

Institut de Recherche en Education des Mathématiques
Aix-Marseille Université, Groupe Collège

Jeux de Cartes AL - JABR

Niveau : cycle 4

1. L'Algèbre de Al-Khawarizmi.	Page 1
2. Objectif Principal du Jeu.	Page 2
3. Le Matériel.	Page 2
4. Règles du Jeu (quelques suggestions).	Page 3
5. Règles du Jeu (propositions des élèves).	Page 4
6. Quelques possibilités d'activités supplémentaires.	Page 5
7. Fragments du journal de bord du parcours.	Page 6
8. Nouvelles propositions effectuées par écrit par les élèves	Page 9
9. Notes et Bibliographie.	Page 10

1. L'Algèbre de Al-Khawarizmi.

Petite note historique : Au sens strict, **al-jabr** (réduction) correspond à transformer une soustraction dans un membre d'une égalité en une addition dans l'autre membre, contrairement au **al-muqabala** (le balancement) qui revient à supprimer dans les deux membres l'addition d'un même nombre.

Ces techniques sont le fondement de L'**Abrégé du calcul par la restauration** (al-jabr) et la **comparaison** (al-muqabala) (en arabe : الكتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة, *Kitāb al-mukhtaṣar fī ḥisāb al-jabr wa-l-muqābala*) qui est un livre historique de mathématiques écrit entre 813 et 833 par le mathématicien perse Al-Khawarizmi. Dans cet ouvrage Al-Khawarizmi pose les fondations de l'algèbre en étant le premier à étudier systématiquement la résolution des équations du premier et du second degré. La résolution de ces équations était obtenue grâce à des méthodes géométriques du même type de celles d'Euclide.

Probablement inspiré des travaux de l'indien Brahmagupta, Al-Khawarizmi est aussi l'auteur d'un Traité du système de numération des Indiens qui a introduit le système décimal indien, et le zéro en particulier dans sa propre civilisation, mais aussi en Europe, par l'intermédiaire des traductions ou adaptations en latin de ses ouvrages (par exemple : *Dixit Algorizmi* "Al-Khawarizmi a dit que..." ou le Livre des Calculs de Fibonacci).

Comme de nombreux astronomes de cette époque, Al-Khwarizmi est aussi astrologue. Selon l'historien Tabari, Al-Khwarizmi prédit, avec un groupe d'astrologues, la longue durée de vie du calife (et les cinquante ans qui lui restaient à vivre) alors que ce dernier mourut dix jours après la prédiction.

2. Objectif Principal du Jeu.

Calcul manuel des valeurs d'une fonction à partir des lancés de dés pour une bonne compréhension des formules.

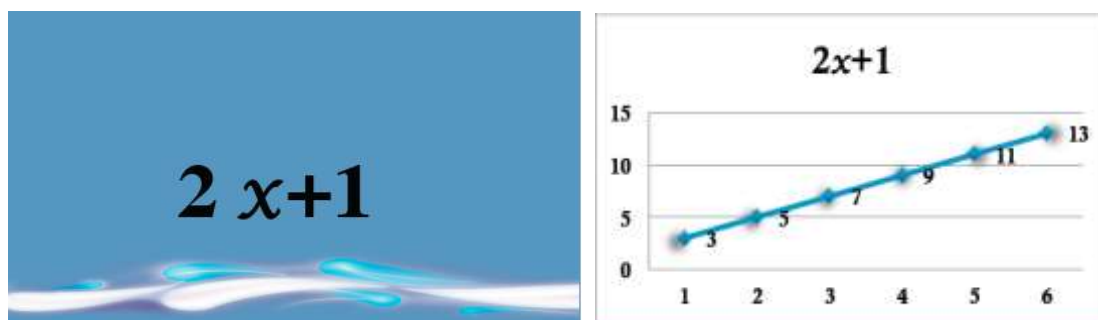
Donc "LE BONHEUR EST DANS LES DÉS".

Soulignons que nous ne pensons évidemment pas que cette approche remplace l'acquisition plus structurée des savoirs ou des connaissances. Mais elle constitue un levier complémentaire qui suscite des envies de plus réfléchir et d'apprendre.

3. Le Matériel.

Les cartes, 7 familles : la famille x en bleu, la famille y en rouge, la famille z en vert vif, la famille t en orange, la famille u en vert kaki, la famille v en mauve et la famille a en jaune.

Chaque famille est composée de 10 cartes, chaque carte recto en couleur avec une formule et verso blanche avec le graphe des valeurs de la formule.



La fabrication des cartes se fait en imprimant les documents pdf. Un pdf recto et un pdf verso sont prévus pour chaque famille de 10 cartes. L'expérience a montré que la plastification est nécessaire pour la manipulation par les élèves. Un format A4 par famille a été utilisé.

7 PowerPoints pour l'usage des professeurs, un par famille. Pas de guide, seulement des graphes pour projection vidéo. Le PowerPoint permet d'échanger sur le contenu et de poser avec les élèves quelques questions autour du jeu.

Vocabulaire :

Deux cartes sont **vraies jumelles** si leurs formules différentes représentent la même fonction.

Deux cartes sont **fausses jumelles** si leurs graphes « semblent » identiques mais ne le sont pas. (Attention aux axes des ordonnées.)

LES FAMILLES EN DETAIL

Famille x : Fonctions linéaires croissantes. Pente 1 ou 2. Le PowerPoint contient les 10 graphes suivis d'une question « Vraies ou fausses jumelles ? »

Famille y : Fonctions linéaires croissantes. Pente 3 ou 4. S'y glisse une fonction constante. Le PowerPoint contient les 10 graphes suivis d'une question « Vraies ou fausses jumelles ? »

Famille z : Fonctions linéaires croissantes, constante et décroissantes. Le PowerPoint contient les 10 graphes suivis de deux questions « Vraies ou fausses jumelles ? »

Famille t : Fonctions linéaires croissantes et décroissantes. Une fonction croissante avec 4 formules vraies jumelles, une fonction décroissante avec 5 formules jumelles et un intrus. Le PowerPoint se sert de plusieurs graphes de cartes pour poser des questions « Vraies ou fausses jumelles ? »

Famille u : Fonctions linéaires croissantes et décroissantes. Trois fonctions croissantes avec 3 formules vraies jumelles chacune et un intrus. Le PowerPoint se sert de plusieurs graphes de cartes pour poser la question « Vraies ou fausses jumelles ? », c'est-à-dire "est-ce la même fonction ou non?".

Famille v : Une seule fonction linéaire croissante représentée par 10 formules jumelles. Le PowerPoint montre des graphes de cartes pour poser la question « Vraies ou fausses jumelles ? »

La Famille a n'est pas droite ! Elle est constituée de 10 fonctions quadratiques. Le PowerPoint montre les 10 graphes de ces fonctions.

4. Règles du Jeu (quelques suggestions).

Peut se jouer à 2 ou à 4 joueurs individuels ou en équipes de deux joueurs.

Chaque joueur ou équipe a un dé (ou un seul dé pour tous les joueurs mais c'est plus lent).

L'invention de nouvelles règles du jeu par les élèves ou l'adaptation de règles connues d'autres jeux de cartes est aussi une activité importante. Quelques exemples seront présentés dans la section suivante.

JEU SIMPLE AVEC UNE FAMILLE

On choisit une famille, on bat les cartes, on les pose sur la table avec la face en couleur des formules visible.

On pioche d'abord la carte qui est dessus.

Chaque joueur (ou équipe) lance son dé.

Chaque joueur (ou équipe) calcule la valeur de la formule de la carte avec le nombre qu'il a tiré avec son dé.

On vérifie si chaque calcul est juste en regardant le dos de la carte. (Exemple : carte $2(x+1)$, dé= 5, points= 12)

Si le calcul est juste on note le nombre de points gagnés par le joueur, sinon on lui attribue le plus petit gain de cette carte.

Cette règle répressive est facultative ! Il faut trouver mieux. L'important est que chacun essaye de faire son calcul. On verra que dans la pratique les élèves ont préféré une stratégie d'entraide au départ dans le calcul, plus efficace pour avancer dans le jeu !

Chacun note ses points.

On continue une carte après l'autre jusqu'à terminer la famille.

Le gagnant (ou l'équipe gagnante) est celui qui à la fin de la partie a le plus de points.

JEU SIMPLE AVEC PLUSIEURS FAMILLES

On mélange les cartes de plusieurs familles et on joue comme avec une famille.

JEU DE LA BATAILLE

Ce jeu peut se jouer avec une ou plusieurs familles. On bat les cartes. On distribue les cartes aux joueurs. Pour commencer, chaque joueur fait un paquet de ses cartes sans les ordonner et sans les regarder. Le premier joueur met sur la table la première carte de son paquet coté formule en vue, le second fait la même chose. Chaque joueur jette le dé et calcule ses points. On vérifie avec le graphe. Celui qui a le plus de points prend les 2 cartes. On dit « bataille » quand les 2 joueurs ont les mêmes points. Dans ce cas, on rejoue chacun une autre carte. Le gagnant d'une partie de bataille est celui aura dans ses mains toutes les cartes du jeu.

5. Règles du Jeu (propositions des élèves).

JEU DU TOTEM-MATHEUX (Lucie®)

Ce jeu se joue à 2 joueurs minimum (équipe possible).

Un dé.

Autant de familles que l'on veut.

Un Totem.



Un des joueurs, à tour de rôle, lance un dé et tous les joueurs doivent calculer le résultat correspondant à la première carte de la pioche selon le chiffre du dé.

Le premier à prendre le Totem TOUT EN DISANT LE RESULTAT DU CALCUL gagne la carte s'il a donné le bon résultat. Il met la carte dans ses "cartes gagnées".

S'il donne un mauvais résultat il remet dans la pioche une de ses "cartes gagnées" plus la carte jouée.

Si deux joueurs attrapent le Totem et donnent le bon résultat en même temps c'est celui qui a le plus de doigts sur le Totem qui emporte la carte. S'ils ont le même nombre de doigts c'est celui qui a la main la plus basse.

Lorsque toutes les cartes de la pioche ont été jouées, chaque joueur/équipe compte ses cartes gagnées, celui/celle qui en a le plus gagne la partie.

Bataille Défis (Collège de Miramas®)

Pour les groupes qui ont rapidement fini les trois parties, le professeur invite les élèves à poursuivre l'idée de modifier les règles ou d'en inventer d'autres et à procéder ainsi à une nouvelle partie. À cette occasion, un groupe choisit de jouer à une « bataille défis » : c'est l'équipe adverse qui choisit la carte, c'est-à-dire : « Lorsque l'équipe 1 doit lancer le dé, l'équipe 2 choisit la carte avec laquelle l'équipe 1 compte ses points. Ensuite lorsque c'est à l'équipe 2 de lancer le dé, c'est l'équipe 1 qui choisit la carte, etc. »

Avec une telle règle, « les défis sont plus grands », les élèves ne s'entraident plus et ils utilisent des stratégies : si l'élève qui compte éprouve des difficultés, ils lui donnent « une carte dure » en espérant qu'il se trompe et qu'il rapporte 0 point à son équipe. Sinon ils donnent des cartes qui rapportent le moins de points possibles. Certains élèves vont jusqu'à essayer d'anticiper les cartes. Cette amélioration de la règle du jeu est testée par les autres groupes avec succès.

D'autres variantes proposées par les élèves seront décrites chapitre 8.

6. Quelques possibilités d'activités supplémentaires.

❖ Recherche de vraies jumelles

Utiliser les familles t et u : pour des recherches de vraies jumelles et intrus.

❖ Graphes à 2 dés

Avec 2 dés les valeurs des variables vont de 1 à 12. A l'aide de papier à petits carreaux, règle et crayon. Prendre une carte (famille x pour commencer). Les élèves doivent dessiner sur la feuille de papier le graphe pour x de 1 à 12. Lancer les 2 dés et calculer les points. De même pour les autres familles. Il y a des surprises pour les fonctions décroissantes...

❖ Variable réelle

Un dé magique peut fournir aléatoirement n'importe quel nombre entre 1 et 6, mais aussi 4,3 ou 5,222... ou π ! Calculer le nombre de points pour de tels nombres. Retrouver les résultats dans les graphes. Comment fabriquer un dé magique (approximatif) pour les nombres réels ?

❖ Equation et graphiques (problème inverse)

Comment résoudre graphiquement une équation "à la Al-Khwarimi". Prendre une carte. Par exemple dans la famille x , la carte $2(x-1)$.

Question : Quel est le x qui donne 8 points ?

Question + : Quel est le x qui donnerait 5 points ?

Question++ : Quel est le x qui donnerait 3, 5 points ?

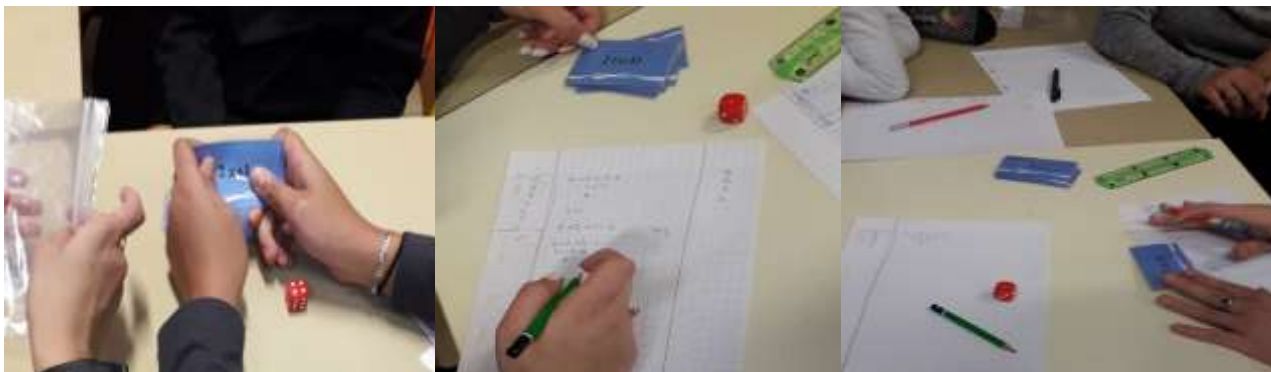
Comment résoudre le problème en utilisant un graphe ?

❖ Equation et graphiques (la fusion de deux cartes)

Prendre deux cartes de la même famille. Trouver le x qui donne le même nombre de points dans les deux cartes. Est-ce qu'il existe toujours ?

7. Fragments du journal de bord du parcours.

EXPERIMENTATIONS (année scolaire 2018-2019) :



Séances du jeudi 7 mars : 1^{ère} expérimentation – 3^eB puis 3^eA

Deux demi-groupes d'une quinzaine d'élèves : le premier de 13h30 à 14h25 et le second de 14h30 à 15h25. Pour chacun de ces deux demi-groupes la séance a suivi le protocole suivant :

1^{ère} phase : Distribution des 10 cartes de la famille « x » et d'un dé dans des sachets plastifiés. Pas de calculatrice.

Présentation des règles du jeu de la bataille. Les élèves regroupés par 4 (deux équipes de 2 joueurs) sont invités à effectuer deux ou trois parties ; les équipes seront mélangées ensuite pour un deuxième tour !

Les élèves jouent. Ils prennent le temps de calculer, de vérifier et d'analyser les méthodes de leurs camarades. On remarque aussi très vite que les élèves s'entraident, dans certains groupes : même les équipes adverses expliquent si un élève se retrouve en difficulté. Si certains élèves mettent un point d'honneur à tout calculer de tête, les élèves en difficulté utilisent le support papier pour effectuer leurs calculs.

Les élèves remarquent :

« Il y a des cartes qui rapportent plus que d'autres. » La vérification des résultats par l'intermédiaire des versographiques se fait naturellement et sans difficulté par tous les élèves. « L'idée d'utiliser un dé et très bonne ! » juge un élève « car on peut rattraper notre retard si on tombe sur une carte qui rapporte beaucoup de point et si on fait 6. » « La chance joue un rôle. »

Pour les groupes qui ont rapidement fini les trois parties, le professeur invite les élèves à poursuivre l'idée de modifier les règles ou d'en inventer d'autres et à procéder ainsi à une nouvelle partie. À cette occasion, un groupe choisi de jouer à une « bataille défis » : c'est l'équipe adverse qui choisit la carte, c'est-à-dire : « Lorsque l'équipe 1 doit lancer le dé, l'équipe 2 choisit la carte avec laquelle l'équipe 1 compte ses points. Ensuite lorsque c'est à l'équipe 2 de lancer le dé, c'est l'équipe 1 qui choisit la carte, etc. »

Avec une telle règle, « les défis sont plus grands », les élèves ne s'entraident plus et ils utilisent des stratégies : si l'élève qui compte éprouve des difficultés, on lui donne « une carte dure » en espérant qu'il se trompe et qu'il rapporte 0 point à son équipe. Sinon on lui donne des cartes qui rapportent le moins de points possibles. Certains élèves vont jusqu'à essayer d'anticiper les cartes. Cette amélioration de la règle du jeu est testée par les autres groupes avec succès.

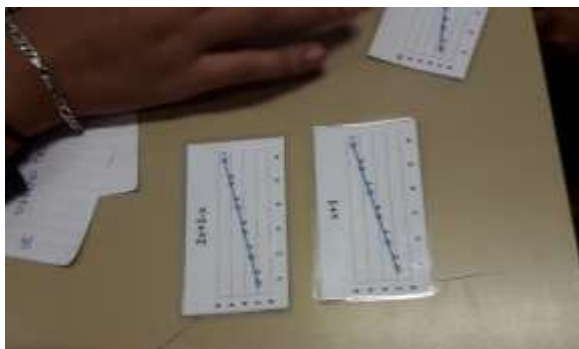
2^{ème} Phase : Après plusieurs parties le professeur propose aux élèves d'analyser les cartes et de les classer.



Dans un premier temps : les élèves se focalisent sur les points et notamment le maximum qu'elles peuvent atteindre, puis ensuite ils remarquent que certaines cartes vont de 1 en 1, d'autres de 2 en 2 et les réunissent suivant ce critère. D'autres remarquent qu'au niveau de l'axe des ordonnées, beaucoup de cartes sont différentes.



Dans un deuxième temps, le professeur relance les discussions et va dans le sens de certains élèves qui analysent le verso des cartes. « Qu'en pensez-vous ? » Les élèves procèdent naturellement à des regroupements de cartes mais en revenant au recto, l'écriture focalise plus l'attention que les graphiques dans un premier temps : « il y a les $2x$, les x , les $x + 1$, ... ». Mais les élèves font ensuite des allers-retours avec les graphiques et les écritures, les élèves débattent et sont partagés, « qu'est-ce qui est le plus important ? », « l'évolution des résultats » et finissent par revenir sur la « progression des résultats » : « là on va de 2 en 2, ici de 1 en 1... Oui mais là les résultats ne sont pas les mêmes... C'est parce qu'il y a du $2x$. » Des groupes constateront que deux cartes permettent d'obtenir les mêmes valeurs. Certains justifieront à l'oral pourquoi : « il suffit de réduire l'expression. » D'autres ne chercheront pas la cause.



En conclusion : Contre toute attente les élèves restent « prudents » et analysent les cartes, calculent lentement « pour voir comment ça marche ». « Ce sont des expressions littérales, c'est dur », cette retenue provient peut-être d'une certaine méfiance. Par contre, au bout d'une dizaine de minutes, une fois que les élèves ont pris leurs marques, ils s'investissent sans aucune retenue dans le jeu. Ensuite, les élèves ne se font pas prier pour modifier les règles et se livrent à la « bataille-défis ». L'envie de modifier ou d'optimiser les règles est d'ailleurs bien présente. C'est un point sur lequel on s'appuiera à l'avenir. L'analyse des cartes, quant à elle, montre bien que l'expression algébrique est très prégnante auprès des élèves. Mais l'aspect graphique attire les élèves et contribue largement à l'étude des cartes.

Séances du jeudi 14 mars : 2^{ème} expérimentation – 3^èA puis 3^èB

Deux classes entières de 24 élèves : la première de 13h30 à 14h25 et la seconde de 14h30 à 15h25.

Cette séance fait suite à la première expérimentation, les élèves qui ont testé les cartes la semaine précédente vont permettre de bien démarrer la séance. Pour chacune des classes la séance a suivi le protocole suivant :

Les élèves sont regroupés par 4 ou 3. Il faut jouer successivement aux jeux suivants :

Premier jeu (avec les cartes bleues) : la bataille « classique ». Une équipe lance le dé et annonce le résultat de la carte qui se trouve au-dessus de la pioche. Le résultat est vérifié par les deux équipes. Si l'équipe a annoncé le bon résultat alors elle remporte les points annoncés. Sinon, elle marque zéro. Chaque équipe joue cinq fois. L'équipe qui a gagné est celle qui possède le plus grand total de points. Cette phase est assez similaire à la séance précédente, les élèves prennent le temps de calculer mentalement, certains n'hésitent pas à se donner un « coup de main ». Mais assez vite tous les élèves mettent un point d'honneur à calculer par eux-mêmes.

Deuxième jeu (avec les cartes rouges) : la bataille « défis ». (Pour reprendre l'idée développée la semaine précédente) une équipe lance le dé, l'équipe adverse propose une carte défis. L'équipe qui joue doit donner le bon résultat. Si c'est le cas, elle remporte les points, sinon elle marque aucun point. A noter que la carte « 5 » interpelle les élèves. Certains groupes testeront la règle modifiée où la carte est soumise à l'équipe adverse avant que le dé ne soit lancé. Les stratégies se font alors plus élaborées sur le nombre de points potentiellement en jeu. D'autant que les cartes rouges proposent plusieurs possibilités. Les équipes comptent alors point par point puis coup après coup pour essayer d'anticiper et de rester en tête.

Le professeur garde « sous le coude » le fait que le deuxième jeu pourra être effectué avec une troisième famille de cartes (les autres « couleurs » sont prêtes à l'emploi) ou en mélangeant des familles (bleues et rouges par exemple).

Troisième jeu (avec une famille choisie par le professeur selon les groupes) : le totem (un tube de colle fait l'affaire) : le dé est lancé alternativement par chaque équipe. Le premier élève qui a trouvé le résultat doit se saisir du totem en annonçant le résultat en même temps. Si le résultat est juste, l'élève remporte la carte pour son équipe. Sinon la carte va à l'équipe adverse. C'est l'équipe qui aura gagné le plus de cartes qui gagne.

Lorsque les élèves sont trois, deux élèves jouent l'un contre l'autre. Le troisième est le maître du jeu, c'est lui qui lance le dé et vérifie les résultats annoncés. Au bout de dix cartes jouées, les élèves intervertissent les rôles. Tout en jouant, les élèves remarquent certaines caractéristiques sur les familles : « Dans les cartes rouges comme dans les cartes bleues, il y a deux cartes où c'est le même résultat », « dans la famille verte, c'est pire, il y a plusieurs cartes qui donnent les mêmes résultats. » Un élève en difficulté qui a trouvé l'astuce gagne plusieurs parties contre d'autres élèves en jouant uniquement avec les vertes. Nous pouvons ajouter que ce qui questionne les élèves se sont les « cartes constantes » et les cartes « où il faut faire le plus petit dé possible pour obtenir le plus gros résultat ». Ces analyses ne sont pas approfondies lors de cette deuxième séance, il faudra les réinvestir lors de la troisième expérimentation. A la fin de cette séance, l'enseignant propose le travail suivant à la maison : Les élèves doivent améliorer ou, encore mieux, inventer les règles d'un nouveau jeu.

Remarque : une séance a eu lieu avec 15 élèves de 5^{ème} le mardi 19 mars 2019 pendant une heure.

La séance est construite sur le même principe que la deuxième séance avec les troisièmes. Seule la famille des « a » n'aura pas été utilisée avec les élèves de cinquième alors qu'elle aura été donnée à quelques groupes de troisièmes. La seule différence est que les élèves, au vu des circonstances sont pleinement rentrés dans le jeu, sans aucune retenue ni prudence. L'enseignant ne sera pas allé jusqu'à l'analyse des cartes avec les élèves. Mis à part cela, pendant la phase de « jeu » à proprement parler, l'attitude globale des élèves est la même pour les élèves de troisièmes et de cinquièmes. Notamment lorsqu'il s'agit de rechercher des stratégies dans le jeu n°2.

8. Nouvelles propositions effectuées par écrit par les élèves.

Il faut rappeler que les élèves avaient le choix entre améliorer une règle rencontrée lors de la séance ou inventer une nouvelle règle. Les propositions les plus significatives sont retranscrites ci-dessous :

Tiago : Les équipes choisissent cinq cartes avant de commencer la partie. Une équipe lance le dé et l'équipe adverse propose une carte. L'équipe qui a lancé le dé doit calculer la valeur de la carte. Si la valeur est la bonne, il gagne la carte sinon l'équipe adverse garde la carte. A la fin de la partie (10 lancés de dé), c'est l'équipe qui a le plus de cartes qui gagne.

Anthony : Plusieurs propositions sont effectuées pour « durcir le jeu ».

- 1) Prendre les cartes bleues, procéder à une bataille entre deux équipes mais sachant que les valeurs des cartes sont multipliées par deux. (Le jeu pourra évoluer si l'équipe adverse propose (impose) le coefficient multiplicateur de son choix.)
- 2) Prendre les jeux de cartes bleues et de cartes rouges (les poser parallèlement). Procéder à une bataille mais en tirant une carte de chaque jeu les résultats des deux cartes devront être ajoutés.
- 3) Prendre les cartes rouges, procéder à une bataille mais sachant que l'on doit soustraire (ou multiplier) automatiquement le montant du dé au résultat trouvé par la carte.

Léa : Plusieurs propositions sont effectuées pour préciser les règles.

- 1) Il est interdit d'utiliser plusieurs fois la même carte dans une partie. (Plusieurs élèves noteront que cette précision a été admise la plupart du temps par les équipes lors des séances d'expérimentation).
- 2) On peut interdire à l'équipe de regarder la carte qu'elle va proposer à l'équipe qui doit calculer la valeur.
- 3) Lorsque l'on répond faux, on doit soustraire le nombre indiqué par le dé au total des points de l'équipe qui a fait faux.

Mathis : Si on fait faux au résultat, on doit soustraire le bon résultat à notre total de points, on doit compter avec les nombres relatifs. De plus, on n'a pas le droit de regarder le résultat de la carte que l'on va donner à l'adversaire pour ne pas développer trop de tactique trop facilement sur les points que l'on peut gagner ou perdre.

Hugo : Plusieurs propositions sont effectuées pour préciser les règles.

- 1) L'équipe qui a l'avantage doit agir un joueur après l'autre sans qu'il puisse se faire aider par son coéquipier...
- 2) L'équipe qui a gagné une partie doit forcément commencer la partie suivante.

Lénaïc : Si le chiffre du dé est inférieur ou égal à 3 alors le chiffre doit être divisé par 2 avant de calculer le résultat. Si le chiffre est égal ou supérieur à 5 alors le chiffre doit être multiplié par 2.

Raphaël :

Matériel : Prendre les cartes bleues, vertes et violettes et un dé.

Règle : Chacun à leur tour les joueurs lancent le dé. Si le numéro obtenu est 2, 3 ou 5, le joueur prend une carte bleue et doit compter ses points. Si le numéro obtenu est 1 ou 4, le joueur prend une carte verte. Enfin, si c'est 6 le joueur prend une carte violette. Si le joueur arrive à répondre en moins de 20 secondes, il gagne 1 point sinon il perd 1 point. Le premier joueur qui gagne 10 points à gagné.

Remarques : d'autres propositions sont effectuées faisant intervenir une limite de temps (10, 20 secondes, ...) ou sur le nombre de points gagner, des remarques sur les contenus des cartes sont aussi faites : « on pourrait ajouter des calculs avec des divisions, des écritures fractionnaires, ... »

9. Notes et Bibliographie :

Ce travail est le fruit d'une collaboration au sein de l'IREM d'Aix-Marseille, Groupe Collège. Y ont directement participé : Olivier Garrigue, Professeur de Mathématiques au collège La Carraire de Miramas (13) et ses élèves, Jorge Rezende, Universidade de Lisboa et Ricardo Lima, Dream & Science Factory et CNRS, Marseille. Merci à Myriam Quatrini pour ses encouragements et à Nicole Paoletti pour une lecture attentive.

Contact : **Olivier Garrigue** : ogarrigue@gmail.com

Bibliographie

- [1] <https://ent2d.ac-bordeaux.fr/disciplines/semaine-des-maths/wp-content/uploads/sites/17/2017/03/Al-Khwarizmi-Traduction-Al-Kitāb-al-mokhtasar-fi-hisāb-al-jabr-wa-l-moqābala.pdf>
- [2] <http://eduscol.education.fr/pid34185/cycle-4.html>
- [3] http://cache.media.eduscol.education.fr/file/programmes_2018/20/4/Cycle_4_programme_consolide_1038204.pdf
- [4] <http://eduscol.education.fr/cid99696/ressources-maths-cycle-4.html>
- [5] http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Maths_par_le_jeu/92/4/01-RA16_C3_C4_MATH_math_jeu_641924.pdf
- [6] <http://www.jeuxmath.be>
- [7] <https://www.reseau-canope.fr/>