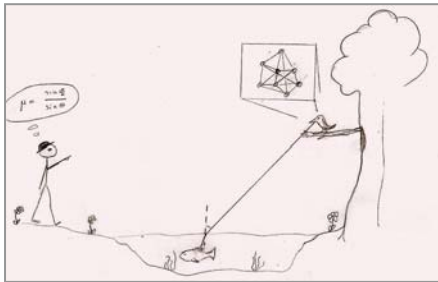


# *EMOTION ET APPRENTISSAGE À LA PRISE DE DÉCISION EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL*

## *EMOTION AND LEARNING DECISION-MAKING IN A VIRTUAL ENVIRONMENT*

---



**Marc Massiot**  
42, rue Louis Barthou  
26000 Valence  
marc.massiot@orange.fr

### **Résumé :**

Un modèle intégrant une approche cognitive connexionniste et le recours à l'émotion dans la prise de décision complexe est mis à l'épreuve en environnement virtuel en utilisant des jeux de stratégie. Des marqueurs somatiques, résurgences émotionnelles qui orientent les décisions complexes ont pu être enregistrés dans ce contexte. Cette approche ouvre des champs de recherche concernant les modèles d'apprentissage à la prise de décision et la conception de simulateurs de prise de décision complexe.

### **Abstract :**

What is being tested in a virtual environment, through the use of strategic games, is an integrative model combining a connexionist cognitive approach and recourse to emotion in complex decision making . In this context, somatic indicators and emotive flashbacks influencing complex decisions have been recorded. Such an approach opens new fields of research related to learning models in decision-making and also related to designing simulators of complex decision making.

**Mot-clés :** émotion, prise de décision, action, cognition, jeux multimédia, connexionnisme

**Keywords:** emotion, decision-making, action, cognition, multimedia games, connexionism

## 1 INTRODUCTION

L'explosion des technologies de l'information et de la communication a mis en avant une ingénierie complexe et remet en question l'ensemble de la construction d'une formation. Pour autant les individus ne l'adoptent pas aussi facilement que prévu et les tentatives de e-formation ne sont pas aussi efficaces que tout un chacun pouvait l'espérer. L'univers du jeu multimédia, lui, a dépassé ce stade et se place du côté de l'utilisateur et non du côté de l'informaticien pour construire des systèmes attractifs, entraînant les joueurs dans des mondes virtuels extrêmement riches en interactions multiples.

Au-delà d'une simple démarche d'ergonomie de l'interface homme-machine, ces nouvelles technologies convoquent un changement profond dans les processus de formation puisque qu'il s'agit d'un changement d'interlocuteur. L'apprenant n'est plus dans un face à face avec l'enseignant ou le formateur dans la partie « à distance » de la formation, il ne bénéficie plus des interactions avec le groupe d'apprenants. Il n'existe plus, au sens étymologique du terme, au travers de l'autre en tant que sujet. Il perd le registre des affects, des sentiments et des émotions qui le relie au monde et n'est plus que dans un registre rationnel face à sa machine-objet qui, tel un miroir lui renvoie son image-objet. Un certain nombre de travaux sur l'e-learning s'intéresse à cette dimension émotionnelle. Ils abordent le plus souvent la question dans une perspective behaviouriste. L'émotion, provoquée par des « agents virtuels émotionnellement compétents » intégrés dans le dispositif multimédia, devient un stimulus supplémentaire, récompense (joie) ou sanction (tristesse), pour obtenir un comportement attendu ou pour faciliter l'apprentissage.

Mais, au-delà de cette dimension comportementale, l'émotion peut s'avérer rentrer dans des processus mettant en jeu la cognition et l'apprentissage. Les études scientifiques de plus en plus poussées de la neurophysiologie du cerveau et des sciences cognitives montrent que l'émotion tient une place majeure dans les situations de prise de décision. Elle se lie intimement à chaque expérience vécue jusque dans le propre corps du sujet et est mémorisée. Dans un environnement présentant des similitudes, cette marque mémorielle sera utilisée pour orienter les prises de décision et actions que le sujet engage. L'émotion participe donc à l'apprentissage de l'individu dans la construction même de son être singulier et pas seulement dans sa composante comportementale. Dés lors, elle ne peut plus être envisagée simplement comme un outil de conformation linéaire à un attendu simple et unique. Il y a lieu de s'interroger sur l'activation de processus émotionnels dans les situations de prise de décision au sein de dispositifs intégrant les technologies de l'information et de la communication (TIC).

En partant de modèles de la cognition et de la prise de décision, l'objectif est d'étudier si le sujet, mis en situation de prise de décision dans un environnement virtuel, fait appel à des émotions guidant ses choix et si les processus mis en œuvre font l'objet d'un apprentissage.

## 2 ENTRE COGNITION ET CONTEXTE, LE CONNEXIONNISME, UN MODÈLE D'APPRENTISSAGE PAR L'ACTION

### 2.1 L'approche computationnelle

Le courant cognitiviste dominant, basé sur une approche « computationnelle » construit toute sa théorie sur l'utilisation de symboles préexistants et de représentations. Les implications sont claires pour l'apprentissage. Il faut d'abord acquérir les symboles, les représentations, les savoirs pour pouvoir, dans un deuxième temps, effectuer des opérations dessus. Mais cette approche ne résiste pas à l'observation. Le nourrisson apprend et fait preuve d'intelligence sans avoir appris les symboles. Les animaux sont capables d'activités complexes que l'intelligence artificielle est bien incapable de reproduire avec l'approche computationnelle. En particulier, dans les algorithmes informatiques, un seul octet manque et le programme s'arrête. Pour illustrer cette hypothèse cognitiviste, Varela prend l'exemple du martin-pêcheur. Pour assurer sa survie ce dernier doit pêcher un poisson mais il ne le voit pas où il est en réalité du fait de la loi de la réfraction. La surface de l'eau est animée de vaguelettes qui troublent et déforment la vision, ... Il faudrait donc que le martin-pêcheur connaisse la loi de la réfraction, qu'il fasse les calculs d'ajustement en fonction des vaguelettes, ... qu'il plonge enfin pour attraper le poisson. Et s'il veut recommencer sur une autre branche qui n'est pas à la même hauteur de l'eau, il lui faudrait tout recommencer (figure 1). Et pourtant il y arrive...

L'organisation des systèmes nerveux vivants, des plus simples aux plus complexes, y compris le cerveau humain ne répond pas à cette structuration. Elle fonctionne à partir d'interconnexions multiples qui mettent en relation le milieu intérieur et le milieu extérieur.

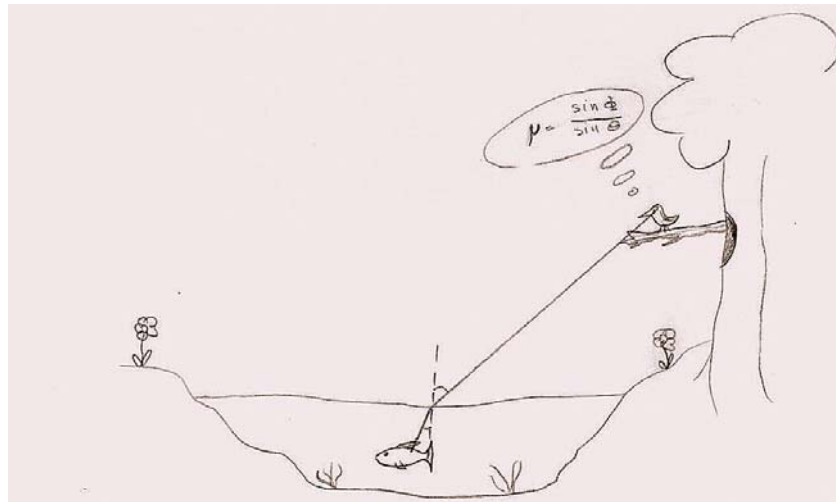


Figure 1 : le martin-pêcheur « cognitiviste » (d'après Varela, 1996)

## 2.2 La stratégie connexionniste (Varela, 1996) :

Le modèle du connexionnisme ne postule pas l'existence de symbole préalable ni de représentation. Le cerveau est vu comme un ensemble de constituants simples et non intelligents, les neurones, qui par leurs liaisons, expriment des propriétés globales qui vont se traduire par des comportements mettant en évidence une auto-organisation. L'activation simultanée de neurones crée un lien qui les corrèle. Si les activations de ces neurones se reproduisent, le lien est renforcé, sinon il s'estompe (règle de Hebb). Ainsi l'apprentissage d'une activité se fait par l'activation simultanée de circuits neuronaux qui développent des interconnexions de plus en plus fortement liées. La configuration des liens du système est ainsi dépendante de l'histoire du sujet, de son vécu dans un contexte donné (figure 2) lui donnant le statut d'information. Celle-ci n'existe pas en tant que telle, elle émerge d'une activité cognitive qui met en relation le monde extérieur avec le sujet et constitue une auto-organisation.

Des réalisations expérimentales de constituants électroniques simples mis en réseau (réseaux dynamiques, non-linéaires comme ceux de Hopfield) permettent de mettre en évidence des capacités d'apprentissage. Un réseau sera même capable de reconnaître les schémas partiellement détériorés ou parasités. Il y a donc apprentissage appelé dans ce cas « apprentissage par corrélation » et émergence d'auto-organisation. Ces qualités d'auto-organisation permettent de mettre en lumière une nouvelle définition de la cognition, à savoir : « l'émergence d'états globaux dans un réseau de composants simples ».

Pour autant il n'est pas évident de renoncer purement et simplement au symbolique. On pourrait envisager qu'un premier niveau de cognition soit connexionniste et qu'un deuxième niveau, apparu plus tard dans l'évolution (cortical par exemple), utiliserait la computation symbolique. Mais cela demanderait une structuration qu'on ne retrouve pas anatomiquement. Par contre il est envisageable que les symboles soient transcrits sous forme d'états globaux émergeant de réseaux neuronaux. Leur reconnaissance par le cerveau permettrait alors la computation symbolique de l'approche cognitiviste classique sans s'appuyer sur des symboles matériels.

## 2.3 L'enaction :

Les deux théories exposées ci-dessus présupposent d'une manière ou d'une autre la représentation adéquate du monde extérieur. Or cette représentation est toujours incomplète et ne peut correspondre à toute situation possible rencontrée dans la vie et dans l'action. Ainsi l'action se construit sur le moment, de manière contextuelle, elle ne peut être prédéterminée. Il y a donc un processus cognitif qui fait émerger une action dans la relation du sujet avec le monde extérieur. Il s'agit bien de « faire émerger », le « faire » signifiant la présence du sujet et non pas l'émergence d'une qualité intrinsèque qui apparaîtrait passivement. « La plus importante faculté de toute cognition vivante est précisément, ..., de poser les questions pertinentes qui

surgissent à chaque moment de notre vie » dit F.J. Varela. Il nomme cette faculté de questionnement et de construction d'actions adaptées, l'« Enaction » et remet en avant, au travers ce concept, le sens commun, à la rencontre du monde intérieur et du contexte. Ainsi dans ce cadre là, c'est le concept d'action qui est central et non celui de représentation.

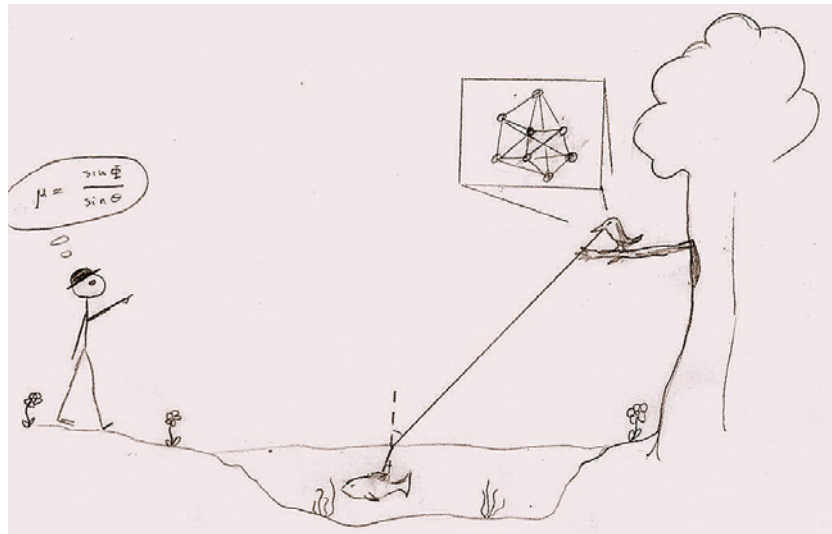


Figure 2 : le martin-pêcheur « connexionniste » (d'après Varela, 1996)

Au travers de cette recentration sur l'action dans le domaine de la cognition, la connaissance ne peut être dissociée de l'histoire du sujet et du contexte de l'action. Elle est une interprétation signifiante et continue. « Le contexte et le sens commun ne sont pas des artefacts résiduels pouvant être éliminés grâce à des règles plus sophistiquées. Ils sont en fait l'essence même de la cognition créatrice » (Varela 1996). Ainsi l'intelligence ne se définit elle plus dans ce paradigme comme la faculté de résoudre un problème mais comme celle de pénétrer un monde partagé par des actions pertinentes.

Les situations d'apprentissage, construites à partir de ce modèle connexionniste, consiste donc à mettre l'apprenant dans un contexte multi paramètres qui lui permette d'interagir sur ce dernier. Emergera alors une auto-organisation cognitive lui permettant de lancer des actions le conduisant à la réussite ou à l'échec. Petit à petit, il sera à même d'améliorer ses résultats par des prises de décisions pertinentes.

#### 2.4 Les jeux de stratégie

Ce type de situation est très proche de ce qui est proposé dans les jeux multimédia de stratégie comme les simulateurs de vie ou de guerre. Dans ces jeux, les situations sont très intriquées, le joueur est sans cesse en train de décider des actions pour commander son personnage ou une équipe. Un grand nombre de paramètres interviennent en même temps. La conception très ouverte de ces jeux permet d'atteindre l'objectif fixé par une infinité de solutions. Le joueur doit construire sa partie et non pas chercher le chemin unique par lequel il doit passer. Il n'est pas possible de refaire une partie dans les mêmes conditions deux fois de suite, tout comme dans la vie. Dans le champ de la formation, cette caractéristique de contexte toujours changeant, de « polycontextualisation » est un principe fondateur de l'apprentissage et favorise l'abstraction, clé du transfert cognitif (Abernot, 1993).

Dès lors, il convient de s'interroger sur les processus de prise de décision dans des contextes où interviennent un grand nombre de paramètres simultanément.

### 3 LA PRISE DE DÉCISION : ENTRE RATIONALITÉ ET ÉMOTION

#### 3.1 Deux processus de décision distincts

Dans la pensée occidentale, l'émotion a souvent été présentée comme un obstacle au raisonnement logique dont il faut se défier. A la lumière d'un certain nombre d'observations dans le domaine de la pathologie du cerveau et de recherches en neurobiologie, cette conception d'antagonisme entre émotion et rationalité est profondément remise en cause. Les personnes qui présentent une atteinte des centres nerveux permettant

d'éprouver des émotions ne sont plus capables de prendre des décisions adaptées dans des situations complexes qui touchent plus particulièrement le domaine personnel et social (Damasio, 2001). Par contre elles gardent la capacité de mener des raisonnements logico-mathématiques pour résoudre des problèmes.

Il y a donc au moins deux processus distincts de prise de décision. L'un, basé sur une intelligence logico-mathématique (Gardner, 1996). L'autre qui correspond plus à des situations d'implication personnelle et sociale, où le raisonnement peut intervenir au sens logico-mathématique du terme mais où celui-ci ne permet pas de circonscrire la situation dans sa totalité. Le processus de décision fait alors appel à l'intuition mais sur quel support, à partir de quelles données ?

### 3.2 *La solution rationnelle*

Le premier processus évoqué est une manière de résoudre un problème. Il n'y a pas de choix au bout du compte, mais le déroulement d'un raisonnement sans faille et mené à son terme. Lemoigne (1990) l'appelle le raisonnement algorithmique. Ce type de raisonnement trouve ses limites y compris dans des situations de la vie courante où sont à l'œuvre, dans une unité de temps, le psychologique, le social, le physiologique, l'économique et bien d'autres champs encore.

Si cette approche par problème semble première dans notre société, elle ne l'est pas dans l'évolution de l'enfant. Au contraire, il s'avère que l'émotion est première et que les attitudes et intuitions pratiques qu'elles suscitent précèdent le pouvoir de discrimination et de comparaison qui conduira au raisonnement logico-mathématique comme le décrivait déjà Wallon (1968).

### 3.3 *La prise de décision complexe : l'hypothèse des marqueurs somatiques (Damasio, 2001)*

Un certain nombre de personnes sont capables d'appréhender une situation complexe et imbriquée et prennent une décision rapide et à propos sans avoir à dérouler le fil de la réflexion rationnelle. Le contexte est le plus souvent social, impliquant des relations humaines ou les solutions possibles sont quasi infinies et ou règne l'incertitude et la complexité. Ils ont ce que Gardner (1996) appelle l'intelligence interpersonnelle et l'intelligence intrapersonnelle et sont couramment appelés des « intuitifs ». Ils s'appuient sur une heuristique qui leur permet d'orienter leur choix non pas vers une solution certaine mais vers une solution dont ils font le pari qu'elle sera satisfaisante.

A. Damasio (2001) émet une hypothèse basée sur ce qu'il appelle les « marqueurs somatiques ». Au cours de la vie, l'individu se trouve confronté au monde d'abord par l'intermédiaire de son corps et des sensations qu'il perçoit. C'est à partir de cette relation entre son corps, son esprit et le monde extérieur que ses actions se structurent. Au cours de ces expériences de vie, les situations s'inscrivent en mémoire, liées à une sensation de plaisir ou au contraire de désagrément (joie, tristesse, peur liées à des récompenses, des punitions, des sensations agréables, une douleur, ...) et mettent en lien des états du corps et des pensées, des sentiments, des raisonnements. Par la suite, la seule pensée d'une situation donnée provoquera une modification de l'état du corps, une émotion (main moite, transpiration, ...) comme si le cerveau avait enregistré un marqueur somatique correspondant à une situation et qui déterminera le choix d'une action à mettre en œuvre. Autrement dit, l'expérience inscrit des marqueurs somatiques qui guideront par la suite les prises de décisions du sujet.

Ainsi, dans les situations complexes, la perception que le sujet a de l'état de son corps et donc des émotions qu'il ressent, lui permet d'éliminer tout une gamme de choix possibles identifiés comme potentiellement générateurs d'émotions négatives. Il s'oriente au contraire vers des choix qui apporteront des émotions positives. Ce processus de décision se joue de façon inconsciente et intervient aussi au niveau conscient dans des tâches plus complexes grâce d'une part, au mécanisme de *l'attention* qui permet de se focaliser sur une image mentale plutôt qu'une autre et d'autre part, à une *mémoire de travail* qui permet de maintenir des images distinctes dans le champ de la conscience. Les deux processus de décisions, intuitif et rationnel bien loin de s'opposer, travaillent en synergie et se nourrissent l'un, l'autre. Il semble que les émotions soient indispensables pour prendre des décisions pertinentes (Damasio, 2001). Ainsi l'émotion retrouve des lettres de noblesse au sein de la rigueur rationaliste, poussée dans ces retranchements par les situations complexes, et replace la singularité du sujet comme centrale. C'est d'ailleurs peut-être bien ce qui donne du sens à la décision. Cette résurgence de l'émotion incite à tenter de discerner les contours du concept.

## 4 EMOTION

### 4.1 Contours et définitions

Idée de mouvement vers l'extérieur, sentiment, excitation, agitation c'est autour de ces termes que tournent l'origine et les différents sens du mot « émotion ». Du latin « exmovere » ou « emovere » le terme d'émotion signifie « mettre en mouvement ». Ainsi, une émotion se caractérise par sa traduction perceptible à l'extérieur du corps, le mouvement. Une mimique, une rougeur, quelques gouttes de sueur perlant sur un front et bien d'autres manifestations signent un état émotionnel. Elle peut être provoquée soit par un phénomène extérieur soit par une image mentale issue d'une pensée ou d'un sentiment (Damasio, 2003)

Dans le champ psychologique, l'émotion est le plus souvent utilisée dans son versant pathologique comme en témoigne cette définition : « On peut définir l'émotion comme un trouble de l'adaptation des conduites ». Ainsi l'émotion est vue comme une réaction désorganisatrice, lorsque le sujet est submergé par des troubles qui entravent ses capacités d'adaptation. Elle est à point de départ inconscient mais peut être perçue consciemment (Goleman, 1997) par le sujet dans le changement d'état de son corps et dans le sentiment qu'elle fait émerger.

Dans une perspective fonctionnaliste, dans le sillage de Darwin, l'émotion est vue à l'inverse comme un comportement d'adaptation permettant la réponse à une situation dans le sens de la survie. La peur, par exemple, permet d'échapper au prédateur si le sujet adopte une conduite adaptée comme la fuite. Mais elle peut se traduire par une immobilité et une incapacité à engager une action efficace, voir à perdre conscience.

L'émotion, déclenchée par une situation et l'action qui en découle, dépendent de l'inné mais aussi du contexte. Ainsi la rencontre avec un ours dans un zoo, ne produit pas le même effet que pour un promeneur dans la forêt qui fait une rencontre inopinée ou pour un chasseur armé d'un fusil. Il y a là plusieurs réponses possibles et choix d'une réponse avec prise de décision (A. Damasio, 2001). Le vécu de la personne, son expérience acquise sont déterminants. L'absence de vécu pourrait conduire au choix d'une action malencontreuse comme tirer et manquer sa cible au lieu de fuir. L'approche du processus de prise de décision introduit le champ de la cognition et nous renvoie à la définition de l'émotion de Damasio dans le champ de la neurobiologie :

« Une émotion proprement dite, comme la colère, la peur, le dégoût, la surprise, la tristesse, la joie (ou le bonheur) est une collection complète de réponses chimiques et neurales formant une structure distinctive.

Les réponses sont fournies par le cerveau normal lorsqu'il détecte un stimulus émotionnellement compétent (un SEC), objet ou évènement dont la présence, réelle ou sous forme de souvenir mental, déclenche l'émotion. Les réponses sont automatiques.

Le cerveau est préparé pour répondre à certains SEC selon des répertoires d'action. Toutefois, la liste des SEC n'est pas limitée à ceux que prescrit l'évolution. Elle en inclut de nombreux autres qu'on apprend avec l'expérience vécue.

Le résultat immédiat de ces réponses est un changement temporaire dans l'état du corps et dans celui des structures cérébrales qui forment la carte du corps et sous-tendent la pensée.

Le résultat final de ces réponses, directement ou indirectement, est de placer l'organisme dans les circonstances contribuant à sa survie et à son bien-être. »

Mais cette définition ne réduit pas les émotions au rang de réflexes un peu complexes. Elles sont un processus qui s'élabore en tenant compte du contexte, du vécu, de l'inné et du niveau rationnel. Il y a une phase d'appréciation-évaluation de la situation propre à chacun. Celle-ci convoque une émotion mémorisée, porteuse d'une intelligence propre au sujet, et qui le conduit à prendre des décisions d'action. Cette approche très fonctionnaliste pourra rebuter certains, pourtant, elle n'enlève rien à la beauté d'une émotion, à la singularité du sujet, tout comme l'anatomie n'enlève rien à la beauté d'un geste, à une danse.

## 5 ACTION, EMOTION ET RAISONNEMENT EN CONTEXTE : CLÉS DE L'APPRENTISSAGE À LA DÉCISION COMPLEXE

Cette approche des processus de décision, très liée à un apprentissage construit par le sujet, dépendant du vécu émotionnel et du contexte, vient compléter avantageusement le modèle connexionniste. L'émotion

suscitée par la présence du poisson dans le bec du martin-pêcheur serait le marqueur somatique positif permettant la mise mémoire de la tactique gagnante. Le marqueur somatique jouerait alors un rôle de catalyseur signant l'état global gagnant du réseau de neurones (du système nerveux et du cerveau). La remise dans un contexte semblable, permettrait alors, préalablement à l'action, de rappeler la bonne tactique à reproduire pour attraper un autre poisson.

A la lumière de ce panorama théorique, la conception de la formation, et en particulier son versant de l'apprentissage, change de forme. A côté de l'approche logico-mathématique, d'autres formes d'intelligence émergent, irrémédiablement liée à l'histoire du sujet. Le point central n'est plus constitué par les représentations mentales, mais par l'action, avec comme clef, l'émotion. Cette approche se relie très bien avec la compétence qui ne peut se concevoir que dans l'action, mêlant des raisonnements techniques, des interactions humaines, des jeux de pouvoirs, ..., avec une nécessaire adaptation au contexte.

Un certain nombre de questions se posent alors : qu'en est-il de l'apprentissage concernant les processus de décisions ? Et tout particulièrement dans l'e-formation comment développer ces compétences alors même que le face à face avec le formateur est réduit considérablement ? Comment développer une intelligence interpersonnelle quand le groupe n'est plus que virtuel et utilise un mode de communication écrit et asynchrone le plus souvent ?

## 6 ETUDE EXPLORATOIRE

### 6.1 Méthodologie

Le développement de la problématique a permis d'articuler les modèles théoriques abordés pour les intégrer dans un modèle de la prise de décision en situation complexe et de poser les concepts clés. L'objectif global de l'étude est de s'assurer de la pertinence de ce modèle dans le cadre d'un environnement virtuel multimédia et dans son approche en e-formation.

Un certains nombre de questions émergent : quels types de dispositifs NTIC sont les plus émotionnellement stimulants ? Quelles sont les caractéristiques des situations virtuelles émotionnellement stimulantes ? Parmi elles, y-a-t-il des situations de prise de décision complexe ?

Puis, après la première phase exploratoire : les processus de prise de décision ainsi mis en jeu peuvent-ils faire l'objet d'apprentissage au sein d'un dispositif d'e-formation ? Quelles sont les caractéristiques d'un système d'e-formation qui permette l'apprentissage à la prise de décision en situations complexes ? Les compétences acquises au travers de ces dispositifs sont-elles transférables en situations concrètes ?

#### Objectif et hypothèse

##### Objectif

Identifier et mettre en évidence la présence d'une signature émotionnelle dans une situation de prise de décision pour un sujet utilisant un dispositif NTIC.

Différentes catégories de dispositifs NTIC sont testés pour identifier des situations provoquant des émotions. Ces dispositifs sont choisis intuitivement comme étant susceptibles de provoquer des émotions et mettant a priori en œuvre des situations de décisions complexes comme par exemple les jeux multimédia de simulation de vie ou de guerre.

##### Hypothèse

Un dispositif NTIC<sup>1</sup> permet la mise en jeu d'une émotion du sujet dans une situation de prise de décision complexe<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> On entend par dispositif NTIC tout dispositif utilisant les TIC conçu pour être utilisé par un individu à des fins de formation, de jeu, d'information,...

<sup>2</sup> Caractéristiques : Il existe plusieurs choix possibles, le sujet ne peut mémoriser toutes les données de la situation, un raisonnement logico-mathématique ne permet pas d'arriver à une solution, une action donne forme à la décision.

### **Catégories des dispositifs NTIC**

Les différents dispositifs multimédia testés sont les suivants :

Les Sim's, jeu vidéo classé dans la catégorie « simulateur de vie » qui consiste à agir comme dans la vie dans un univers virtuel.

Ghost recon : jeu de simulation de guerre dit « action et stratégie » qui consiste à mener une mission à bien avec une équipe.

Age of empires (AOE), classé dans la catégorie jeu de stratégie qui consiste à développer une civilisation en concurrence avec d'autres qui se développent dans le même temps.

Interactive English Learning : logiciel d'enseignement assistée par ordinateur (EAO).

#### **Critère d'activité d'un processus émotionnel :**

Indicateur : augmentation brusque sur quelques secondes de la fréquence cardiaque (FC) qui caractérise la signature émotionnelle.

Plusieurs indicateurs sont utilisés couramment pour identifier ce critère : la conductance cutanée, la mesure du rythme cardiaque, la température cutanée. Pour des questions pratiques, c'est la fréquence cardiaque qui est retenue au moyen d'un cardiofréquence-mètre (type Polar S 610), qui permet d'enregistrer le rythme cardiaque pendant une séquence de test et d'enregistrer les données sur ordinateur à la fin de la séquence. Le déroulement du jeu est filmé pour pouvoir le revoir et classer les émotions selon les trois modalités suivantes : l'émotion proprement dite, ressentie par le sujet à la suite d'un événement qui se déroule dans l'environnement virtuel. Le marqueur somatique, émotion ressentie dans une situation de prise de décision complexe et une modalité correspondante aux autres cas.

#### **Population**

Dans un premier temps, s'agissant d'une démarche exploratoire d'un champ à investiguer pour en délimiter les contours et s'assurer de la faisabilité, deux sujets sont sollicités. L'un de sexe féminin appelé sujet F et l'autre de sexe masculin appelé sujet M. Tous deux sont familiarisés à l'utilisation de l'informatique et aux multimédias, en particulier en ce qui concerne les jeux vidéos. L'étude suivante portera sur une population permettant un traitement statistique des données obtenues sur un jeu de simulation en situation complexe.

#### **6.2 Analyse des résultats**

Pour chaque dispositif testé, les signatures émotionnelles ont été repérées par les pics de FC. La situation correspondante à chaque pic est décryptée sur la vidéo au travers les critères et indicateurs pour la classer dans une des trois modalités. Celles-ci sont ensuite décomptées et rapportées au temps d'utilisation du dispositif sous forme de fréquence d'apparition pour avoir des valeurs comparables. Ce sont ces dernières qui sont reportées dans le tableau de contingence par sujet et traitées sous forme d'histogramme (figures 3 et 4).

#### **Dispositif NTIC et signature émotionnelle**

Le tableau de contingence montre une grande richesse de signatures émotionnelles dans les différents dispositifs NTIC testés (varie entre 3,5 et 13,3 signatures émotionnelles par heure).

Tous les dispositifs testés ont provoqué au moins une signature émotionnelle.

Au cours du déroulement du jeu et lors du dépouillement des données vidéo, des situations de prise de décision sans signature émotionnelle ont aussi été observées. Elles sont très fréquentes quelque soit le dispositif NTIC et correspondent à des situations où l'action fait appel à une prise de décision par choix rationnel direct sous forme de déduction logique.

Les modalités émotionnelles sont variables en fonction des dispositifs. Les résultats obtenus montrent des caractéristiques différentes des dispositifs NTIC.



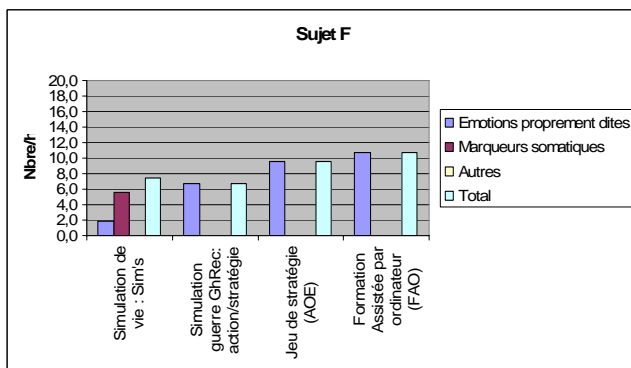


Figure 4 : nombre de signatures émotionnelles par heure pour chaque dispositif NTIC

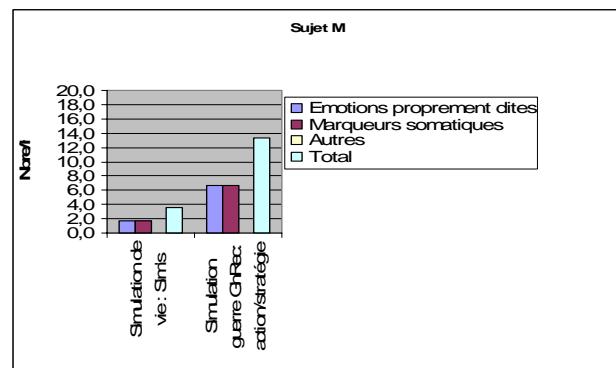


Figure 3 : nombre de signatures émotionnelles par heure pour chaque dispositif NTIC

### Le jeu multimédia « Sim's »

Le jeu Sim's appartient à la catégorie « simulateur de vie ». Il met fréquemment (5,6 fois / heure) le sujet F, joueuse confirmée, en situation de prise de décision complexe, nécessitant, pour elle le recours à des marqueurs somatiques préalables à la décision. Il en sollicite aussi pour le joueur M qui est un joueur occasionnel de ce jeu (cf. figures 3 et 4).

C'est le jeu le moins pourvoyeur d'émotions proprement dites par unité de temps pour les deux sujets. Ceci peut paraître paradoxal car l'hypothèse des marqueurs somatiques est construite sur l'idée qu'ils sont les résurgences mémorielles d'émotions ressenties précédemment. Il serait donc logique qu'un dispositif sollicitant l'appel de marqueurs somatiques soit dans un premier temps riche en situations émotionnellement stimulantes. Mais d'autres facteurs interviennent certainement. Il est probable que la réponse émotionnelle à une situation donnée s'émousse rapidement et que par la même, un jeu habituel fasse appel à des marqueurs somatiques mais ne sollicite plus les émotions proprement dites.

### Le jeu multimédia Ghost Recon

Il appartient à la catégorie des jeux de simulation de guerre dit « action et stratégie ». Il est potentiellement le plus pourvoyeur d'émotions, les deux modalités confondues, puisqu'il atteint 13,3 signatures émotionnelles par heure pour le sujet M, joueur confirmé.

En ce qui concerne la sollicitation de marqueurs somatiques pour un joueur confirmé, Ghost Recon et Sim's sont très proches. Par contre, pour la joueuse F, débutante, aucun marqueur somatique n'est identifié. Mais peut-être en a-t-elle acquis au cours de cette partie. Il serait intéressant de refaire un test après une période d'apprentissage pour voir si elle en a acquis par la suite pour jouer et gagner.

Ghost Recon sollicite plus les émotions proprement dites que Sim's que ce soit pour un joueur confirmé ou pour un joueur débutant. De fait, les situations de risques avec un enjeu d'élimination immédiate du jeu sont fréquentes. Il évoque des situations virtuelles de vie et de mort, les bruitages sont évocateurs des combats, les vues, l'éclairage, l'environnement virtuel est stressant.

L'identification de marqueurs somatiques dans des jeux différents valide l'hypothèse et tend à confirmer la pertinence du modèle de prise de décision complexe dans un environnement virtuel testé dans ce travail. Elle confirme l'intérêt de ces dispositifs dans l'apprentissage à la gestion d'une situation complexe en utilisant des dispositifs NTIC.

La différence entre le joueur confirmé et le joueur débutant permet d'envisager une situation d'apprentissage à laquelle il faudra lier une variable réussite ou échec au jeu.

### Le jeu multimédia « Age of Empires »

Pour le sujet F, joueuse débutante, les enregistrements ne comportent que des émotions proprement dites. Il n'a pas été répertorié de marqueurs somatiques. Là aussi il serait intéressant de refaire le test après plusieurs utilisations du jeu, pour observer l'apparition éventuel de marqueurs somatiques liés à l'expérience acquise.

Dans le déroulement du jeu, deux situations de prise de décision rationnelle directe ont été observées. Elles ne provoquent pas de signature émotionnelle.

### **Une Formation assistée par ordinateur : Encarta Interactive English Learning (EIEL)**

Le dispositif EIEL, utilisé par le sujet F débutante, est d'une toute autre nature. Il a pour vocation la formation et utilise les outils multimédia : vidéo, son, auto-questionnaires,... Chaque réponse donne lieu à un choix rationnel direct, il n'y a qu'une bonne solution. Aucun marqueur somatique n'a été enregistré. Les émotions identifiées correspondent à la mise en difficulté du sujet face à des phrases à trous qu'il faut compléter après avoir écouté une vidéo. Une signature émotionnelle est enregistrée au moment de l'apparition de résultats. Il y a tout lieu de penser que les difficultés rencontrées ont donné un enjeu à la situation que le sujet avait envie de surmonter (Faivre, Frasson, Nkambou, 2004) et qui se traduit par un engagement émotionnel au moment du résultat.

### **Variabilité interindividuelle des réponses émotionnelles**

En comparant les réponses émotionnelles obtenues par le sujet F et le sujet M, on constate une grande différence des réponses qui peuvent dépendre de plusieurs facteurs.

Facteur « motivation » : le sujet qui a un niveau « confirmé » sur un jeu donné présente plus de réponses émotionnelles que le débutant. Pour les Sim's le sujet F, confirmé, obtient 7,5 signatures émotionnelles (SE) par heure alors que le sujet M, débutant, en obtient 3,5 soit moins de la moitié (47 %). Pour Ghost Recon, c'est le sujet M, confirmé, qui obtient 13,3 SE par heure pendant que le sujet F, débutant, en obtient 6,7 SE par heure, soit 50 %.

Plusieurs interprétations sont possibles : le sujet serait devenu confirmé parce qu'il serait plus sensible aux situations susceptibles de provoquer des émotions dans ce jeu. Le débutant ne s'intéresserait pas suffisamment au jeu pour éprouver des situations émotionnellement stimulantes.

Facteur « sexe » : le jeu Sim's est une simulation de vie d'une famille qu'il faut gérer et auquel le sujet F, de sexe féminin, obtient le plus de SE. Le jeu Ghost Recon est une simulation de guerre auquel le sujet M, masculin, obtient le plus de SE (cf. supra). Ces deux jeux font respectivement appel à des rôles sociaux qui sont traditionnellement sexuellement marqués. Il est tout à fait envisageable que les réponses émotionnelles aux jeux soient dépendantes de ces identifications sociales et des caractères sexuels.

Facteur « apprentissage » : La comparaison des résultats des marqueurs somatiques montre que ces derniers sont beaucoup plus nombreux pour les sujets confirmés que pour les débutants (5,6 pour 1,8 dans le jeu Sim's et 6,7 pour 0 dans Ghost Recon). L'hypothèse d'un apprentissage par construction de marqueurs somatiques que ferait le sujet au cours des premières parties du jeu grâce aux émotions proprement dites ressenties est envisageable. Le sujet confirmé se serait doté de marqueurs émotionnels au cours des parties précédentes et y aurait recours dans les parties suivantes, multipliant les marquages émotionnels.

En tout état de cause il apparaît clairement des différences interindividuelles très importantes. Il conviendra dans les prochains travaux de définir précisément les populations en tenant compte du sexe, du niveau acquis sur un dispositif donné et de l'apprentissage accompli.

## **7 CONCLUSION**

Les résultats de ce travail exploratoire montrent que l'émotion du sujet est sollicitée, sous forme de marqueurs somatiques, en situation de prise de décision complexe dans un environnement virtuel comme celui des jeux de stratégies. Ils tendent à valider, par la même, la pertinence d'un modèle cognitif intégrant le modèle connexionniste et celui de la prise de décision complexe de Damasio dans un environnement virtuel. Les différences de réponses au même jeu entre un sujet débutant et un sujet confirmé concernant les marqueurs somatiques permettent d'envisager la possibilité d'un apprentissage à la prise de décision complexe en contexte virtuel. Même si les résultats obtenus en l'état ne sont pas généralisables tels quels, ils montrent pour autant, la faisabilité d'un projet d'apprentissage à la prise de décision complexe utilisant des dispositifs NTIC spécifiques.

Le périmètre d'investigation de ce travail se limite au simulateur de prise de décision et ne peut constituer une e-formation à part entière. En particulier, il conviendra de s'intéresser aux conditions de transfert des apprentissages en situations réelles.

L'abord de l'émotion comme constitutive d'une heuristique au service de la prise de décision complexe est une voie peu explorée et qui paraît prometteuse. S'inscrivant dans le paradigme de la complexité et de l'incertitude, elle donne toute sa place à l'apprenant, constructeur de son propre monde subjectif dans son interaction avec l'environnement, lui donnant du sens et lui permettant de s'adapter dans un contexte sans cesse en mutation, en d'autres termes, lui permettant d'« agir avec compétence ».

## 8 BIBLIOGRAPHIE

ABERNOT, Y. *La périmétrie*. Habilitation à diriger des Recherches, Sciences de l'Éducation, Université Louis Pasteur de Strasbourg, 1993

DAMASIO, A. *L'erreur de Descartes* – Paris : Ed. Odile Jacob, 2001, 394 p. Original work published : “Emotion, Reason and the human brain”, 1994.

DAMASIO, A. *Spinoza avait raison : joie et tristesse, le cerveau des émotions*. Paris : Odile Jacob, 2003 346 p. Original work published 2003.

DEPOVER, Ch., MARCHAND, L. *E-learning et formation des adultes en contexte professionnel*. Bruxelles : De Boeck Université, 2002

DONNARS, O. La logique sous le coup de l'émotion. *Les défis du CEA*, 2002, n°92, 6-7

GARDNER, H. *Les intelligences multiples*. Paris : Ed. Retz, 1996, 234 p.. Original work published 1993.

GOLEMAN, D. *L'intelligence émotionnelle*. Tome 1. Paris : Ed. R. Laffond, 1997, 504 p. Original work published 1995.

JONNAERT, Ph. *Compétences et socioconstructivisme*. Bruxelles : Ed de Boeck, 2002, 97 p.

LE BOTERF, G. *Ingénierie et évaluation des compétences*. 4<sup>e</sup> éd. Paris : Ed. de l'Organisation, 2002, 563 p.

LEMOIGNE, J.-L. *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Ed. Bordas. 1990, 178 p.

VARELA, F. J. *Invitation aux sciences cognitives*. 2<sup>e</sup>Ed. Paris : Ed. Seuil, 1996, 122 p.

WALLON, H. *L'évolution psychologique de l'enfant*. Paris : Ed. Armand Colin, 1968, p 120-128.

### Bibliographie par Internet :

CHAFFART, S., FRASSON, C. (2005). L'utilisation d'un agent émotionnellement intelligent dans les systèmes de e-learning [en ligne]. Département d'informatique et de recherche opérationnelle, Univ. Montréal. Disponible sur : < [www.medforist.grenoble-em.com/contenus/conf%20Tunisia%20IEBC%202005/papers/June25/25.pdf](http://www.medforist.grenoble-em.com/contenus/conf%20Tunisia%20IEBC%202005/papers/June25/25.pdf) > (consulté en 2006)

COSNIER, J., (2006 ©). Psychologie des Emotions et des sentiments [en ligne]. 3<sup>e</sup> Ed. revue et corrigée. Disponible sur < [http://icar.univ-lyon2.fr/membres/jcosnier/Emotions\\_et\\_sentiments.pdf](http://icar.univ-lyon2.fr/membres/jcosnier/Emotions_et_sentiments.pdf) > (consulté en 2006)

FAIVRE, J., FRASSON, C. et al. (2004). Gestion émotionnelle dans les systèmes tuteurs intelligents [en ligne]. TICE 2002, Lyon 13-15 novembre 2002 [30/04/2003], p.73-80. Disponible sur: < <http://docinsa.insa-lyon.fr/tice/2002/cs/cs021.html> > (consulté en 2006)

O'REGAN, K. Emotion and e-learning. *Journal of Asynchronous Learning Networks (JALN)*, 2003, volume 7-Issue 3, p. 78-92. Disponible sur : < [http://www.sloan-c.org/publications/jaln/v7n3/v7n3\\_oregan.asp](http://www.sloan-c.org/publications/jaln/v7n3/v7n3_oregan.asp) > (consulté en 2006)

QUINN, C., N. Making It Matter to the Learner : e-Motional e-Learning. The elearning guild Ed., E-magazine : *The elearning Guild's : Learning Solutions*, 2006, April 3, p.1-7. Disponible sur : < [www.quinnovation.com/eMotional-elearning .pdf](http://www.quinnovation.com/eMotional-elearning.pdf) > (consulté en 2006)