gentillesse de toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de ce stage, que ce soit les professeurs, les enseignants-chercheurs ou les autres personnes.

Enfin, ce que j'ai le plus aimé lors de ce stage ce sont les énigmes. J'ai adoré le fait que nous ayons ramé pendant quelques jours mais que finalement tous nos efforts aient payé !

Pour moi, trouver la solution par soi-même et, être en mesure de pouvoir l'expliquer après un long travail de recherches, est la plus belle récompense que l'on peut obtenir... »

4. Présentation des stages

La France, et plus largement l'Europe, peinent à former des scientifiques dont elles ont sans aucun doute besoin.

Voici quelques chiffres montrant les déficits de formation en sciences en France en 2014 :

- environ 2000 postes d'enseignants scientifiques non pourvus,
- environ 3000 places vacantes en CPGE scientifiques,
- environ 5000 places vacantes en Ecoles d'ingénieurs,
- au moins 20 000 places vacantes dans les Universités au niveau des Licences scientifiques.

Ce constat banal mobilise le Ministère. Le programme MathC2+, partie intégrante du Plan Sciences présenté par la Ministre de l'Éducation nationale le lundi 31 janvier 2011, vise à conquérir de nouveaux territoires dans le processus de formation de scientifiques en proposant à un public ciblé des stages de mathématiques dans un centre universitaire. Cette reconquête, à la fois géographique et qualitative, s'oriente vers les filles de toutes classes sociales, les enfants issus de l'immigration récente, mais surtout vers les enfants des classes sociales dans lesquelles la science n'est pas traditionnellement (ou pas encore, voire pas assez) un choix d'orientation. Ce dernier critère dépasse largement les zones concernées par la politique de la Ville.

Les publics concernés répondent à deux critères : excellence mathématique et égalité des chances. Conformément aux recommandations ministérielles, nous avons retenu des élèves brillants, qui ne côtoient pas culturellement les sciences et les mathématiques, issus de milieux où l'information sur les formations scientifiques et sur les poursuites d'études scientifiques peut être incomplète. En Auvergne, il y a cinq établissements REP+ et six établissements REP. Dans notre académie au caractère rural prononcé, il ne faisait aucun doute qu'un tel public existait.

Nous détaillons plus loin les critères qui ont conduit à notre choix d'élèves.

En Région Auvergne, deux stages d'accueil d'élèves MathC2+ au sein du laboratoire de mathématiques de l'Université Blaise Pascal ont été organisés du 19 au 24 juin 2016.

La Fondation des Sciences Mathématiques de Paris ainsi que la Région Auvergne ont très rapidement apporté un soutien précieux à cette initiative.

Les stages ont eu lieu dans les locaux de l'IREM et du laboratoire de mathématiques, en plein centre du campus universitaire des Cézeaux, durant cinq jours, en immersion scientifique totale, y compris durant la période d'internat où 4 professeurs de mathématiques accompagnateurs étaient présents durant toute la durée du séjour, du dimanche en soirée au vendredi milieu d'après-midi.

L'internat a été choisi dans un établissement scolaire, le lycée La Fayette, proche du campus universitaire des Cézeaux.

Ces deux stages ont été réalisés simultanément, l'un en collège (Quatrième), l'autre en lycée (Seconde). Ce choix présente de nombreux avantages. La réalisation simultanée des deux stages réduit les problèmes de logistique et minimise les coûts. En outre, les élèves de collège et de lycée partagent des activités communes, ce qui favorise une émulation précieuse appréciée des élèves.

5. Les objectifs des stages

Les stages proposés permettent à des élèves motivés de rencontrer des scientifiques sur leur lieu de travail, situation inhabituelle pour des collégiens et lycéens. Ces stages ont pour objectif de contribuer à la transformation des représentations des sciences en général et des mathématiques en particulier, de lutter contre le déterminisme social et de favoriser l'épanouissement des talents.

En cette période préoccupante de désaffection des études scientifiques, ces stages ont aussi pour objectif de donner le goût des sciences à des jeunes en formation et de les informer sur les métiers de sciences.

Mettre les élèves en situation de questionnement, de doute, n'est pas une démarche fréquente en classe. La confrontation de ce public très réceptif à des chercheurs professionnels permet de mettre en œuvre des contrats didactiques trop peu sollicités dans les classes en mettant les stagiaires en situation de questionnement ou de déséquilibre, à partir d'explorations de situations nouvelles et inconnues sur lesquelles ils sont amenés à formuler des hypothèses qu'ils doivent valider (ou invalider) par une démarche personnelle d'investigation.

6. Choix des élèves.

Les principes suivants ont été retenus :

- Accueil de 15 élèves de collèges (niveau Quatrième) et 15 élèves de lycées (niveau Seconde) au sein du laboratoire de mathématiques.
- Elèves candidats par lettre de motivation accompagnée d'un document du professeur présentant le profil de l'élève.
- Un rapport de stage est rédigé par chaque participant après le stage.
- Elèves brillants en mathématiques, choisis par une équipe pédagogique sous la responsabilité d'un enseignant-chercheur, et du directeur de l'IREM, après examen du dossier de candidature de chaque candidat.
- Parité garçons/filles. Compte tenu du fort déséquilibre des genres dans les métiers des sciences, nous avons imposé une stricte parité garçons/filles. Cette contrainte a tout son sens car un déficit de femmes est constaté depuis plusieurs années dans les métiers scientifiques, notamment en mathématiques.
- Equité entre les quatre départements de l'académie de Clermont-Ferrand : nous nous sommes efforcés de désigner des stagiaires en nombre comparable dans chaque département, indépendamment du poids démographique de ces départements. Ce projet est nos yeux un projet régional qui doit irriguer tout le de l'académie de Clermont-Ferrand. Ce choix d'équité entre département valorise les candidatures issues de milieux ruraux.
- Egalite des chances : dans notre région au caractère rural très prononcé, nous avons mis l'accent sur le recrutement de stagiaires issus de milieu rural, n'ayant pas de facilités pour connaître la richesse et la diversité des lieux universitaires de la métropole clermontoise.
- Egalite des chances : nous avons privilégié les candidatures d'élèves brillants issus de milieux sociaux où la poursuite d'études n'est pas toujours naturellement acquise (par exemple : des élèves venant de REP+ ou de REP), ou encore dans les milieux où les informations sur les possibilités de métiers scientifiques ne sont pas aisément accessibles.

Nous avons reçu :

- 74 candidatures de 30 collèges,
- 33 candidatures de 16 lycées,
- soit 107 élèves provenant de 46 établissements.

La répartition géographique sur tout le territoire de la région de ces nombreuses candidatures est satisfaisante :

- Allier : 7 établissements (4 collèges et 3 lycées), 14 élèves ;
- Cantal : 10 établissements (6 collèges et 4 lycées), 26 élèves ;
- Haute-Loire : 9 établissements (8 collèges et 1 lycée), 26 élèves ;
- Puy-de-Dôme : 20 établissements (12 collèges et 8 lycées), 41 élèves.

7. Encadrement des élèves

Quatre professeurs de mathématiques du second degré (un homme, une femme en collège et un homme, une femme en lycée) ont été sollicités comme accompagnateurs et tuteurs scientifiques durant la totalité de la durée du stage. Ces tuteurs scientifiques ont accompagné les élèves dans toutes les activités (scientifiques ou pas) des stages : ateliers de recherche, visite de laboratoires, excursion, détente... Ces tuteurs étaient les interlocuteurs scientifiques privilégiés des élèves.

Ces tuteurs scientifiques ont également assuré l'encadrement traditionnel d'élèves mineurs durant la totalité de la durée du stage, notamment pour les repas et l'internat. Par leur grand sens du contact, ces tuteurs scientifiques ont joué un grand rôle dans la cohésion du groupe et dans la réussite du stage. Ils ont été véritablement plébiscités par les élèves sur les fiches d'évaluation.

Il apparait important pour la réussite du stage de garder le principe d'un encadrement assuré par des enseignants de mathématiques chevronnés.

8. L'emploi du temps proposé aux élèves

- Atelier de recherche mathématique avec un chercheur du laboratoire chaque matin durant 3 heures.
- Activités d'ouverture scientifique : Olympiades (en Seconde) et de rallye mathématiques (en Quatrième), visite du Musée Scientifique Lecoq, avec démonstration de la Pascaline.
- Activités péri-scientifiques : activités physiques et scientifiques, après-midi scientifique au sommet du Puy de Dôme, avec l'expérience du Puy de Dôme de Pascal, etc.

9. Les activités mathématiques

Chaque matinée de la semaine a été consacrée aux activités de découvertes de recherche mathématique, sous la forme d'ateliers de 3h avec un enseignant-chercheur du laboratoire de mathématiques.

Lors de ces ateliers, les élèves ont rencontré 5 chercheurs du laboratoire de Mathématiques et du laboratoire d'informatique sur des thématiques totalement nouvelles pour eux.

En liaison avec l'évolution des programmes de mathématiques des lycées et des collèges, une matinée est consacrée à un atelier d'informatique (un pour les élèves de quatrième et un pour les élèves de seconde).

Chaque élève participe donc à quatre ateliers lourds de mathématiques et un atelier lourd d'informatique. La liste des ateliers ainsi qu'un bref descriptif de leur contenu sont détaillés plus loin.

Une conférence scientifique a été spécialement préparée pour ce public de collégiens et lycéens tout en respectant les formes d'une conférence à l'usage des professionnels des mathématiques.

Ces activités liées à la recherche mathématiques ont été complétées par deux après-midis de préparations aux Olympiades (en Lycée) et Rallye mathématiques (en Collège), au contenu plus proche des programmes scolaires mais dont les énoncés sont traditionnellement déroutants ou énigmatiques. Ces après-midis ont été dirigés par les professeurs de mathématiques tuteurs des élèves.

Des défis ont été proposés dès l'arrivée des élèves au lycée La Fayette le dimanche soir. Des équipes de 4 personnes ont été constituées comprenant deux collégiens et deux lycéens. Les stagiaires ont eu toute la semaine pour réfléchir à ces défis. Un point d'étape a été prévu avec les tuteurs en milieu de semaine, le mercredi en soirée. Une heure de préparation orale a été encadrée par les professeurs tuteurs le jeudi. Le dernier jour, les stagiaires ont présentés les résultats de leurs recherches au tableau devant les chercheurs.

Nos jeunes stagiaires étant très demandeurs d'activités, nous leur avons distillé des énigmes mathématiques tout au long de la semaine. Comme on a pu le lire dans les extraits de rapport de stage, cette constante sollicitation de leur curiosité scientifique durant toute cette semaine leur a beaucoup plu.

10. Les ateliers de recherche mathématiques

Durant ces rencontres, les chercheurs ont présenté un thème de leur choix, puis ont sollicité de manière active les élèves, au travers d'activités, d'expérimentations mathématiques sollicitant les qualités de réflexion, d'analyse et d'imagination des élèves.

Le contenu de chaque atelier a été évidemment laissé à totale discrétion des chercheurs. Voici pour information les recommandations imposées aux chercheurs volontaires.

- S'agissant de bons élèves, motivés pour les sciences, le contenu de l'atelier doit être assez éloigné des programmes des collèges et lycées.
- Le but du stage est de leur faire découvrir des mathématiques nouvelles, de les mettre en situation active

de recherche d'un énoncé et d'une démonstration, mais aussi de les mettre en contact avec la science vivante et les chercheurs.

- Les élèves devront donc être actifs une bonne partie de chaque atelier, au travers de séquences présentées sous forme de TP (pas de conférence ou de cours magistral !). La mise en œuvre d'une démarche d'investigation, de mise en œuvre de conjectures et réfutations sera un objectif. Si ces élèves voient un chercheur réfléchir devant eux et avec eux, la partie sera gagnée !

- Chaque atelier, d'une durée de trois heures, accueille les 15 élèves d'un niveau donné (Quatrième ou Seconde). L'atelier comporte un exposé d'un concept mathématique inconnu des élèves. Après cette présentation, l'enseignant-chercheur propose aux élèves des activités autour du concept considéré et sollicite de manière très active les élèves, qui sont chargés de proposer des méthodes de résolution.

- Chaque chercheur responsable d'atelier propose un point de vue actuel sur le sujet qu'il a lui-même choisi. Il s'efforce de donner des indications sur les derniers progrès sur le sujet et évoque, lorsque la technicité du problème le permet, les questions récemment résolues ainsi que les problèmes toujours ouverts.

- Faire des mathématiques, c'est apprendre des choses nouvelles, mais c'est aussi résoudre des problèmes.

11. Contenu scientifique de chacun des ateliers de Collège

- **Polyèdres et boules chevelues.**

par Robert YUNCKEN, membre du Laboratoire de Mathématiques.

Les Grecs connaissaient les cinq polyèdres réguliers et Archimède et Kepler ont découvert 13 polyèdres semi-réguliers supplémentaires. Mais c'est Euler qui a été le premier à remarquer une formule toute simple qui est vérifiée par toutes ces formes. Pourquoi cela empêche-t-il de bien peigner les fibres autour d'une noix de coco ? Pendant cet atelier sur la topologie on expliquera tout cela.



- **Des ponts de Königsberg aux algorithmes de Google : invitation à la théorie des graphes,**

par Frédéric BAYART, membre du Laboratoire de Mathématiques.

Au XVIIIème siècle, se promenant dans la ville de Königsberg, le mathématicien suisse Leonhard Euler réalisa qu'on ne pouvait emprunter tous les ponts de cette ville une, et une seule fois, et revenir à son point de départ. Ceci marqua la naissance de la théorie des graphes, qui est une branche commune aux mathématiques et à l'informatique. Dans cet atelier, nous explorerons quelques-uns de ces aspects, jusqu'à découvrir pourquoi Google en fait grand usage.



- **Pavages,**

par Jérôme CHABERT, membre du Laboratoire de Mathématiques.

La recherche de formes géométriques permettant de réaliser un pavage a occupé les mathématiciens depuis l'antiquité et dans plusieurs cultures. Comme c'est souvent le cas, cette activité de mathématique, motivée au départ par des raisons esthétiques, a finalement trouvé des applications concrètes, notamment en cristallographie.

Dans cet atelier, on se demandera d'abord quels sont les polygones qui permettent de réaliser un pavage. Après avoir mis en œuvre plusieurs techniques de réalisation pratique de pavages, on s'intéressera à la démarche de leur classification.



- **Sécurité informatique,**
par Alexandre GUITTON, membre du LIMOS.

Cet atelier est centré sur la sécurité informatique. La première partie de l'atelier présente la manière dont les mathématiques sont utilisées en cryptographie : chiffrements symétriques, chiffrements asymétriques, Diffie-Hellman, fonctions à sens unique. La deuxième partie de l'atelier concerne les mécanismes de sécurité systèmes (valides par une approche combinatoire) : stockage des mots de passe sur une machine, sel cryptographique, contrôle d'accès. La troisième partie de l'atelier concerne la conception de protocoles réseaux sécurisés : infrastructures à clés publiques, transactions électroniques, one-time password. Enfin, les problématiques actuelles concernant la sécurité sont discutées : existence de tests de primalité en temps polynomial, cryptographie sur courbes elliptiques, génération de nombres aléatoires, IPv6 et DNSSEC, dénis de services distribués.

- **Archimède savait-il jouer au foot ?**
par Thierry Lambre, membre du Laboratoire de Mathématiques.

Décrire un simple ballon de football est un exercice mathématique pas si facile qui nous emmène au cœur de la classification des polyèdres semi réguliers découverts par Archimède, il y a plus de 2300 ans. Cet illustre savant a découvert (et peut être même a-t-il démontré, on ne sait pas) l'un des premiers théorèmes de classification dont les mathématiciens raffolent : à côté des célèbres cinq polyèdres réguliers platoniciens (tétraèdre, cube, octaèdre, dodécaèdre et icosaèdre), il existe 13 polyèdres exceptionnels, semi réguliers, appelés aujourd'hui polyèdres d'Archimède. Au cours de cet atelier, nous découvrirons les propriétés géométriques de ces objets mathématiques et leur importance dans les sciences.

12. Contenu scientifique de chacun des ateliers de lycée

- **Modélisation mathématiques : du monde réel aux équations mathématiques**
par Laurent CHUPIN, membre du Laboratoire de Mathématiques.

Dans une première partie (50 minutes environ) nous introduirons le concept de modélisation mathématique à travers des exemples de la vie de tous les jours comme la météorologie, la mécanique des fluides... Nous verrons comment ce concept est à la base de nombreux outils mathématiques (outils d'analyse et de simulation) dont le but est de mieux comprendre certains phénomènes. L'atelier propose ensuite aura comme objectif de mettre les élèves en situation pour modéliser un phénomène (celui de l'évolution d'une population ou de la concurrence entre deux populations). Ils devront écrire un modèle et l'implémenter sur un ordinateur, réalisant ainsi les trois étapes essentielles pour un mathématicien appliqué : modélisation - analyse - simulation.



- **Quelques calculs de probabilité**
par Laurent SERLET, membre du Laboratoire de Mathématiques.

L'incertain est partout. Il est recherché par le joueur ou l'aventurier mais il est craint par tous ceux qui sont exposés aux aléas de la nature ou de l'activité humaine. Le calcul des probabilités est là pour quantifier les risques et évaluer la vraisemblance des possibilités. Mais modéliser un problème n'est pas toujours facile et l'exactitude des résultats est bien souvent subordonnée à la qualité des données. Nous allons étudier quelques exemples en partant d'articles de presse.

- **Les probabilités et statistiques au-delà des chiffres, du loto et des dés"**

Par Anne-Françoise YAO, membre du Laboratoire de Mathématiques

Les "statistiques c'est seulement faire des calculs simples comme les moyennes et les écart-types mais ce n'est pas vraiment des maths !". Dans cet atelier, nous verrons à travers quelques exemples comment les probabilités et statistiques peuvent fournir des modèles (parfois complexes) permettant de comprendre et prévoir des phénomènes de la vie courante : le temps d'attente du tram (ou du bus) ou à la poste, la durée de vie d'un portable, la taille d'une personne, la météo et bien d'autres.



- **La machine de Turing**

par Malika MORE, enseignant-chercheur à l'IUT d'Informatique, Université d'Auvergne

Une machine de Turing est composée d'un ruban divisé en cases pouvant chacune contenir un symbole, d'une tête de lecture/écriture agissant sur le ruban et d'un mécanisme de contrôle gérant le comportement de la tête. Loin d'être un dispositif de calcul primitif, il s'agit d'un modèle mathématique abstrait de la notion d'algorithme. Grâce à lui, on prouve des théorèmes et on raisonne sur la nature des algorithmes. On peut même démontrer rigoureusement que certains problèmes de calcul ne peuvent être résolus par aucun algorithme !



- **Calcul scientifique : quelques aspects de la simulation numérique de problèmes de mécanique des fluides,**

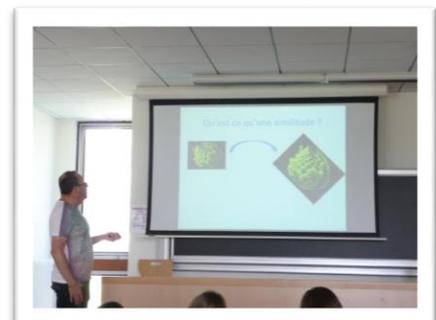
par Thierry DUBOIS, membre du Laboratoire de Mathématiques.

Dans une première partie (45 minutes), je présenterai plusieurs problèmes issus de la mécanique des fluides et je montrerai des résultats de simulations numériques. Nous verrons les différentes étapes (modélisation mathématique, analyse des modèles, schémas numériques et enfin mise en œuvre sur des ordinateurs) qui permettent d'obtenir ces résultats. Dans une seconde partie, des questions/problèmes seront soumis aux élèves afin de les sensibiliser aux principales difficultés de ce travail du mathématicien appliqué. L'objectif étant de dégager une méthodologie permettant de vérifier la validité des résultats numériques obtenus : dans quelle mesure le calcul scientifique permet d'étudier des problèmes réels et quelles sont ses limites ?



- **Conférence Mathématique « Choux romanesco et autosimilarité »,**
par Yannick HEURTEAUX, membre du Laboratoire de Mathématiques.

« On a tous en tête l'image de la boîte de vache qui rit qui se reproduit à l'infini, semblable à elle-même. La nature aussi nous fournit de tels spectacles ; les fougères et autres choux romanesco en sont de merveilleux exemples. A travers cet exposé, on essayera d'aborder les outils mathématiques qui se cachent derrière de tels objets. Comment les construit-on ? Comment peut-on les analyser, les classer ? Quel sens donner à la longueur de la côte bretonne ? Comment faire intervenir le hasard pour enrichir les modèles ? Quelle régularité se cache devant tant d'irrégularité ? Autant de questions qui nous feront voyager au pays de l'autosimilarité. »



13. Les activités scientifiques connexes

Dans la conception de ce stage, nous avons veillé à ce que les élèves soient au contact de nombreuses structures scientifiques, de l'Université Clermont Auvergne ou d'ailleurs. Ces différentes structures sollicitées ont toujours répondu avec beaucoup d'enthousiasme à notre projet.

- Le Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal,
- Le Département de Mathématiques et informatique de l'UBP,
- le LIMOS (Laboratoire Informatique, Modélisation et Optimisation des Systèmes), associé au CNRS,
- le Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC),
- la station météo de l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand,
- l'UFR STAPS (Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives) de l'UBP,

Des activités scientifiques, culturelles et sportives ont été organisées durant les après-midis et les soirées. Alors que les ateliers de mathématiques nécessitaient de constituer deux groupes (les collégiennes et collégiens d'une part, les lycéennes et lycéens d'autre part), les autres activités scientifiques étaient systématiquement réalisées en commun, ce qui a permis des rencontres fructueuses et des échanges féconds entre les différents élèves.

- Une après-midi de détente scientifique sur le site du Puy de Dôme : excursion à pieds au Puy de Dôme par le sentier des Muletiers, au cours de laquelle a été réalisée l'expérience historique du Puy de Dôme de Pascal à l'aide d'un baromètre électronique.
- Une visite-démonstration des machines arithmétiques de Pascal du Musée Scientifique Lecoq.
- Un temps de découverte d'activités scientifiques au travers d'activités physiques et sportives conçues et coordonnées par des enseignants de l'UFR STAPS (Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives) de l'Université Clermont Auvergne ;
- Découverte de la vie étudiante, une visite de la ville de Clermont-Ferrand au XVIIème siècle en soirée. Les richesses de la ville universitaire de Clermont-Ferrand ont été également mises en valeur durant la totalité du stage : lieu d'accueil, musées, moyens de transports, etc...
- Présentation de l'entreprise WISIP, par Fabio Diaz, directeur de projet

14. Retour des fiches d'évaluation

Les chercheurs responsables d'ateliers et l'équipe pédagogique ont ressenti une grande satisfaction lors du déroulement de ce stage : élèves très curieux, très actifs, formulant de nombreuses questions. Il est très réjouissant de voir des élèves s'approprier les tableaux noirs des salles du laboratoire pour, durant les pauses, résoudre des problèmes qui leur viennent à l'esprit à la suite de ces ateliers.

Un questionnaire d'évaluation a été rempli par chaque élève stagiaire participant. Le dépouillement de ce questionnaire a permis de dégager les informations suivantes.

1. Les ateliers de recherche mathématiques encadrés par des chercheurs.

Le formulaire d'évaluation auquel chaque stagiaire participant a répondu montre une grande satisfaction sur ce point. Les améliorations à fournir portent sur des points mineurs. Il faut rester vigilant sur l'organisation des ateliers pour que les élèves soient le plus possible acteur : ils n'attendent que cela !

2. Les défis.

Commencer les défis le dimanche soir dès leur arrivée jusqu'au vendredi après-midi a été très appréciée. Les défis sont peut-être ce dont parlent le plus les stagiaires dans leur rapport.

3. La conférence de clôture de stage.

Le principe d'une conférence, comme pour de vrais mathématiciens est toujours très impressionnant. Les élèves sont à la fois très honorés et intimidés dans une salle de conférence et devant un public scrutateur. De leur avoir posé des questions retorses leur a beaucoup plu.

4. Les autres activités scientifiques.

La montée à pieds du Puy de Dôme est l'occasion d'échanges fructueux entre les élèves et les enseignants chercheurs. C'est aussi pour une grande partie des élèves, la première fois qu'ils visitent ce site.

La visite guidée de Clermont-Fd est très appréciée à des élèves des communes éloignées, mais aussi des clermontois, qui croyaient connaître leur ville.

5. Détentes

Le temps libre (après-midi soldes !) est toujours très attendu et suscite une grande excitation au repas du mercredi midi.

Un match de foot qui a été improvisé contre des élèves du lycée La Fayette. L'honneur de nos stagiaires est sauf, ils ont gagné !

6. Les conditions matérielles.

Le formulaire d'évaluation auquel chaque stagiaire participant a répondu montre également une grande satisfaction sur ce point.

15. L'insertion dans le territoire de l'Auvergne

Chaque année nous associons une entreprise innovante issue de la recherche auvergnate autour des mathématiques et l'utilité des mathématiques en termes de valorisation économique. Les élèves ont rencontré M. Fabio Diaz qui est venu présenter l'entreprise Wisip créée par deux jeunes chercheurs ayant fait leur thèse dans des laboratoires clermontois.



16. Le recrutement des stagiaires

Modalités de candidature et choix des stagiaires

- Une lettre de cadrage précisant les attendus est envoyée aux professeurs au cours du premier trimestre.
- La parité Garçon/ Fille en lycée restant fragile, nous resterons vigilants et nous n'hésiterons pas à user de « discrimination positive ».
- Deux documents sont demandés :
 - Lettre de motivation de l'élève.
 - Lettre de présentation par le professeur de l'élève.

Les extraits présentés au paragraphe 1 montrent que ces lettres permettent de déceler des indicateurs qui nous semblent précieux, tant sur la motivation des élèves que sur leurs qualités de curiosité et d'imagination.

- Le rôle du professeur présentant son élève est lui aussi très important : chaque professeur ne retient qu'un

seul élève par classe, exceptionnellement deux au sein d'une même classe. Il lui faut retenir un élève excellent en mathématiques mais aussi développant des facultés d'analyse, de curiosité et d'imagination. Le choix ne doit absolument pas se réduire à décider qui est le meilleur élève de la classe, si cette expression a un sens... Chaque professeur rédige une lettre individualisée d'accompagnement de la candidature de chaque élève. Là encore, l'expérience nous a montré combien, lorsque cette lettre est rédigée avec soin par le professeur, celle-ci nous fournissait des informations déterminantes pour notre choix. Le professeur s'efforcera de souligner dans ce courrier, toutes les informations dont il dispose concernant les items « excellence mathématique et égalité des chances » de l'élève.

- L'équipe pédagogique se charge collégalement du dépouillement des candidatures et du choix final des 15 collégiennes et collégiens et 15 lycéennes et lycéens.

17. Equipe pédagogique

La sélection des dossiers retenus sur des critères des élèves est réalisée par une équipe pédagogique, indispensable pour assurer la pérennité du stage. Cette équipe pédagogique est constituée de

- 4 enseignants de mathématiques (deux hommes, deux femmes, trois en collège, un en lycée),
- Le directeur de l'IREM ou un représentant du laboratoire de Mathématiques,
- Un enseignant de mathématiques coordonnateur, Alexandre Sartre,
- Un IA-IPR, Jean-Alain Roddier.

Les accompagnateurs sont des collègues souvent fortement impliqués dans les actions de l'IREM, et qui sont les tuteurs scientifiques des élèves durant le stage. Pour la session 2016, ces accompagnateurs tuteurs scientifiques ont été :

Solenn NIVET (Collège Blaise Pascal, Clermont-Ferrand)

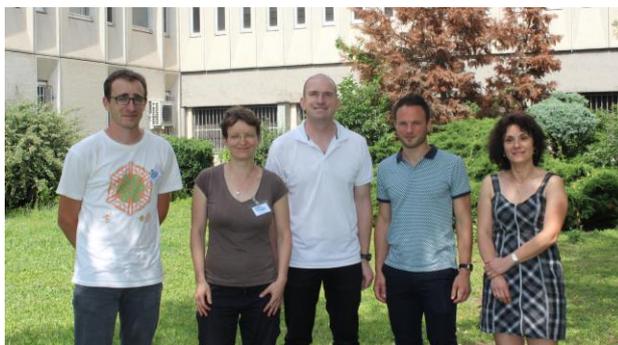
Nathalie DELETOMBE (Lycée Pierre Joël Bonté, Riom)

Lucas GIRARD (Collège Alexandre Varenne, Olliergues)

Julien LEMOINE (Lycée de Mauriac, Mauriac)

Cette équipe pédagogique est coordonnée par Alexandre Sartre (Collège Albert Camus, Clermont-Ferrand). Elle est chargée d'effectuer le choix des candidats après réception des dossiers, en valorisant au sein des candidatures trois aspects essentiels : excellence mathématique, conquête des territoires, égalité des chances.

Cette équipe est également une force de proposition pour le contenu de l'emploi du temps des élèves durant le stage.



18. Les partenaires financiers des stages MathC2+ 2016

Fondation Sciences Mathématiques de Paris.

Conseil Régional d'Auvergne,

Rectorat de l'Académie de Clermont-Ferrand

Université Clermont Auvergne : IREM, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, Limos, Département de Mathématiques et informatique, UFR Sciences et Technologies, UFR STAPS, Institut Pascal, Station météo de l'OPGC

19. Les programmes de la semaine

Programme de la semaine Collège

	Lundi 20 Juin	Mardi 21 Juin	Mercredi 22 Juin	Jeudi 23 Juin	Vendredi 24 Juin
9h00	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Polyèdres et boules chevelues Robert YUNCKEN Salle 3103	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Archimède savait-il jouer au foot ? Thierry LAMBRE Salle 3101	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Sécurité Informatique Alexandre GUITTON Salle 3103	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Des ponts de Königsberg aux algorithmes de Google : invitation à la théorie des graphes Frédéric BAYART Salle 3103	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Pavages Jérôme CHABERT Salle 3103
12h00					
13h00	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>
13h30					
14h00	de 13h30 à 14h30 Atelier Calculatrice CASIO (salle 3102)				Conférence de 45mn Yannick HEURTEAUX (Amphi HENNEQUIN [*])
14h30					
15h00	Rallye Maths (salle 3102)	Après-midi au Puy de Dôme	Rencontre avec Fabio DIAZ Directeur de Projet Entreprise WISIP Amphi Hennequin	Atelier sportif et scientifique encadré par l'UFR STAPS	Exposé des réponses aux défis par les élèves en présence de tous les professeurs, enseignants -chercheurs ayant participé au stage (AMPHI Hennequin)
16h00		La grande expérience de l'équilibre des liqueurs Visite de la station météo			
17h00			QUARTIER LIBRE Centre Ville de Clermont	GOUTER DE FIN DE STAGE	
18h00	Visite au Musée Lecoq "Les machines arithmétiques de Pascal"				
19h00	Pique-nique Jardin du Musée Lecoq				
20h00					
21h00	Visite nocturne du centre historique de Clermont	Travail en groupe sur les défis de la Semaine	Travail en groupe sur les défis de la Semaine	Préparation Enigmes	
22h00					
23h00					

Programme de la semaine Lycée

	Lundi 20 Juin	Mardi 21 Juin	Mercredi 22 Juin	Jeudi 23 Juin	Vendredi 24 Juin
9h00	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths La machine de Turing Malika MORE Salle 3101	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Calcul scientifique : quelques aspects de la simulation numérique de problèmes de mécanique des fluides Thierry DUBOIS Amphi HENNEQUIN	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Les statistiques au-delà des chiffres Anne-Françoise YAO Salle 3101	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths Quelques calculs de probabilité Laurent SERLET Salle 3101	Atelier de recherche au Laboratoire de Maths "Modélisation : du monde réel aux équations mathématiques" Laurent CHUPIN Salle 3101
12h00	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>	<i>Repas-Pause</i>
13h30	La machine de Turing Malika MORE (salle 3101)	Après-midi au Puy de Dôme La grande expérience de l'équilibre des liquides Visite de la station météo	Rencontre avec Fabio DIAZ Directeur de Projet Entreprise WISIP Amphi Hennequin	Atelier sportif et scientifique encadré par l'UFR STAPS	Conférence de 45mn Yannick HEURTEAUX (Amphi Hennequin)
14h30	de 14h30 à 16h45 Atelier Calculatrice CASIO (salle 3101)				
15h00					
16h00	Olympiades (salle 3101)		QUARTIER LIBRE Centre Ville de Clermont	GOUTER DE FIN DE STAGE	
16h30					
17h00	Visite au Musée Lecoq "Les machines arithmétiques de Pascal"				
18h00					
19h00	Pique-nique Jardin du Musée Lecoq				
20h00					
21h00	Visite nocturne du centre historique de Clermont	Préparation Enigmes	Travail en groupe sur les défis de la Semaine	Préparation Enigmes	
22h00					
23h00					

20. Le BUDGET

BILAN BUDGET_MATH C2+ JUIN 2016

RECETTES

Subvention Fondation Sciences Mathématiques (Animath)	2 750,00 €
Conseil Régional Auvergne	4 000,00 €
IREM	1 000,00 €
Autres (Département de Maths, IREM, ...)	2 000,00 €

TOTAL RECETTES

9 750,00 €

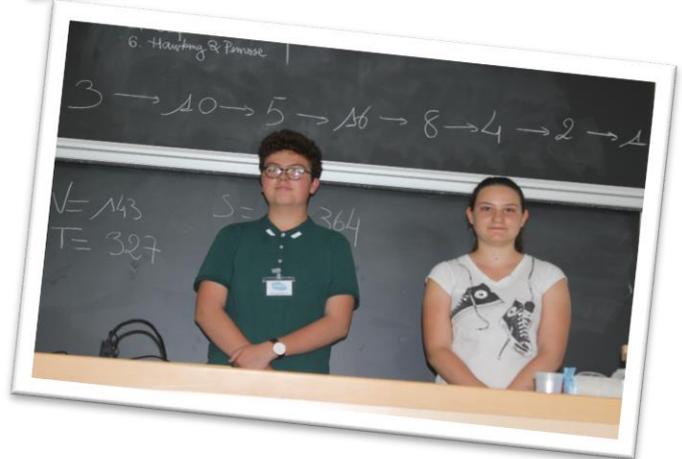
DEPENSES

Hébergement (30 élèves + 4 encadrants)	1 956,00 €
NENOT Transport (Montée au Puy de Dome)	260,00 €
Office de Tourisme de CLFD (Visite)	194,00 €
CROUS Déjeuners	997,00 €
MAZAL Pique nique	262,17 €
DISTRIMED Matériel atelier sportif	251,48 €
MATSPORT	298,20 €
T2C Transport Urbain	378,00 €
AUCHAN Denrées Gouters Réception	304,55 €
CLE USB stage 2016	228,24 €
Librairie les Volcans	273,00 €
Remboursement transport Panoramique	26,20 €
Indemnisation enseignants IREM	4 318,25 €

TOTAL DEPENSES

9 747,09 €

« Les défis : Quel plaisir pour les élèves stagiaires de présenter les résultats de leurs recherches aux enseignants-chercheurs! »



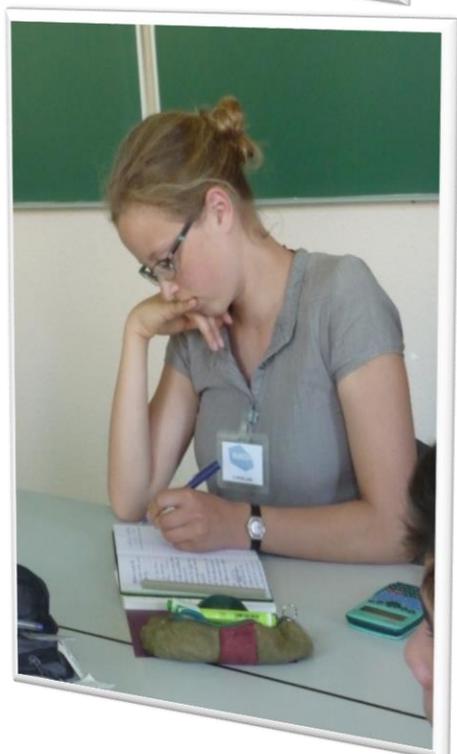
La montée au Puy de Dôme, un moment de découverte scientifique et de plaisir.



La visite guidée du centre historique de Clermont-Ferrand



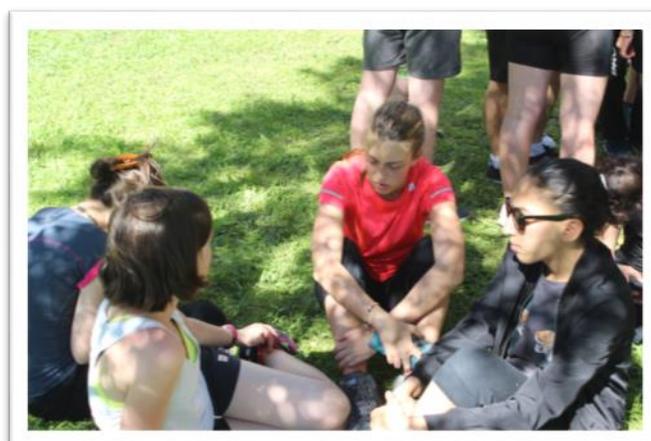
Durant les ateliers scientifiques



Nos stagiaires heureux de recevoir les calculatrices de notre partenaire CASIO



Des moments de pause...



Le dernier jour....



