



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,

July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de

Oral presentations
in Working Groups

Détournement du jeu vidéo à des fins pédagogiques : l'affect, l'acquisition de règle et la compréhension d'un système de règle.

ABERKANE, Idriss

(idriss.aberkane@ens.fr)

- * Secteur Recherche de la fondation *Djanatu al Arif*. Département des sciences cognitives. (Mostaganem, Algérie).

Abstract

We aim to develop a new way of teaching mathematics by diverting some best-sold video games to stimulate the students. A cognitive approach of motivation and rule acquisition can lead us to some new results about pedagogy. Our study is deeply based on these words of mathematician David Hilbert: “mathematics is a game played according to certain simple rules with meaningless marks on paper” [2]. It is a fact that mathematics is a construction based on very simple rules (the axioms) which project a landscape of possibilities (the theorems). A lot of video games can be seen exactly as a “mathematics-like” structure based on defined rules which allow extrapolating certain strategies in order to win.

The fact is that playing to a video game is not usually perceived as a boring activity. We suggest a pedagogical use of video games to explain why mathematics can be perceived by the students as the most powerful possible game. Cognitive sciences allow considering not only the impact on student's mind, but also on their affect and their various levels of cognitions.

Here we show that the diversion of video games in order to improve mathematics' didactic leads to an ascendant pedagogy, where the most basic rules (as possible, the axioms) must be taught in order to clearly enact their landscape of possibilities. Then the student would be able to have a better comprehension of what is mathematics. This method has the ambition of reducing the occurrence of abandons concerning mathematics at every levels of teaching, and the occurrence of superficial rule acquisition. Therefore it should improve the chance of emergence of “masterminded” students (about mathematics) in any n-sample of college students. This method can even be extended to any system of rules.

1. Introduction.

La familiarisation de l'étudiant avec les nouvelles technologies implique fréquemment l'usage domestique d'un ordinateur, et plus particulièrement celui de jeux vidéo. Ceux-ci ont largement influencé le substrat culturel des étudiants depuis leur premier cycle [1].

Mon étude se base sur l'application pédagogique de la citation de David Hilbert :



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,

July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de

Oral presentations
in Working Groups

« Les mathématiques sont un jeu, qu'on exerce selon des règles simples, en manipulant des symboles et des concepts qui n'ont en soi aucune importance particulière » [2]. Il s'agit d'exploiter le potentiel pédagogique de cette idée en utilisant le médium de masse que sont les jeux vidéo. En effet, à l'égard d'Hilbert, les mathématiques forment le plus immense et le plus sophistiqué des jeux possibles. Il ne s'agit pas seulement d'envisager cette vérité d'une façon rationnelle, mais bien de la présenter aux étudiants afin de susciter chez eux une forme de motivation nouvelle pour l'étude, la compréhension et surtout la recherche en mathématiques. Intervient donc l'outil que sont les sciences cognitives [3] : elles permettent d'envisager l'acquisition d'un concept par l'affect, la cognition et l'instinct [11] autant que par la raison.

Mon étude propose que la motivation qui anime actuellement certains étudiants experts en jeux vidéos puisse être détournée vers l'apprentissage et l'usage des mathématiques.

2. Matériel et méthode.

2.1. Effets des jeux vidéo sur la motivation d'un individu : le pro-gaming.

Il ne s'agit en aucun cas de programmer des jeux *ad hoc* pour enseigner les mathématiques. Bien au contraire la démarche est de détourner des jeux parmi les plus connus et les plus vendus, puisqu'ils ont fait leurs preuves en matière d'influence sur l'affect des joueurs.

Mon étude utilise deux des jeux vidéo les plus commercialisés de l'Histoire [4] : Starcraft™, développé par Blizzard Entertainment™, meilleure vente de jeu sur support PC en 1998 (encore beaucoup joué aujourd'hui) et Final Fantasy™ X développé par Square-ENIX™. Tous deux ont suscité une activité fort intéressante pour l'approche cognitiviste de la motivation : le *pro-gaming*. Il s'agit de la pratique professionnelle et rémunérée de jeux vidéos à l'occasion de compétitions fédérées internationales. Le *pro-gaming* se caractérise par une motivation exacerbée des joueurs, motivation qui les amène à travailler avec beaucoup d'assiduité. A ce stade le jeu vidéo devient une activité professionnelle, mais le joueur consent pleinement à la réaliser, quand bien même elle devient plus exigeante que le travail universitaire.

2.2 Présentation du matériel.

2.2.1 Starcraft™

Je considère en premier lieu le modèle du jeu de stratégie en temps réel. Ce type de jeu a été choisi parce qu'il comporte le critère temps et influence ainsi efficacement l'affect du joueur (ce phénomène est l'objet de recherches actives en sciences cognitives [5]). Starcraft™ est ce modèle pour mon étude. Je traite ici de l'isomorphisme entre structure de règle munie d'une loi déductive (i.e. les axiomes des mathématiques munis du calcul des prédicats) et ce jeu vidéo.

Les mathématiques sont donc basées sur des règles simples et peu nombreuses. Cela dit, l'extension de ces règles permet d'atteindre de très hauts niveaux de raffinement conceptuel. A cet égard le jeu Starcraft™ ressemble directement à une théorie mathématique dans son



architecture. Il est lui aussi constitué de règles fondamentales qui peuvent être formulées de la façon suivante :

- A l'écran, le jeu se constitue d'unités mobiles et immobiles évoluant sur un support graphique (une carte) en deux dimensions.
- Chaque unité possède des propriétés particulières :
 - son nombre de « points de vie ».
 - son nombre de points d'attaque.
 - son coût en ressources (temps de construction, ressources concrètes et ressources de maintenance).
 - sa vitesse de déplacement sur la carte.
 - ses aptitudes spécifiques.
- Une unité est détruite lorsque son nombre de « points de vie » tombe à 0.
- Un joueur gagne lorsqu'il a détruit toutes les unités ennemies.

Nous assimilerons à présent le jeu à un système théorique basé sur les quatre assertions précédentes posées comme des axiomes (la logique interne du système est par ailleurs fort simple). Pour le joueur en activité, il s'agira d'étudier le champ des possibles [6] que dégagent ces axiomes, exactement comme les axiomes des mathématiques dégagent un champ de théorèmes qu'un esprit entraîné peut percevoir efficacement.

TERRAN
VALKYRIE
Rank: Lt.
Commander
Role: Missile
Frigate

TECH TREE
Produced At: Starport
Requires: Armory, Control
Tower

WEAPONS
Weapon System: HALO
Rockets
Attack Type: Air Only
Damage Class: Explosive
Splash Damage: Yes (Small
Area)

COSTS
Cost: 250 125
Supply: 3

VITAL STATISTICS
Hit Points: 200
Armor Class:
Heavy
Armor: 2

NEW UPGRADES
NONE

VALKYRIE SPECIAL ABILITIES

Fig. 1 : caractéristiques d'une unité dans le jeu « Starcraft »

A titre de comparaison les axiomes de Peano [12] sont aussi donnés :

1. 0 est un entier naturel.
2. Tout entier naturel a un successeur noté $s(n)$.
3. Aucun entier naturel n'a 0 pour successeur.
4. Deux entiers naturels ayant même successeur sont égaux.
5. Si un ensemble d'entiers naturels contient 0 et contient le successeur de chacun de ses éléments alors cet ensemble est égal à l'ensemble des entiers naturels.

2.2.2 Final Fantasy™ X.



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,
July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de

Oral presentations
in Working Groups

Les règles complètes de ce jeu sont beaucoup trop nombreuses pour être détaillées ici. Il s'agit d'un jeu de rôle à scénario élaboré où le critère temps n'entre que rarement en compte. L'influence sur l'affect du joueur passe essentiellement par le suivi du scénario (enrichi de nombreux effets visuels en haute résolution) et par le désir de perfectionner les personnages joués. En effet ce modèle utilise des personnages fictifs qui évoluent dans un monde très vaste où ils peuvent apprendre de nouvelles compétences. Le temps moyen pour aboutir à la fin du jeu est de l'ordre de la trentaine d'heures, mais il peut atteindre jusqu'à cent vingt heures si le joueur a pour ambition d'en parcourir tous les détails. Ici l'analogie avec les mathématiques est la suivante : ce jeu, comme les mathématiques constitue un univers de règles où l'on peut errer ou se diriger vers un but précis.

2.3 Sujets de l'étude et méthode.

Mon étude porte sur le comportement de deux étudiants en études supérieures: les étudiants Y et Z.

(Pour sa majeure partie, l'étude a été réalisée dans un contexte universitaire. Pour le seul cadre de l'étude, le temps total de manipulation du support vidéo s'élève à environ quinze heures pour chaque sujet, réparties en deux temps de manipulation d'une heure trente par jour. L'étude a été réalisée durant cinq jours consécutifs en février 2005 sur deux sujets de sexe masculin reconnus sains de corps et d'esprit).

Y est étudiant en première année de biologie et a déjà joué occasionnellement à Stracraft™ mais jamais au second jeu. Z est étudiant en économie, expert dans les deux jeux, et a de solides connaissances concernant leur *pro-gaming*. Le nombre d'heures passées par Z pour chacun de ces jeux vidéos excède deux cent.

Y et Z ont utilisé les deux jeux. Il importe particulièrement que les sujets aient manipulé les jeux avant que ne leur soit associée une vocation pédagogique.

Enfin l'étude est purement qualitative. Elle ne cherche pas à interpréter d'éventuelles données quantitatives par des tests d'hypothèse ou des procédés de *data mining* à l'échelle d'un échantillon plus large d'étudiantes et d'étudiants.

3. Résultats

3.1 L'émergence de la compréhension.

Les deux sujets ont fait preuve d'enthousiasme à l'utilisation des jeux. Il est toujours resté clair pour eux qu'il ne s'agissait pas d'un travail. Le sujet Z a bien sûr révélé une maîtrise particulière des deux jeux. J'ai pu noter qu'il tirait profit de leurs règles pour atteindre des résultats optimaux. Concernant Starcraft™, le sujet Z a déployé des stratégies complexes pour gagner les parties jouées. Ces stratégies ont nécessité un pur travail : calcul littéral d'optima pour l'exploitation des ressources et la gestion des unités dans le temps, chronométrage des



délais de réaction de l’adversaire, étude minutieuse des enregistrements de la partie et adaptation du comportement à la partie suivante. En bref Z a adopté une démarche scientifique pleine de rigueur et de professionnalisme. De plus, le jeu se déroulant en temps réel, le sujet Z a développé une aptitude très fine à la manipulation du clavier pour atteindre un maximum d’« actions par minute » (APM). Ceci témoigne de ce que la pratique du jeu a induit une adaptation gliale particulière des aires corticales de Z. [7]. A ce niveau la pratique du jeu est devenue un travail : elle représenterait une activité fastidieuse pour quiconque n’aurait jamais joué à Starcraft™. Le sujet Z a développé une véritable intelligence de ce jeu, il en comprend les aspects les plus subtils, ceux qui sont loin d’apparaître explicitement dans l’énoncé des seuls axiomes initiaux.

Z a consenti à apprendre des algorithmes pour mieux jouer, il en a aussi découverts lui-même, sa démarche a été très comparable à celle d’un mathématicien face à un corpus d’axiomes, cherchant à découvrir de nouveaux théorèmes.

De même Y a acquis plus d’expérience et a développé un intérêt prononcé pour les perspectives offertes par le jeu. En particulier à la vue des aptitudes de Z, Y s’est montré très motivé pour en apprendre davantage.

3.2 L’émergence de la motivation.

Le sujet Z m’a confié que certains joueurs allaient jusqu’à travailler plus de cinq heures par jour (hors manipulation du jeu) pour se tenir au courant des dernières stratégies, qui sont rigoureusement assimilables à des algorithmes, notamment en étudiant des captures d’écran et des enregistrement de parties avec l’œil de véritables experts. En ce qui concerne le jeu Final Fantasy™ X, j’ai observé qu’il impose souvent (plus d’un tiers du temps du jeu) de se consacrer à une activité longue, répétitive et ennuyeuse. Le but de ce véritable travail est d’améliorer les capacités des personnages joués (« faire de l’expérience »). Z a affirmé que cette activité était consentie parce qu’elle offrait des perspectives captivantes, notamment la possibilité de découvrir de nouveaux aspects du jeu. Z reconnaissait qu’une telle pratique du jeu pouvait s’avérer ennuyeuse, mais sa motivation était telle qu’il passait outre. Y a pour sa part délaissé le jeu peu de temps après que sa pratique est devenue trop exigeante en matière d’investissement personnel, il a cependant conservé de l’intérêt pour les parties jouées par Z.

Au champ *stratégies* le site stacraft.org (<http://www.stracraft.org>) propose des algorithmes stratégiques dont voici l’exemple le plus complexe en mai 2005:

```

+++++
+++++[*]++++
@@!@@!@@
+++++@@(=)++++(=)@
+++++@@(=)+[*]++(=)

```

[*] = Nexus
@ = Cannon
! = Pylon
[G] = Gateway
(F) = Forge
(CC) = Cyben. Core
(A) = Citadel Adul
(T) = Templar Archive
+ = Square



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,
July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de

Oral presentations
in Working Groups

+++++++@!(=)++++(=
+++++++!@@@@@@@@@@@@@
+++++++ (G)(G)!(G)(G)!(G)(F)
+++++++ (G)(G)!(G)(G)!(G)(C)
+++++++!+++++!+++ (A)
+++++++ (G)(G)!(G)(G)!(G)(T)
+++++++ (G)(G)!(G)(G)!(G)(F)
+++++++!+++++!+++ (F)

Ces instructions correspondent au codage d'une succession d'actions à réaliser dans le temps et dans le plan du jeu. Ici il s'agit d'un élément final de stratégie experte pour le camp *Protoss*. Les signes spécifiques correspondent à des bâtiments à construire. Ils sont situés dans le plan grâce aux « + ».

On notera par ailleurs que les données techniques du site sont diffusées en anglais, ce qui n'a pas posé problème aux deux sujets Y et Z bien qu'ils fussent tous deux francophones. Z a même acquis du lexique coréen au cours de ses pratiques du jeu *Starcraft*TM.

4. Conclusion : le détournement des jeux vidéo suggère une pédagogie ascendante basée sur l'acquisition de règles et la détermination de leur champ des possibles.

4.1 créer la motivation.

Pour Hilbert les concepts mathématiques étaient ceux d'un immense jeu sans « *aucune importance particulière* ». Hilbert a révolutionné les mathématiques en grande partie parce que leur pratique a fini par lui plaire, par susciter chez lui une motivation et un intérêt exceptionnel. Alors la perception de l'édifice mathématique est devenue celle d'un jeu basé sur des « *règles simples* » (les axiomes), mais aux perspectives très étendues (les théorèmes). On notera par ailleurs que David Hilbert était expert en axiomatisation, qu'il avait indéniablement une intelligence globale de l'édifice mathématique [8].

4.2 manipuler, acquérir et percevoir les règles.

Mon étude a pour vocation de soutenir tous les efforts pédagogiques liés à l'acquisition de règles formelles, et en particulier ceux de la didactique des mathématiques. L'intérêt des étudiant(e)s et jeunes étudiant(e)s pour les jeux vidéo est quantitativement incontestable. Il s'agit de l'exploiter en ajustant l'enseignement des mathématiques à la façon dont un être humain perçoit des règles [9] en acte [10]. C'est ainsi que je suggère de fonder une pédagogie ascendante. Il s'agirait d'enseigner **dès le premier cycle** les règles les plus fondamentales des mathématiques (si possible les axiomes) en encourageant leur manipulation académique dans les perspectives ludiques mises en lumière par la pratique des jeux vidéo. La présente étude suggère en effet qu'un tel procédé pédagogique réduirait considérablement les cas d'acquisitions de



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,
July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de
Oral presentations
in Working Groups

règles superficielles, en particulier l'acquisition de règles superficielles par conditionnement (i.e : « *il y a souvent des exponentielles dans les formules de statistiques* », ou encore en analyse au second cycle : « *la plupart du temps quand on utilise l'infini dans un raisonnement, la conclusion est le contraire de ce qu'on attend intuitivement* ».)

Souvenons-nous de ce que le travail peut être consenti à certaines conditions que développent ces jeux. La difficulté fait par ailleurs partie intégrante de tous les jeux possibles. Il est à ce titre important de souligner que, bien que certains jeux concernent parfois un public majoritairement masculin, l'acte de jouer est bien entendu indépendant du sexe, même si la pratique des jeux vidéos influence différemment la production et la réponse aux stéroïdes chez l'homme et chez la femme [11].

Les mathématiques peuvent être perçues comme un jeu. L'intelligence de leurs règles et donc celle du champ des possibles qu'elles dégagent est à la base de découvertes fondamentales. Cette intelligence serait développée d'une nouvelle façon par la pédagogie ascendante que suscite la présente étude.

Malgré l'absence de données quantitatives, il est raisonnable de penser qu'*a priori*, un échantillon d'élèves soumis à cette pédagogie verrait la probabilité d'émerger un individu dit « génial » (c'est-à-dire comprenant particulièrement bien l'édifice mathématique, ce qui pourrait s'évaluer quantitativement) d'une façon significative. Par ailleurs cette méthode a très essentiellement pour but de réduire les cas de résignation au sein d'un n-échantillon d'étudiants.

Le succès idéal de cette méthode serait celui d'un(e) étudiant(e) dont l'affect percevrait l'acte d'ouvrir un livre de mathématique et d'apprendre à manipuler des théories comme celui de jouer professionnellement, et d'une façon ascendante, au plus vaste de tous les jeux possibles.

Il y a lieu de développer des modes d'enseignement et d'évaluation intégrant la pratique de jeux vidéo en tant que systèmes de règles formels, ce en étudiant les divers aspects cognitifs (en particulier kinesthésiques) de la manipulation du jeu dans un contexte d'acquisition de règles.

5. Références Bibliographiques

[1]

[1.1] *Annuaire 2003. Observatoire Européen de l'audiovisuel.*

[1.2] Marchand, Louise *Changement de paradigme pour un enseignement universitaire moderne,* (2000) Conseil Québécois de la Formation à Distance

[2] in.in Rose. N. *Mathematical maxims and minims.* Raleigh NC. Rome press 1988.

[3] references en sciences cognitives

[3.1] interaction ordinateur-humain. Kirilyuk, Andrei (2004) *Complex Dynamics of Autonomous Communication Networks and the Intelligent Communication Paradigm.* In *Proceedings International Workshop on Autonomic Communication (WAC 2004), Berlin.*



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,

July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de

Oral presentations
in Working Groups

Piolat, A and Roussey, JY and Thunin, O (1997) *Effect of screen presentation on text reading and revising*. International Journal of Human-Computer Studies. International Journal of Human-Computer Studies 47:pp. 565-589.

Piolat, A and Isnard, N and Della Valle, V (1993) *Traitement de texte et stratégies rédactionnelles*. Le Travail Humain 56(3):pp. 79-99.

[3.2] cognition Harnad, S.(2003) *Can a Machine Be Conscious? How?* Journal of Consciousness Studies 10(4-5): 69-75.

Josephson, Brian D. and Blair, David G. (1982) *A Holistic Approach to Language*. Technical Report TCM/32/1982, Theory of Condensed Matter Group, Department of Physics, Cambridge University.

Harnad, Stevan (1992) *Connecting Object to Symbol in Modeling Cognition*, in Clark, A. and Lutz, R., Eds. *Connectionism in Context*, pages pp. 75-90. Springer Verlag.

Schlesinger, Matthew (2002) *A lesson from robotics: Modeling infants as autonomous agents*. In Prince, Christopher G. and Demiris, Yiannis and Marom, Yuval and Kozima, Hideki and Balkenius, Christian, Eds. *Proceedings Second International Workshop on Epigenetic Robotics: Modeling Cognitive Development in Robotic Systems 94*, pages pp. 133-140, Edinburgh, Scotland.

O'Brien, Gerard and Opie, Jon (1999) *A Connectionist Theory of Phenomenal Experience*. Behavioral and Brain Sciences 22:pp. 127-148.

[4]

[4.1] *Starcraft*. and <http://www.starcraft.org>. Copyright 1997 Blizzard Entertainment. Starcraft is a registered trademark of Blizzard Entertainment.

[4.2] *Final Fantasy X*. Copyright Square-Enix. Final Fantasy is a registered trademark of Square-Enix.

[5] Hazeltine, Eliot and Helmuth, Laura L and Ivry, Richard B (1997) *Neural mechanisms of timing*. Trends in Cognitive Sciences.

[6]

[6.1] Whitehead, A. N. and Russel, B. *Principia Mathematica*. Cambridge University Press. 3 tomes. 1910-3

[6.2] Russel, B. *introduction to mathematical philosophy* Allen and Unwin, London, 1919.

[7]

[7.1] Velmans, Professor Max (2002) *How could conscious experience affect brain ?* Journal of Consciousness Studies.

[7.2] Spector, Kalanit Grill and Edelman, Shimon and Malach, Rafael (1995) *Anatomical Origin and Computational Role of Diversity in the Response Properties of Cortical Neurons*. Edelman, Shimon School of Cognitive and Computing Sciences, University of Sussex, Brighton, BN1 9QH

[8]

[8.1] Cassou-Noguès, P. *Hilbert*. Les Belles Lettres. Paris 2001.

[8.2] Hilbert, D. *Axiomatisches denken*, Mathematische annalen, 1918, t.20.

[8.3] Hilbert, D. [1931-5], t. III d'après Blumenthal, *Lebensgeschichte*.

[9]



CIEAEM 57 – Italie – Italy
Piazza Armerina,

July 23-29, 2005

Présentations orales
dans les groupes de

Oral presentations
in Working Groups

[9.1] Grush, Rick (2002) *An introduction to the main principles of emulation: motor control, imagery, and perception*. Technical Report, Philosophy, UC San Diego.

[9.2] Hurford, James (1998) *Functional Innateness: explaining the critical period for language acquisition*. Hurford, James R, Department of Linguistics, University of Edinburgh, Adam Ferguson Building, 40 George Square, Edinburgh, EH8 9LL

[9.3] McDowell, Doctor Maxson J. (2004) *Is Autism Statistically Linked to Early Non-Maternal Child Care?* Dynamical Psychology.

[9.4] Klakla, Maciej. Nawrocki, Jan. (1998) *Logical and factual aspects of mathematical truth in teaching mathematics in technical universities*. Proceedings of the CIEAEM 50.

[10] Schank, Roger C (1995) *What We Learn When We Learn by Doing*. Technical Report ILS Technical Report No. 60, Institute for Learning Sciences, Northwestern University.

[11] Mazur, Allan and Susman, Elizabeth J. and Edelbrock, Sandy (1997) *Sex Difference in Testosterone Response to a Video Game Contest*. Evolution and Human Behavior.

[12] Peano, Giuseppe. *Arithmetices principia, nova methodo exposita* (1889).

[13] cognition et autonomie Aberkane, Idriss. *Unpublished results*.