

Université Clermont Auvergne  
Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal  
IREM

\*\*\*

**Stages MathC2+ de mathématiques  
en Université  
pour les collégiens et lycéens  
du 25 au 30 juin 2017**

**« Conquérir des territoires et  
encourager les talents dès la classe de 4<sup>ème</sup> »**





*Stages réalisés  
au Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal  
de l'Université Clermont Auvergne*

*Le succès de MATHC2+ 2017  
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 de Paris  
La Fondation Blaise Pascal  
Le Rectorat de l'Académie de Clermont-Fd  
Le Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal  
L'UFR de Mathématiques de l'UCA  
L'IREM*

*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  
Le musée Lecoq*

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

*Thierry Lambre  
Directeur de l'IREM*

## Table des matières

<b>1. Extraits des lettres de motivations des élèves</b> .....	4
<b>2. Extraits de lettres de présentation des professeurs</b> .....	4
<b>3. Extraits des rapports de stages des élèves</b> .....	5
<b>4. Présentation des stages</b> .....	6
<b>5. Les objectifs des stages</b> .....	7
<b>6. Choix des élèves</b> .....	7
<b>7. Encadrement des élèves</b> .....	8
<b>8. L'emploi du temps proposé aux élèves</b> .....	8
<b>9. Les activités mathématiques</b> .....	9
<b>10. Les ateliers de recherche mathématiques</b> .....	9
<b>11. Contenu scientifique de chacun des ateliers de Collège</b> .....	10
<b>12. Contenu scientifique de chacun des ateliers de lycée</b> .....	11
<b>13. Les activités scientifiques connexes</b> .....	12
<b>14. Retour des fiches d'évaluation</b> .....	13
<b>15. Rencontre avec une ancienne participante du stage C2+</b> .....	13
<b>16. Le recrutement des stagiaires</b> .....	14
<b>17. Équipe pédagogique</b> .....	14
<b>18. Les partenaires financiers des stages MathC2+ 2017</b> .....	15
<b>19. Les programmes de la semaine</b> .....	15
<b>20. Le BUDGET</b> .....	16

---

## 1. Extraits des lettres de motivations des élèves

---

### Lycée

« J'écris cette lettre afin de vous faire parvenir mon envie de faire partie de votre stage MathC2+ qui aura lieu cette année. J'aimerais vraiment y participer car j'aime beaucoup les mathématiques et les sciences, cela me fascine.....Je pratique la gymnastique et la course à pied, depuis très jeune, ce qui m'a donné l'envie de toujours persévérer, d'être perfectionniste et d'avoir l'aptitude à toujours vouloir surmonter les difficultés et vouloir réussir. »

« J'aimerais participer à votre stage MathC2+ pour plusieurs raisons. Tout d'abord les mathématiques ont toujours été ma matière préférée, je trouve cette science très élégante cependant j'apprécierais acquérir de nouvelles connaissances, d'un autre niveau car j'aime découvrir et apprendre. »

« Je suis en classe européenne anglais... J'aime travailler, apprendre et découvrir de nouvelles choses tout en approfondissant mes connaissances. Ma passion pour le trampoline au niveau national a forgé mon caractère.

Je suis une personne persévérante et j'aime résoudre des problèmes, travailler avec des chiffres, ... »

### Collège

« En effet, depuis toute petite j'ai une passion pour les maths qui ne cesse d'augmenter d'années en années. Pourtant avec un père mécanicien et une mère secrétaire je n'ai jamais eu l'occasion d'y être convoitée. J'ai l'impression qu'avec les maths on arrive tout de suite à comprendre avec une logique précise, j'aime beaucoup découvrir et apprendre encore plus de choses. »

« En découvrant les mathématiques autrement, je n'espère qu'enrichir mes connaissances. Je voudrais sortir du cadre scolaire où on ne fait qu'apprendre ce qui est dit dans le programme sans pousser plus loin. »

« Passionnée par les mathématiques depuis toujours, j'ai toujours voulu en savoir plus sur cette matière. Ce stage de découverte me permettrait de confirmer le fait que je veuille poursuivre mes études dans une filière scientifique. Organisée, discrète, consciencieuse, je suis particulièrement motivée à effectuer ce stage afin d'avoir accès à plus d'informations sur les mathématiques en général. »

---

## 2. Extraits de lettres de présentation des professeurs

---

### Lycée

« XX est une élève qui est très intéressée par les mathématiques et qui s'investit très activement dans le cours. Elle est toujours volontaire pour répondre aux questions ou passer au tableau. Elle se pose des questions pertinentes sur les activités menées en classe et cherche toujours, ....

Son appétit pour la recherche de problèmes et son envie d'approfondir son travail, l'ont conduite à participer au groupe Mathsjeans du Lycée, dans lequel elle a un rôle moteur, bien qu'elle soit la seule élève de seconde dans ce groupe.

« J'ai le plaisir d'avoir XX comme élève depuis qu'elle est en 3<sup>ème</sup>. C'est une élève brillante (dans toutes les disciplines), perfectionniste, travailleuse, humble.....Tous ses professeurs essaient de lui faire prendre conscience de ses capacités (elle ne se rend pas compte à quel point elle est brillante) »

« XY est un excellent élève de mathématiques, très intuitif et curieux, toujours à la recherche d'astuces et de notations pratiques. Il est très intéressé par le domaine de l'informatique et est naturellement à l'aise en algorithmique »

« XX est une élève très sérieuse et très investie. Elle obtient de très bons résultats dans les matières scientifiques qui lui ont permis d'obtenir les félicitations du conseil de classe. Malgré cela, XX n'a pas toujours confiance en elle et doute de ses capacités. Mais de nature très volontaire, cela ne l'empêche pas de participer de façon très régulière. XX travaille beaucoup et cherche toujours à s'améliorer. »

#### Collège

« Lors d'activités de découverte, il fait preuve de beaucoup de logique et voit très rapidement où on veut en venir. Il fait preuve d'une grande autonomie et sait prendre des initiatives. Sa passion pour les mathématiques est indéniable. Il est souvent en décalage avec certains de ses camarades en raison de son sérieux et de son implication. »

« XX est particulièrement enthousiaste à l'idée de participer à ce stage. Outre un très bon niveau, XX dispose surtout d'une vraie envie de dépassement de soi et de découvertes. Curieuse et très entreprenante, elle est toujours en demande et je dois admettre, très objectivement, que je ne parviens pas à satisfaire ses sollicitations au quotidien. »

« Dotée d'une bonne capacité d'analyse, elle se montre curieuse et très imaginative. Lors des différentes activités de prises d'initiatives, XX se montre toujours inventive. Sa façon d'interpréter et de raisonner est souvent très différente des autres élèves, tout en étant pertinente et intéressante à exploiter ».

---

### **3. Extraits des rapports de stages des élèves**

---

#### Collège

« J'ai passé une semaine inoubliable. En effet, ce stage m'a permis de découvrir les mathématiques dans un autre contexte. Dès le début, les accompagnateurs ont su me mettre à l'aise. Au fil de la semaine, j'ai découvert les mathématiques en abordant des thèmes très variés. Les ateliers du matin étaient très instructifs et intéressants. Les enseignants - chercheurs ont cherché à me faire comprendre les mathématiques de manière très facile. Grâce à ces ateliers, j'ai appris de nouvelles notions plus compliquées. Les visites de l'après-midi étaient très enrichissantes et attractives. Les mathématiques étaient abordées encore sous un autre angle. Les énigmes m'ont permis de faire des recherches approfondies. Le vendredi nous avons eu les réponses et les recherches des autres aux énigmes. C'était passionnant de voir ce qu'avaient cherché les autres pendant une semaine. J'ai trouvé formidable d'être dans la même chambre qu'une seconde, on a pu échanger à propos de thèmes très variés. Ce stage a confirmé mon intérêt pour les matières scientifiques. »

« Quand mon professeur de mathématiques m'a proposé de participer au stage MathC2+, je me suis dit « une semaine à ne faire que des maths ? ». J'ai quand même participé et je ne regrette pas. À mon arrivée, l'intégration avec les autres élèves a été dure car je ne connaissais personne. Puis j'ai fait connaissance avec tout le monde et tout s'est bien passé.

Grâce à ce stage, j'ai découvert plusieurs facettes des mathématiques notamment lors des ateliers du matin qui nous ont permis, en plus d'apprendre et de faire des mathématiques, de rencontrer et d'échanger avec des enseignants-chercheurs. Le tout fut très enrichissant et instructif. Nous avons aussi découvert la ville de Clermont-Ferrand d'une autre façon, à travers l'époque de Blaise Pascal, grâce à la visite du muséum Henri Lecoq et de la ville de Clermont-Ferrand.

C'est dommage que nous ayons eu de la pluie surtout pour la montée au Puy de Dôme et pour la visite de la ville. Néanmoins la visite de la station météo fut très agréable et intéressante.

Le fait de travailler sur les énigmes en groupes nous a permis d'échanger et d'être beaucoup plus productifs. Les énigmes en elles-mêmes étaient complexes et très captivantes. L'exposé de fin de stage sur ces énigmes était un peu stressant mais tout s'est bien déroulé. »

## Lycée

« Les énigmes m'ont particulièrement plu : celles-ci étaient très variées et nombreuses. Les problèmes rencontrés étaient tout à fait différents de ceux que nous faisons en cours. Nous avons vraiment envie de découvrir les solutions et nous prenions très à cœur ce travail. J'ai vraiment apprécié de travailler avec des collégiens, dans des groupes mixtes : le regard que chacun portait était différent, ce qui permettait à tout le monde de contribuer à la résolution des énigmes. Je croyais presque que nous étions des chercheurs ! J'étais très stressée le jour où il fallait présenter les énigmes devant les chercheurs car j'avais peur de parler devant tout le monde. En montant sur l'estrade, j'étais encore plus angoissée, mais finalement, lorsque j'ai commencé à parler, cela allait beaucoup mieux : cela m'a donc aidé à être moins timide et à prendre plus confiance en moi.

J'ai aussi aimé que certaines énigmes, celle de l'ours par exemple, ne soient pas résolues car nous pouvons maintenant les chercher à la maison.

J'ai aussi beaucoup apprécié l'ambiance qui régnait au sein du groupe : tout le monde s'entendait très bien et les accompagnateurs étaient vraiment sympathiques. La semaine est passée vraiment très vite : nous sommes arrivés le dimanche, et nous étions déjà le vendredi, jour de départ. »

« Ce stage m'a beaucoup apporté, car j'ai pu apprécier les mathématiques autrement, non pas seulement comme des outils permettant l'application de la physique ou de la chimie, mais comme une science à part entière.

J'ai pu consolider mes acquis dans différents domaines, tout en assimilant de nouvelles connaissances. En effet même dans des calculs d'apparence assez simple, comme le calcul d'une moyenne, nous avons pu apprendre, ici : la différence entre distance euclidienne et distance géodésique. Nous avons pu tester notre intuition avec d'étonnantes probabilités, le paradoxe des anniversaires entre autre, tout en découvrant la formule de Bayes et la programmation sur Python. Lors des Olympiades, j'ai pu redécouvrir le nombre Harshad. Grâce à une animation proposée au musée Lecoq, le calcul de l'aire sous une cycloïde n'a plus de secret pour nous...

Dans les différents ateliers de recherche et conférences, nous avons pu aborder de nombreux domaines. En effet, au-delà des notions mathématiques, c'est un véritable parcours autour de la vie de Blaise Pascal qui nous a été offert. Nous avons ainsi pu découvrir cet illustre personnage tout au long du stage, l'emplacement de sa maison natale près de la cathédrale de Clermont-Ferrand, ses travaux en tant que probabiliste, son expérience de l'équilibre des liqueurs au puy de Dôme ainsi que sa machine : la Pascaline. Enfin, la découverte de la station météorologique du Puy de Dôme fut une grande première pour moi, un instant mémorable et très enrichissant.

Je garderai donc un très bon souvenir de ce stage et vous en remercie. »

---

## 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-Rhône-Alpes, deux stages d'accueil d'élèves MathC2+ au sein du laboratoire de mathématiques Blaise Pascal de l'Université Clermont Auvergne ont été organisés du 25 au 30 juin 2017.

La Fondation des Sciences Mathématiques de Paris ainsi que la Fondation Blaise Pascal 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 Blaise Pascal, 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.
- Élèves 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.
- Élèves 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.
- Équité 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 à nos yeux un projet régional qui doit irriguer tout le bassin de l'académie de Clermont-Ferrand. Ce choix d'équité entre département valorise les candidatures issues de milieux ruraux.
- Égalité 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.
- Égalité 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 :

- 48 candidatures de 25 collèges,
- 23 candidatures de 12 lycées,
- soit 71 élèves provenant de 37 établissements.

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

- Allier : 7 établissements (5 collèges et 2 lycées), 9 élèves ;
- Cantal : 10 établissements (3 collèges et 2 lycées), 9 élèves ;
- Haute-Loire : 9 établissements (5 collèges et 3 lycées), 19 élèves ;
- Puy-de-Dôme : 20 établissements (12 collèges et 5 lycées), 34 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 apparaît 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 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 Blaise Pascal.

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 chapitres 11 et 12.

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 mathématique 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 présenté 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 la 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 évoqué, 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 Blaise Pascal.

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 Blaise Pascal.

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 Blaise Pascal.

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 clefs 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 Blaise Pascal.

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 Blaise Pascal.

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 proposé 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 Blaise Pascal.

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 Blaise Pascal.

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.

- **Ballade cryptographique,**

par Pascal LAFOURCADE, membre du LIMOS

La cryptographie existe depuis l'antiquité et est de plus en plus utilisée dans notre vie quotidienne. À travers différents défis, nous verrons comment fonctionnent certains algorithmes de chiffrements.

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

par Thierry DUBOIS, membre du Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal.

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-il d'étudier des problèmes réels et quelles sont ses limites ?

---

### 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 ;
- l'UFR de Mathématiques de l'UCA ;
- 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.

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 pied 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.
- Découverte de la vie étudiante, une visite de la ville de Clermont-Ferrand au XVII<sup>ème</sup> 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...
- Échange avec une ancienne participante au stage MathC2+ de 2014.

- **Conférence Mathématique « Choux romanesco et autosimilarité »,**

par Yanick HEURTEAUX, membre du Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal.

*« 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 classifier ? 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. »*

---

## 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'appropriier 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 élèves ont trouvé que les chercheurs avaient su donner des explications à leur niveau tout en faisant découvrir de nouvelles notions. La mise en activité des élèves a été appréciée.

### *2. Les défis.*

Commencer les défis le dimanche soir dès leur arrivée jusqu'au vendredi après-midi a été très apprécié. Les défis sont une partie très importante de la semaine, avec la résolution dans l'amphi Hennequin du vendredi après-midi.

### *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.

### *4. Les autres activités scientifiques.*

La montée à pied 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 avec accès à la station météo.

La visite guidée de Clermont-Fd est très appréciée par les élèves des communes éloignées, mais aussi des Clermontois, qui redécouvrent leur ville.

La rencontre avec une ancienne stagiaire de MathC2+ 2014 a été très appréciée par les élèves.

### *5. Détentes*

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

### *6. Les conditions matérielles.*

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

---

## 15. Rencontre avec une ancienne participante du stage C2+

---

**Pour la première fois cette année, les élèves ont rencontré une ancienne participante du stage MathC2+. Leïla Godinaud avait participé au stage MathC2+ en juin 2014 lorsqu'elle était élève en seconde. Elle leur a décrit son parcours depuis : 1<sup>ère</sup> S, Terminale S, puis son entrée en classes préparatoires en MPSI au lycée Blaise Pascal à Clermont-Ferrand, et l'an prochain elle sera en MP\*. Elle leur a expliqué qu'elle participait actuellement à un stage volontaire au laboratoire de physique corpusculaire dans le cadre « graines de chercheur ». Les élèves ont été très intéressés par cette rencontre, qui a été riche en questions et en échanges.**

---

## 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 de l'élève par le professeur.

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. Équipe pédagogique

---

La sélection des dossiers retenus sur des critères précis des élèves candidats, est réalisée par une équipe pédagogique indispensable pour assurer la pérennité du stage. Cette équipe pédagogique était constituée en 2017 de :

- 4 enseignants de mathématiques (deux hommes, deux femmes, deux en collège, deux en lycée) ;
- Le directeur de l'IREM ou un représentant du Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal ;
- Un enseignant de mathématiques coordonnateur, Alexandre Sartre ;
- Un IA-IPR, Jean-Jacques SEITZ.

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 2017, ces accompagnateurs tuteurs scientifiques ont été :

Solenn NIVET (Collège Blaise Pascal, Clermont-Ferrand)  
Aude SAINFORT (Lycée Blaise Pascal, Clermont-Ferrand)  
Thibault RALET (Collège La Charme, Clermont-Ferrand)  
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+ 2017

Fondation Sciences Mathématiques de Paris

Fondation Blaise Pascal

Rectorat de l'Académie de Clermont-Ferrand

Université Clermont Auvergne : IREM, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, UFR de Mathématiques

## 19. Les programmes de la semaine

Programme de la semaine Collège					
	Lundi 26 juin	Mardi 27 juin	Mercredi 28 juin	Jeudi 29 juin	Vendredi 30 juin
8h00	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Archimède savait-il jouer au foot ?  Thierry Lambre	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Sécurité informatique  Alexandre Guitton	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Polyèdres et boules chevelues  Robert Yuncken	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Des ponts de Königsberg aux algorithmes de Google : invitation à la théorie des graphes  Frédéric Bayart	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Pavages  Jérôme Chabert
12h	Repas – Pause	Repas – Pause	Repas - Pause	Repas - Pause	Repas - Pause
13h30	Atelier Calculatrice Casio		Rencontres avec E. ROYER, directeur du laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal avec F. BOUCHON, professeur de mathématiques en école d'ingénieurs, avec Leïla, ex stagiaire C2+		Conférence de 45 min Yannick HEURTEAUX
14h30	Rallye Maths	Activité sportives et visite du campus des Cézeaux	QUARTIER LIBRE Centre ville de Clermont	Après-midi au Puy de Dôme  La grande expérience de l'équilibre des liqueurs  Visite de la station météo	Exposés des réponses aux défis par les élèves en présence de tous les professeurs, enseignants- chercheurs ayant participé au stage
16h30	Visite au Musée Lecoq « Les machines arithmétiques de Pascal »	Visionnage de films scientifiques			
17h	Pique-nique Jardin du Musée Lecoq				
18h30					
20h	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	
22h					

## Programme de la semaine Lycée

	Lundi 26 juin	Mardi 27 juin	Mercredi 28 juin	Jeudi 29 juin	Vendredi 30 juin
8h00	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Probabilités : calculs et simulations  Laurent Serlet et Andrzej Stos	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Ballade cryptographique  Pascal Lafourcade	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Calcul scientifique : quelques aspects de la simulation de problèmes de mécanique des fluides  Thierry Dubois	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Modélisation : du monde réel aux équations mathématiques  Laurent Chupin	Atelier de recherche Au Laboratoire de Maths  Statistiques « big data » et Mathématiques  Anne-Françoise Yao
12h	Repas – Pause	Repas – Pause	Repas - Pause	Repas - Pause	Repas - Pause
13h30	Atelier Calculatrice Casio		Rencontres avec E. ROYER directeur du laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal avec F. BOUCHON, professeur de mathématiques en école d'ingénieurs, avec Leïla, ex stagiaire C2+		Conférence de 45 min Yannick HEURTEAUX
14h30	Olympiades	Activité sportives et visite du campus des Cézeaux	QUARTIER LIBRE Centre ville de Clermont	Après-midi au Puy de Dôme  La grande expérience de l'équilibre des liqueurs  Visite de la station météo	Exposé des réponses aux défis par les élèves en présence de tous les professeurs, enseignants-chercheurs ayant participé au stage
16h30	Visite au Musée Lecoq « Les machines arithmétiques de Pascal »	Visionnage de films scientifiques			
17h					
18h30	Pique-nique Jardin du Musée Lecoq				
20h	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	
22h					

## 20. Le BUDGET

### BILAN FINANCIER\_MATH C2+ JUIN 2017

RECETTES	
Subvention Fondation Sciences Mathématiques (Animath)	3 000,00 €
Fondation Blaise Pascal	5 000,00 €
IREM	250,00 €
<b>TOTAL RECETTES</b>	<b>8 250,00 €</b>

DEPENSES	
Hébergement Lycee La Fayette	2 063,40 €
Transport (Montée au Puy de Dome)	180,00 €
Office de Tourisme de CLFD (Visite)	198,00 €
CROUS PIC NIQUE	260,00 €
CROUS Déjeuners	959,50 €
T2C Transport Urbain	451,50 €
Gouters pour la semaine	250,84 €
Remb. Avance de frais (Badges, gouters accueil)	62,36 €
Remboursement transport élèves	39,80 €
Remboursement transport élèves	48,70 €
Remboursement transport élèves	55,60 €
Indemnisation enseignants IREM (19 htd x 49 €) x 4	3 724,00 €
<b>TOTAL DEPENSES</b>	<b>8 293,70 €</b>

*« 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.*

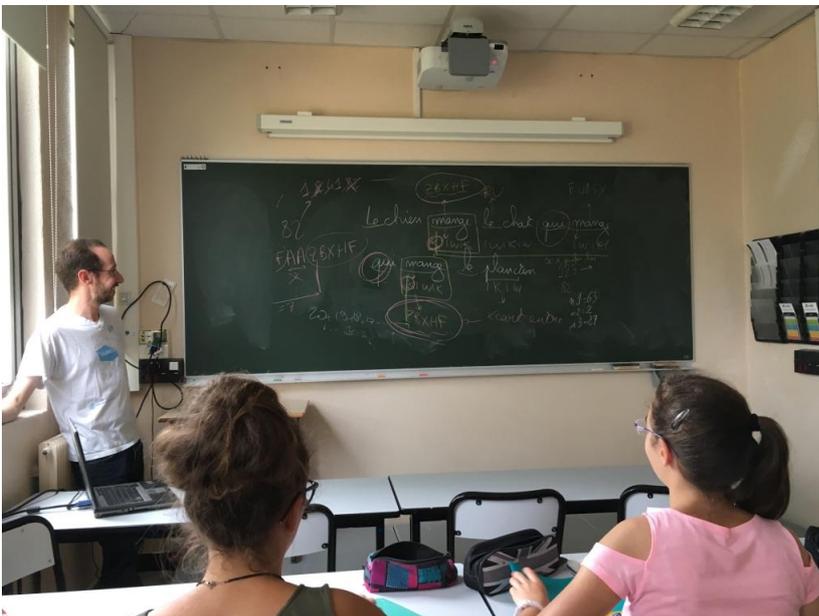




*La visite guidée du centre historique de Clermont-Ferrand*



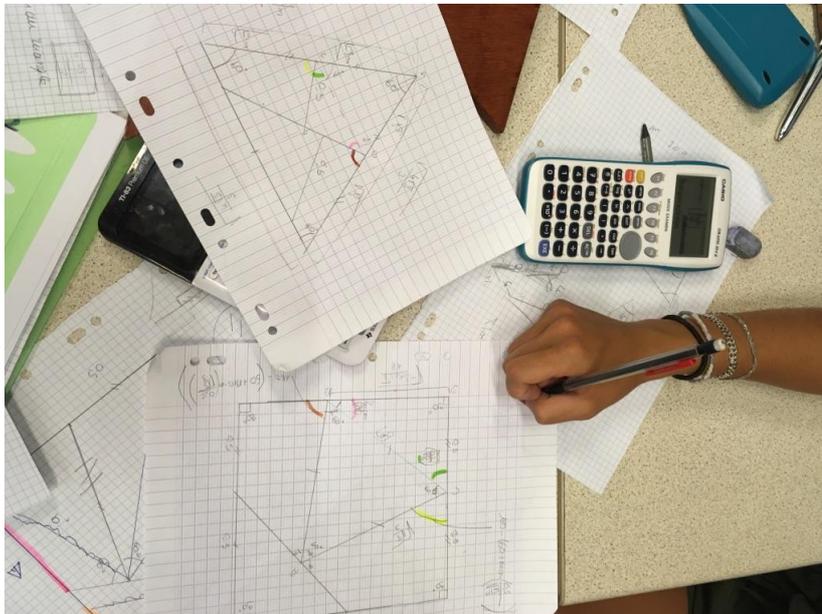
## Durant les ateliers scientifiques





*La recherche des énigmes le soir...*





*Des moments de pause...*





Le dernier jour...

