

Le jeu de Nim (séquence extraite du document de Marie Duflot Kremer), activité elle-même adaptée d'une idée venant de Florent Madelaine & Malika More, et un article publié à ce sujet dans Tangente Education

<http://www.tangente-education.com/article.php?art=4076&dos=158>



Savoirs en jeux : Algorithme et Intelligence Artificielle

La définition d'intelligence artificielle due à Marvin Minsky : "Artificial intelligence is the science of making machines do things that would require intelligence if done by men." L'intelligence artificielle est la science qui permet de faire réaliser à des machines des tâches qui nécessiteraient de l'intelligence si elles étaient réalisées par des humains.

Notions abordées : Cette activité a pour but de présenter le concept d'algorithme, et de le relier à la stratégie dans un jeu. On y calcule un peu, on apprend à **verbaliser son raisonnement**, on aborde **la notion de boucle** et **d'instruction conditionnelle**.

Public : Elève de cycle 3 (CM1, CM2, 6^{ème}) et 4 (+ lycée)

Prérequis : Avoir vécu la ou les séance(s) sur le Jeu de Nim

Principe de base :

L'activité consiste à :

- Faire s'affronter deux joueurs avec 12, 16, 20 ou 24 (multiple de 4) jetons sur une table,
- Chaque joueur à son tour prend un, deux ou trois jetons,
- Le joueur qui prend le ou les derniers jetons a gagné.

Cette version est assez simple pour que les règles soient maîtrisées rapidement, et que les participants puissent trouver la stratégie seuls ou sans trop d'aide. Elle est également assez riche pour pouvoir aborder les notions de répétition et de test. C'est donc une bonne entrée en matière pour parler d'algorithmique, avant d'aborder d'autres activités algorithmiques comme le crêpier psychorigide ou le baseball multicolore.

Matériel :

Une douzaine de bouchons et douze contenants (gobelets). Je propose de réduire le nombre à 8 bouchons (pour alléger la durée et la difficulté de compréhension) et donc 8 gobelets.

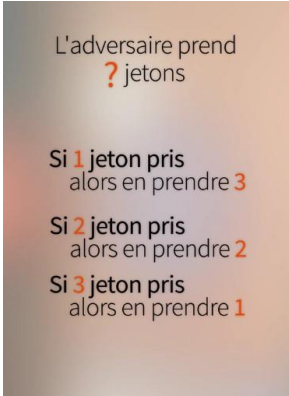
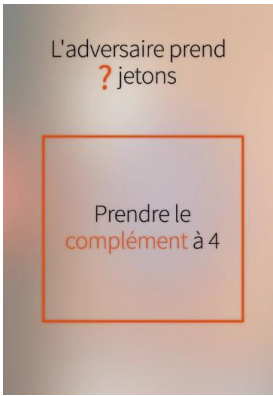

1. Je prends des gobelets en plastique rigide et les jetons à mettre dans les gobelets.
2. La préparation consiste à numéroter les gobelets de 1 à 8 et à écrire sur chacun son nombre.
3. Puis il faut écrire un chiffre sur chaque jeton (on aura 8 jetons avec la valeur 1, 7 avec la valeur 2 et 6 avec la valeur 3). On répartit nos jetons en mettant trois jetons (un de chaque valeur) dans chaque gobelet, sauf le gobelet 2 qui n'a que deux jetons (de valeurs 1 et 2) et le gobelet 1 qui n'a qu'un jeton (de valeur 1).

Algorithme et Intelligence Artificielle : le jeu de Nim

Déroulement : La machine va apprendre à jouer une version plus facile du jeu de Nim.

1. On peut rappeler les règles du Jeu de Nim classique. On pose les bouchons (16 par exemple) sur la table et deux joueurs s'affrontent. Chaque joueur prend à son tour 1, 2 ou 3, et celui qui ne peut plus jouer a perdu. **Le but du jeu est de prendre le dernier bouchon.**
2. Pour le jeu de NIM et IA, on aligne 8 gobelets contenant les jetons, et le match va se jouer **entre un humain et notre machine**. L'humain commence en suivant les règles du jeu. Il prend 1, 2 ou 3 bouchons.
3. La machine, à son tour, va compter le nombre de bouchon sur la table et choisir le gobelet correspondant (par exemple le gobelet numéro 6 si il reste 6 bouchons). Elle va le secouer et prendre au hasard un jeton dans le gobelet, qui va lui dire combien de bouchons prendre. Elle va ensuite prendre ce nombre de bouchons et poser le jeton devant le gobelet d'où elle l'a tiré, pour se souvenir du coup joué. Quand la partie se termine il y a deux possibilités : soit la machine a gagné, soit elle a perdu et dans ce cas elle « va apprendre » de son erreur.
4. En effet, dans le cas d'une défaite la machine sait que le dernier coup qu'elle a joué était mauvais. Ce coup a permis à l'humain de gagner directement. Afin de ne plus jouer ce « mauvais » coup, on retire le jeton pioché lors du dernier coup. Les autres jetons (qui étaient peut-être de bons choix, on ne sait pas encore) sont remis dans le gobelet d'où ils avaient été tirés.
5. On joue ainsi plusieurs parties, et à chaque défaite la machine « apprend », en enlevant les jetons correspondant à des erreurs stratégiques. Quand la machine est laissée avec 4 bouchons, il n'y a pas de bon coup à jouer. Qu'elle en prenne un, deux ou trois, l'humain peut gagner directement.
6. Avec cette méthode d'apprentissage, notre machine va donc finir par enlever tous les jetons du gobelet numéro 4. Quand un gobelet devient vide, cela signifie que quoi qu'on fasse dans ce cas l'adversaire peut gagner. Du coup on le retourne et on considère que si on nous laisse avec ce nombre de bouchons on a perdu. Notre machine, arrivée à 4 bouchons, va abandonner la partie.
7. Ainsi dans la suite des parties, si la machine est laissée avec 4 bouchons, elle va en « déduire » que le dernier coup qu'elle a joué (par exemple prendre un bouchon quand il y en avait 7) était mauvais, et enlever le jeton correspondant.
8. Au final, après un nombre fini de défaites (on ne peut pas perdre plus de fois que le nombre de jetons dans les gobelets), soit la machine va abandonner dès le départ (s'il n'y a pas de stratégie gagnante, et donc pas de jetons dans le premier gobelet qu'elle regarde), soit elle va se mettre à gagner tout le temps. Dans le cas que l'on propose, avec 8 bouchons et en laissant l'humain jouer en premier, il y a une stratégie gagnante pour la machine, et elle va finir par la construire par échecs successifs. La machine apprend en commettant une succession d'erreurs.

Le passage de l'algorithme au programme (une suite d'instruction) avec le jeu de Nim :

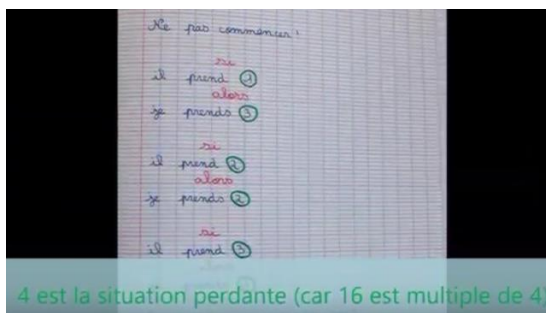
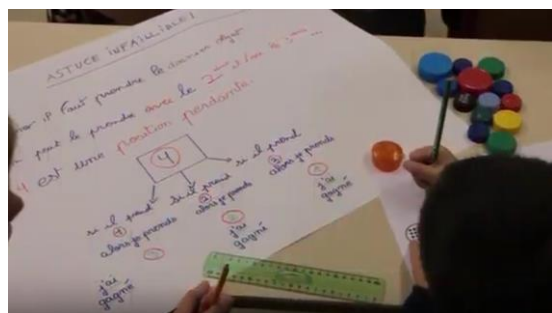
Une série de 4 instructions (3 instructions conditionnelles Si...alors)	Simplification de l'algorithme	Introduction de la notion de boucle	Les variables
			<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre de jetons au départ • Le nombre de jetons pris par chaque joueur • Le nombre de parties gagnées

Extension : Dans le cas où il y a sur la table un nombre de jetons qui ne soit pas multiple de 4 (par exemple 17)

La solution gagnante peut consister à commencer la partie et à prendre un nombre de jetons qui permette de vérifier que l'on se retrouve avec un multiple de 4.

Par exemple pour 17 jetons/ Je commence à jouer, je prends 1 jeton puis je déroule l'algorithme ci-dessus. Pour 18 jetons, je commence à jouer et je prends 2 jetons puis je déroule l'algorithme ci-dessus.

Exemple en classe (Robo Evian)



Conclusion :

Cette activité est une version (très) simple de l'apprentissage que peuvent faire nos machines. Elle illustre bien que la machine peut apprendre une stratégie que l'humain ne connaissait pas au départ, et qui lui aurait demandé (à l'humain) de l'intelligence pour la découvrir. C'est assez surprenant de voir comment la stratégie se construit, mais pendant toute l'expérience, l'ordinateur n'a fait que des étapes élémentaires. L'apprentissage n'est qu'une des nombreuses facettes de l'intelligence artificielle.