# Document d'accompagnement sur l'accompagnement personnalisé - MATLAN -

## *L'apprentissage des mathématiques et des langues par la recherche et la coopération.*

Hubert PROAL hubert.proal@ac-aix-marseille.fr
Février 2016

Les ateliers *MATh.en.JEANS* (MeJ) sont des ateliers scientifiques et techniques comme définis conformément à la circulaire n° 2004-086 du 25/5/2004. Ils ont la particularité d'être ouverts à tous les élèves, indépendamment de leur niveau (et de leur classe), de leur faire appréhender le travail personnel et collectif de manière innovante et de les mettre en contact avec des universitaires. Il nous est apparu normal, en 2011, d' inclure cet atelier dans le cadre de l'accompagnement personnalisé (AP) car il répondait aux trois axes de ce dispositif (circulaire n°2010-013 du 29/01/2010) : soutien, approfondissement et aide à l'orientation. En 2014, l'atelier MeJ a été inclus dans un dispositif ERASMUS+ MATLAN (*L'apprentissage des mathématiques et des langues par la recherche et la coopération*) qui l'a enrichi d'une pratique de l'anglais et d'outils d'évaluation positifs pour les élèves. Le document suivant va vous permettre de mieux comprendre le dispositif MATLAN, de saisir de quelle façon il répond aux axes de l'AP et comment le mettre en place dans vos établissements.

Sommaire :



Erasmus+

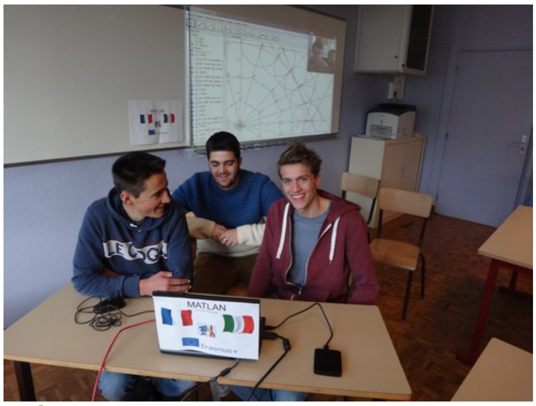
# *I. Documents officiels*

Eduscol – accompagnement personnalisé : http://eduscol.education.fr/cid54928/accompagnement-personnalise.html
Circulaire : http://www.education.gouv.fr/cid50471/mene1002847c.html
Documents ressources :
http://eduscol.education.fr/pid25088/ressources-pour-accompagnement-personnalise.html
Module pour l'AP
http://eduscol.education.fr/cid60349/modules-pour-l-accompagnement-personnalise.html
Organiser l'AP
http://eduscol.education.fr/cid54980/organiser-l-accompagnement-personnalise.html
Identifier les besoins des lycéens
http://eduscol.education.fr/cid54985/identifier-les-besoins-des-lyceens.html
Méthodologie
http://eduscol.education.fr/cid55003/accompagner-le-lyceen-methodologie.html
Projet d'orientation
http://eduscol.education.fr/cid54909/aider-le-lyceen-a-construire-son-projet-d-orientation.html

Atelier scientifique et technique : http://eduscol.education.fr/cid46776/ateliers-scientifiques-et-techniques.html
Circulaire : http://www.education.gouv.fr/bo/2004/22/MENE0401106C.htm

Guide du Conseil National Education-Economie sur « École et entreprises » :
http://www.cnee.fr/cid96097/guides-ecole-entreprise.html
Eduscol, mettre en œuvre un « Parcours Avenir » : http://eduscol.education.fr/cid54908/ressources-pour-le-parcours-avenir.html


Échanges lors de séminaires



Échanges par vidéo-conférences


Salle de recherche et d'expérimentation de l'atelier

## *II. Dispositif MATLAN*

MATLAN est un dispositif ERASMUS+ (n°2014-1-RO01-KA201-002699) mis en place du 1$^{er}$ octobre 2014 au 31 août 2016 entre le Colégiul National Emil Racovita de Cluj-Napoca (Roumanie) et le Lycée d'Altitude de Briançon (France). Il a pour objectif l'apprentissage des mathématiques et des langues par la recherche et la coopération.

Comme tous les projets MeJ, des élèves volontaires travaillent toute l'année par petits groupes sur un sujet de recherche à leur niveau. Ils sont encadrés par un ou plusieurs enseignants et suivis par un chercheur qui a défini les sujets en début d'année. Des séminaires sont organisés entre les établissements « jumelés ». Les élèves, travaillant sur le même sujet, mettent en commun leurs résultats. Ces échanges peuvent se dérouler de différentes manières : soit en se déplaçant, soit par vidéo-conférences, soit par chat ou par le biais d'une plateforme coopérative. Dans tous les cas, ils se font en anglais (oral et écrit). Fin mars ou début avril, a lieu le congrès des ateliers MeJ, à l'occasion duquel les jeunes des deux établissements exposent leurs résultats à l'oral. À l'issue du congrès, une production écrite sous forme d'article ou de poster est attendue des élèves.

Il va de soi que les élèves de MeJ ne sont pas sélectionnés par un examen ou par leur niveau en mathématiques. À raison d'une heure par semaine, de septembre à juin, les élèves se retrouvent pour réfléchir à **leur** sujet. Ce travail régulier de leur part, qui s'inscrit dans la durée et qui est valorisé par des participations à des manifestations scientifiques, va donner un autre regard sur les mathématiques aux élèves en difficulté et un approfondissement aux autres. L'organisation personnelle mais aussi le travail d'équipe, souvent expérimental, nécessaire pour progresser dans la réflexion sur le sujet, changent considérablement les rapports entre les élèves et les enseignants. Sans contrainte de temps, les méthodes et les outils de travail apparaissent comme une nécessité pour progresser dans le sujet et favorisent l'acquisition de compétences propres à la recherche.
Les échanges, en anglais, par vidéo-conférences ou lors des rencontres entre les établissements français et étrangers travaillant sur le même sujet, permettent aux élèves de pratiquer une langue étrangère. Ce travail transdisciplinaire et collaboratif sur LEUR projet mathématique facilite la pratique de l'anglais et donne lieu à une correspondance entre jeunes (facebook, chat). Il est complété par la rédaction, par les élèves, de newsletters. Cette collaboration doit conduire à la présentation orale commune lors du congrès des ateliers MeJ. Sa préparation donne à chaque chercheur en herbe l'occasion irremplaçable d'une prise de conscience des résultats obtenus (par lui, par son groupe et par le groupe jumeau) et d'une nouvelle réorganisation de connaissances, aussi bien celles qui ont été investies dans la situation que celles qui sont apparues au cours de la recherche : mises au point, mises en ordre et mises en forme sont nécessaires à la présentation des travaux au congrès, face à la critique d'une communauté scientifique élargie. D'autres participations à des manifestations scientifiques sont l'occasion pour les élèves de valoriser leurs recherches, de développer des compétences de popularisation (vulgarisation) des mathématiques et d'avoir une ouverture culturelle. En fin d'année scolaire, chaque sujet doit fournir un article scientifique qui sera validé par les chercheurs de l'atelier et par le comité d'édition de l'association MeJ. Un exercice de rédaction commune qui va mettre en œuvre d'autres compétences.
Les séminaires, le congrès et les participations à des manifestations scientifiques permettent d'avoir une ouverture culturelle mais aussi des rencontres et des discussions avec des chercheurs professionnels. Des occasions de réfléchir à l'orientation post-bac d'autant plus que certaines manifestations sont organisées dans des universités.

# III. Organisation du dispositif dans le cadre de l'AP.

Juin-juillet. Aligner une heure pour toutes les classes d'un même niveau pour l'AP. Déterminer un enseignant volontaire pour faire l'AP-MATLAN, durant toute l'année et sur un niveau donné. Commencer à élaborer, en équipe avec le chercheur, des sujets de recherche. Avoir un jumelage avec un pays étranger.

En début d'année il est distribué aux familles une plaquette qui explique à quoi correspond l'AP-MATLAN, le travail attendu par les élèves volontaires qui s'inscriront à cette AP. Les élèves peuvent faire une ou deux séances pour voir si cela leur convient. Après quoi ils s'engagent à être présents à l'heure d'AP (un appel est réalisé à chaque séance), dans la mesure du possible, à participer aux vidéo-conférences et aux actions dans l'établissement ou à l'extérieur.

Lors des premières séances (septembre), les sujets sont présentés (si possible par le chercheur) et les groupes se forment. Il faut entre 2 et 4 élèves par groupe mais on peut faire deux groupes sur un même niveau pour un même sujet. Des rencontres sont organisées entre les élèves de niveaux différents qui travaillent sur le même sujet.

Durant une séance, l'enseignant est là pour écouter les élèves, discuter avec eux, voir comment ils peuvent vérifier une hypothèse, comment ils peuvent monter une expérience. Essayer de comprendre les idées des élèves en leur demandant des exemples. Il est possible que durant une séance, l'enseignant suive un seul groupe.

Chaque groupe a un cahier de recherche où il note ses résultats et ses tests. Les élèves peuvent travailler au tableau ou sur des ordinateurs s'ils le souhaitent. Les fichiers sont stockés sur une plate forme collaborative commune à tous les groupes qui travaillent sur le même sujet, y compris les groupes de l'établissement jumeau.

En novembre, on demande à chaque groupe un résumé de ses pistes de recherches, on détermine les sujets des premiers séminaires qui seront effectués par vidéo-conférence. Par la suite nous fixons un séminaire par mois : novembre, décembre, janvier et février.

En décembre nous demandons à chaque élève de prendre un moment pour remplir sa fiche de travail collaboratif. Les fiches d'expérimentations sont remplies au fur et à mesure de l'utilisation d'outils : tableau, géogébra, tableur...

En février nous demandons pour chaque sujet un plan d'article.

En mars, nous profitons de la semaine des maths ou d'une journée portes ouvertes pour que les groupes présentent leurs résultats : une répétition avant le congrès.

Fin mars, début avril. Congrès des ateliers MeJ. Nous faisons remplir la fiche de communication orale.

Avril, mai. Rédaction d'un article scientifique ou de poster. Nous faisons à nouveau remplir la fiche collaborative et la fiche de communication écrite.

# IV. Retour quantitatif sur une année.

Pour l'année 2014-2015, sur 40 élèves (9 secondes, 21 premières et 10 terminales), en moyenne les élèves ont effectué **25 heures de présence dans l'établissement** (séances de travail / séminaires / semaine des maths / vidéo-conférences / préparation) et **43 heures en extérieur** (séminaires / forums et salon / congrès / visites de laboratoires / concours / …)

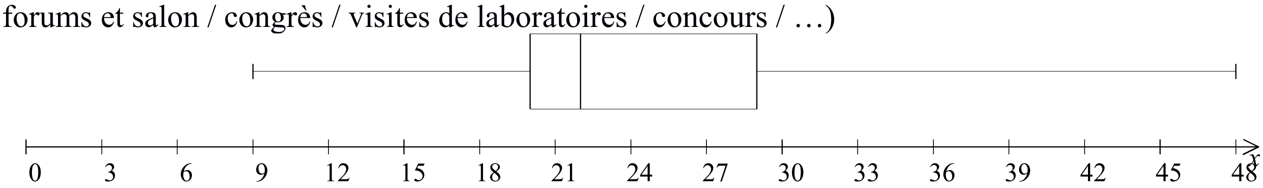



*Diagramme en boîte du nombre d'heures effectuées par les élèves de MATLAN dans le lycée*

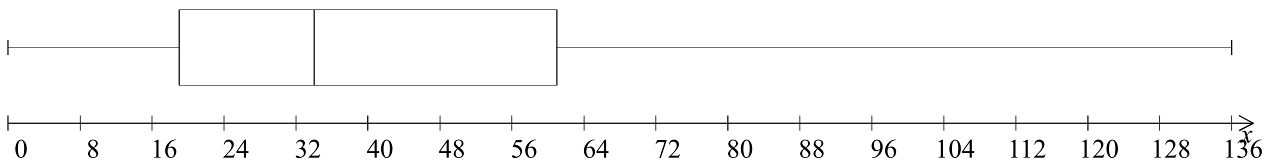



*Diagramme en boîte du nombre d'heures effectuées par les élèves de MATLAN à l'extérieur du lycée*

Pour l'année 2015-2016, 51 élèves (16 secondes, 10 premières et 25 terminales). 72 % des élèves de l'année dernière ont poursuivi l'atelier cette année.

# *V. Compétences développées.*

L'idée des ateliers de recherche du projet MatLan est de mettre des jeunes élèves (15-19 ans) dans la même situation qu'un chercheur en mathématiques « professionnel ». Notre expérience de ce type d'atelier nous conduit à définir un schéma des compétences qui sont développées lors des séances de recherche.

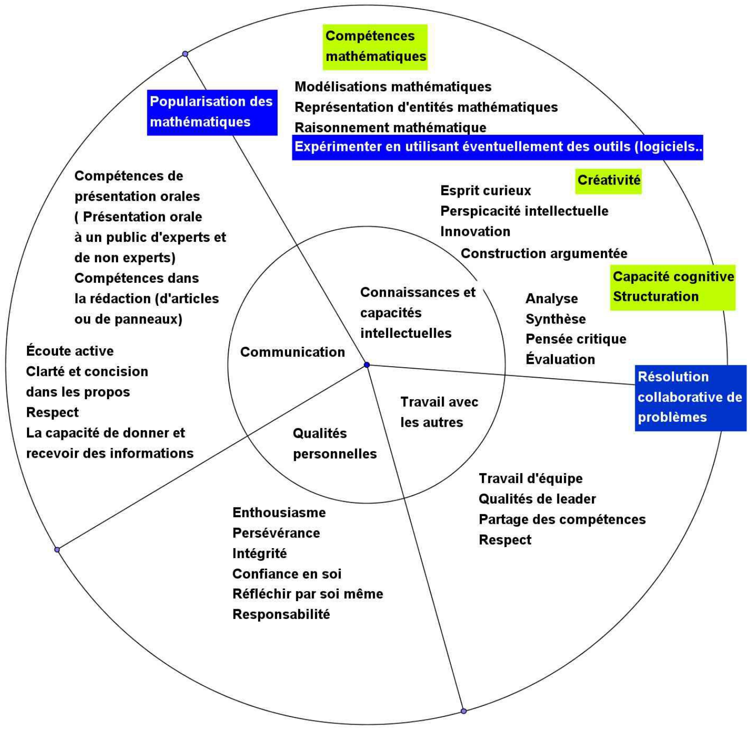



*Diagramme des compétences développées*

*lors des séances d'AP*

Nous rappelons que cette représentation est le fruit de notre expérience de nos précédents ateliers de recherche en mathématiques et que nous avons voulu établir aussi bien la liste des compétences transversales propres à une activité de recherche quelconque que des compétences propres aux mathématiques.
Pour aider les élèves à développer ces compétences, nous avons établi des grilles d'aides sur 3 axes : résolution collaborative de problèmes, expérimentation et popularisation des mathématiques. Notre ambition n'est pas de juger ou classer les élèves entre eux mais de voir avec eux les compétences qu'ils peuvent développer et ainsi de valoriser leur travail et leurs efforts.

# *VI. Exemples de sujets.*

L'élaboration des sujets se fait dès le mois de juin. Ce sont des échanges entre l'équipe éducative et le chercheur.

Il faut des sujets facilement accessibles, qui ne nécessitent peu ou pas d'outils mathématiques pour les comprendre. Un sujet ne doit pas être découpé par difficultés, il doit avoir plusieurs manières d'être abordé, il doit être un problème ouvert qui n'a pas forcément une solution unique.

La démarche attendue de la part des élèves n'est pas une recherche sur internet en vue de construire un exposé mais la mise en œuvre d'outils et de méthodes mathématiques propres aux élèves pour faire évoluer le problème. Ce n'est pas « la » solution le plus important mais la démarche.

Il arrive qu'un sujet ne conduise pas à des résultats intéressants. On ne peut pas savoir comment les élèves vont faire évoluer leur problème.

La liste des sujets de *MATh.en.JEANS* est bien longue, vous pouvez la consulter à cette adresse : http://www.mathenjeans.fr/Sujets

Nous allons vous présenter quelques sujets de ces dernières années avec une analyse à posteriori.

**Modélisation de croissance de cristaux (sujet 2015-2016)**
*On modélise la croissance d'un cristal de la manière suivante :*
*En partant d'un cube (étape 0), plaçons un cube identique sur chacune de ses faces pour obtenir le « cristal » n°1 (étape 1). Puis rajoutons des cubes sur toutes les faces pour obtenir le « cristal » n°2 (étape 2) et continuons ainsi de suite.*
*Que pouvez-vous dire de la structure après plusieurs évolutions.*

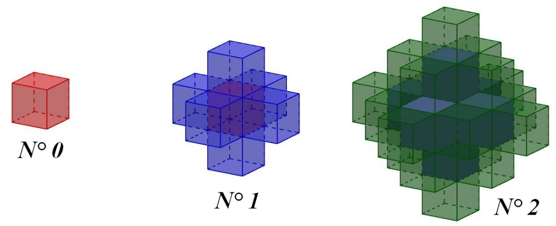


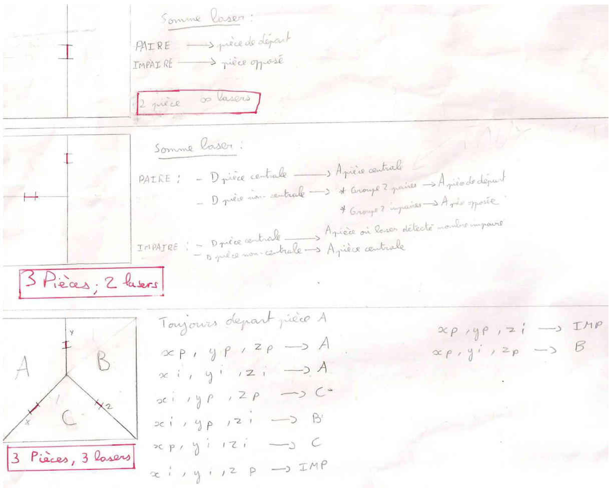

*Illustration associée au sujet sur la modélisation de croissance de cristaux*

Les 4 élèves de seconde ont compté le nombre de cubes « manuellement », elles ont réalisé des maquettes puis, suite à des échanges avec les autres groupes, elles ont compté le nombre de cubes en faisant un dessin de la coupe du cristal.
Les 3 élèves de première ont compté « manuellement » le nombre de cubes, de sommets, de cubes sur la dernière couche et le diamètre. Elles ont essayé de trouver des formules en représentant par exemple les valeurs dans un repère. Elles ont obtenu certaines formules par récurrence mais étant donné qu'elles n'ont pas encore traité les suites, elles ont fabriqué leur propre notation.
Les 2 élèves de terminale ont essayé d'obtenir la formule donnant le nombre de cubes en manipulant des formules sommatoires. Leur manque de rigueur et l'absence de prises de notes font que cela a été un éternel recommencement.

**Localisation ou « mais où est donc passée Mémé ? » (sujet 2015-2016)**
*Nous devons placer un nombre minimal de faisceaux (segments) dans une maison donnée pour être en mesure de savoir dans quelle pièce se prouve une personne. Chaque faisceau est capable de nous dire le nombre de fois qu'il a été coupé.*
*Comment disposer les faisceaux pour savoir à tout moment où se trouve la personne ?*

Pour ne pas orienter les élèves, volontairement il n'a pas été fourni un plan de maison avec un exemple. Du coup certains groupes ont interprété différemment le sujet et ont cherché à disposer un faisceau laser sur un encadrement de porte pour qu'il « couvre » au maximum l'entrée ou encore disposer des faisceaux dans une pièce pour avoir la plus grande « densité » de faisceaux.

La démarche de certains groupes a été d'étudier d'abord des cas à deux pièces, puis trois pièces (alignées ou « circulaires »). D'élaborer des hypothèses et de les tester dans des cas où il y a plus de pièces. Il est intéressant de constater l'apparition d'une modélisation du sujet où seulement les pièces et les liaisons entre pièces sont importants (un graphe). Les élèves sont en train de réfléchir à la programmation de leurs résultats, chose qui est loin d'être évidente.



*Extrait du cahier de recherche du groupe de seconde sur la localisation*

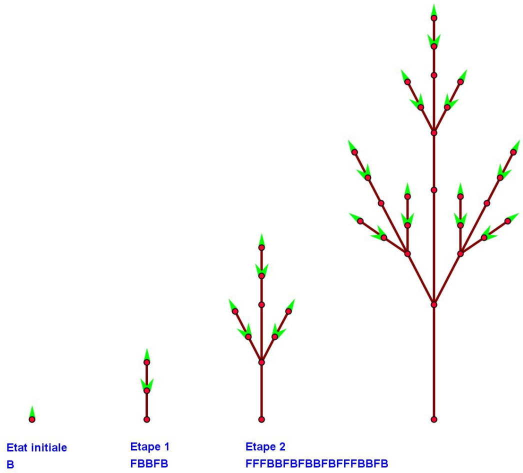


*Illustration associée au sujet sur la fougère*

**La fougère ou les L-systèmes (sujet 2014-2015)**

*Nous disposons d'un alphabet composé de deux lettres :*
*B (bourgeon) et F (tige)*
*Nous définissons deux règles :*
*B → F[+B][-B]FB*
*F → FF*
*Étudier la suite (longueur, nombre de B et de F), déterminer la longueur de la branche centrale, réaliser un programme, changer l'alphabet et les règles....*

Article des élèves publié sur le site de MeJ : http://www.mathenjeans.fr/sites/default/files/2015-fougere-cluj_briancon-fr.pdf

Les groupes français ont réalisé quelques étapes « à la main » et ils ont compté le nombre de B et de F. Les élèves roumains ont rapidement programmé ce système et ils ont obtenu le nombre de B et F pour de nombreuses étapes. Il est facile de trouver la logique de la suite du nombre de B, suite géométrique, même pour les élèves de seconde mais par contre pour celle du nombre de F c'est plus laborieux. La piste de déterminer la longueur de la branche centrale a permis aux élèves de seconde d'avoir des résultats intéressants mais ce sont les élèves de terminales qui leur ont expliqué la notation sous forme de suite. Un bel exemple de l'utilité des notations mathématiques.

Les échanges entre les deux établissements ont été instructifs puisque cela a permis de trouver plusieurs formules pour le nombre F et de montrer par des méthodes différentes que ces formules étaient identiques. $\mathrm{F}_n = 3\mathrm{F}_{n-1} + 2^n = \sum_{k=1}^{n} 2^k \times 3^{n-k} = 2(3^n - 2^n)$

L'aspect programmation de ce sujet peut être abordé en ISN.

**Le mancala (sujet 2014-2015)**

*Comprendre comment on peut formaliser le déroulement d'une partie de mancala dans le but de le programmer, et comment l'on définit des stratégies pour implémenter le comportement d'un joueur.*

Article des élèves publié sur le site de MeJ : http://www.mathenjeans.fr/sites/default/files/2015-le-mancala-cluj-briancon.pdf

Le problème de ce sujet a été l'expérimentation. Une partie de mancala est assez longue et donc il n'est pas facile de faire de nombreux exemples pour essayer de dégager une stratégie. Le chercheur a programmé une stratégie pour que les élèves puissent la tester mais ils ne pouvaient pas la modifier pour la faire évoluer.

**La roue de vélo (sujet 2014-2015 et 2015-2016)**
*On souhaite réaliser une roue de vélo telle qu'elle puisse rouler sur un terrain en forme de dent de scie et dont l'axe sera toujours à la même hauteur.*

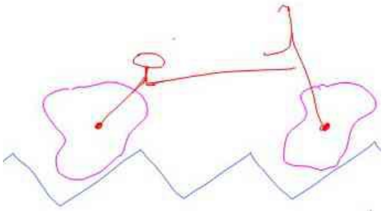
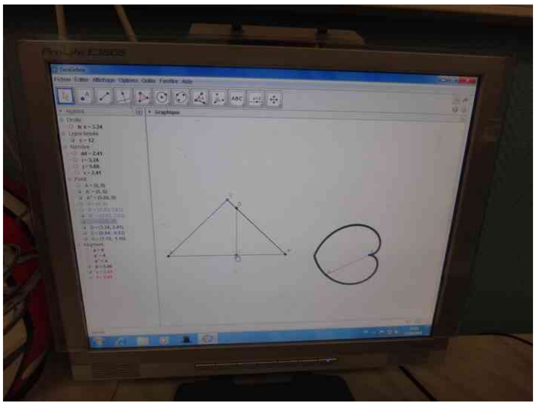


*Illustration liée au sujet sur la roue de vélo*



*Modélisation de roue de vélo sur Géogébra*

Le sujet peut être traité dans l'autre sens, on fait rouler une forme et on regarde la forme de la route que l'on obtient.
Autant les élèves de première de l'année dernière avaient bien avancé grâce à l'idée de l'un d'entre eux, autant les élèves de seconde de cette année n'arrivent pas à progresser dans le sujet. La programmation sur géogébra de formes de roue est trop technique pour eux.
Comme quoi on ne peut jamais savoir comment un sujet va évoluer.

**Les mouvements de foule (sujet 2010-2011).**
*Modéliser et estimer le temps moyen d'évacuation d'une salle de cours.*

Article des élèves : http://www.lyc-altitude.ac-aix-marseille.fr/spip/sites/www.lyc-altitude/spip/IMG/pdf/2011-Mouvements_de_foule-MeJ-Briancon.pdf
Un sujet qui peut faire l'objet d'un Enseignement Pratique Interdiciplinaire en collège. Le choix des élèves a été d'abord de construire un modèle discret dans un cas très simple (une personne à évacuer et sans obstacle dans la salle). Le modèle a été perfectionné à deux puis trois élèves avant de proposer une généralisation à *n* élèves.

*Présentations du sujet avec son poster et sa maquette lors du concours Faites de la science (premier lycée au concours national)*

Chaque sujet a son histoire que j'aimerais bien vous conter mais il vaut mieux la vivre avec les élèves, c'est plus enrichissant pour tout le monde.
Les sujets du Lycée d'Altitude sont visibles à cette adresse :
http://www.lyc-altitude.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article91

Un petit échantillon des sujets de ces dernières années :
**A la recherche de polygones convexes (2015-2016)**
*Définitions : un ensemble C de points du plan est dit "en position générale" lorsque trois points de C ne sont jamais alignés.*
*Un ensemble C de points du plan est dit "en position convexe" lorsque aucun des points de C n'est à l'intérieur d'un polygone formé par les autres points de C.*
*Un ensemble quelconque en position générale n'est pas toujours en position convexe, mais il contient toujours un sous-ensemble de au moins trois points en position convexe.*

*Mais que se passe-t-il si on démarre avec plus de points, disons N>3 points. Est-il vrai que TOUT ensemble de N points en position générale en contient 4 en position convexe ? Si oui, à partir de quelle valeur de N ? Et si on démarre avec encore plus de points, peut-on toujours trouver cinq points en position convexe ?*

| Temps (secondes) | Distance (mètres) | Type de la compétition |
|---|---|---|
| 9.58 | 100 | 100 m Progression |
| 19.19 | 200 | 200 m Progression |
| 43.18 | 400 | 400 m Progression |
| 101.01 | 800 | 800 m Progression |
| 132 | 1000 | 1000 m |
| 206 | 1500 | 1500 m Progression |
| 223.13 | 1609 | Mile run Progression |
| 284.79 | 2000 | 2000 m |
| 440.67 | 3000 | 3000 m Progression |
| 757.35 | 5000 | 5000 m Progression |
| 1577.53 | 10000 | 10000 m Progression |
| 1604 | 10000 | 10 km (road) |
| 1033 | 15000 | 15 km (road) |
| 3386 | 20000 | 20000 m (track) |
| 3321 | 20000 | 20 km (road) |
| 3503 | 21098 | Half marathon |
| 4345.4 | 25000 | 25000 m (track) |
| 4310 | 25000 | 25 km (road) |
| 5207.4 | 30000 | 30000 m (track) |
| 5269 | 30000 | 30 km (road) |
| 7439 | 42196 | Marathon Progression |
| 22413 | 100000 | 100 km (road) |

*Tableau fourni avec le sujet sur l'athlétisme*

**Athlétisme (2014-2015)**
*Existe-t-il un lien entre les records du monde en course à pied sur l'ensemble des distances « officielles » (100m, 200m, 400m, ..., semi-marathon, marathon, 100km) ?*

**Comptage des sangliers (2014-2015)**
*Dans la colline turinoise, le sanglier jouit d'un habitat idéal : la nourriture y est abondante et, exception faite de l'Homme, il n'est la proie d'aucun prédateur.*
*Avant de pouvoir fixer un quota annuel de chasse au sanglier, encore faut-il connaître la taille de la population. Or, la colline turinoise est composée de grands territoires difficilement accessibles. Comment procéder alors pour dénombrer les sangliers ?*

**Datation au lichen (2014-2015)**
*Les lichens grandissent en prenant une forme circulaire. Le diamètre d (en cm) d'un lichen est fonction de temps t (en année).*
*Ci-dessous vous avez des tailles de lichens pris sur divers rochers que nous sommes en mesure de dater (pierres tombales, édifices, glaciers...)*
*Déterminer une formule qui donnerait le diamètre d d'un lichen en fonction du temps t.*

| Temps | Diamètres | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | 21,8 | 38,3 | 25,8 | 33,2 | 24,9 | 19,3 | 18,9 | 29,2 | 37,6 | 0,9 | 4,7 | 13,1 | 31,8 | 31,5 | | | | |
| 57 | 30,0 | 6,0 | 46,5 | 36,5 | 24,3 | 2,1 | 43,9 | 8,7 | 10,5 | 24,5 | 29,2 | 34,3 | | | | | | |
| 13 | 2,0 | 3,4 | 3,8 | 2,2 | 3,4 | 1,8 | 5,3 | 5,9 | 4,6 | 2,7 | 5,3 | 3,7 | 2,7 | | | | | |
| 97 | 63,8 | 54,2 | 54,8 | 7,2 | 40,3 | 51,8 | 56,2 | | | | | | | | | | | |
| 82 | 35,3 | 23,1 | 22,9 | 28,2 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 19,0 | 3,5 | 25,7 | 26,1 | 10,9 | 29,1 | 19,9 | | | | | | | | | | | |
| 92 | 33,0 | 26,4 | 35,1 | 28,2 | 0,3 | 30,9 | 10,2 | 3,2 | 58,5 | | | | | | | | | |
| 89 | 13,9 | 20,7 | 42,8 | 24,4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 17,3 | 26,7 | 33,1 | 6,8 | 22,5 | 22,2 | 32,2 | 31,8 | 13,2 | 30,9 | 31,7 | 36,5 | 22,8 | 19,9 | | | | |
| 90 | 28,0 | 41,8 | 25,6 | 8,8 | 9,1 | 54,2 | 10,9 | 17,6 | 39,8 | 51,5 | 23,5 | 16,3 | 55,2 | | | | | |
| 77 | 38,6 | 20,9 | 10,7 | 13,8 | 22,0 | 53,8 | 14,3 | 4,4 | 39,9 | 42,2 | 36,4 | | | | | | | |
| 30 | 21,1 | 22,6 | 17,4 | 25,0 | 1,8 | 7,3 | 22,4 | 19,9 | | | | | | | | | | |
| 84 | 13,4 | 30,5 | 34,9 | 27,9 | 38,5 | 25,5 | 29,5 | 0,1 | 32,2 | 36,3 | | | | | | | | |
| 79 | 35,7 | 38,9 | 39,9 | 17,7 | 12,0 | 25,7 | 41,8 | 13,1 | 55,7 | 39,2 | 36,7 | 1,4 | 22,9 | | | | | |
| 56 | 24,1 | 31,8 | 44,9 | 4,6 | 16,6 | 39,1 | 16,6 | 13,6 | 11,2 | 8,9 | 21,0 | 7,5 | 12,2 | | | | | |
| 29 | 18,9 | 5,0 | 6,0 | 25,3 | 19,2 | 27,9 | 17,8 | 10,4 | 24,2 | 7,1 | 11,9 | 25,6 | 27,7 | 28,1 | 9,9 | | | |
| 100 | 1,6 | 54,4 | 50,4 | 50,7 | 39,2 | 14,6 | 48,6 | 5,2 | 17,6 | | | | | | | | | |
| 29 | 3,0 | 27,9 | 11,0 | 11,2 | 7,1 | 15,5 | 16,5 | 7,1 | 7,8 | 12,1 | 16,9 | 14,2 | 4,7 | 19,3 | | | | |
| 31 | 0,0 | 7,9 | 19,9 | 18,6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | 35,8 | 0,4 | 60,5 | 11,0 | 20,7 | 17,0 | 42,4 | 28,8 | 35,2 | 32,6 | 44,5 | 37,0 | 57,6 | 36,1 | | | | |
| 33 | 26,9 | 12,7 | 6,4 | 13,8 | 4,0 | 28,9 | 25,9 | | | | | | | | | | | |
| 66 | 10,1 | 28,1 | 14,3 | 37,6 | 49,2 | 44,1 | 39,0 | 24,6 | 8,1 | 31,5 | | | | | | | | |
| 83 | 32,6 | 21,5 | 53,6 | 38,3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | 32,9 | 14,9 | 17,9 | 35,0 | 11,0 | 2,3 | 1,6 | 43,9 | 31,8 | 37,1 | 24,0 | 48,4 | | | | | | |
| 70 | 5,1 | 17,8 | 32,4 | 34,2 | 52,0 | 7,7 | 34,1 | 31,1 | 50,2 | 45,8 | 51,9 | 8,5 | | | | | | |
| 27 | 1,9 | 25,7 | 25,6 | 5,3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 43,2 | 44,3 | 16,2 | 3,1 | 41,4 | 26,1 | 16,6 | 25,8 | 27,7 | 7,5 | 29,0 | 22,3 | 42,7 | 7,3 | 16,1 | 16,3 | 21,8 | |
| 21 | 19,5 | 13,3 | 20,0 | 10,5 | 7,8 | 5,7 | 20,2 | 14,9 | 12,7 | | | | | | | | | |
| 67 | 26,4 | 48,3 | 8,6 | 51,2 | 2,6 | 48,4 | 1,7 | 15,1 | 42,3 | 30,3 | 35,9 | 34,6 | 44,4 | 34,7 | | | | |
| 22 | 6,9 | 4,0 | 17,1 | 18,7 | 4,0 | 9,3 | 0,6 | 18,7 | 4,3 | 4,3 | 17,0 | 17,1 | 4,7 | 14,1 | 15,0 | | | |
| 35 | 28,0 | 23,9 | 27,9 | 13,6 | 27,7 | 3,8 | 16,1 | 19,0 | 27,4 | 16,5 | 12,0 | | | | | | | |
| 90 | 36,1 | 42,0 | 37,2 | 2,8 | 38,5 | 32,2 | 39,0 | 44,5 | 39,4 | 21,9 | 51,1 | 14,0 | 56,6 | 46,2 | 33,6 | 17,9 | 8,5 | 4,9 |
| 28 | 25,9 | 12,2 | 24,9 | 11,6 | 26,9 | 0,7 | 6,0 | 16,2 | 21,6 | 18,1 | | | | | | | | |
| 27 | 24,5 | 11,3 | 10,1 | 26,1 | 8,3 | 14,1 | 9,7 | 15,4 | 16,8 | 8,0 | | | | | | | | |
| 28 | 9,6 | 4,4 | 1,1 | 16,3 | 4,1 | 16,8 | 19,5 | | | | | | | | | | | |
| 111 | 31,8 | 21,4 | 37,5 | 37,9 | 3,0 | 51,1 | 32,6 | 27,1 | 8,4 | 47,3 | 25,1 | 49,9 | 49,2 | 66,8 | 26,9 | 16,5 | | |
| 105 | 36,0 | 11,6 | 56,9 | 20,0 | 6,9 | 32,5 | 34,3 | 16,3 | | | | | | | | | | |
| 106 | 60,6 | 3,5 | 40,5 | 31,0 | 26,4 | 7,3 | 2,5 | | | | | | | | | | | |
| 18 | 9,5 | 10,3 | 10,8 | 12,5 | 7,7 | 7,1 | 4,5 | | | | | | | | | | | |
| 105 | 15,8 | 57,0 | 51,1 | 28,7 | 46,5 | 50,1 | 61,4 | 6,1 | 25,0 | 52,5 | | | | | | | | |
| 39 | 12,7 | 1,6 | 24,1 | 25,2 | 31,2 | 16,0 | 14,6 | 11,5 | 32,7 | 11,5 | 27,7 | 21,5 | 12,4 | 10,1 | 21,8 | 0,2 | 0,8 | |
| 66 | 16,1 | 39,8 | 39,3 | 31,1 | 41,6 | 11,7 | 42,4 | 39,9 | 38,4 | 21,3 | 16,8 | 19,4 | 16,8 | 44,9 | 3,4 | 8,7 | 37,7 | 31,0 |
| 78 | 30,6 | 13,1 | 41,4 | 47,4 | 56,2 | 41,1 | | | | | | | | | | | | |
| 95 | 8,3 | 28,6 | 18,1 | 55,9 | 41,5 | 47,5 | 1,1 | 12,1 | 18,5 | 11,8 | 0,7 | | | | | | | |
| 101 | 6,7 | 55,5 | 15,4 | 35,2 | 5,0 | 8,5 | 46,2 | 21,7 | 36,2 | 9,0 | 56,4 | 63,7 | | | | | | |
| 95 | 4,6 | 22,6 | 35,9 | 15,5 | 56,3 | 24,9 | 27,3 | 41,9 | | | | | | | | | | |
| 48 | 34,7 | 1,2 | 2,7 | 3,3 | 32,6 | 28,1 | 31,9 | 18,1 | 33,2 | 33,5 | 19,4 | 40,1 | 17,6 | 27,5 | 20,8 | 22,7 | 17,9 | |
| 24 | 21,7 | 14,4 | 9,9 | 21,2 | 7,2 | 13,2 | 19,2 | 3,1 | 8,9 | 10,5 | 23,8 | | | | | | | |
| 110 | 53,0 | 3,9 | 10,5 | 45,6 | 12,8 | 46,5 | 68,7 | 19,6 | 41,7 | 39,3 | 30,1 | 21,5 | 19,7 | 16,3 | 41,8 | 20,0 | | |
| 44 | 11,1 | 13,6 | 12,5 | 24,6 | 18,7 | 35,2 | 12,0 | 39,0 | | | | | | | | | | |

*Tableau fourni avec le sujet sur les lichens*

**Horloge décimale (2015-2016)**
*Le temps décimal fut adopté par décret en 1793.*
*La journée est divisée en 10 heures de 100 minutes de 100 secondes. Logique et pratique !*
*A 10h, il est minuit, et à 5h, il est midi.*
*Des horloges et des montres furent même construites dans ce nouveau système.*
*On vous fournit une minuterie qui fait 1 tour par heure et qui est composée d'une roue à 20 dents.*
*Comment disposer les autres roues de l'engrenage pour avoir une horloge révolutionnaire ?*

**Le disque de Poincaré (2015-2016 et 1999-2000)**
*On se place dans un disque et on définit les droites comme :*
*- soit des diamètres,*
*- soit des arcs de cercle qui sont perpendiculaires au bord du disque.*
*A partir de ceci il reste à voir ce que deviennent les éléments et résultats de la géométrie.*

**Le jonglage (2015-2016)**

*Il est possible de coder une série de jonglage. Par exemple 441 veut dire que la balle est lancée 4 temps en l'air, puis l'autre 4 temps aussi et enfin la dernière 1 temps puis on répète la chose.*

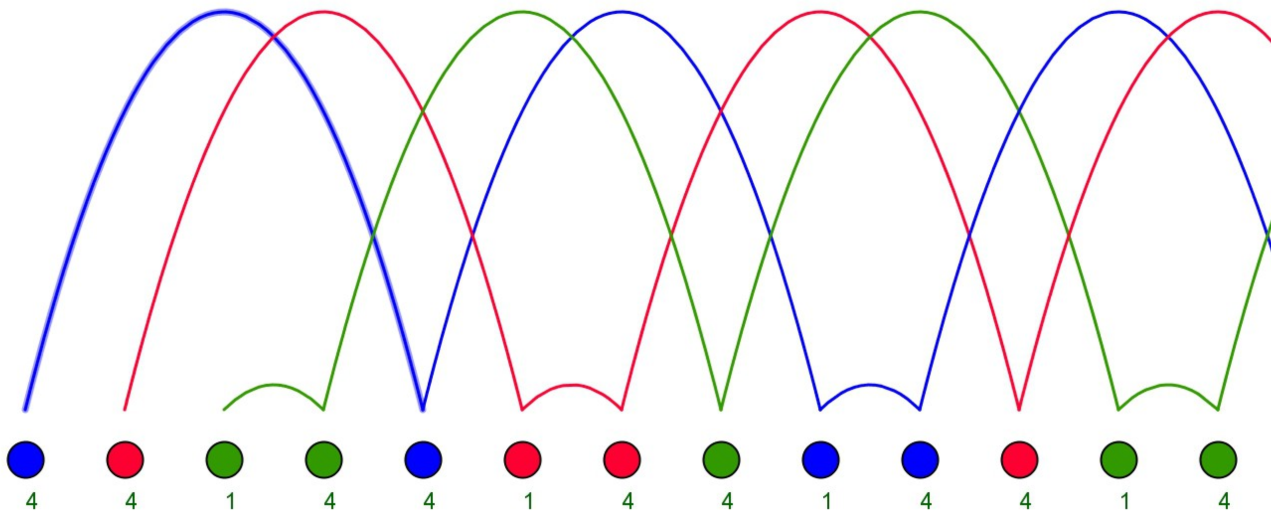



*Diagramme des phases pour le jonglage à trois balles 441*

*Imaginer d'autres exemples à trois balles, avec moins de balles.*

**Les tas de sable (niveau 3) ou la ligne à égale distance (2015-2016, 2014-2015 et 2013-2014)**

*On considère les deux fonctions suivantes* $f(x)=(x-1)^3$ *et* $g(x)=(x+1)^3$ *Déterminer l'ensemble des points Γ tel que pour tout point M de Γ, la distance de M à f est égale à la distance de M à g. C'est-à-dire l'ensemble des points à égale distance des deux courbes.*

*Ce problème est la prolongation des sujets des précédentes années sur les tas de sable, car il revient à trouver la ligne de crête qui se formerait sur un solide délimité par f et g.*

**Modélisation de la croissance naturelle (2014-2015)**

*Étudier des feuilles d'arbre, des fleurs ou des coquilles d'escargots pour proposer un modèle d'évolution du type des L-systèmes.*

**Paradoxe de Braess (2014-2015)**

*Pour se rendre de la ville d'Arbeitstadt à la ville Belbanlieu, il y a deux itinéraires, l'un passant par Cétanville, l'autre par Danlebois.*

*Les routes entre Cétanville et Belbanlieu et entre ArbeitStadt et Danlébois sont des routes nationales, à quatre voies, et les temps de parcours sont indépendants du nombre d'usagers de 35 minutes dans chaque cas.*

*Par contre les parcours entre Arbeitstadt et Cétanville, et entre Danlébois et Belbanlieu sont très urbains, avec de nombreux feux et les temps de parcours dépendent fortement du nombre d'usagers : dans chaque cas, il faut 5 + n/200 minutes (où n est le nombre d'usagers).*

*Tous les soirs, environ 4 mille automobilistes font ce trajet sensiblement à la même heure.*

*Pour les aider à choisir leur itinéraire, la mairie d'ArbeitStadt a mis en place un système d'information fournissant le nombre d'usager sur chaque itinéraire.*

■ *En supposant que chaque automobiliste choisi son itinéraire pour minimiser égoïstement son propre temps de trajet, comment va se répartir la circulation ?*

*Pour améliorer les conditions de circulation, la région construit une vois expresse permettant de relier Cétanville à Danlébois en 5 minutes indépendamment du nombre d'usagers.*

■ *Quelle va être l'évolution de la répartition de circulation et du temps de parcours ?*

**Pilotage d'une nacelle (2015-2016)**

*On dispose un moteur à chaque extrémité de corde. Comment faire fonctionner les moteurs pour que la nacelle décrive un segment ?*

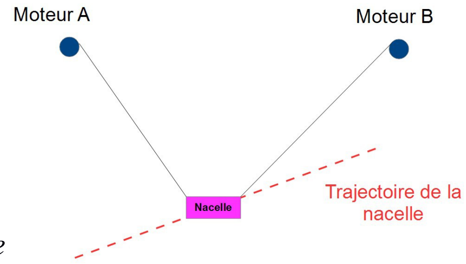



*Illustration pour le sujet sur la nacelle*

**Souriez, vous êtes filmés ! (2015-2016)**

*On considère n points distincts fixés dans le plan. Sur chacun de ces points se trouve une caméra qui est capable de surveiller un faisceau d'angle $\theta$, orienté dans la direction que l'on veut. Une caméra est « transparente » et surveille le point où elle se trouve.*

*Chercher tous les couples $(n, \theta)$ tels que, quelles que soient les positions des caméras, on peut toujours les orienter de manière à ce que tout le plan soit surveillé, dans les cas suivants :*

*a) les n caméras sont les sommets d'un polygone régulier.*

*b) les n caméras sont alignées.*

**Surveillance de salles (2015-2016 et 2014-2015 aux collèges Raoul DUFY et LONGCHAMBON [http://www.mathenjeans.fr/sites/default/files/surveillance_high-tech-raoul_dufy.pdf](http://www.mathenjeans.fr/sites/default/files/surveillance_high-tech-raoul_dufy.pdf))**

*Nous devons placer un minimum de capteurs de mouvement dans un bâtiment sachant qu'un capteur réagit si une personne est dans la salle du capteur ou dans une salle voisine. L'activation des capteurs doit permettre de localiser précisément dans quelle salle du bâtiment est l'intrus.*

**Transformation d'images (2014-2015)**

*Une image numérique en noir et blanc est composée de petits carrés (pixels) dont la couleur va du blanc au noir en passant par toutes les nuances de gris. Chaque nuance est codée par un réel x de la façon suivante :*

- *x=0 pour le blanc*
- *x=1 pour le noir;*
- *x=0,01; x=0,02 et ainsi de suite jusqu'à x=0,99 par pas de 0,01 pour toutes les nuances intermédiaires (du clair au foncé).*

*Nous considérons une image de 16 sur 16 pixels et T la transformation de l'image qui à chaque pixel associe la moyenne des 9 pixels voisins (4 si le pixel est au coin et 6 si le pixel est au bord). Que ce passe-t-il si nous appliquons plusieurs fois cette transformation ?*

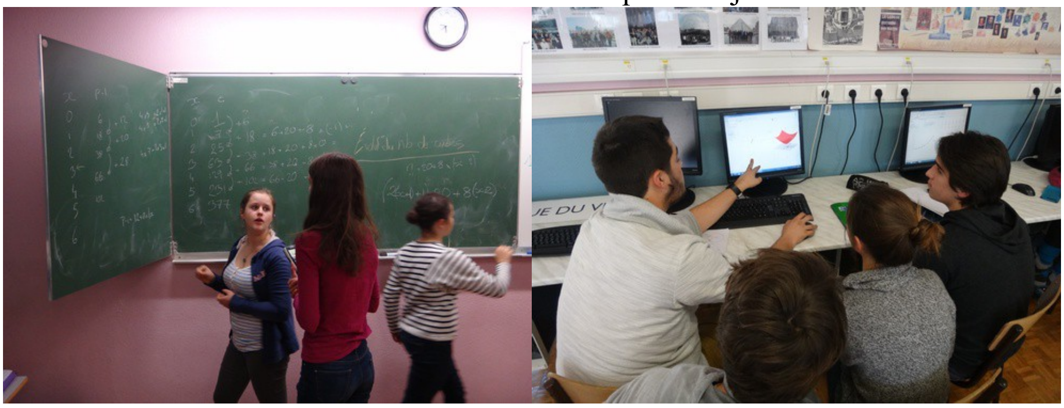
Exposé lors du congrès MATh.en.JEANS

Échanges avec le chercheur

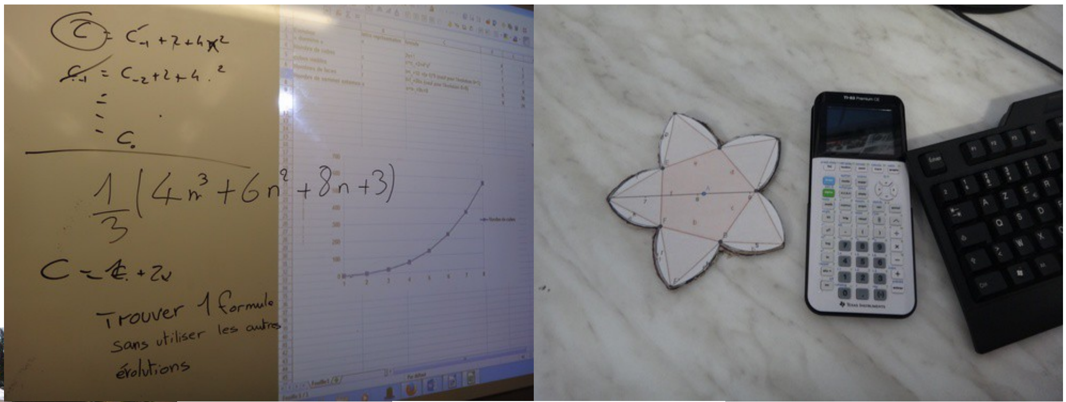
**Les ascenseurs (futur sujet)**

*Dans une tour de 10 étages (0, 1, 2, … 9) il y a deux ascenseurs. Par étage il y a un seul bouton pour commander l'ascenseur, mais on doit signaler si l'on monte ou si l'on descend.*
*Comment programmer les ascenseurs pour que le système soit le plus efficace possible ?*

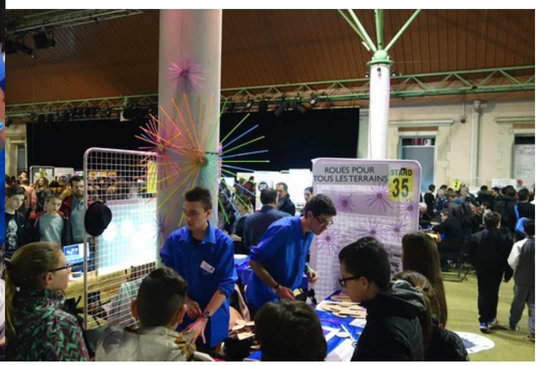
Voici un exemple de création d'un sujet. Suite à une discussion avec un collègue, on s'est posé le problème de savoir comment sont programmés les ascenseurs. La formulation ci-dessus est le premier jet du sujet. Volontairement nous ne définissons pas « l'efficacité » du programme, est-ce que les élèves vont travailler sur le temps d'attente ou le coût énergétique ? Doit-on proposer moins d'étages et moins d'ascenseurs où est-ce aux élèves de réduire la difficulté du sujet ? Une fois que les élèves vont proposer un programme, comment va-t-on tester son efficacité ? Sont-ils en mesure de faire un programme pour simuler de manière aléatoire des appels d'ascenseurs ? À défaut sommes-nous capables de le leur fournir ? Quelles pistes le chercheur et les enseignants sont-ils en mesure de fournir si les élèves sèchent ? Est-ce que ce sujet est valable à tous les niveaux ?



Travail collaboratif




Expérimentation




Popularisation

Village des sciences à Tallard -oct 2015

Forum des maths à Aix-en-Provence -fev 2016