

# Informatique débranchée

Cathy Louvier et Nathalie Revol

Classe de CM1, école Guilloux, St-Genis-Laval

2014-2015

**Cathy Louvier** : je suis enseignante en classe de CM1 à l'école Guilloux, Saint-Genis-Laval. Je suis professeur d'école avec une formation scientifique, depuis plusieurs années je suis à la recherche d'activités qui permettraient aux élèves d'envisager l'informatique autrement que l'utilisation d'un ordinateur.

**Nathalie Revol** : je suis chercheuse en informatique à l'INRIA. J'interviens depuis plus d'une dizaine d'années en lycées pour témoigner de mon activité professionnelle et pour inciter les lycéens, et les lycéennes plus particulièrement, à s'orienter vers des métiers scientifiques. J'interviens depuis 4 ans auprès de lycéen-ne-s et de collégien-ne-s pour donner des conférences sur l'informatique et les mathématiques, lors de la Fête de la Science, de la Semaine des Maths ou suite à des sollicitations directes. Je suis impliquée, quasiment depuis sa création, dans le groupe de réflexion et d'échanges de l'INRIA autour de la médiation scientifique. J'ai été sollicitée pour participer à la commission qui a mis au point le programme de l'option ISN : Informatique et Sciences du Numérique, en Terminale S et maintenant Première S, mais je n'ai pas pu y participer, étant en congé maternité à cette période. Je suis maman de 3 enfants scolarisés à l'école Guilloux, deux en CM1 et une en CP.

## 1. Proposition

Nous proposons de co-animer quelques séances d'une durée de 40 minutes pour présenter un peu d'informatique et plus précisément les notions d'algorithmique et de codage. On pourra terminer par un témoignage sur la recherche de Nathalie Revol.

L'approche proposée est de ne pas utiliser d'ordinateur, pour faire comprendre que l'informatique est une science et pas (seulement) une technologie. De façon un peu provocatrice, *l'informatique n'est pas plus la science des ordinateurs que l'astronomie n'est celle des télescopes* (phrase attribuée à E. Dijkstra). L'autre particularité de l'approche proposée est qu'elle se base sur des ateliers et des manipulations.

Cette approche, ainsi que les activités proposées ci-dessous, sont le fruit de la réflexion d'un groupe international de chercheurs et chercheuses. Citons notamment Tim Bell, de l'Université de Canterbury en Nouvelle-Zélande : il est à l'origine de *Computer Science Unplugged*, traduit ici par *Informatique débranchée*. Cette initiative a un site Web, alimenté également par l'Université de Carnegie-Mellon aux États-Unis entre autres, cf. <http://csunplugged.com/> Les activités et documents disponibles sur ce site sont repris et traduits en de nombreuses langues. Pour la France, l'institut de recherche INRIA est moteur sur ces actions. En particulier il édite la revue électronique *pixees* qui recense de nombreuses ressources. Il soutient aussi le projet de Martin Quinson, qui propose diverses activités.

Les activités proposées dans ce projet reprennent deux des quatre volets identifiés comme majeurs pour l'enseignement de l'option ISN : Informatique et Science du Numérique, en Première et Terminale S, à savoir langages et programmation, informations, machines, algorithmes. Comme l'objectif est de montrer les aspects de l'informatique qui sont décorrélés des ordinateurs, les deux volets choisis ici sont l'algorithmique d'une part et le codage des informations d'autre part.

L'approche sera basée sur des ateliers en petits groupes et sur le jeu. Comme le rappellent les instructions officielles, le jeu favorise en effet les raisonnements et les mécanismes opératoires sur des objets et des notions mathématiques. Il contribue donc au développement et au renforcement des acquisitions de base – repérage dans l'espace, calcul, logique – et des compétences transversales et langagières. De plus l'école est engagée par l'un des axes prioritaires du projet d'école sur l'enseignement des mathématiques par le jeu, cette proposition d'activités entre tout à fait dans ce cheminement.

## 2. Algorithmique

La partie algorithmique pourrait avoir lieu sur 2 ou 3 séances. On peut terminer l'une des deux séances par ce petit film : <http://www.universcience.tv/video-les-sepas-et-les-algorithmes-5829.html> (3'24"). La première activité permet de découvrir l'algorithmique, la deuxième met en œuvre un algorithme récursif et la troisième un algorithme parallèle.

### 2.1. Jeu de Nim

Cette activité est basée sur les pages 5 à 7 du livret intitulé *Les algorithmes – Sciences manuelles du numérique* élaboré par Martin Quinson et disponible ici : <http://www.loria.fr/~quinson/Mediation/SMN/>

**Jeu de nim** : il s'agit de pratiquer le jeu de nim pour mettre au point l'algorithme gagnant. Ce jeu se joue à 2 joueurs. On dispose 16 jetons sur la table. Chacun son tour, les joueurs ramassent un, deux ou trois jetons. Celui qui ramasse le dernier jeton a gagné.

L'algorithme gagnant est le suivant : il faut jouer le 2e et toujours prendre un nombre de pions tel que le nombre de jetons pris par le 1er joueur + son nombre de jetons soit égal à 4. Autrement dit, si le premier joueur prend un jeton, on en prend 3. S'il prend 2 jetons, on en prend 2. S'il prend 3 jetons, on en prend 1.

On peut disposer les jetons de façon aléatoire, ou les ranger en pyramide... puis les disposer par rangées de 4 pour aider à trouver la stratégie.

L'objectif premier est d'énoncer de façon explicite la stratégie gagnante. Selon la progression des élèves, on peut ajouter des variantes :

- jouer le premier (les élèves repèrent rapidement que celui qui joue le premier perd) mais ajouter « discrètement » un jeton supplémentaire ;

- si les élèves protestent, ajouter un deuxième jeton supplémentaire (deux jetons au total) : en général ils sont d'accord ;
- ajouter 4 jetons ou retirer 4 jetons du jeu pour observer que la stratégie gagnante reste gagnante ;
- faire la démonstration mathématique que la stratégie est gagnante.

**Liens avec le programme :** table de multiplication par 4, division par 4 – notion de pair ou impair (qui est une fausse piste, mais qui est souvent empruntée)

**Compétences :** consolider les connaissances et capacités en calcul mental sur les nombres entiers (additionner, soustraire), résoudre des problèmes engageant une démarche à une ou plusieurs étapes (développer un algorithme – raisonnement par récurrence pour la preuve mathématique : intuition).

**Matériel :** jetons (boîte de 500 jetons de belote).

**Bilan.** La première séance a porté sur le jeu de Nim : nous avons joué quelques parties devant toute la classe, puis nous avons distribué les jetons et laissé les enfants jouer par 2. Au bout de quelques parties, si nécessaire nous les avons aiguillés vers la stratégie gagnante en ne leur laissant que 4 jetons, puisqu'ils avaient compris immédiatement que le second joueur gagne dans ce cas, puis 8 jetons en les incitant à se ramener au cas de 4 jetons, puis 12 jetons en les incitant à se ramener au cas de 8 jetons etc. L'enseignante a géré la mise en commun au tableau de l'algorithme gagnant, en expliquant bien pourquoi les deux stratégies qui semblaient avoir émergé étaient en fait deux expressions différentes du même algorithme. (On a aussi projeté, sans avoir le temps de le commenter, le film des Sépas.)

## 2.2. Séance autour du film des Sépas sur les algorithmes

Nous avons projeté le film des Sépas (un grand merci à Tralalère qui nous a autorisé à le projeter), puis nous avons élaboré ensemble une définition du mot « algorithme » qui est entrée dans le répertoire de vocabulaire. La définition retenue est la suivante :

*Algorithme, n.m. : un algorithme est une méthode qui permet d'envisager toutes les manières de faire quelque chose. Regarder à gauche, puis à droite et à gauche est un algorithme pour traverser la rue.*

Il manque l'aspect « décomposition étape par étape » du processus, dans cette définition. Cet aspect a été rajouté par la suite, lors des discussions.

Tralalère nous avait demandé un retour sur la diffusion du film, voici le compte rendu que nous leur avons envoyé.

*Nous avons diffusé deux fois le film des Sépas sur les algorithmes en classe de CMI.*

*Nous l'avons d'abord diffusé une première fois, à la fin de la première séance. Pendant cette séance, les enfants ont découvert un algorithme qui leur permet de*

*gagner à tous les coups au jeu de Nim (jeu de stratégie), ensuite nous avons mis en commun cet algorithme puis nous avons diffusé cette vidéo, mais nous avons eu peu de temps pour en parler ensemble ensuite.*

*Nous avons à nouveau diffusé cette vidéo au début de la deuxième séance sur l'informatique (débranchée). Les enfants ont suivi attentivement le film, ils ont ri quand Hawk s'énerve après son acolyte, ils ont bien mémorisé l'algorithme pour traverser la route. Ensuite nous avons discuté pour élaborer une définition du mot "algorithme" qui est entré dans leurs répertoires de vocabulaire.*

*Nous confirmons que ce film nous paraît tout à fait indiqué pour des 9-10 ans (la tranche d'âge indiquée est 8-12 ans).*

### 2.3. **Jeu du crêpier psycho-rigide**

La deuxième activité est celle du crêpier psycho-rigide (pages 9 à 12 du livret *Les algorithmes*).

Dans ce jeu, il s'agit d'aider un crêpier psycho-rigide, qui a un tas de crêpes de tailles variées, à ranger les crêpes par taille décroissante. Le seul mouvement autorisé est de glisser la spatule entre deux crêpes de la pile et de retourner toutes les crêpes qui sont posées sur la spatule, en un seul mouvement.

Ici on laisse manipuler les crêpes jusqu'à ce que l'algorithme soit trouvé de façon intuitive. Puis l'animatrice joue le rôle de l'ordinateur bête et borné (attention, sans entrer sur le débat de l'« intelligence » de l'ordinateur) : elle ne fait que ce qu'on lui dit de faire, il faut tout lui dire. Cela oblige à bien expliciter l'algorithme.

On peut avoir une variante dans laquelle les crêpes ont une face brûlée, que le crêpier veut cacher en la tournant vers le bas.

**Liens avec le programme :** comparer, trier, plus grand, plus petit, dessus, dessous – symétrie (retournement de piles).

**Compétences :** classer et ranger des surfaces selon leur aire, résoudre des problèmes engageant une démarche à une ou plusieurs étapes (développer un algorithme), présenter à la classe un travail collectif (verbalisation des gestes réalisés)

**Matériel :** crêpes en bois (rectangles peints de tailles différentes).

**Bilan.** La troisième séance a porté sur le crêpier psycho-rigide, que nous avons appelé « crêpier maniaque » pour ne pas ajouter une difficulté inutile liée au vocabulaire. Nous avons à nouveau fait travailler les enfants par 2 ou 3, l'un donnant les ordres (les instructions) et l'autre étant l'ordinateur qui ne fait que ce qu'on lui dit. Nous étions 3 pour animer cette

séance et le doctorant venu nous prêter main-forte a été le bienvenu. La première étape de l'algorithme récursif, qui consiste à mettre la plus grosse crêpe dessous, est apparue très vite. Nous avons alors utilisé une feuille, qui permettait de cacher cette crêpe une fois rangée, afin que l'étape suivante (« mettre la deuxième plus grosse crêpe à sa place ») émerge etc. Enfin, pour vérifier que l'algorithme proposé est bien un algorithme, qui fonctionne quelle que soit la configuration initiale, nous avons caché le tas de crêpes avec la même feuille et les enfants nous ont dicté leur algorithme, que nous exécutions derrière la feuille, avec le tas de crêpes toujours caché.

## 2.4. Algorithme de tri : la machine humaine à trier

Cette activité est l'activité numéro 8 du livre *Computer Science Unplugged*. Une activité importante, un algorithme qui se trouve dans la boîte à outils de tout-e informaticien-ne, est le tri. Il existe une multitude d'algorithmes de tri différents, pendant cette séance on va en découvrir un.

Pour cette activité, on va dessiner au sol avec des craies de trottoir, ou au dos d'affiches de cinéma, un réseau de tri, celui en page 72. 6 élèves, chacun-e muni-e d'une carte, se placent sur les cases de départ (les cases carrées à gauche). Chacun-e avance jusqu'à se trouver sur un rond : il ou elle attend alors qu'arrive une autre carte, les deux cartes sont comparées et celui ou celle qui a la carte la plus petite part à gauche, la carte la plus grande part à droite.

On peut avoir des cartes avec les nombres de 1 à 6, avec des nombres plus grands, avec des mots à ranger dans l'ordre alphabétique. On peut essayer de partir avec les cartes déjà triées, ou alors triées en sens inverse (de la plus grande à la plus petite)... et vérifier que les cartes sont bien triées lorsqu'elles arrivent dans les cases d'arrivée (les cases carrées à droite).

On peut réfléchir à ce qui se passe quand deux cartes identiques sont utilisées : ce cas n'est pas prévu par l'algorithme, est-ce qu'on peut le corriger ? On peut aussi dessiner d'autres réseaux de tri, plus ou moins « efficaces » et parler d'efficacité (le véritable terme en informatique est « complexité »).

On peut essayer de dessiner des réseaux pour trier 4 cartes, puis pour 8 cartes à partir de celui pour 4 cartes, etc.

On peut trouver un compte rendu de cette activité menée dans une classe de CM2 à Évian (avec création du réseau de tri) ici : <https://pixees.fr/?p=3974>

On peut terminer par la projection d'un film de la BBC (2 à 3 minutes) qui montre comment les bernard-l'hermite changent de coquilles : ils se regroupent près d'une grosse coquille vide et se trient par taille croissante. Le plus gros sort de sa coquille et prend la coquille vide, le deuxième plus gros sort de sa coquille et entre dans la coquille laissée vide et ainsi de suite jusqu'au plus petit.

**Liens avec le programme :** comparer les nombres, supérieur, inférieur – comparer les mots dans l'ordre du dictionnaire : avant, après dans l'ordre alphabétique.

**Compétences :** résoudre des problèmes engageant une démarche à une ou plusieurs étapes (développer des algorithmes – résoudre des problèmes en coopération)

**Matériel :** craies de trottoir.

**Bilan.** La quatrième séance a porté sur le réseau de tri. Les enfants étaient les « données » qui se déplacent sur le réseau. Les élèves ont trouvé très vite que ce réseau rangeait les nombres ou les mots par ordre croissant, même s'il y a eu plus d'erreurs de comparaison avec des mots qu'avec des nombres. On les a aussi fait réfléchir au cas où deux données sont égales, ce qui n'était pas prévu au départ. Une solution proposée a été d'indiquer une condition d'utilisation interdisant ce cas, l'autre a été de choisir un chemin au hasard (pour les enfants, même si les données sont identiques, il est difficile de faire abstraction des porteur-se-s qui sont différent-e-s), avec un tirage aléatoire via un « plouf plouf » pour l'aiguillage. Une difficulté de cette séance est que seuls 6 enfants à la fois sont actifs et les autres se désintéressent de ce qui se passe. Une solution est de dessiner un réseau assez grand pour pouvoir mettre un-e contrôleur-se à chaque comparaison (il y a 12 comparaisons au total), ou un-e contrôleur-se pour 2 ou 3 comparaisons, sur un même chemin, qui valide le choix de chemin effectué par les porteurs et porteuses de données.

Nous n'avons pas projeté le film de la BBC sur les bernard-l'hermite visible ici : <http://www.bbc.co.uk/programmes/p029mzlf> parce qu'il n'y a pas de connexion Internet dans la classe et que la BBC (contrairement à Tralalère pour les « Sépas ») ne nous a pas autorisé à obtenir une copie du film.

### 3. Codage des informations, codage binaire

#### 3.1 Codage binaire

Deux activités sont proposées pour comprendre le codage binaire.

La première est le dessin en aveugle grâce à un codage « noir-blanc » qu'un groupe dicte en aveugle à un autre groupe qui le dessine : il s'agit de l'activité présentée en page 2 de la brochure éditée par Pixees à destination du primaire.

La seconde concerne l'écriture binaire des nombres. On commence par un tour de magie et on continue avec l'activité présentée pages 4 et 5 du livre *Computer Science Unplugged*. À la fin, les élèves ont compris comment marche le tour de magie et peuvent le refaire.

**Tour de magie :** la magicienne demande à un élève de choisir, sans le révéler, un nombre compris entre 1 et 31. Elle présente ensuite 5 grilles (données en fin de ce document) de nombres et l'élève doit dire si son nombre figure dans chacune des grilles. À la fin, la magicienne annonce le nombre choisi en secret.

Chaque nombre compris entre 1 et 31 peut s'écrire en binaire sur 5 bits au plus. La première grille contient tous les nombres dont l'écriture binaire contient un « 1 » en position tout à droite. La deuxième grille contient tous les nombres dont l'écriture binaire contient un « 1 » en 2e position à partir de la droite. Etc. À chaque fois que l'élève indique que son nombre figure dans la grille, la magicienne ajoute la puissance de 2 correspondante : 1 pour la première grille, 2 pour la deuxième, 4 pour la troisième et ainsi de suite. Après avoir présenté la 5e grille, la magicienne a donc calculé le nombre choisi.

L'activité consiste à comprendre que chaque nombre compris entre 0 et 31 peut s'écrire en binaire et que cette écriture est unique.

Il est souhaité qu'au final, les élèves aient écrit en binaire tous les nombres de 0 à 31, puis qu'on crée un codage binaire de l'alphabet, par exemple « A=1 », « B=2 » qui s'écrit en binaire « 10 » ou avec 5 bits « 00010 », « C=3 » qui s'écrit en binaire « 11 » et avec 5 bits « 00011 », « D=4 » qui s'écrit en binaire « 00100 » etc. Ensuite les élèves, en binôme, écrivent et codent un petit message (un seul mot de 4 à 6 lettres).

Ce message codé sera conservé pour les séances suivantes.

**Liens avec le programme :** addition – multiplication – écriture positionnelle des nombres.

**Compétences :** consolider les connaissances et capacités en calcul mental sur les nombres entiers (additionner, soustraire), connaître les nombres entiers jusqu'au milliard.

On peut terminer par un dernier tour de magie, qui repose à la fois sur un codage binaire (noir/rouge) et sur des graphes : il sera donc peut-être difficile à expliquer en détail (à réserver pour des interventions en lycées ?). Ce tour est détaillé par Jean-Paul Delahaye dans *Pour la Science* de juillet 2014, ou par Michel Rigo sur le site *Images des maths* : <http://images.math.cnrs.fr/La-magie-des-colliers-de-perles-de.html>

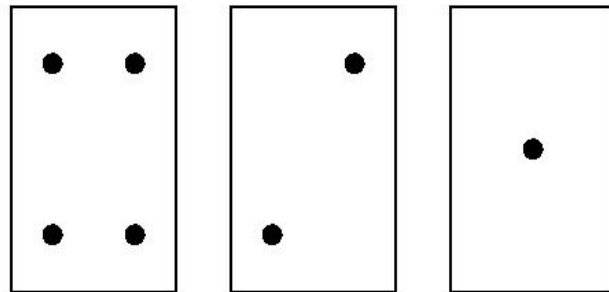
**Matériel :** jeu de 32 cartes format A4 (pour être visible du fond de la classe).

**Bilan :** il faut bien deux séances pour ces deux activités. Voici en détails comment nous avons procédé.

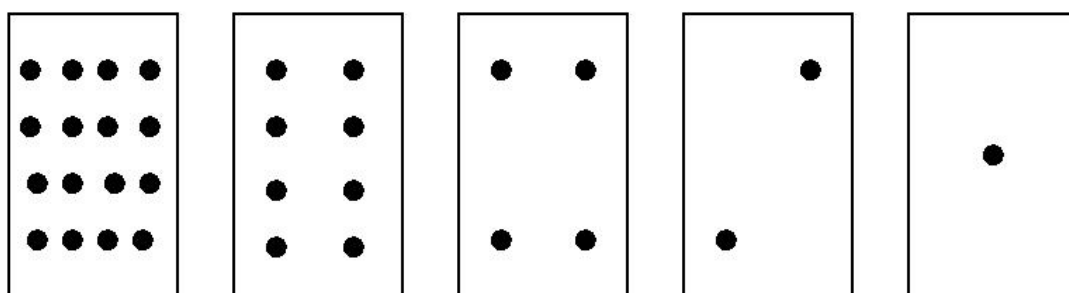
**Pour le codage binaire d'une image noir&blanc,** nous avons utilisé des grilles 6x4 (6x4 pixels donc). Tout d'abord, une grille vierge a été dessinée au tableau et deux enfants ont été envoyés, l'un a reçu une liste de « 0 » et de « 1 » et s'est tenu loin de la grille dessinée et l'autre était devant la grille : il coloriait la case en blanc si le premier enfant lisait un « 1 », la laissait telle quelle si le premier enfant lisait un « 0 » et passait à la case suivante (c'est-à-dire celle juste à droite sur la même ligne, ou alors la première case à gauche dans la ligne suivante s'il était en bout de ligne). À la fin de cette dictée, un visage stylisé était dessiné sur la grille. On a commenté ce codage à l'aide de « 0 » et de « 1 » et on a introduit le mot « bit » qui est la contraction de « *Binary digIT* » ou « chiffre binaire » en français (et on les a laissés glousser 2 minutes). On a aussi défini les mots « octet » ou « *Byte* » en anglais, puis « mega-octet » et

« giga-octet » (avec leurs abréviations anglaises), puisque les enfants ont déjà rencontré ces abréviations. Ensuite les enfants, par binôme, ont reçu une grille vierge et une suite de 24 bits. L'un dictait, l'autre dessinait et au final on a accroché toutes les images au tableau avec de la patafix, pour former « CM1 2015 info » et quelques smileys ou autres petits dessins. Enfin, on a distribué deux grilles vierges par enfant, chacun a inventé son dessin, l'a codé à l'aide de 0 et de 1, l'a dicté à l'autre membre du binôme qui l'a reproduit sur sa 2e grille vierge, et ils ont comparé l'original et le dessin dicté.

**Pour le codage binaire des nombres**, on a commencé par le tour de magie. On a demandé à un enfant de choisir un nombre et de le chuchoter à un autre enfant qui sert donc de « contrôleur ». Puis l'enfant indique si son nombre secret figure ou non dans chacune des grilles qui lui est présentée et la magicienne révèle à haute voix le nombre secret. Ensuite on a collé des petites fiches au tableau avec de la patafix, comme indiqué sur le dessin.



Tous ensemble, on a cherché comment obtenir « 1 » : en ne prenant que la carte la plus à droite, et on a écrit au-dessous « 0 0 1 », puis la ligne au-dessous nous avons écrit que 2 s'obtient en prenant la carte du milieu : « 0 1 0 » et ainsi de suite jusqu'à 7. On a alors collé à gauche des précédentes les fiches avec 8 points et 16 points, comme ci-dessous.



Ensuite on a distribué de petites fiches avec 1, 2, 4, 8 et 16 points à chaque enfant et on a attribué un nombre entre 8 et 31 à chaque enfant, qui nous a indiqué comment l'obtenir à l'aide de ces petites fiches. On a écrit le codage binaire correspondant au tableau, avec les « 0 » et les « 1 » sous les fiches correspondantes. On a recopié ce codage sur de grandes feuilles pour les conserver pour les séances suivantes.

On a alors expliqué comment réaliser le tour de magie : on a vérifié que les grilles utilisées pour le tour de magie contiennent les nombres qui ont un « 1 » dans la colonne



correspondante : la grille qui contient « 1 » contient tous les nombres impairs, la grille qui contient « 2 » contient tous les nombres qui ont un « 1 » dans la colonne correspondant à la fiche qui a 2 points et ainsi de suite pour les puissances successives de 2 (sans faire remarquer qu'il s'agit des puissances successives de 2). On a fait réaliser le tour de magie par binôme.

### 3.2 Codes détecteurs / correcteurs d'erreur

On commence à nouveau avec un tour de magie, celui de l'activité 4, pages 31 à 33 du livre *Computer Science Unplugged*.

On explique pourquoi, en pratique, on a besoin de cette technique : pour vérifier et contrôler les erreurs de transmission sur un canal long et peu sûr (un câble par exemple).

On termine la séance par l'ajout d'un bit détecteur d'erreur au codage de l'alphabet réalisé la séance précédente (et donc chaque lettre est désormais codée à l'aide de 6 bits), puis à chaque lettre du message secret.

**Liens avec le programme :** notion de parité.

**Compétences :** consolider les connaissances et capacités en calcul mental sur les nombres entiers (additionner, soustraire), connaître les nombres entiers jusqu'au milliard, résoudre des problèmes engageant une démarche à une ou plusieurs étapes (des problèmes pour prendre des initiatives, chercher, mettre à l'épreuve ses hypothèses).

**Matériel :** jeu d'Othello (jetons noirs d'un côté et blancs de l'autre) et patafix.

**Bilan.** On a finalement remplacé les jetons d'Othello par des cartes de jeu : on a réalisé le tour de magie à l'aide d'un carré à 3 lignes et 3 colonnes de cartes de jeu fixées au tableau par de la patafix, soit face visible, soit retournée, puis la magicienne a complété avec une 4e ligne et une 4e colonne. Ensuite on a fait un tour de magie encore plus magique, puisque l'une des adultes est sortie, l'autre a fait disposer les cartes, un enfant a retourné une carte et l'adulte est rentrée et a deviné de quelle carte il s'agissait (ou presque !-). Après avoir expliqué le tour, on a laissé les enfants réaliser le tour de magie par binôme, à tour de rôle. On a alors complété le codage binaire des nombres de 1 à 31, réalisé lors de la séance précédente, par un bit de parité placé à droite. Puis on a décidé de coder « A » par « 1 », qui a pour codage binaire « 000011 », « B » par « 2 » qui a pour codage binaire « 000101 » etc. et même quelques signes de ponctuation et smileys,. Chaque binôme a alors choisi un mot de 3 ou 4 lettres, l'a codé et l'a conservé dans son cahier pour la séance suivante.

### 3.3 Stéganographie, cryptographie et danse

On commence par expliquer ce qu'est la cryptographie. On met en avant le fait que le code secret créé les séances précédentes est facile à « casser » : on sait que c'est du français, on

peut repérer la lettre « e » qui est la plus utilisée en français... et les autres lettres également grâce à leur fréquence.

Pour rendre ce code plus résistant aux attaques, on va ajouter un 7<sup>e</sup> bit tiré au hasard (avec une pièce de jeu d'Othello par exemple). On a alors deux codages du même message secret, l'un où chaque lettre est codée en utilisant 6 bits et l'autre où chaque lettre est codée en utilisant 7 bits.

On peut alors danser les messages secrets, en levant le bras droit pour « 1 » et en baissant le bras droit pour « 0 », sur la musique de *Blueberry Hill* de Fats Domino (c'est un rock lent utilisé dans les cours de danse pour débutant-e-s : il y a 6 mesures par phrase musicale, ce qui permet d'utiliser le premier codage), puis sur la musique de *Money* des Pink Floyd (7 mesures par phrase musicale et donc on utilise le second codage). Chaque binôme danse son message et le reste de la classe décode le message secret.

On peut terminer par une petite note historique sur la première fois où un message a ainsi été caché sur un messenger (stéganographie) : il s'agit d'un messenger envoyé à Jules César. On lui avait rasé le crâne, on lui avait tatoué le message sur le crâne, puis ses cheveux ont repoussé le temps du voyage (Internet n'existait pas et les messages arrivaient moins vite qu'aujourd'hui). Cette anecdote figure dans le livre de Simon Singh intitulé *Histoire des codes secrets*.

**Liens avec le programme :** histoire de l'Antiquité – français et orthographe.

**Compétences :** travailler en équipe (coopérer pour écrire, voire pour danser, si l'un « dicte » à l'autre), se créer un répertoire d'actions motrices, agir et évoluer en fonction du support.

**Matériel :** les deux morceaux de musique (Fats Domino : album *Blueberry Hill*, Pink Floyd : album *The Dark Side of the Moon*).

**Bilan.** On a commencé par le mot “stéganographie” en leur suggérant de parier avec leurs parents qu'ils ne connaissaient pas ce mot. En utilisant les sites Wikipedia (français et anglais), on a donné quelques anecdotes : le premier usage en -440 sur une tablette de cire, le messenger qui s'était fait tatouer le message sur son crâne et qui a attendu la repousse de ses cheveux. On a aussi écrit une petite carte postale au tableau :

*Bonjour*

*je t'écris pour prendre de tes nouvelles. Moi je vais bien. Je pars en vacances chez mamie le 5 juillet. Je suis heureuse de la revoir. Bisoux.*

en mettant un point sous certaines lettres pour former le message « Rdv a 5h ». On a aussi expliqué une utilisation plus sérieuse, par exemple en tatouage d'image. Enfin, les deux adultes ont dansé le message « ALLEZ » avec son codage binaire écrit au tableau : on tape du pied pour indiquer le début du codage d'une lettre (ce n'était pas prévu dans la « chorégraphie » initiale mais cela s'est révélé indispensable... et un bon test de coordination !-), on lève le bras droit pour « 1 » et on le baisse pour « 0 ». Ensuite les adultes

ont dansé un autre message (BRAVO) sans l'avoir écrit au tableau, que les enfants ont dû décoder, en dansant plusieurs fois chaque lettre jusqu'à ce qu'elle soit reconnue. Quand les enfants ont bien compris ce qu'il y avait à faire, chaque binôme est passé danser son message, en dansant 3 fois chaque lettre et en laissant une pause à chaque fois. Il a fallu une autre séance en classe pour que tous les binômes aient le temps de danser leur mot. On a utilisé tous les morceaux les plus lents (blues pour la majorité) de l'album *Blueberry Hill* de Fats Domino. On n'a pas du tout abordé la phase « cryptographie » avec un 7<sup>e</sup> bit, aléatoire.

#### 4. Perspectives

Cette séquence s'inscrit dans l'appel de la ministre de l'éducation nationale à une concertation sur « l'école numérique » lancé le 20 janvier 2015 : cette expérimentation permettra de cerner ce qui est possible, réalisable, souhaitable.

Un certain nombre de chercheur-se-s en informatique ont d'ores et déjà demandé un bilan de cette action : ce compte rendu a été rédigé par les deux animatrices et diffusé sur la liste « médiation scientifique » de l'INRIA, auprès de la MMI : Maison des Mathématiques et de l'Informatique, dont la mission est la diffusion des mathématiques et de l'informatique auprès des scolaires et de leurs enseignant-e-s. Il sera rendu public sur Internet.

#### Quelques liens utiles

Sur le site de Martin Quinson se trouvent plusieurs activités sans ordinateur et les vidéos des activités : <http://www.loria.fr/~quinson/Mediation/SMN/>

Le livre *Computer Science Unplugged* existe en version française sur le site, créé par les Universités de Canterbury en Nouvelle-Zélande et Carnegie Mellon aux États-Unis : <http://csunplugged.com/> On le trouve ici : [http://csunplugged.org/sites/default/files/books/CS\\_Unplugged-fr.pdf](http://csunplugged.org/sites/default/files/books/CS_Unplugged-fr.pdf) On trouve d'autres ressources (en anglais) sur la page de Tim Bell et de son équipe à l'Université de Canterbury : <http://www.cosc.canterbury.ac.nz/research/RG/CSE/index.shtml>

L'idée de danser un message secret vient d'un clip avec des messages cachés dans le message (la chanson) principal : [https://www.youtube.com/watch?v=L-v4Awj\\_p7g](https://www.youtube.com/watch?v=L-v4Awj_p7g) Chaque message est basé sur du binaire : aigu/grave, noir/blanc, bras en l'air/en bas, percussion... Il paraît qu'il y a au total 22 messages cachés. Les paroles de la chanson expliquent ce qu'est le codage binaire.

Sur le site <https://site.inria.fr/pixees/> dans Ressources, il y a plein de documents et d'idées, en particulier une brochure introductive d'activités réalisables en primaire : <https://wiki.inria.fr/wikis/mecsci/images/c/c0/Pixees-brochure.pdf>

Enfin, sur ce site <http://images.math.cnrs.fr/Dis-papa-ou-maman-comment-arrivent.html> on trouve une introduction à l'informatique, destinée aux enfants, avec des liens vers des vidéos courtes.

5	19	21	9
29	11	3	27
17	25	31	13
1	23	15	7

6	26	3	18
14	10	27	22
23	19	31	7
2	30	11	15

12	5	20	14
29	22	13	6
21	30	7	28
4	15	23	31

10	24	9	15
26	11	30	13
29	25	27	31
8	14	12	28

26	21	17	24
18	29	20	31
23	30	25	27
16	22	28	19