Université d'Aix Marseille
Faculté de mathématiques **Rapport de stage**

Encadrant de stage : Florian Caullery
Tutrices : Annamaria Iezzi
Swaenepoel Cathy
Tennevin Fanny

# Stage Hippocampe

Tennevin Fanny
Cathy Swaenepoel

Luminy, le 31 mars 2014

## Table des matières

# 1 Introduction

Dans le cadre de la préparation à l'agrégation, nous devions participer à un stage organisé a l'université de Luminy. Reprenant le concept des chercheurs biologistes de l'INSERM fondé en 2004, les stages Hippocampe-Maths ont été créés afin d'initier les élèves à différents thèmes de recherche. Ces stages se déroulent en collaboration avec l'IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) et l'IML (Institut de Mathématiques de Luminy).

Un stage Hippocampe consiste ainsi à accueillir une classe de lycéens ou de collégiens pendant trois jours consécutifs, à l'Université, pour une initiation à la recherche en mathématiques. Encadrés par des chercheurs, les élèves réfléchissent sur des problèmes de mathématiques, en lien avec les thèmes de travail du chercheur responsable du stage. Ils posent des questions et élaborent des hypothèses, puis ils expérimentent, discutent, débattent et communiquent, comme le font quotidiennement les chercheurs dans leur activité. Enfin, ils présentent leurs travaux à d'autres chercheurs lors d'une séance de posters.

Avant de participer à ce stage du Lundi 18 Novembre au Mercredi 30 Novembre, Cathy et moi avons décidé de prendre rendez-vous avec notre encadrant Florian Caullery le Vendredi 15 Novembre afin de faire une mise au point. Le sujet de ce stage était :

**" Les mathématiques des jeux, ou comment gagner presque surement"**

Très vite, il nous a montré les cinq différents jeux proposés aux élèves de 3ième du collège Les Amandereits. Nous expliquerons plus en détails ces jeux dans la suite du rapport.

Le plus souvent, ce genre de stage est organisé avec des lycéens car leur niveau en mathématiques est plus élevé et donc les sujets proposés peuvent aborder plus de notions. Dans notre cas, c'est grâce à leur professeur monsieur Capron Benoit que cette classe entière a pu être présente.

## 2 Sujets proposés

Les cinq jeux à étudier étaient :

- **La vitrine du Juste Prix**

Le but de ce jeu est de trouver le prix d'une vitrine dans un temps imparti de 30 secondes. Le joueur dispose de 30 secondes pour trouver un prix situé entre 10000 et 50000 euros.

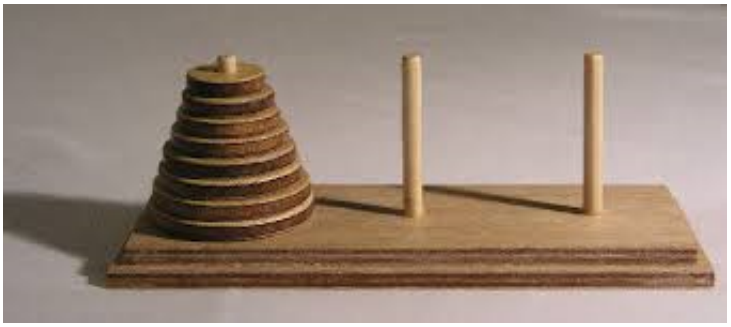
- **Le jeu de Chomp**

Chomp est un jeu à deux joueurs, joué avec une "tablette de chocolat", c'est-à-dire un rectangle composé de blocs carrés. Les joueurs choisissent un carré à tour de rôle, et le "mangent", ainsi que tous les carrés situés à sa droite ou plus bas. Le carré en haut à gauche est empoisonné et celui qui le mange perd la partie.

- **Le Bigdil**

Il y a 3 portes et derrière l'un d'elles se trouve une voiture et derrière les deux autres une chèvre. Le candidat choisit une porte. Pour augmenter le suspense le présentateur (qui sait où se trouve la voiture) ouvre une des deux autres portes et découvre une chèvre. Il demande alors au candidat s'il veut ou non modifier son choix. Que doit faire le candidat ?

- **Les tours de Hanoi**



Le problème des tours de Hanoï est un jeu de réflexion qui consiste à déplacer des disques de diamètres différents d'une tour de « départ » à une tour d'« arrivée » en passant par une tour « intermédiaire », et ceci en un minimum de coups, tout en respectant les règles suivantes : on ne peut déplacer plus d'un disque à la fois, on ne peut placer un disque que sur un autre disque plus grand que lui ou sur un emplacement vide.

- **Fort Boyard ou jeu de Nim**

Ce jeu se compose de 13 bâtons. Chaque joueur doit retirer à son tour un, deux ou trois bâtonnets. Celui qui retire le dernier bâtonnet a perdu.

# 3 Déroulement du stage et bilan détaillé

## 3.1 Fanny

**Première journée : Découverte et premières recherches**

Le premier jour, les élèves ont eu un peu de retard à cause des intempéries sur Marseille et du fait qu'ils venaient en car de Miramas. Nous avons donc attendu dans la grande salle leur arrivée tout en discutant des thèmes proposés.

Vers 9h30, ils sont enfin arrivés et se sont installés le plus éloigné possible du tableau. Les souvenirs sont alors remontés à la surface... L'ambiance semblait déjà très conviviale et les élèves bien que très intimidés, étaient plutôt souriants. Notre encadrant a alors commencé sa présentation PowerPoint qui illustrait le contenu du stage.

Les élèves semblaient très enthousiastes à l'écoute des règles de ces jeux très connus. Ensuite Florian leur a introduit les démarches à suivre. Il fallait créer des groupes de 3 ou 4 personnes et choisir un jeu par groupe. Enfin, comme nous étions trois tutrices avec Cathy et Anna, nous avons choisi deux groupes et une salle de travail chacune. La présentation s'est terminée en donnant le travail demandé aux élèves. Premièrement, ils devaient préparer un petit exposé oral pour le lendemain devant tous leurs camarades et deuxièmement, ils devaient préparer des posters afin de les présenter à un groupe de chercheurs pour le dernier jour.

Pour ma part, j'ai choisi un groupe constitué de 4 filles qui ont choisi le jeu de Fort Boyard et un groupe constitué de 2 garçons et 1 fille pour le jeu du Juste Prix. Après quelques explications sur ces jeux, nous avons alors demandé aux élèves d'expérimenter ces jeux pour le reste de la matinée afin d'en comprendre **la stratégie gagnante**. Nous nous sommes installés dans une salle, nous avons déplacé les bureaux afin d'organiser deux groupes distincts et nous avons réfléchi ensemble aux jeux.

Vers midi, nous avons tous reçu des coupons pour déjeuner au restaurant universitaire de Luminy. Les règles ont été imposées dès le départ. Une certaine autonomie leur a été confiée, ils avaient une heure pour manger et revenir sagement dans leurs salles respectives. Nous avons donc laissé les élèves et nous, les tutrices, avons mangé en compagnie d'autres chercheurs et de nos responsables au restaurant universitaire des enseignants.

A 13h, nous avons remarqué que les élèves, contents de cette nouvelle confiance, étaient parfaitement à l'heure. Nous avons discuté avec leur enseignant pendant le repas, et il nous a confié sa surprise quant à l'investissement de ces élèves. Cette classe n'excellait pas forcément, mais la motivation était bien là et nous avons repris nos recherches dans la bonne humeur.

Parmi mes groupes, celui des filles était le plus ordonné et organisé. A la fin de notre première journée, elles avaient déjà bien assimilé les règles du jeu et par distinction des cas, avaient fini par comprendre comment gagner à tous les coups. Le plus compliqué étant de formuler toute la stratégie gagnante.

Pour mon deuxième groupe, ils ont vite compris qu'il fallait proposer des prix en suivant une stratégie permettant de réduire le nombre de solutions possible mais la dichotomie n'était pas encore présente dans leur tête.

A 16h, leur car est arrivé et ils ont du partir. Nous avons donc discuté avec les chercheurs à propos de notre première journée et de nos impressions puis nous sommes rentrés.

**Deuxième journée**

Le lendemain matin, le car est arrivé plus tôt et nous avons commencé notre journée à 9h. Les élèves n'ont pas du tout l'habitude de travailler autant sur une matière précise mais la nature de ce stage, très amusante à favoriser leur attention.

Vers 10h, étant donné que mon groupe de filles avait très clairement rédigé la stratégie gagnante du jeu des bâtonnets, j'ai décidé de changer les règles en augmentant le nombre de bâtons de départ. Au début, très surprise, nous avons joué ensemble afin de voir le lien avec leur stratégie pour les 13 bâtons. Puis, je les ai laissé réfléchir pour m'occuper du deuxième groupe.

Après quelques réflexions, l'idée de diviser l'intervalle de solutions en deux à chaque fois était finalement sortie. Cependant, si l'intervalle $[10000, 50000]$ était facile à diviser en deux, la méthode générale restait confuse. Il y avait une hésitation entre trouver le milieu de l'intervalle et le nombre de prix restant dans chaque intervalle.

Nous avons ensuite établi les formules suivantes :

- Longueur d'un intervalle [a,b] :

$$b - a$$

- Milieu d'un intervalle [a,b] :

$$\frac{a+b}{2}$$

Ensuite à l'aide d'un arbre nous avons cherché en combien de coups au maximum, la méthode de dichotomie permettait de trouver le bon prix. Au bout de la troisième étape, l'utilisation de la calculatrice était nécessaire... Cette étape a été très laborieuse, les deux garçons se sont démotivés et ont laissé leur camarade dessiner les 16 étapes de l'arbre.

Midi est très vite arrivée, et comme la veille, nous avons reçu nos coupons respectifs et sommes allés manger au restaurant universitaire.

Nous avons encore une fois discuté de nos avancées avec d'une part les chercheurs et d'autre part l'enseignant, encore plus surpris de leur investissement. Certaines difficultés ont été mises à jour, certains élèves avaient quelques lacunes et paraissaient plutôt distraits et d'autres se découvraient une patience et une envie de comprendre.

L'après-midi, nous avons essayé de mettre toutes les idées au propre. Les filles ont commencé à rédiger sur des feuilles de couleurs la stratégie gagnante du jeu Fort Boyard et nous avons modifié les règles à nouveau. Dans un premier temps, le jeu se composait toujours de 13 bâtons mais le but était de prendre le dernier bâton.

Dans un deuxième temps, le joueur pouvait prendre non plus entre 1 et 3 bâtons mais jusqu'à 4 bâtons à la fois.

Sans parler de congruence, nous avons essayé de nous ramener à la stratégie découverte par ce groupe pour le jeu initial. Elles ont découvert qu'il fallait former des groupes de 4 bâtons et toujours commencer en deuxième pour "contrer" l'adversaire.

Avec les treize bâtons, dans la configuration initiale, le but était de former un groupe de 5 bâtons et deux de quatre. Et pour gagner, il fallait être deuxième à jouer. En augmentant le nombre de bâtons, il fallait regarder si on pouvait toujours former nos groupes de bâtons et si le nombre ne correspondait pas, il fallait commencer en enlevant les bâtons en trop. On a alors discuté du sens mathématiques de cette stratégie et établi la forme générale pour le nombre de bâtons.

Deux cas se présentent, si $n$ est le nombre de bâtons initial :

- soit $n = 5 + 4k$ où $k = 1, 2, ...$
- soit $n \neq 5 + 4k$ où $k = 1, 2, ...$

Pour mon deuxième groupe, nous avons tenté de trouver la formule pour trouver le nombre maximum de coup nécessaires à la dichotomie. En commençant par diviser le premier intervalle en deux, nous sommes passés de 40 000 possibilités pour trouver le prix à 20 000 possibilités. En itérant, ce même procédé nous avons cherché à résoudre :

$$\frac{(50000 - 10000)}{2^x} < 1$$

où le numérateur représente le nombre de prix possible de l'intervalle et $x$ représente le nombre de coup maximum.

Cette inéquation fut très laborieuse à mettre en place puis à résoudre. Étant donné qu'ils n'avaient pas les outils mathématiques nécessaires, nous avons fait des tests avec la calculatrice pour trouver ce $x$ et vérifier qu'il est bien celui que l'on a trouvé en dessinant l'arbre.

Ensuite, j'ai modifié l'intervalle pour savoir si la dichotomie restait avantageuse. Avec un intervalle contenant 800 000 prix, ils ont découvert qu'il ne fallait que 21 coups au maximum pour trouver le bon prix, soit seulement 5 de plus que pour un intervalle de 40 000 prix.

La dichotomie était donc une méthode sûre pour trouver le prix demandé. Cependant, la difficulté à trouver le milieu exact de chaque intervalle a posé problème aux élèves. Une des alternatives proposées par ce groupe était donc de procéder par dichotomie jusqu'au moment où cela n'était plus possible, puis, de proposer des prix en décomposant par centaines, dizaines et enfin unités.

Pour finir cette journée, ils se sont réunis dans la grande salle pour présenter leur travail à toute la classe. Certains avaient même préparé une petite présentation Powerpoint. Nous nous sommes rendu compte qu'ils n'avaient pas tout à fait compris, ou plutôt, formuler leurs résultats restait très compliqué pour eux. Pour mon groupe, la notion de milieu d'intervalle n'était pas acquise.

Le mercredi matin, dernier jour de ce stage, les élèves étaient tristes que l'aventure se termine mais motivés pour la présentation des posters.

### Dernier jour

Pour la dernière journée du stage, l'objectif des posters était bien présent. Toute la matinée a été consacrée à l'écriture au propre sur des feuilles de couleurs et l'impression d'images de leur choix. Notre intervention s'est alors limitée aux corrections de nombreuses fautes d'orthographes.

Les élèves ont pu chercher des images sur internet afin d'illustrer leur poster.

En début, d'après-midi, nous avons répété avant l'arrivée des chercheurs. Ils étaient tous timides et ne voulaient pas passer devant eux mais après quelques conseils, ils y ont pris goût et ont voulu faire leur présentation. Mais avant, ils ont fait le tour des trois salles afin de regarder le travail des autres groupes, il y avait un esprit de compétition, surtout avec un des groupes de Cathy car ils avaient pris le même sujet. (Le juste Prix)

Vers 14h, les chercheurs sont enfin arrivés par groupe de 2 ou 3. J'ai écouté attentivement mes groupes qui progressaient d'une présentation à l'autre. En effet, malgré un premier exposé hésitant, ils ont fini par dire les choses plus clairement et ont même pris l'initiative de rajouter des recherches en plus. Ainsi, une des élèves a reparlé de l'augmentation de l'intervalle qui finalement n'influait peu sur le coup de la Dichotomie. Pour le groupe des filles, la présentation s'est très bien déroulée, elle maitrisaient toute le sujet.

Vers 16h, au bout de plusieurs présentations, les élèves étaient fiers. Les chercheurs étaient intéressés et ont posé plusieurs questions. En plus de cela, ils ont eu l'occasion de jouer avec eux à leur jeu respectif et du coup de les battre à chaque fois. Nous nous sommes donc retrouvés pour partager un goûter qui termine ce stage.

## 3.2 Cathy

### Première journée

Je suis arrivée à 8h45 pour le premier jour. Le responsable du stage était occupé d'installer le matériel pour projeter un court diaporama aux élèves. Ce diaporama avait pour but de faire comprendre aux élèves l'enjeu d'un stage hippocampe à savoir se mettre dans la peau d'un chercheur pendant trois jours pour avoir une idée de ce à quoi ressemble la recherche mathématique. Le diaporama permettait également de présenter clairement les différents sujets. Le responsable du stage a également choisi de photocopier une feuille résumant les différents jeux et les questions que l'on peut se poser les concernant afin que les élèves n'aient pas à prendre de notes pendant cette première présentation.

Les élèves sont arrivés à 9h30 et la présentation a commencé. Dès le début, ils semblaient intéressés par les différents sujets. Les sujets qui ont eu le plus de succès étaient ceux qui étaient télévisés tels que le bigdil et le juste prix. Néanmoins, les trois autres sujets ont aussi suscité l'intérêt de quelques élèves. Très vite, il a fallu constituer les groupes. Comme la classe comportait 21 élèves et que trois tutrices étaient présentes, nous voulions constituer des groupes de 3 ou 4. La constitution des groupes a été assez délicate car chaque élève avait une idée très précise de ceux avec qui il voulait travailler et du sujet sur lequel il voulait travailler. Heureusement, deux de leurs professeurs dont leur professeur de maths ont su faire les groupes de manière à contenter le plus grand nombre. Comme il avait six groupes (trois de 3 élèves et trois de 4 élèves), deux groupes avaient un sujet en commun : le juste prix.

Une fois les groupes établis, les tutrices dont moi-même se sont répartis les groupes. Personnellement, les tours de Hanoï me plaisaient bien et nous étions toutes d'accord pour que je m'en occupe. J'ai ensuite pris l'un des deux groupes qui avaient choisi le juste prix. A 10h, chaque tutrice est alors partie avec ses élèves dans une salle.

J'appellerai dans la suite le groupe 1 le groupe travaillant sur les tours de Hanoï, et le groupe 2 celui travaillant sur le juste prix.

Comme la faculté n'a pas pu trouver un véritable jeu pour les tours de Hanoï, je suis allée dans une salle équipée d'ordinateurs afin que les élèves puissent quand même manipuler. En effet, de nombreuses applications disponibles sur le net permettent de simuler un jeu avec les tours de Hanoï. Le groupe 1 a rapidement allumé les ordinateurs pour tester le jeu. Un élève plutôt ambitieux s'est directement attaqué à un cas très complexe pour lequel il fallait au minimum 255 coups pour trouver la solution. Mais très vite il s'est rendu compte qu'il n'y arriverait pas. Comme les autres membres de son groupe, il a alors essayé un cas plus simple. Voyant qu'ils n'étaient pas bloqués et même qu'ils y arrivaient plutôt bien, je suis allée voir le groupe 2.

Les élèves de ce dernier groupe m'ont directement posé une question : que doit-on faire ? En effet, ils avaient très bien compris le principe du jeu et savaient y jouer, mais ils ne cherchaient pas à y jouer en appliquant une certaine méthode : leurs choix étaient complètement aléatoires. Je leur ai donc expliqué que le but pour commencer était de trouver une méthode qui allait leur permettre de proposer des nombres de façon bien déterminée. Naturellement, ils ont commencé par diviser l'intervalle de départ par deux et ont ensuite essayé de continuer pour chaque intervalle. Les premiers problèmes de calcul de milieux sont apparus. Mais à quatre, ils ont réussi à faire des calculs justes. Je leur ai également conseillé de présenter ces calculs sous forme d'un arbre au tableau pour plus de lisibilité.

Durant la matinée, les deux professeurs qui accompagnaient la classe ainsi que le responsable du stage sont régulièrement passés dans ma salle afin de demander aux élèves de leur expliquer ce qu'ils avaient compris. Cela a permis que chaque groupe soit presque tout le temps encadré. A la fin de la matinée, les élèves étaient pressés d'aller manger. Il a donc été plus difficile pour tout le monde de les garder attentifs. Si tous les élèves de chaque

groupe ne travaillaient plus ensemble, au moins deux élèves de chaque ont fait l'effort de rester concentrés jusqu'à 12h. Les autres sont allés voir ce que faisaient les groupes dans les autres classes par curiosité.

Nous avons repris l'après-midi à 13h. Je suis alors resté un moment avec le groupe 1 qui n'en pouvait plus de calculer des milieux. Je leurs ai donc demandé de traiter un exemple pour lequel les calculs étaient raisonnables. Je leur ai également demandé de l'écrire au propre puisqu'il servira pour le panneau. Cela a aussi été l'occasion d'écrire les choses plus clairement encore. Je leur ai ensuite demandé de trouver le pire cas pour la méthode qu'ils avaient choisie c'est-à-dire la dichotomie.

Je suis ensuite allée voir l'autre groupe qui avait plutôt travaillé en autonomie dans la matinée. Je me suis rendu compte qu'ils avaient une idée de la solution mais qu'ils ne savaient pas l'expliquer clairement. J'ai donc essayé de leur faire comprendre comment l'expliquer plus clairement. Une fois qu'ils avaient compris comment résoudre le problème avec un nombre de coups minimum, je leur ai demandé de généraliser pour n disques ce qu'ils avaient vu pour 2, pour 3, ..., pour 8 disques : plus précisément le problème a-t-il toujours une solution quelque soit n et si oui, combien de coups faut-il au minimum ? Après les avoir laissé réfléchir un moment, je suis revenu les voir. Ils avaient trouvé un résultat mais ne savaient pas comment l'écrire précisément. Ce résultat pouvait en fait se traduire par la définition par récurrence d'une suite arithmético-géométrique :

$$u_{n+1} = 2u_n + 1, n \geq 2$$
$$u_2 = 3$$

où $u_n$ est le nombre de coups minimum pour résoudre le problème à n disques.
Bien-sûr, je n'ai pas employé ces termes pour des élèves de troisième. J'ai simplement introduit Un comme étant le nombre de coups minimum pour résoudre le problème à n disques. J'ai alors réécrit ce qu'ils me disaient avec cette notation. Je leur ai ensuite fait remarquer que cette formule présentait l'inconvénient de connaître tous les termes précédents pour pouvoir calculer un terme ; d'où la question : y-a-t'il une "meilleure" formule. Pour les guider sur ce problème difficile pour des troisièmes, je leur ai montré ce que j'attendais sur un exemple plus simple puis je les ai laissés réfléchir.

Ensuite j'ai passé un moment avec le groupe 2 qui ne voyait pas comment trouver le pire cas. Je leur ai donc fait calculer la taille de l'intervalle dans lequel on sait que la solution se trouve à l'étape n. Là aussi j'ai pensé que présenter les choses avec des suites était plus clair. Mais j'ai simplement utilisé la notation avec des suites sans parler vraiment de suites. Nous avons ensuite expliqué clairement sur papier la démarche permettant d'arriver au résultat. J'ai ensuite utilisé ce résultat pour leur faire comprendre que la dichotomie permet de trouver le juste prix en au plus 17 coups.

Durant l'après-midi, nous avons laissé une pause aux élèves. En effet, certains la prenait d'eux-mêmes. Nous avons donc décidé de les laisser sortir pendant 10 minutes pour qu'ils puissent revenir plus attentifs. Néanmoins, comme les élèves devaient repartir à 15h45, nous ne voulions pas perdre trop de temps.

Après la pause, j'ai réexpliqué au groupe 2 comment montrer que le nombre de coups est au plus 17. Je leur ai ensuite demandé de réfléchir à une autre méthode pour trouver le juste prix. En effet, nous n'exigions pas des élèves qu'ils montrent que la dichotomie est la meilleure méthode mais pour se convaincre que c'est le cas, il faut qu'ils puissent la comparer à d'autres méthodes. Le temps a vite passé. Avant que les élèves ne s'en aillent, je suis retournée voir le groupe 1 pour savoir s'ils avaient une idée de la formule explicite de la suite (je n'ai pas utilisé ces mots). Ils avaient commencé par calculer ses premiers termes, mais la formule n'était pas évidente avec la façon dont ils les avaient écrits au début. Néanmoins le responsable du stage les avait aidés entre temps. Ils ont donc pu trouver la

formule explicite avant la fin de la journée :

$$u_n = 2^n - 1, n \geq 2.$$

**Deuxième journée**

Nous sommes arrivés à 9h30 en même temps que les élèves. Le but de la journée était d'abord de mettre en forme ce qui avait été dit la veille dans le but de présenter rapidement à la classe à 14h ce que chaque groupe avait fait.

J'ai d'abord vu le groupe 1. J'ai demandé aux élèves de m'expliquer ce qu'ils avaient compris la veille. Ils m'ont très bien répondu et ont donc pu commencer à préparer la présentation devant la classe. Un garçon du groupe 1 a même demandé s'il pouvait faire un diaporama pour présenter les choses plus clairement. Je suis alors allée vérifier que c'était techniquement possible avant de le laisser aller faire le diaporama. Les deux autres élèves de son groupe l'ont conseillé dans l'élaboration du diaporama. Voyant que le groupe pouvait travailler en autonomie, je suis allée voir le groupe 2.

Pour commencer la journée, je leur ai demandé comme au groupe 1 de m'expliquer ce qu'ils avaient compris la veille. Leurs propos étaient assez confus et ils avaient beaucoup de mal à expliquer clairement les choses. Comme ils étudiaient la dichotomie pour trouver le juste prix, je leur ai d'abord demandé de faire marcher cette méthode sur un exemple afin de vérifier que le principe était bien compris. A quelques erreurs de calculs près et quelques petites confusions, ils ont réussi. Ensuite je leur ai demandé comment expliquer la méthode pour trouver le juste prix grâce à la dichotomie. Personne n'a pu me donner une explication plus complète que "on calcule les milieux". Je ne voulais pas passez trop de temps là-dessus car un exemple permet de comprendre facilement les choses. Je leur ai donc ensuite demandé pourquoi le nombre d'étapes maximum était au plus 17. C'était la partie la plus difficile et les élèves ne se souvenait que très vaguement de ce qui avait été fait la veille. J'ai donc du prendre du temps pour leur réexpliquer. De temps en temps je vérifiais que le groupe 1 avançait toujours et je les conseillais sur le contenu de leur diaporama. Un élève du groupe 2 a profité que je m'occupais de l'autre groupe pour aller demander à leur professeur de maths (Mr Capron) de leur expliquer la dichotomie sans utiliser un exemple. Après réflexion, il leur a proposé de représenter schématiquement l'algorithme utilisé. Quand je suis revenue, ils m'ont montré ce que leur professeur avait commencé à faire. Voyant que cette idée leur plaisait assez, je les ai aidés à compléter le schéma. Ensuite nous avons commencé à organiser l'exposé de l'après-midi, nous avons vu les choses à dire absolument, nous avons vu ce qu'il fallait écrire au tableau pour faire comprendre la classe et enfin nous avons essayé de répartir les rôles. Mais l'heure d'aller manger approchait et garder le groupe 2 au complet devenait très difficile. En effet, des élèves de toutes les salles commençaient à aller voir ce qu'il se passait dans les autres salles.

Un peu avant 12h, nous les avons laissé aller manger. L'après-midi a recommencé comme la veille à 13h. Les élèves ne disposaient que d'une heure pour finir de préparer leur présentation.

Le groupe 1 n'avait que quelques petites choses à rajouter à leur diaporama. Comme le matin, je les ai laissé travailler en autonomie tout en vérifiant de temps en temps qu'ils faisaient bien ce qu'il fallait.

En effet, le groupe 2 n'était pas du tout au point. J'ai donc rappelé l'organisation de leur présentation ; celle que nous avions vu avant 12h. Nous avons fini de répartir les rôles. Ensuite je leur ai demandé de me faire la présentation comme s'ils la faisaient devant la classe. Mais les propos n'étaient pas assez clairs voir même faux quelque fois. Voyant qu'ils n'arrivaient pas à donner une explication même après leur avoir répété plusieurs fois et voyant que l'heure de la présentation arrivait vite, j'ai décidé de leur faire écrire ce qu'il fallait dire au moins pour les parties les plus difficiles.

J'ai du ensuite aller relire le diaporama du groupe 1. Les élèves avaient oublié de mettre une formule importante avec une explication rapide pour la comprendre. Nous l'avons donc rajouté en vitesse. J'ai aussi corrigé les fautes d'orthographe.

Après avoir vérifié que le diaporama pouvait bien être projeté devant la classe, la présentation a commencé avec le diaporama, donc avec les élèves de mon groupe 1. Bien que je ne les aie pas entendus répéter leur présentation, ils ont su tout à fait donner des explications claires. Ils ont ensuite très bien répondu aux questions. Le seul conseil qu'on leur a donné pour faire ensuite le panneau était d'expliquer en détails une formule qui apparaissait simplement dans le diaporama. Mais ce n'était pas du tout un reproche car le but de cette première présentation était juste d'expliquer rapidement ce que chaque groupe avait fait. Mon 2ème groupe est passé en troisième. Mais leur présentation ne s'est pas très bien passée. En effet, voyant que très vite les élèves ne donnaient pas d'explications suffisamment claires, on a commencé à leur poser des questions pour les guider. Mais cela a eu l'effet inverse car ils ne pouvaient plus suivre l'organisation qu'ils s'étaient fixés. Finalement, après avoir réussi à leur faire expliquer à la classe la méthode pour trouver le juste prix grâce à la dichotomie sur un exemple, nous n'avons pas cherché à poser beaucoup d'autres questions plus précises.

Les autres groupes ont globalement bien géré la présentation. Néanmoins, les deux groupes travaillant sur le juste prix bien que n'ayant pas la même façon de présenter les choses ont eu du mal avec la dichotomie et en particulier le calcul du nombre maximal d'étapes nécessaires pour trouver le juste prix. Après les présentations, nous avons laissé les élèves partir en pause. Quand ils sont revenus, nous n'avons eu que quelques minutes pour commencer à parler du poster : la classe devait repartir à 15h45.

**Dernier jour**

La matinée a commencé à 9h30. Comme le groupe 1 était le premier à s'être mis en place, j'en ai profité pour leur rappeler ce qu'il fallait absolument mettre sur leur panneau. Je leur ai également expliqué une façon encore plus claire de présenter la marche à suivre pour résoudre le problème à 6 disques par exemple ; cela consistait à dessiner un arbre pour illustrer le procédé récursif. Comme ils ont bien compris et avaient déjà une idée précise de leur panneau, je les ai laissé travailler. De temps en temps, je venais vérifier ce qu'ils faisaient. A un moment une élève du groupe est venue me demander de lui réexpliquer la démonstration de la formule explicite qui donne le nombre de coups minimum pour résoudre le problème à n disques ; comme il s'agissait d'une démonstration par récurrence, il a d'abord fallu m'assurer que le principe d'une démonstration par récurrence était bien compris.

J'ai passé la plupart du temps avec le groupe 2 qui avait absolument besoin d'être encadré pour avancer. Il a d'abord fallu que l'on se mette d'accord sur la présentation et sur l'organisation du panneau. Comme les panneaux avaient été distribués en début de matinée, les élèves ont pu se rendre compte de la taille du panneau et de ce qu'ils auraient la place de mettre. En fait le panneau était beaucoup plus grand que ce à quoi ils s'attendaient. Après avoir expliqué les différentes parties du panneau, il a fallu écrire au brouillon en taille réelle le contenu des différentes parties du tableau. Comme les deux garçons du groupe écrivaient mal, ils se sont dit que c'était aux deux filles de le faire. Mais très vite je leur ai trouvé du travail en faisant faire à l'un un schéma et à l'autre des tableaux pour présenter les exemples. Le schéma et les tableaux ont directement été faits au propre pour gagner du temps. Quant aux textes, j'ai préféré leur faire faire d'abord au brouillon ne serait-ce que pour adapter la taille d'écriture à l'espace disponible sur le panneau. Dès que quelque chose était fait, soit au propre, soit au brouillon, je leur faisais le disposer sur le panneau. Je devais tout le temps vérifier qu'ils ne faisaient pas d'erreurs, ni de maths, ni d'orthographe. A l'heure du midi, il manquait encore une petite partie du panneau à faire entièrement. Voyant que le groupe 2 avait absolument besoin de moi en permanence, mon responsable de stage a proposé d'aller lui-même vérifier ce que faisait le groupe 1 dans l'après-midi afin je puisse rester avec le groupe 2.

Nous avons repris à 13h. Les élèves ne disposaient que de deux heures pour finir leur panneau, préparer leur présentation et installer leur panneau. J'ai donc aidé le groupe 2 afin qu'il puisse finir à temps. En effet, les élèves du groupe 2 ont remarqué que les autres groupes étaient plus en avance ; ils ont donc vraiment commencé à se dépêcher. Pendant que deux élèves s'occupaient d'écrire la dernière partie, les deux autres s'occupaient des derniers détails : coller les feuilles sur le panneau, écrire un beau titre et imprimer quelques images. Une fois le panneau terminé, j'ai demandé à chaque élève ce qu'il voulait présenter. En fonction de leur réponse, j'ai réparti les rôles. Puis j'ai repris en détails avec chaque élève la partie qu'il devait présenter afin de m'assurer qu'il l'avait bien comprise et surtout qu'il savait l'expliquer correctement. En fait, à ce moment là, les élèves ont vraiment fait l'effort d'écouter et de comprendre contrairement aux deux jours précédents : ils ne voulaient pas décevoir les chercheurs qui allaient les écouter. En effet, les élèves se demandaient comment des chercheurs en mathématiques pouvaient s'intéresser à leur travail, eux qui se considèrent pour la plupart mauvais en maths. Ensuite, le groupe 2 a enfin pu installer son tableau. Les tableaux de mes groupes ont tous les deux été installés dans la même salle afin je puisse tout le temps rester avec eux. J'ai découvert le panneau terminé du groupe 1. Je l'ai trouvé très clair d'autant que je ne les avais presque pas aidés.

Une fois que tous les panneaux étaient installés, les élèves ont eu quelques minutes pour aller voir les panneaux dans les autres salles. Néanmoins, les plus stressés ont préféré répéter leur présentation. A partir de 15h, les chercheurs et doctorants sont arrivés les uns après les autres et sont passés dans toutes les salles. Parfois ils se présentaient seuls devant les élèves, parfois en petits groupes. Mes deux groupes ont dû faire leur présentation trois fois tout en s'adaptant aux différentes questions posées.

Le groupe 1 a très bien géré les trois présentations et savait s'adapter pour répondre précisément aux questions posées. La seule question sur laquelle ils ont eu un peu de mal concernait un raisonnement par récurrence. En fait, le chercheur qui posait cette question voulait vérifier qu'ils avaient compris le principe d'une démonstration par récurrence ; ce que les élèves ignoraient totalement avant leur stage puisque la récurrence n'est au programme que de la classe de terminale. Ils ont essayé de répondre avec leurs propres mots mais cela n'était pas très clair. J'ai alors essayé de les guider dans leur explication en leur posant quelques questions plus précises. Avec cette aide, nous avons pu vérifier qu'ils l'avaient bien compris.

Quant au groupe 2, je m'attendais à ce que les choses soient beaucoup plus difficiles. Mais, dès la première présentation, j'ai été assez agréablement surprise de voir qu'ils arrivaient à expliquer les choses plus correctement que lorsqu'ils avaient essayé de me les expliquer avant la présentation. Bien sûr, il y avait encore des parties pour lesquelles l'explication donnée n'était pas claire ; c'était le cas en particulier de l'explication du nombre maximal d'étapes nécessaires pour trouver le juste prix. Mais, l'explication des exemples était très bien faite. Là aussi, j'ai été assez agréablement surprise de voir qu'un élève qui n'avait pas fait l'effort de comprendre les deux premiers jours a finalement réussi à expliquer les exemples pas simplement en les lisant mais vraiment comme s'il faisait fonctionnait le jeu ; ce qui n'était vraiment pas gagné au départ. Ce même élève a également réussi à présenter une généralisation du jeu du juste prix alors que nous n'en avions parlé que dans la matinée. Après la première présentation, je leur ai dit ce qu'ils devaient améliorer. Les deux autres présentations se sont beaucoup mieux passées. Au moins, ce qu'ils disaient était clair et les chercheurs ont pu voir qu'ils avaient compris l'essentiel.

Je pense que les deux groupes étaient fiers d'eux-mêmes et ont réalisé qu'en trois jours, ils ont progressé, chacun à leur niveau. Le stage s'est ensuite terminé par un goûter. Ils semblaient vraiment tous contents d'avoir fait ce stage, d'avoir passé trois jours "à la fac" ! Avant de repartir, leur professeur de maths, Mr Capron, nous a sincèrement tous remercié pour ce stage, convaincu des retombées positives tant au niveau de l'attitude des élèves entre eux et en classe que de sa relation avec ses élèves et de la motivation de ses élèves pour les maths.

## 4 Présentation des posters

Nous avons reçu le mail de présentation de madame Anne-Marie Adam suivant :

mercredi 20 novembre - 15 heures - dans les locaux de l'IREM - Présentation des posters hippo

**INVITATION A LA PRESENTATION DES POSTERS HIPPOCAMPE-MATHS**

**MERCREDI 20 NOVEMBRE 2013**
**à partir 15h dans les locaux de l'IREM (TPRII - 3ème étage)**

**ENCADRANTS**
Florian CAULLERY

**TUTRICES :**
**Annamaria IEZZI - Cathy SWAENEPOEL - Fanny TENNEVIN**

**THEME DU STAGE :**
**LES MATHEMATIQUES DE JEUX**
**ou comment gagner (presque) sûrement)**

INVITES : **Classe de 3ème du Collège Les Amandeirets de Marseille**

**Professeur : Benoît CAPRON**

Les résultats ont été les suivants :

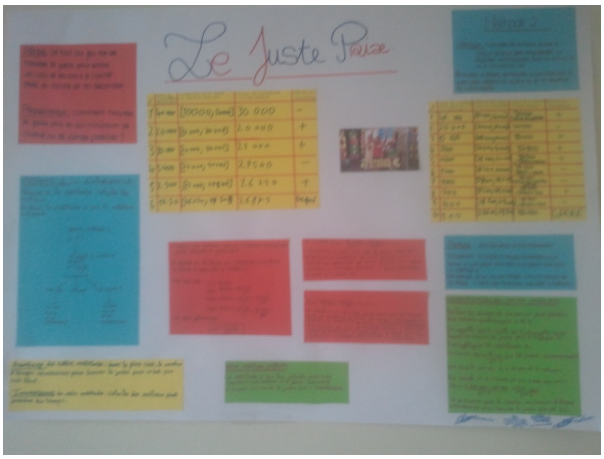


Figure 1 – Présentation du poster pour le Juste Prix (groupe de Fanny)

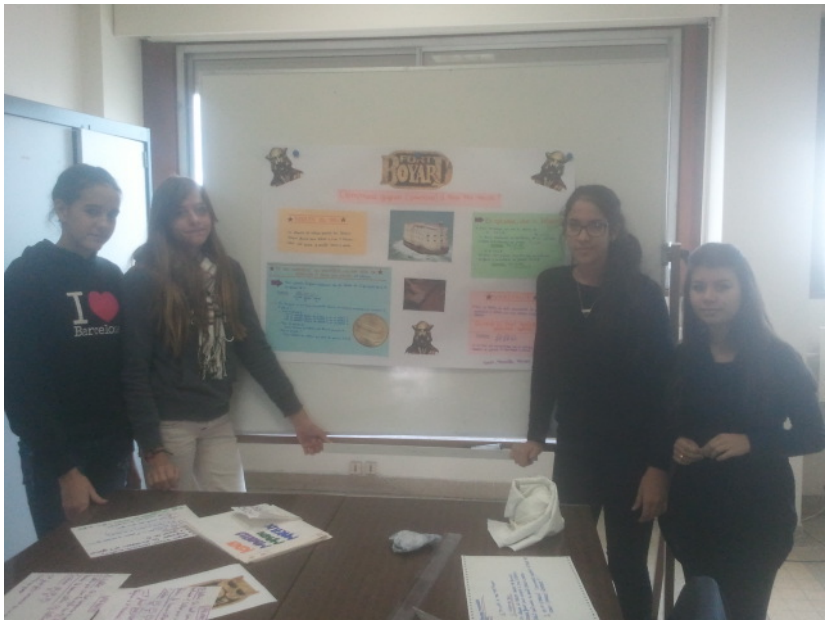
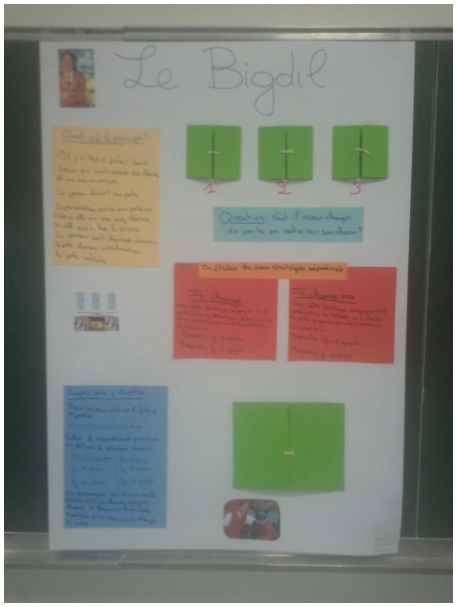



Figure 2 – Présentation de poster pour Fort Boyard



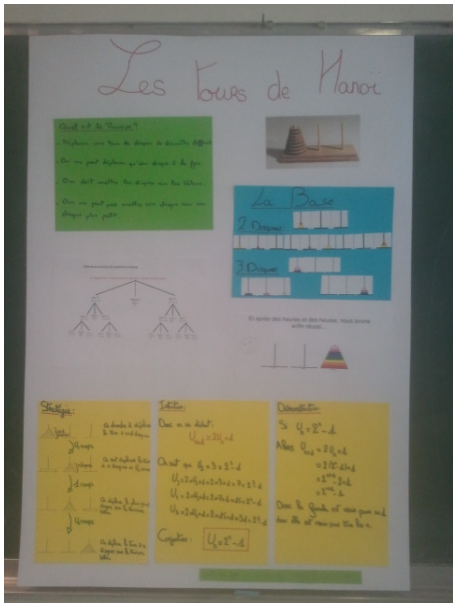




FIGURE 3 – Autres posters réalisés par les élèves

# 5 Conclusion et remerciements

Ce stage a été très bénéfique non seulement pour les élèves mais aussi pour nous. En effet, les élèves ont pu réfléchir sur un sujet, établir un raisonnement et une stratégie et enfin présenter leur résultat devant une équipe de chercheurs. Nous avons réussi à créer un lien avec eux, nous avons tenté de les guider et de les motiver à continuer dans leurs démarches. Ce fut une expérience très enrichissante en tant que premiers pas devant un groupe d'élèves. Nous tenons tout particulièrement à remercier toute l'équipe de l'IREM, les chercheurs ainsi que les doctorants pour leur temps accordé à ce stage. Et sans oublier le professeur monsieur Benoit Capron sans qui cette classe n'aurait pas eu la chance de participer à ce stage. Enfin, un grand merci à madame Anne-Marie Adam pour sa gentillesse et son écoute.