

## Les jeux vidéo comme instruments de socialisation cognitive

In: Réseaux, 1994, volume 12 n°67. pp. 33-56.

### Résumé

Les jeux vidéo, non pas ceux que l'on qualifie de jeux éducatifs, mais les jeux d'action, ceux que l'on trouve partout et d'abord dans les cafés et les salles d'arcades, sont-ils en train de nous fabriquer un homme d'un type nouveau ? Ces jeux, qui touchent les masses dans le monde entier, présentent sur la télévision l'avantage d'être interactifs. Sans le vouloir, par les facultés qu'à la fois ils exigent et développent, ils se font instruments pédagogiques au service d'une visualisation de l'espace et d'un développement des capacités d'attention qui pourraient permettre à chacun d'aborder avec confiance les technologies autrefois réservées aux élites.

### Abstract

Are video games - not those qualified as educational, but rather the action games found all over and particularly in cafés and video arcades - not creating a new type of person ? These games, popular throughout the world, have the advantage over television of being interactive. By means of the faculties which they both require and develop, they unwittingly serve an educative purpose. As players learn to visualize space and to develop their concentration, they may be acquiring the skills needed to work with technologies traditionally reserved for an elite.

---

Citer ce document / Cite this document :

Greenfield Patricia, Zeitlin Edith. Les jeux vidéo comme instruments de socialisation cognitive. In: Réseaux, 1994, volume 12 n°67. pp. 33-56.

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/reso\\_0751-7971\\_1994\\_num\\_12\\_67\\_2737](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/reso_0751-7971_1994_num_12_67_2737)

---

# LES JEUX VIDÉO COMME INSTRUMENTS DE SOCIALISATION COGNITIVE

---

Patricia M. GREENFIELD



**L**ES processus de cognition – ces processus essentiels qui nous permettent d'appréhender les choses, de les transformer, de les retrouver dans la mémoire, de créer et de communiquer de l'information – ont un caractère universel (1). Et pourtant, chaque culture est en mesure d'opérer une sélection, de favoriser une partie de ces phénomènes et de maintenir les autres dans un état de développement relatif. Les médias, en général, et les ordinateurs, en particulier constituent des instruments culturels puissants au service d'une mise en forme sélective des processus de cognition. Un média n'est pas réductible à un canal d'information : il agit également sur le traitement de cette information. L'influence des dispositifs médiatiques sur les modes de pensée, de perception et de communication emprunte souvent le chemin de la psychologie individuelle. Néanmoins, leur caractère de masse transforme les effets individuels en phénomènes sociaux. Aussi, dès à présent, j'aimerais introduire une expression nouvelle, celle de « socialisation cognitive ». Cette expression se réfère à l'influence des instruments culturels sur l'acquisition et la mise en œuvre d'aptitudes au traitement et à la communication de l'information.

L'informatique est un nouvel outil culturel d'apparition récente, mais qui a rapidement pris une dimension de masse. Parmi toutes les formes que cette technologie revêt, il en est une qui touche de façon extrêmement directe une majorité de personnes et, encore plus important, qui les touche au cours des années de maturation de l'enfance, à l'âge du développement de la socialisation. Cette forme de technologie informatique est celle des jeux vidéo. Une étude conduite en 1985-1986 par Rushbrook (2) dans l'Orange County, Southern California, USA, révèle que 94 % des enfants de dix ans ont déjà pratiqué les jeux vidéo, 85 % de ces enfants se considèrent eux-mêmes comme de bons joueurs, de très bons joueurs, ou même des joueurs chevronnés.

Il faut noter que j'ai préféré délaissier les jeux pédagogiques pour ne m'intéresser qu'aux jeux d'action que l'on peut pratiquer indifféremment dans les cafés et les salles d'arcades, avec une console portable, à partir d'une console branchée sur la télévision ou au moyen d'un micro-ordinateur. C'est, en effet, l'apport cognitif de jeux qui en sont prétendument dépourvus, et dont le seul effet communément admis aurait trait à la coordination main-regard, qui retient mon attention.

Je prétends que ces jeux vidéo-là exercent une influence cognitive à grande échelle : ils permettent une diffusion sociale de procédés de perception et de connaissance qui, sans être inconnus dans notre civilisation, n'ont jamais été popularisés à ce point. Or, apparus simultanément dans tous les pays industrialisés, comme par exemple la France, l'Italie, l'Allemagne et le Japon, souvent identiques d'un pays à l'autre, ils constituent, de façon encore plus prononcée que la télévision, un instrument culturel international.

Cet instrument est, de plus, étroitement lié à la culture postindustrielle. D'après moi, le jeu vidéo prend une signification psychologique particulière du fait que, de manière tout à fait informelle, il dispense des connaissances se rapportant à la cultu-

(1) Ce texte reprend celui d'une communication présentée au symposium international « Computers, Cognition, and Epistemology », à Sandbjerg Slot, Danemark, 24-26 avril 1987.

(2) RUSHBROOK, 1986.

re et à la technologie informatiques. Il a également commencé à faire son apparition dans les centres urbains d'Afrique, et il se répand largement en Chine (3). Pour les pays en voie de développement, confrontés à la nécessité de préparer les individus au travail sur ordinateur, ces jeux peuvent être considérés comme un moyen efficace de sensibilisation informelle à l'univers technologique.

A l'opposé, les aptitudes demandées par les jeux vidéo pourraient bien représenter le paradigme d'un certain nombre de facultés cognitives importantes acquises à partir de l'informatique en général. Sous cet aspect, ces jeux seraient des médias récréatifs utilisant les facultés cognitives et perceptives acquises à partir d'applications plus sérieuses de la technologie informatique et, peut-être, de la technologie de pointe en général.

Quels sont les effets des jeux d'action vidéo sur la manière de penser et de percevoir ? Il faut, avant tout, opérer une distinction entre les effets imputables au contenu d'un jeu et ceux qui relèvent de la forme matérielle du média. Le contenu se révèle assez facilement – on peut, par exemple, dénoncer la violence du contenu des jeux vidéo –, et il a été étudié avec davantage de constance. Et pourtant, l'influence de la forme matérielle du média bénéficie souvent d'une plus grande portée. Inhérente à la nature même de la technologie qui la produit, elle reste stable tout en étant capable d'accueillir une grande diversité de contenus. La fameuse maxime de Marshall McLuhan : « Le message, c'est le média » (4), signifie cela pour l'essentiel. Je ne nie évidemment pas l'extrême importance du contenu, mais je trouve intéressant de concentrer principalement mes efforts sur l'influence exercée par la forme matérielle.

Le jeu vidéo repose à la fois sur un écran et sur un microprocesseur, dès lors, on a pu le dépeindre comme étant le mariage de la télévision et de l'ordinateur (5). En raison d'une ressemblance formelle

avec la télévision, il se pourrait que les habitués du petit écran soient déjà préparés à une rencontre avec les jeux vidéo en particulier, et avec la technologie informatique en général. Je vais développer ce thème à propos de la perception visuelle. Je voudrais démontrer que les facultés de visualisation de l'espace développées par la télévision et par le cinéma sont également requises et accrues par les jeux vidéo.

### COMPÉTENCES EN MATIÈRE DE VISUALISATION DE L'ESPACE, TÉLÉVISION ET JEUX VIDÉO

Quand il s'agit de comparer les cultures entre elles, on peut noter avec intérêt que les premières aptitudes examinées sont celles qui ont trait à l'interprétation de l'image plane d'un espace tridimensionnel. Une grande partie des recherches sur ce thème révèle que, selon les termes de certains étudiants africains d'Abidjan, « la compréhension de l'image est une aptitude inculquée, au même titre que la lecture ou l'écriture » (6).

Mon premier postulat est que la technologie de la télévision, et aussi, particulièrement, celle des jeux vidéo, renforce la capacité de traduire des images planes en représentations d'un espace tridimensionnel. Historiquement, l'apparition des techniques d'impression (et, plus tard, des techniques photographiques) est associée à l'élaboration de conventions touchant la perspective. Ces conventions permettent et requièrent, à la fois, l'interprétation tridimensionnelle d'une représentation en deux dimensions. Les technologies de la vidéo vont encore plus loin que l'imprimerie et que la photographie dans leur représentation plane d'un espace tridimensionnel. En effet, le spectateur doit non seulement être capable d'interpréter en trois dimensions des images planes statiques, mais il doit également disposer des facultés nécessaires pour transformer, manipuler et relier mentalement des images dynamiques et changeantes.

(3) *The New Yorker*, 1985.

(4) McLUHAN, 1964.

(5) GARDNER, 1983.

(6) BUREAU, 1982.

## Télévision et transformation mentale d'une image plane

La télévision procure une formation informelle à la représentation de l'espace.

Les recherches qui font autorité en ce domaine furent menées par Salomon, en Israël. La figure n° 1 représente l'une des épreuves tirées de son test sur les changements d'optique (7).

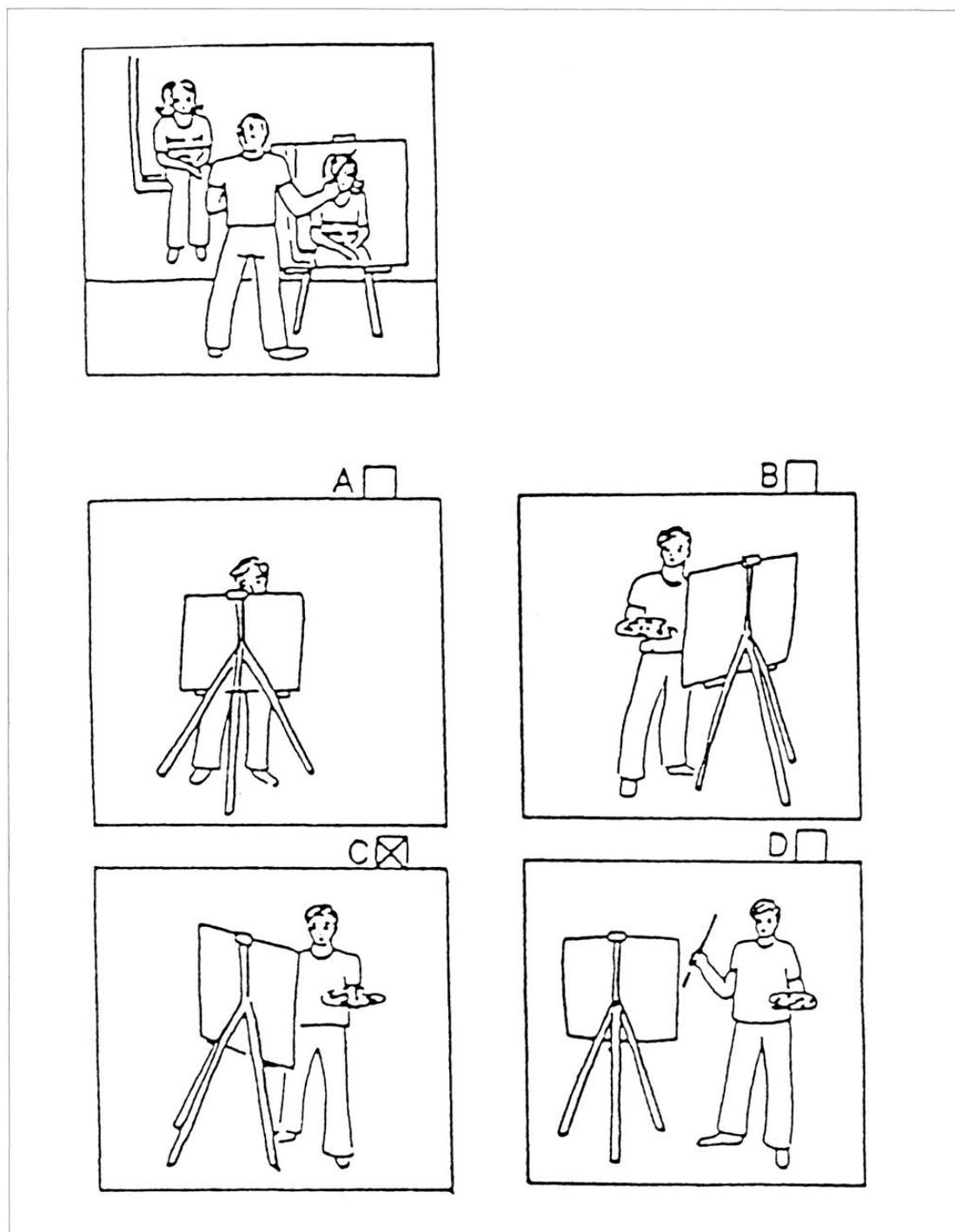


Figure n° 1. – Epreuve tirée du test sur les changements d'optique (Salomon, 1979).

(7) SALOMON, 1979.

A une certaine époque, alors qu'en Israël Sesame Street constituait le seul programme consacré aux enfants, Salomon découvrit que les spectateurs assidus de la série réussissaient plus facilement ce test que les spectateurs occasionnels. D'où venait donc cette corrélation entre une certaine aptitude au test et le temps passé à regarder la télévision ? Elle était indépendante du contenu télévisuel, mais elle avait ses racines dans le genre de techniques requis par le média en cause et dans les procédés qui en découlent. A la télévision comme au cinéma, une pratique des plus habituelles consiste à montrer la même scène en changeant plusieurs fois l'angle de la caméra, c'est-à-dire plusieurs fois la place de l'observateur. Et, apparemment, cette habitude des changements d'optique matériels produisait des capacités mentales de déplacement qui rejoignaient les exigences du test illustré par la figure n° 1. Nous avons donc ici un premier exemple d'une perception socialisée obtenue au moyen d'un média de communication : la télévision (et probablement le cinéma) développe des aptitudes à transformer une représentation plane en un espace tridimensionnel.

Une telle constatation peut servir de

preuve expérimentale à l'assertion de Marshall McLuhan (8) selon laquelle « le message, c'est le média ». Le message transmis ici, un message perceptif en l'occurrence, repose sur la seule technique cinématographique ou télévisuelle, de manière presque entièrement indépendante du contenu des programmes.

### **Jeux vidéo : renforcement des facultés de visualisation de l'espace acquises au moyen de la télévision**

Entre autres choses, on pourrait dire que les jeux vidéo et les ordinateurs sont des télévisions interactives. Il se trouve que de nombreux procédés de la technologie informatique s'échafaudent sur les facultés de visualisation de l'espace acquises grâce à la télévision et qu'ils les utilisent. Mais je choisirai mes exemples parmi les jeux vidéo d'action.

Ma première histoire a montré que la capacité de se déplacer mentalement d'un angle optique à un autre, acquise en regardant la télévision, est également nécessaire à la pratique de certains jeux vidéo. La figure n° 2 présente deux plans tirés d'un jeu nommé *Tranquility Base*.

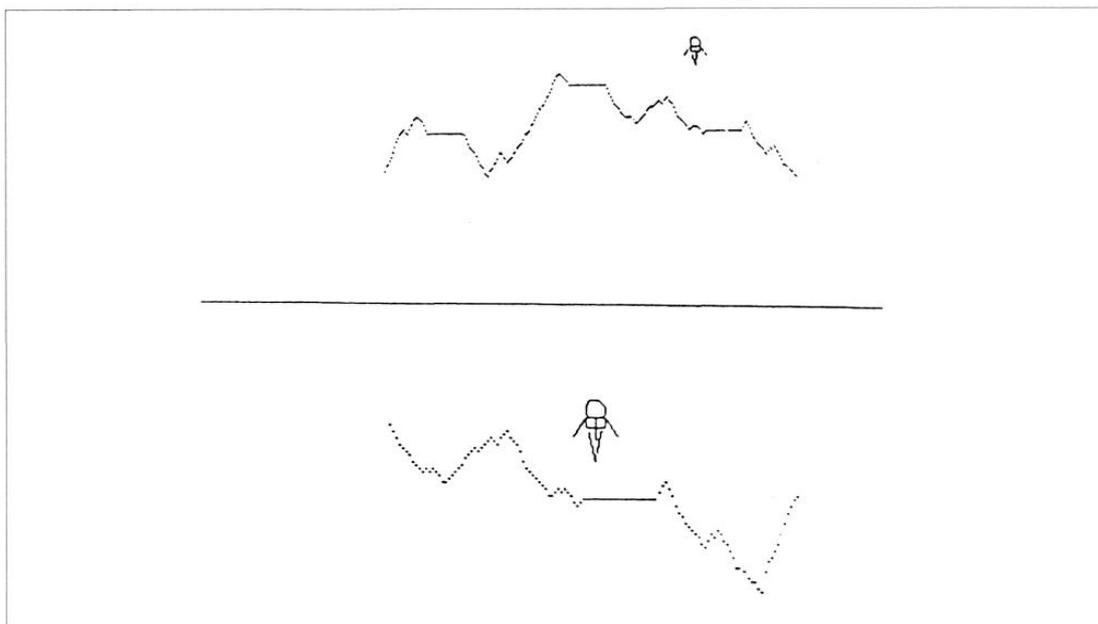


Figure n° 2. – Deux plans tirés de *Tranquility Base*.

(8) McLUHAN, 1964.

Dans ce jeu, la tâche consiste à faire atterrir sans dommages votre vaisseau spatial sur un terrain plat. Au début le joueur voit le plan figuré en haut avec le vaisseau spatial à une certaine distance. A mesure que le vaisseau spatial se rapproche du terrain sur lequel il doit atterrir, l'angle de vue se transforme et on aboutit au plan visible en bas de la figure n° 2. Cette dernière image est en fait un plan rapproché d'une partie du paysage montré au-dessus. Pour réussir le jeu, le joueur doit être capable de comprendre le glissement du plan général au plan rapproché. L'important pour nous, c'est que la faculté de visualisation de l'espace – la capacité de changer mentalement d'optique – soit, à la fois, développée par la fréquentation de la télévision et utilisée dans les jeux vidéo d'action.

Selon moi, les enfants dont la maturation sociale s'est accompagnée d'une fréquentation poussée de la télévision et du cinéma seront très réceptifs aux représentations planes des changements d'optique, et cette familiarité constituera pour eux un avantage de départ dans la compréhension des images véhiculées sur l'écran par un jeu comme *Tranquility Base*. Bien que *Tranquility Base* soit un jeu pour micro-ordinateurs, la nécessité de changements d'optique se retrouve dans nombre d'autres jeux proposés aussi bien dans les salles d'arcades que dans les cafés (Zaxxon en fait partie).

Les facultés de visualisation de l'espace développées par la télévision et le cinéma ne sont pas limitées aux capacités de changement d'optique : elles sont, en fait, nombreuses et variées. La figure n° 3 en présente un autre exemple.

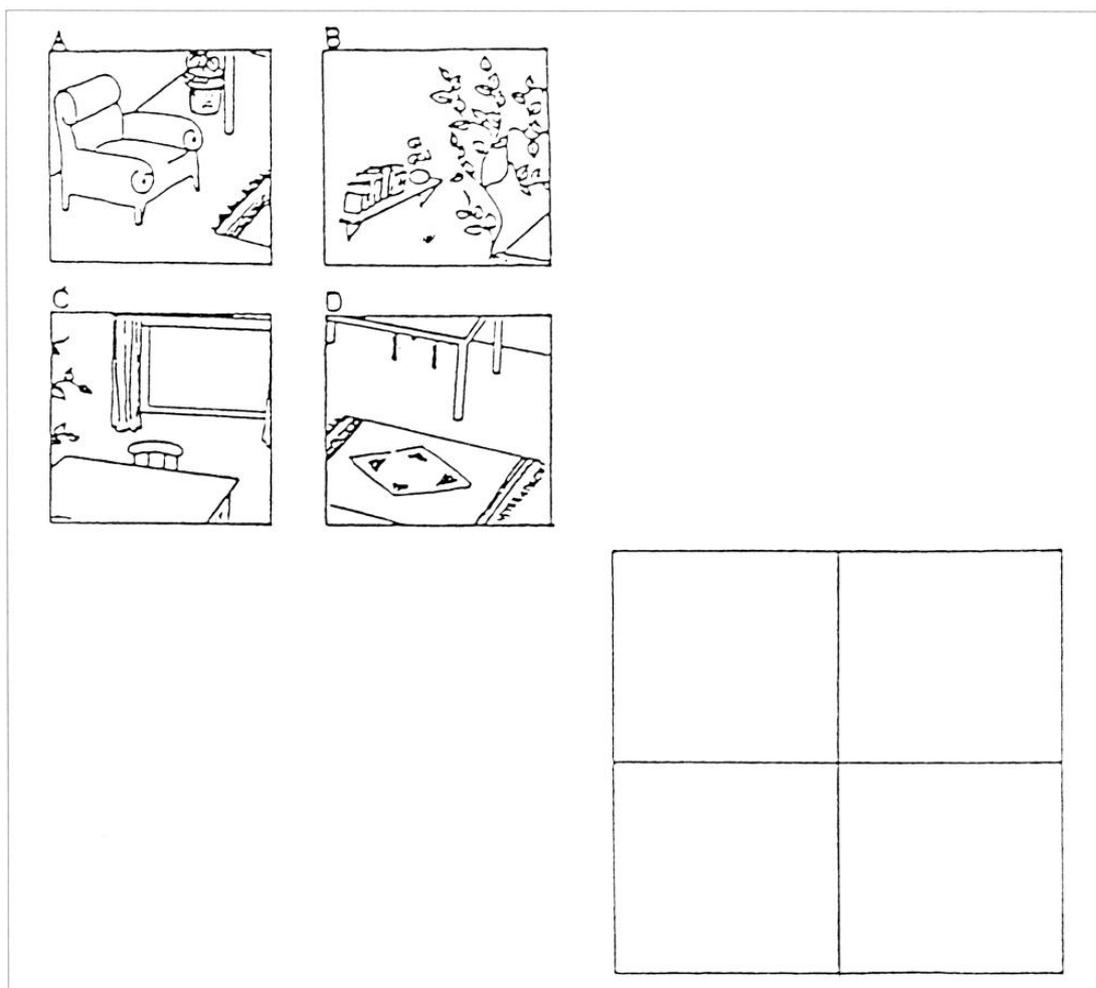


Figure n° 3. – Epreuve tirée du test sur la construction de l'espace (Salomon, 1979).

Ce qui précède (figure n° 3) est une épreuve d'un autre test de Salomon, le test sur la construction de l'espace. Dans cette épreuve, la tâche consiste à rassembler les quatre fragments d'une image pour reconstituer un espace unique, dans ce cas une pièce d'appartement. Salomon découvre que les enfants qui avaient de bons résultats lors de ce test étaient plus que les autres capables de comprendre les montages cinématographiques.

A quoi tient cette corrélation entre un bon résultat au test de construction de l'espace et les facultés d'interprétation des montages cinématographiques ? La réponse, encore un fois, peut être cherchée dans une technique visuelle intrinsèque aux médias cinéma et télévision. Lorsque la caméra doit filmer un espace tridimensionnel, une pièce d'appartement par exemple, elle ne montre pas, cela ne lui est pas possible, tout l'espace d'un seul coup. Tantôt elle opère un panoramique, tantôt elle raccorde une partie de

la pièce à une autre. Elle n'en montre qu'une partie à la fois. Pour se faire une idée de l'ensemble de l'espace, le spectateur ou la spectatrice doivent rassembler mentalement ces fragments et opérer leur propre construction de la pièce. Or, apparemment, le fait d'avoir appris à interpréter et à rassembler les prises de vue fragmentaires qui entrent dans la composition d'un film, crée une aptitude cognitive dont l'application se transpose sans difficulté dans un test employant le papier et le crayon.

Beaucoup de jeux vidéo sont précisément basés sur ce type d'opérations cognitives de l'assemblage spatial. Il en résulte que le chevauchement technologique entre nos deux médias, la télévision et les jeux vidéo, se double d'un chevauchement entre les aptitudes cognitives qu'ils favorisent. La figure n° 4 présente trois plans tirés d'un jeu appelé *Castle Wolfenstein* qui est un exemple d'utilisation de ces aptitudes.

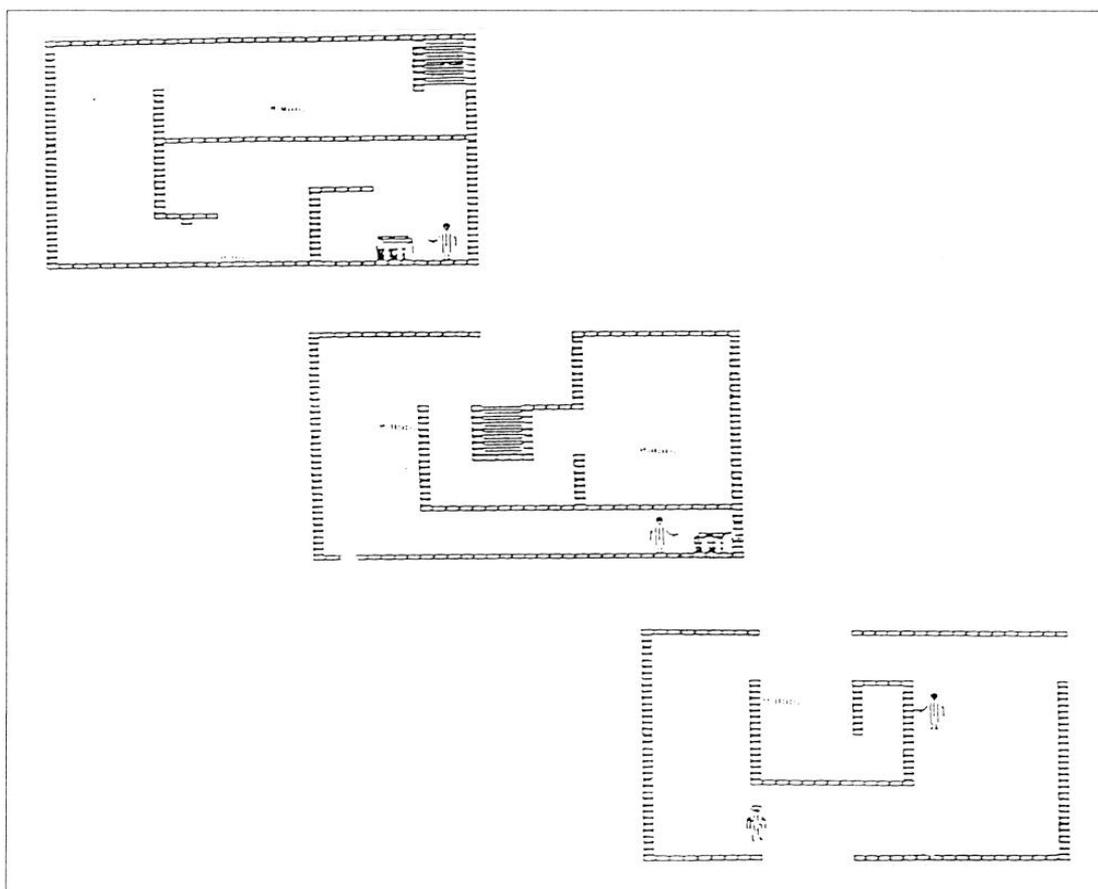


Figure n° 4. – Trois labyrinthes raccordés tirés de *Castle Wolfenstein*.

Le but de *Castle Wolfenstein* consiste à s'échapper d'une forteresse qui représente une prison nazie. La forteresse est constituée d'une série de labyrinthes, dont un seul est visible à la fois. Ces labyrinthes sont pourtant reliés entre eux, verticalement par des escaliers (par exemple celui qui se trouve dans le coin supérieur droit du labyrinthe du haut) et horizontalement par des encadrements de porte (par exemple celui qui se trouve au centre supérieur du labyrinthe du milieu). Pour se faire une idée d'ensemble de la forteresse, le joueur doit rassembler dans son esprit les différents labyrinthes et construire mentalement l'espace tout entier.

Ma propre expérience de ce jeu montre que cette faculté ne va pas de soi. Après mon premier essai, j'avais conclu que chaque labyrinthe était indépendant des

autres et que leur ordre tenait essentiellement du hasard. J'avais ainsi commis une erreur capitale, puisque non seulement je m'étais montrée incapable de rassembler les fragments, mais je n'avais même pas imaginé qu'ils *pouvaient* être rassemblés. Mon ignorance stupéfia mon fils Matthew (« La plupart de gens devinent *cela*, ils n'ont même pas besoin d'y prêter attention ! »). Sa stupéfaction me mit sur une piste : peut-être que, à l'inverse de tout un chacun, les joueurs chevronnés de son espèce abordaient l'assemblage spatial comme une simple convention et une habitude bien comprise.

La figure n° 5 est une carte de *Castle Wolfenstein* esquissée pour moi par Matthew et par son ami, Paul Riskin, lorsqu'ils découvrirent mon intérêt touchant les particularités spatiales de ce jeu.

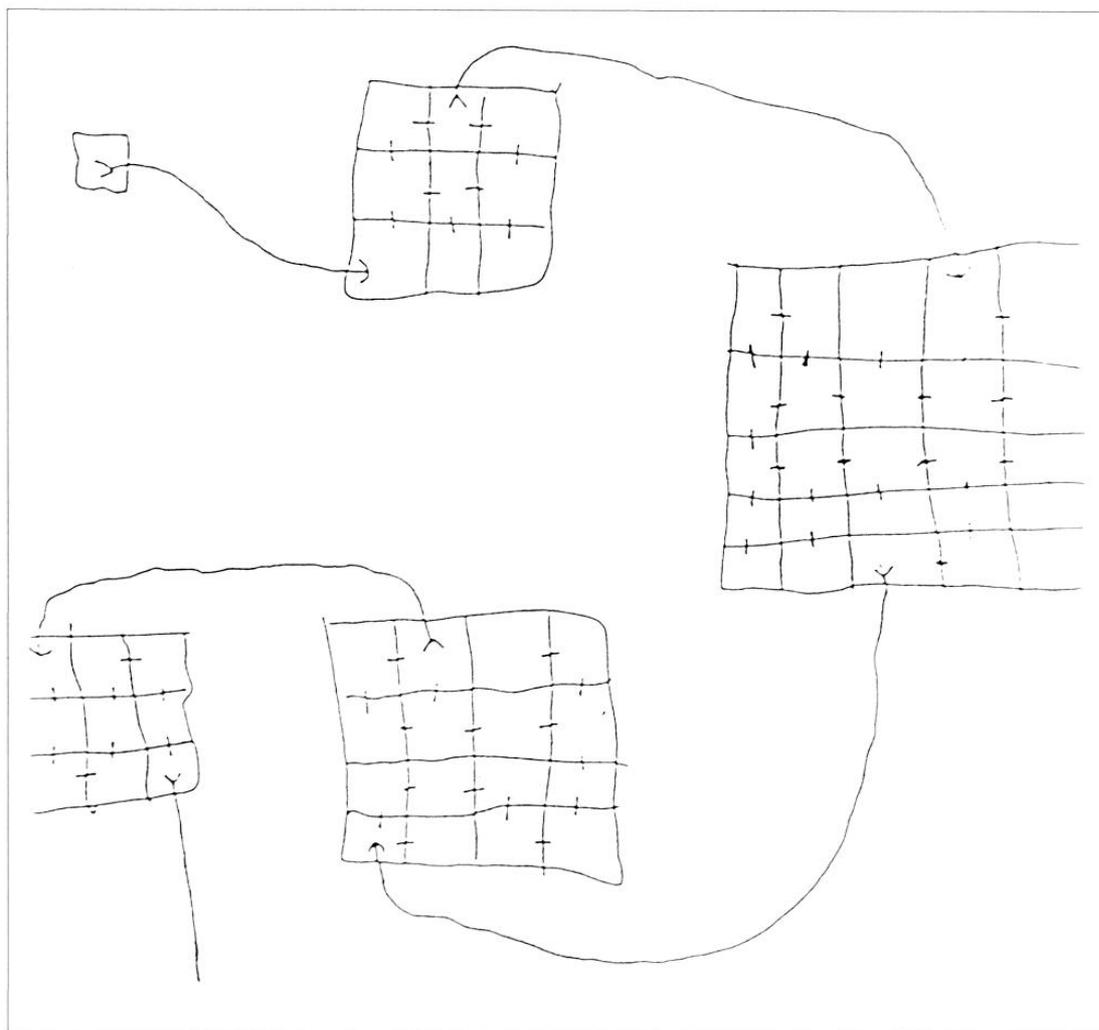


Figure n° 5. – Croquis de *Castle Wolfenstein*.

Il est clair, d'après cette projection, que des joueurs chevronnés possèdent des facultés d'assemblage spatial très étendues. L'idée de la carte provenait d'une revue où elle figurait, mais Paul fit la première esquisse entièrement de mémoire. Matthew regarda ce premier dessin de la forteresse, pensa y trouver quelques erreurs, et les corrigea après avoir visualisé un petit morceau du jeu. L'esquisse révisée est celle qui apparaît sur la figure n° 5. Un tour d'horizon informel effectué dans une classe d'études de la communication de l'UCLA a confirmé que les joueurs de *Castle Wolfenstein* n'avaient pas attendu de voir la moindre carte réelle de la forteresse pour en projeter des cartes mentales au cours du jeu.

Pour en revenir à notre propos actuel, on voit que tout s'emboîte : le jeu vidéo *Castle Wolfenstein* oblige les joueurs à rassembler des fragments d'espace dans une structure unique, cela est en parallèle étroit avec la tâche imposée par le test sur la construction de l'espace, or la réussite de ce test exige, on l'a vu, une certaine compréhension du cinéma. C'est ainsi que la socialisation opérée par la visualisation de la télévision ou du cinéma dispense un enseignement informel qui a également sa pertinence dans la compréhension (et dans la mise en œuvre) des consoles de jeux vidéo.

Mais il est également prouvé que ces jeux vidéo ne font qu'améliorer les facultés spatiales qu'ils requièrent.

Une première confirmation nous est fournie dans une étude effectuée par Gagnon (9). Celle-là découvrit qu'en procurant à ses étudiants du collège Harvard cinq heures de jeu sur des consoles d'arcades elle pouvait améliorer leurs résultats aux tests sur papier portant sur les aptitudes à la visualisation de l'espace. Cependant, les effets positifs de la pratique des jeux vidéo concernaient uniquement les joueurs inexpérimentés (pour le test d'orientation spatiale Guilford-Zimmerman) et les femmes (pour le test de visuali-

sation spatiale Guilford-Zimmerman). Ces deux groupes, en fait, se chevauchaient largement car la majorité des femmes de l'échantillon était classée parmi les joueurs novices, et la majorité des hommes parmi les joueurs chevronnés.

Outre cela, les deux groupes, joueurs novices et femmes, qui, grâce à la pratique expérimentale des jeux, bénéficiaient de l'amélioration la plus sensible, étaient également ceux qui avaient, au départ, les plus mauvais résultats aux tests de visualisation de l'espace. Ainsi donc, les jeux constituaient une sorte de remède pour les gens affligés de facultés spatiales relativement peu développées. Gagnon constata bel et bien que les résultats obtenus aux tests portant sur la visualisation de l'espace étaient généralement corrélés avec la pratique antérieure des jeux vidéo : plus celle-ci était importante, meilleurs étaient les résultats.

Plus récemment, Brannon et Lohr, deux de mes étudiants en cours de scolarité, ont approfondi ce travail et ont confirmé que l'aptitude aux jeux vidéo était corrélée avec des capacités plus générales de visualisation de l'espace (10). Ils avaient choisi pour leur étude *The Empire Strikes Back*, un jeu d'action pratiqué dans les salles d'arcades, et assez remarquable par le fait qu'il demande au joueur de naviguer dans un espace tridimensionnel représenté sur un écran à deux dimensions. Ces deux chercheurs avaient adopté comme formule de se tenir près de la console de la salle d'arcades et de proposer un test aux joueurs dès qu'ils avaient fini. Ce test, qui consiste à plier mentalement un support en papier, est tiré de Shepard et Fang (11), et exige, lui aussi, une visualisation tridimensionnelle d'une représentation en deux dimensions. Nous l'avons reproduit sur la figure n° 6.

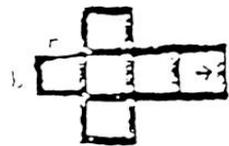
Vous trouverez ci-dessous un certain nombre de dessins représentant un cube qui a été « déplié ». Votre tâche consiste à replier mentalement celui qui est marqué d'une flèche.

(9) GAGNON, 1985.

(10) BRANNON, LOHR, 1985.

(11) SHEPARD, FANG, 1972.

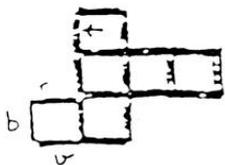
Exemple : Vous trouverez ci-dessous la représentation de cubes « dépliés ». Votre tâche consiste à replier mentalement chaque cube et à déterminer lequel de ses côtés va toucher l'arête marquée d'une flèche.



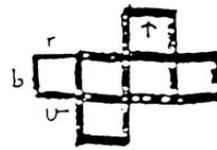
plié :



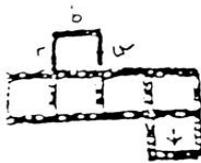
- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



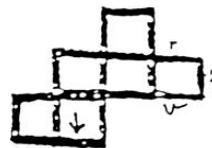
- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



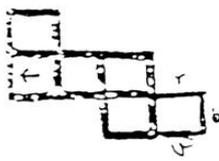
- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



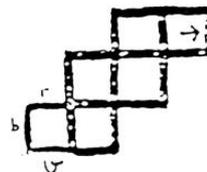
- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



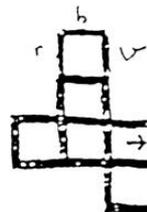
- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois



- a) rouge
- b) bleu
- c) vert
- d) aucun des trois

Figure n. 6. – Test du pliage mental d'un support papier.

Ils constatèrent que les meilleurs joueurs du jeu vidéo (avec un score supérieur à 100 000 points) leur présentaient des résultats significativement meilleurs dans la réalisation du test. Cette étude confirme qu'un jeu vidéo utilise et/ou améliore des facultés de visualisation de l'espace qui débordent les simples facultés requises par le jeu lui-même. Et, élément des plus intéressants pour ce qui concerne les relations entre la télévision et le jeu vidéo, Pezdek et ses collaborateurs avaient découvert que l'aptitude à comprendre la télévision (en dehors de toute aptitude à comprendre la radio ou un quelconque matériel écrit) était fortement concordante avec de bons résultats au test du pliage mental d'un support en papier (12). Autrement dit, dans la lignée de l'hypothèse présentée au-dessus, nous avons là une preuve empirique peu contestable du fait que les jeux vidéo tridimensionnels utilisent, et sans doute améliorent, les facultés requises pour traiter l'information émanant de la télévision.

Au cours d'un prolongement expérimental à cette étude de corrélation, nous avons cherché à savoir si le pliage mental du support en papier avait quelque chance d'être facilité par la pratique de *The Empire Strikes Back*. Nous avons donc demandé à des étudiants universitaires de s'exercer à ce jeu. Nous avons alors constaté que les étudiants qui, dès le départ, présentaient de meilleures aptitudes spatiales étaient également dans notre protocole expérimental de meilleurs pratiquants du jeu vidéo. Comme Gagnon (13), nous avons également constaté que les étudiants affligés au début des plus maigres aptitudes spatiales étaient aussi ceux pour lesquels la comparaison entre le test de départ et le test d'arrivée affichait le gain le plus élevé. La tendance voulait que le gain le plus fort au test de pliage du papier soit l'apanage des joueurs à la fois novices et ayant débuté avec de maigres aptitudes spatiales mais s'adaptant parfaitement au jeu vidéo. Cependant, un groupe de

contrôle n'ayant pas reçu la directive de pratiquer *The Empire Strikes Back* remportait, lui aussi, de meilleurs résultats à l'arrivée, lors de la deuxième présentation du test de pliage mental du support papier (en dépit du fait que, pour tous les sujets également, ce test était présenté différemment d'une fois sur l'autre). Pour savoir si, en sus de la formation dispensée par la simple exécution du test spatial, la pratique répétée (une soixantaine de fois environ) d'un jeu vidéo tridimensionnel peut avoir une influence significative sur les aptitudes spatiales, il faudrait effectuer une analyse régressive qui n'a pas été réalisée. Dans le cas où ses résultats seraient négatifs, nous ne pourrions pas savoir réellement si la pratique du jeu vidéo fut simplement de trop courte durée pour provoquer un effet perceptible, si le test représentait à lui seul une expérience pédagogique trop puissante, ou si les facultés spatiales avaient influencé les résultats du jeu, et non *l'inverse*.

Dans l'ensemble, les recherches actuelles indiquent que les jeux vidéo utilisent des facultés de visualisation de l'espace qui ne se bornent pas à ces jeux et qui peuvent s'exercer dans d'autres contextes. Et, ce qui est très intéressant, dans certains cas, non seulement les jeux sont le reflet de facultés plus générales en ce domaine mais, en outre, ils les influencent en amplifiant des capacités développées à l'origine par les médias plus anciens que sont la télévision et le cinéma.

### **Facultés de visualisation de l'espace, ordinateurs et éducation technologique**

Dans l'expérience de Gagnon, les tests spécifiquement affectés par la pratique du jeu vidéo étaient censés mesurer des facteurs importants pour l'exercice de métiers en rapport avec la mécanique, les différentes techniques et l'architecture. Les découvertes récentes ont franchi un pas de plus, et elles laissent présumer que toutes

(12) PEZDEK, SIMON, STOECKER, KHELEY, 1986.

(13) GAGNON, 1986.

sortes d'aptitudes à l'informatique seraient également tout à fait dépendantes de capacités visuelles.

Pour donner un exemple assez surprenant puisqu'il concerne le traitement de texte, on a découvert que le meilleur indicateur des capacités d'assimilation de cette activité par des adultes novices trouvait sa source dans leur mémoire spatiale (mesurée par l'arrangement d'objets) (14). Et, quand il s'agit de programmation, les facultés de visualisation de l'espace interviennent également. De jeunes enfants captaient plus facilement la programmation (en langage LOGO) lorsqu'ils étaient capables dès le départ d'opérer des changements de perspectives (15). Ici donc, une aptitude qui, nous l'avons vu, fait partie de la culture télévisuelle et cinématographique, trouve son utilité non seulement dans la pratique des jeux vidéo, mais également dans la programmation informatique.

Dans un article paru en 1977 dans la revue *Science*, E.S. Ferguson soulignait que, fondamentalement, le langage technologique est un langage non verbal, et que les gens concernés doivent être capables de penser à l'aide d'images visuelles (16). Il critiquait le parti pris des écoles d'ingénieurs qui habituent leurs élèves à analyser les systèmes avec des chiffres plutôt qu'à l'aide d'images visuelles, en faisant remarquer que cette façon de procéder avait entraîné une pénurie de personnel possédant les aptitudes nécessaires pour faire fonctionner les machines et le matériel existant dans la réalité.

Maintenant que toutes sortes d'apprentissages et de métiers empruntent la voie de l'écran des ordinateurs, la remarque de Ferguson s'applique bien au-delà des professions d'ingénieurs. Or notre système pédagogique, tant dans l'enseignement dispensé que dans les contrôles effectués, continue d'ignorer les exigences visuelles des nouvelles technologies. Nous nous sentons concernés par la culture livresque

et nous ignorons la culture visuelle et spatiale. Tant que cette situation n'aura pas changé, il faudra donc bien compter sur la télévision et sur les jeux vidéo pour remédier par une éducation informelle aux lacunes touchant cet important domaine.

### **Effets des aptitudes aux jeux vidéo sur l'attention visuelle**

Tout en examinant les jeux vidéo sous leur aspect d'instruments culturels qui participent à la socialisation cognitive, nous avons également pris en considération leurs effets sur les tactiques employées en matière d'attention visuelle. Pour cela, nous sommes partis de l'hypothèse que les pratiquants chevronnés des jeux vidéo devaient être exercés à « dédoubler » leur attention en différents points de leur champ visuel. Cette aptitude, pensions-nous, était requise par le fait qu'un grand nombre de choses intervient simultanément sur l'écran du jeu, et que, par conséquent, un joueur pour survivre doit rester conscient de multiples événements intervenant en différents endroits. Au début de notre expérience, appliquée à des étudiants d'université de Wistanley, Kaye et moi avons procédé à un test destiné à faire un tri entre les joueurs novices et les joueurs chevronnés. Nous avons proposé à chacun d'entre eux une épreuve d'attention visuelle. La tâche consistait à appuyer sur un bouton quand un astérisque apparaissait en deux endroits très précisément spécifiés de l'écran. Il apparaissait parfois dans l'un, parfois dans l'autre et, occasionnellement (une fois sur dix), dans les deux en même temps.

Tant que l'endroit fut essentiellement aléatoire (on disait aux sujets que la probabilité d'apparition était la même pour les deux endroits), aucune relation avec l'habitude des jeux vidéo ne se fit jour. En revanche, lorsque l'on informa les sujets que l'astérisque avait davantage de chance d'apparaître dans l'un des deux endroits

(14) GOMEZ, BOWERS, EGAN, 1982; GOMEZ, EGAN, WHEELER, SHARMA, GRUCHACZ, 1983.

(15) ROBERTS, 1984.

(16) FERGUSON, 1977.

que dans l'autre, les joueurs chevronnés se mirent à réagir d'une manière significativement plus rapide que les novices. Et, ce qui est encore plus intéressant, les joueurs chevronnés se montrèrent particulièrement aptes à accorder une attention périphérique à l'endroit le moins exposé tout en concentrant sur l'autre leur attention principale.

Enfin, dans ce cas de figure avec probabilités inégales selon l'endroit, ces joueurs-là se montrèrent également significativement plus performants lors des apparitions simultanées de l'astérisque aux deux endroits. D'après notre interprétation de ces résultats, les pratiquants de jeux vidéo savent astucieusement utiliser des modèles de probabilités pour mettre en attente leurs perceptions. Ces mises en attente fonctionnent comme des tactiques qui leur permettent de maîtriser les événements simultanés de l'écran vidéo.

Il est à noter que nos résultats ne signifient pas que, tout simplement, les temps de réaction aux stimuli visuels sont écourtés chez les pratiquants des jeux vidéo. La supériorité de ceux-là ne se manifeste pas dans toutes les occasions, mais seulement dans les situations qui présentent une structure de probabilité inégale.

Dans une deuxième phase de l'étude, Kaye, Kilpatrick et moi avons demandé aux sujets de pratiquer en laboratoire un jeu d'arcades d'action, lequel requiert une attention « dédoublée ». Notre hypothèse est que la pratique du jeu vidéo peut être à l'origine d'une amélioration des tactiques de « dédoublement » de l'attention. A la fin de cette expérience, nous serons en mesure de dire si oui ou non les jeux vidéo constituent un facteur causal du développement de tactiques de « dédoublement » de l'attention, ou si l'adresse dans la pratique du jeu ne fait que refléter des aptitudes acquises par d'autres moyens.

### **Apprendre à maîtriser des systèmes complexes**

Outre le fait qu'il propose des stimuli visuels qui demandent diverses aptitudes en la matière, un jeu vidéo est également un *système complexe* qu'il s'agit de maîtriser. Prenons l'exemple de *Tranquility Base*

représenté sur la figure n° 2. Ce jeu, relativement simple, comporte cependant six variables. Pour faire atterrir le vaisseau spatial sans dommages, le joueur doit tenir compte de l'altitude, de la vitesse horizontale, de la vitesse verticale, de la direction, de la quantité d'essence disponible, et de la situation horizontale. Voilà pour les différentes variables. De plus, toutes ces variables sont en interaction. Les effets de chacune d'entre elles diffèrent selon les valeurs affectées aux autres. Par exemple, tomber en panne d'essence provoque des effets très différents selon que l'on se trouve posé sur le sol ou 1 500 m plus haut. Et cela ne rend compte que de l'interaction de deux variables, la quantité d'essence et l'altitude. Pour poser le vaisseau spatial en toute sécurité, le joueur doit tenir compte de ces variables non pas une par une, mais aussi dans leurs effets l'une sur l'autre. Notons également que les variables sont dynamiques car leur valeur se transforme avec le temps qui passe. L'essence, par exemple, ne cesse de diminuer, et la position est tenue de changer constamment, soit horizontalement soit verticalement.

A l'époque où j'essayais d'apprendre ce jeu, je me surpris à tenter de m'occuper d'une seule variable à la fois. Lorsque cela se révéla inopérant, je fis des tentatives pour en manier plusieurs simultanément, mais en les considérant comme des variables indépendantes, sans interaction. Mon fils, qui m'avait enseigné le jeu, n'arrivait pas à comprendre pourquoi j'avais autant d'ennuis. De toute évidence, la technique d'assemblage de variables en interaction était devenue pour lui une seconde nature. Et cela pourrait bien constituer un apport du plus grand intérêt à mettre au crédit de la pratique des jeux vidéo.

La capacité de maîtriser des systèmes complexes fonctionnant à partir de multiples variables dynamiques en interaction est un avantage significatif. Le monde, en effet, ne peut se résumer en un quelconque système rudimentaire, mais il dépend d'un ensemble de nombreux systèmes complexes et dynamiques. Ainsi que nous le verrons dans la partie suivante, les jeux vi-

déo, sans présenter forcément des modèles de systèmes proches de la réalité, développent bel et bien des aptitudes à concevoir le fonctionnement des systèmes complexes. Et, potentiellement, de telles aptitudes restent acquises quand il s'agit de comprendre le fonctionnement de simulations plus réalistes.

### Jeux vidéo et recherche par induction

Le plus intéressant à propos du jeu vidéo considéré comme un système complexe tient peut-être au fait que personne ne vous fournit ses règles à l'avance. Celles-ci doivent être découvertes par l'observation, par des tâtonnements, « essais et erreurs » et par une méthode de mise à l'épreuve d'hypothèses.

Prenons, comme premier exemple, le jeu *Pac-Man*. Lors de mon premier essai, je me montrai très mauvaise à ce jeu. J'en conclus alors que, tout simplement, mon temps de réaction était trop long mais pen-

sais avoir pour l'essentiel compris le jeu. Là-dessus je lus un livre dont le titre est *The Video Master's Guide to Pac-Man* (17) et je découvris que j'étais passée à côté de 90 %, si ce n'est 95 % du jeu ! Ce jeu était doté d'un programme comportant une myriade de règles et de combinaisons que, non seulement, je n'avais pas comprises mais dont je n'avais même pas soupçonné l'existence. C'est à ce moment-là que, pour la première fois, j'eus la révélation que même les jeux vidéo les plus rudimentaires (*Pac-Man* étant de ceux-là), loin d'être des jeux simplistes reposant sur les seules capacités motrices, étaient au fond très complexes et proposaient de nombreux défis cognitifs.

Maintenant, je vais révéler l'une des combinaisons astreignantes incluse dans le programme de *Pac-Man* et que le joueur ne trouvera pas expliquée d'avance, mais qui, une fois découverte, est bien utile pour la pratique du jeu. La figure n° 7 présente une vue schématique de l'écran de *Pac-Man*.

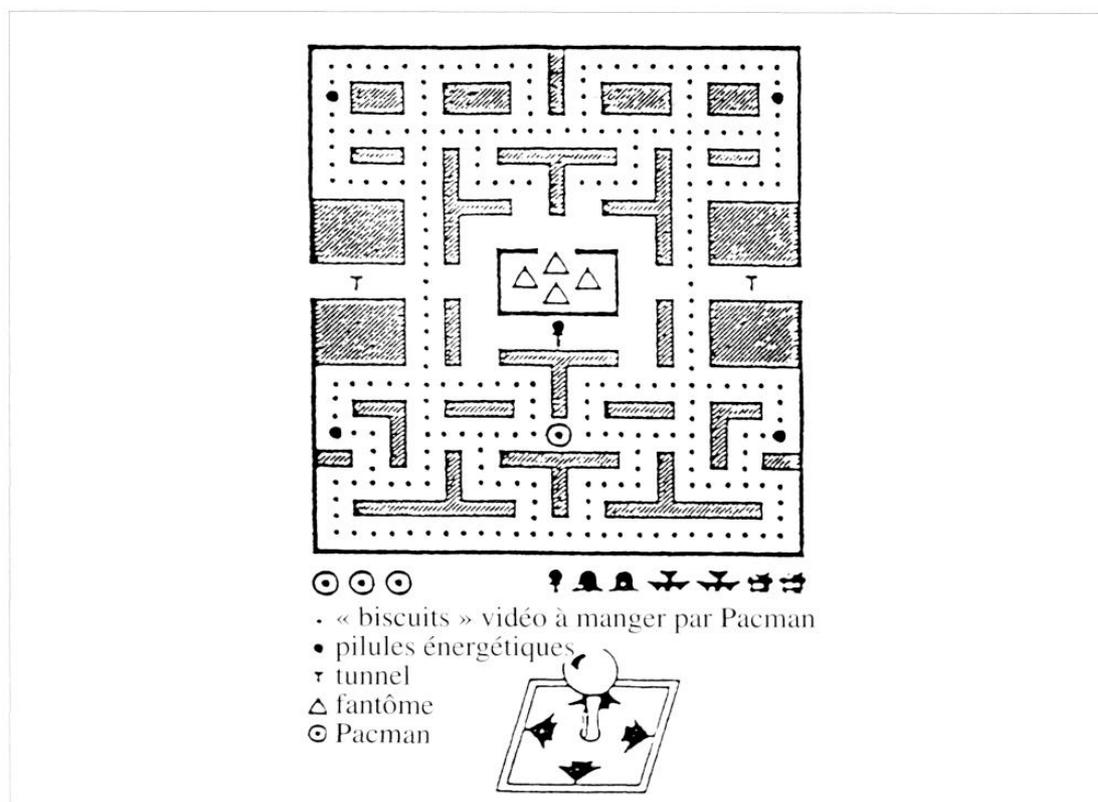


Figure n° 7. – Vue schématique de l'écran de *Pac-Man* (Sykora et Birkner, 1982).

(17) SYKORA, BIRKNER, 1982.

En gros, *Pac-Man* doit manger des petits biscuits représentés par des points jaunes en évitant les fantômes représentés par des triangles placés ici au centre. Au cours du jeu, les fantômes, qui sont chacun d'une couleur différente, sortent de leur réservoir, au milieu, et ils se mettent à patrouiller. Ce qui n'est pas montré, en revanche, c'est que chacun des fantômes a son caractère propre. L'un d'eux, par exemple, est très lent et peu agressif. Un autre est rapide et agressif à l'égard de *Pac-Man*. La connaissance de leur caractère aide le joueur à les éviter, ce qui représente l'élément clé pour la réussite du jeu. Mais il importe que cette connaissance soit empirique et passe par des observations et des tâtonnements. Depuis mes constatations à propos de *Pac-Man*, d'autres auteurs ont souligné l'aspect recherche-résolution de problèmes caractérisant les jeux vidéo (18).

On peut faire intervenir le parallèle avec le jeu d'échecs d'origine : dans ce jeu également, chaque pièce (la tour, le fou) obéit à des règles comportementales qui lui sont propres. Une différence majeure existe cependant : aux échecs, le joueur connaît les règles d'avance, alors qu'avec *Pac-Man*, il ou elle doit les découvrir tout(e) seul(e). Or la méthode consistant à procéder à des observations, à formuler des hypothèses et à retrouver des règles à partir de tâtonnements est, pour l'essentiel, la méthode cognitive employée dans la recherche par induction. C'est au moyen de ce processus que nous apprenons beaucoup de choses sur le monde qui nous entoure et, sur un plan plus formel, c'est le mode de raisonnement qui fonde la pensée et la recherche

scientifiques. Si les jeux vidéo pouvaient jouer un rôle formateur dans ce sens, ils seraient d'une grande importance éducative et sociale.

Cherchant sur cette voie, nous imaginâmes une expérience visant à étayer l'existence de cette méthode de recherche par induction au cours de la démarche de maîtrise des jeux vidéo, et à juger de la capacité de ces jeux à constituer un mode de préparation informel à la pensée scientifique et technique. Les détails de cette expérience ont déjà été publiés (19).

### **La méthode employée pour la recherche**

Notre protocole prévoyait d'utiliser le jeu *Evolution*, un jeu d'action « non éducatif » conçu pour les micro-ordinateurs Apple comme un outil d'entraînement expérimental à l'intention d'étudiants universitaires inscrits dans la classe préparatoire de psychologie. Mis à part le fait qu'il est relativement non violent, ce jeu présente toutes les caractéristiques d'un jeu vidéo normal ressemblant à ceux que l'on trouve dans les salles d'arcades, dans les cafés, sur les consoles portables et sur les consoles « de salon ». Mais, et cela était très important étant donné nos objectifs, il comporte plusieurs niveaux (20), dont chacun obéit à un ensemble de règles et de combinaisons différentes qui sont à découvrir à chaque fois.

Avec *Evolution*, le joueur « évolue » de l'état d'amibe à celui d'être humain. (Il ne s'agit évidemment pas d'une simulation réaliste !) La figure n° 8 représente l'écran au « niveau » amibe et au « niveau » têtard.

(18) STROVER, 1984 ; TURKLE, 1984.

(19) GREENFIELD, LAUBER, 1986.

(20) Un grand nombre de jeux d'action sont constitués d'une suite de tableaux différents, ces tableaux sont appelés « niveaux », c'est-à-dire « étapes » (NDT).

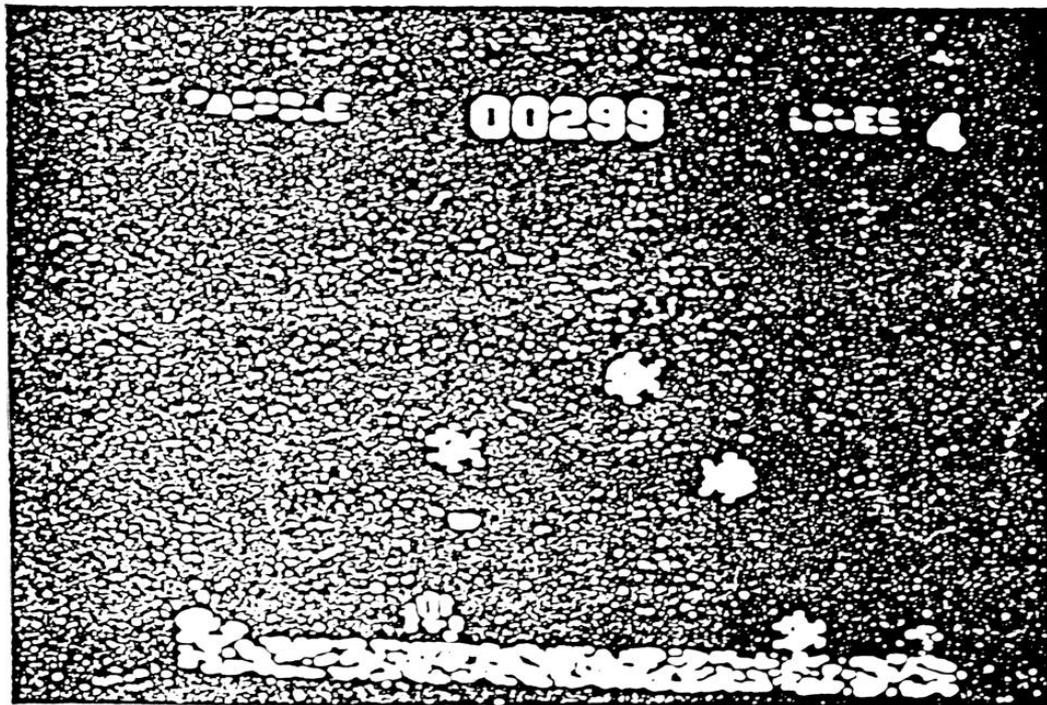
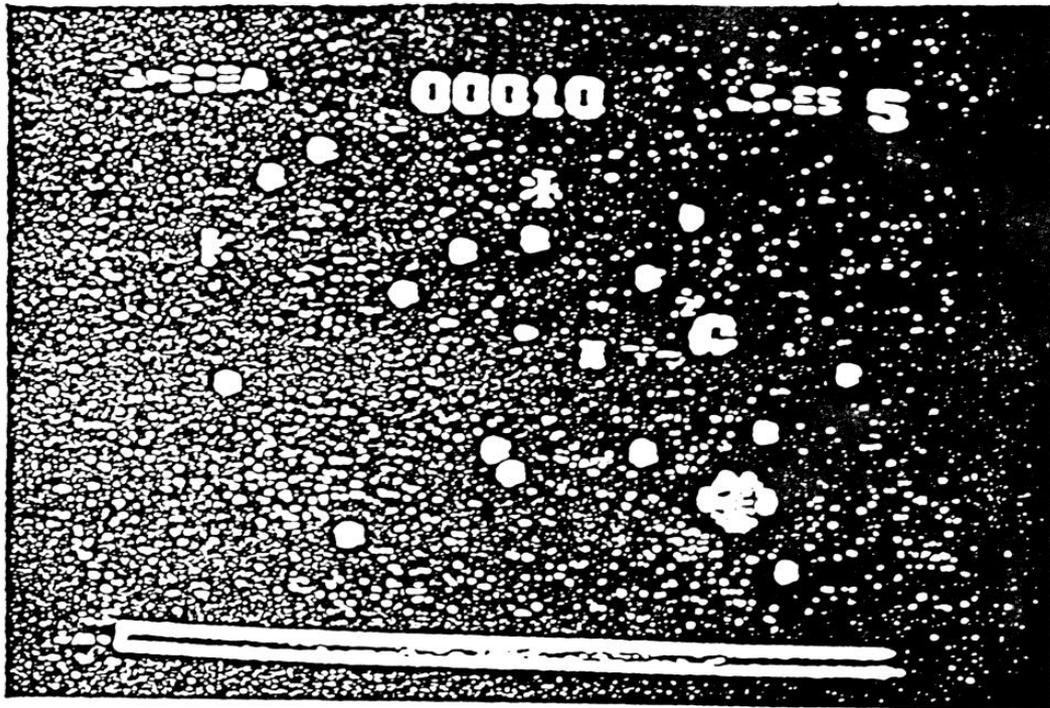


Figure n° 8. – Deux « niveaux » du jeu Evolution, le « niveau » amibe (en haut) et le « niveau » têtard (en bas).

A chaque étape, il est nécessaire de résoudre une série de problèmes induits : Quel est le but ? Qui sont les ennemis ? Comment faut-il manier le « joystick » (21) pour contrôler les mouvements ? Quelles sont les bonnes tactiques ?

Afin de collecter des données en rapport avec notre hypothèse d'existence d'une méthode de recherche, l'un de nos groupes expérimentaux reçut une série de questionnaires destinés à évaluer sa capacité à trouver les réponses aux questions qui précèdent. Deux fois au cours de chaque séance de jeu (il y eut trois séances qui occupèrent deux heures et demie en tout), chaque joueur reçut un questionnaire de ce genre. La figure n° 9 montre l'amélioration des connaissances portant sur le premier « niveau » du jeu, celui de l'amibe, à mesure que la pratique s'accroît.

naires destinés à évaluer sa capacité à trouver les réponses aux questions qui précèdent. Deux fois au cours de chaque séance de jeu (il y eut trois séances qui occupèrent deux heures et demie en tout), chaque joueur reçut un questionnaire de ce genre. La figure n° 9 montre l'amélioration des connaissances portant sur le premier « niveau » du jeu, celui de l'amibe, à mesure que la pratique s'accroît.

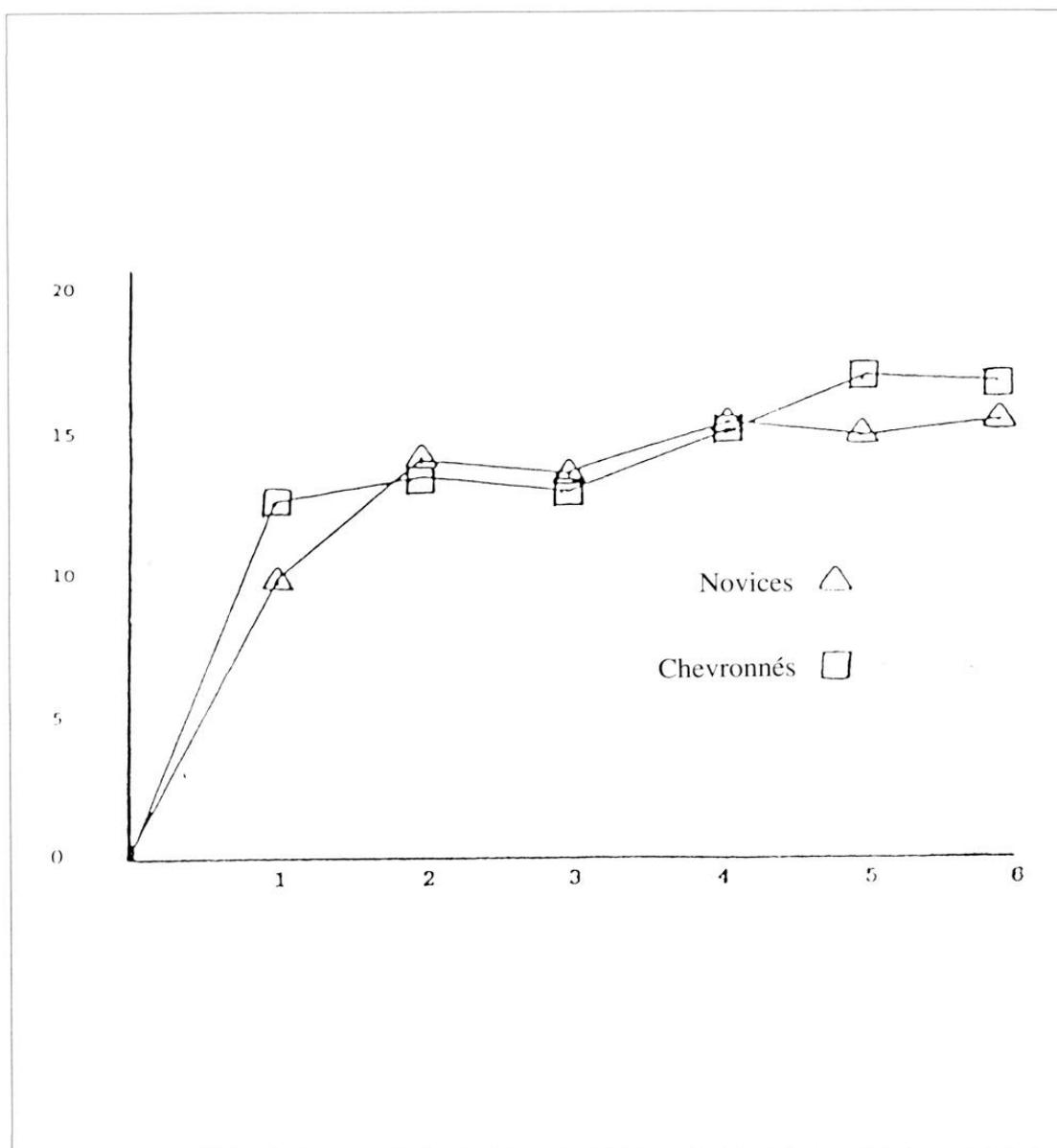


Figure n° 9. – Amélioration de la connaissance du jeu vidéo en fonction de la pratique (application portant sur le premier « niveau » d'Evolution).

(21) Littéralement « bâton de joie ». C'est le manche à balai miniature qui permet à l'utilisateur d'intervenir sur l'écran (NDT).

Le graphique est scindé en deux pour établir une différence entre le groupe des joueurs novices et celui des joueurs chevronnés. Pour chacun d'eux la courbe révèle une connaissance graduellement croissante des règles et combinaisons régissant ce premier « niveau » du jeu. Cependant, au début, les joueurs chevronnés apprennent notoirement plus vite et, à la fin, ils paraissent aboutir à un niveau de connaissances plus élevé. Nous en concluâmes que la maîtrise d'un jeu vidéo suppose bel et bien la découverte progressive de règles, de combinaisons et de tactiques, et que devenir un joueur chevronné c'est, en partie, acquérir l'aptitude à ce mécanisme d'induction.

Nous découvrîmes également que les novices étaient obligés d'apprendre le jeu au moyen de procédés inductifs à l'exclusion des procédés déductifs. Précédant sa première approche du jeu *Evolution*, un groupe de sujets reçut des indications détaillées concernant sa pratique. Les explications comprenaient des descriptions verbales des règles, combinaisons et tactiques. Elles comprenaient aussi des diapositives de l'ensemble des tableaux d'*Evolution* (une pour chaque « niveau ») ainsi qu'une bande vidéo de l'écran manié par un joueur chevronné qui franchissait toutes les étapes. Malgré cela, le groupe concerné mit autant de temps à apprendre le jeu qu'un autre groupe de novices obligé de tout découvrir tout seul en procédant par tâtonnements. Il semblerait, par conséquent, qu'au départ tout du moins, les jeux vidéo ne nécessitent pas seulement un apprentissage par induction mais un apprentissage inductif interactif : la compé-

tence ne s'acquiert pas davantage par l'application déductive de règles fournies verbalement que par l'observation d'un modèle.

### **Les jeux vidéo considérés comme une pédagogie informelle de la pensée scientifique et technique**

Étant donné que, de l'avis du plus grand nombre, les jeux vidéo par eux-mêmes ne représentent qu'une valeur sociale limitée sinon nulle (voir par exemple l'article du *Los Angeles Times* cité en référence [22]), nous étions particulièrement avides de savoir si le mécanisme de recherche par induction auquel les étudiants s'initiaient était reproductible pour la résolution de problèmes relevant de contextes scientifiques ou techniques, domaines d'une importance sociale cette fois incontestée. Pour cela, nous inventâmes deux tests de projection parallèles, le premier précédant les épreuves et le second les clôturant. Ces tests se présentaient sous la forme de démonstrations de fonctionnement de circuits électroniques présentés schématiquement sur un écran vidéo.

On se garda bien de donner aux sujets la moindre indication concernant les démonstrations, et même de leur indiquer qu'ils se trouvaient en face de circuits électroniques. On leur demanda seulement de regarder attentivement afin d'être capables par la suite de répondre à des questions à ce propos. Quelques images fixes de ce film sur les circuits électroniques sont reproduites sur la figure n° 10.

Après chacune des quelques démonstra-

(22) LOS ANGELES TIMES, 1983.

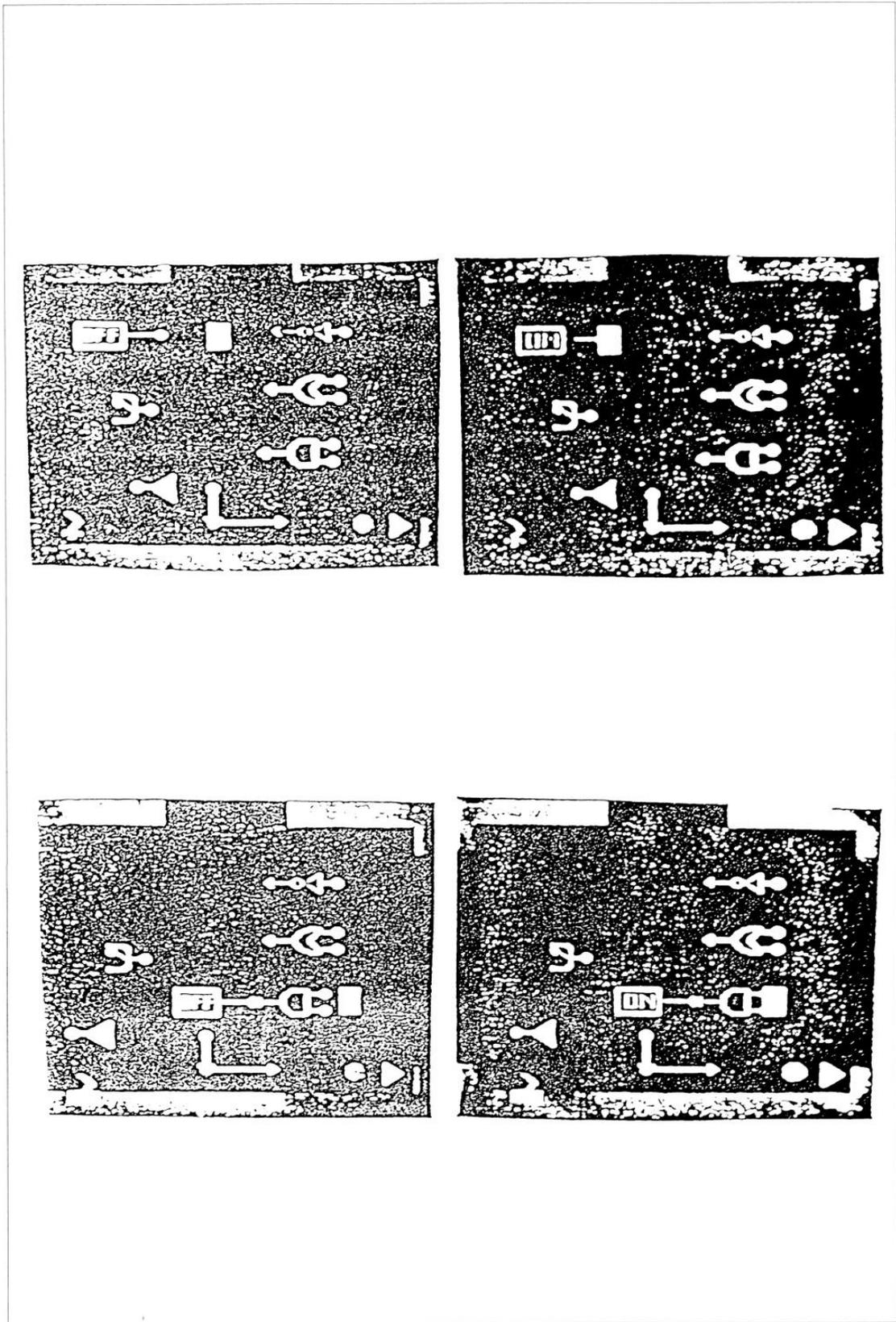


Figure n° 10. – Vue schématique de deux circuits électroniques. La paire d'en haut représente un circuit assez simple, celle d'en bas un circuit légèrement plus compliqué (tiré de Rocky's Boots, The Learning Company).

tions sur écran, on demandait aux sujets de répondre à des questions écrites. Ces questions étaient rédigées de telle manière que, pour y répondre, les sujets étaient obligés, non seulement d'avoir compris ce qu'ils avaient vu sur l'écran, mais également

d'être capables d'appliquer ce qu'ils en avaient retenu à d'autres circuits. La figure n 11 reproduit une page de questions du premier échelon.

Comparés à ceux du test de départ, les résultats du test de clôture montraient bel

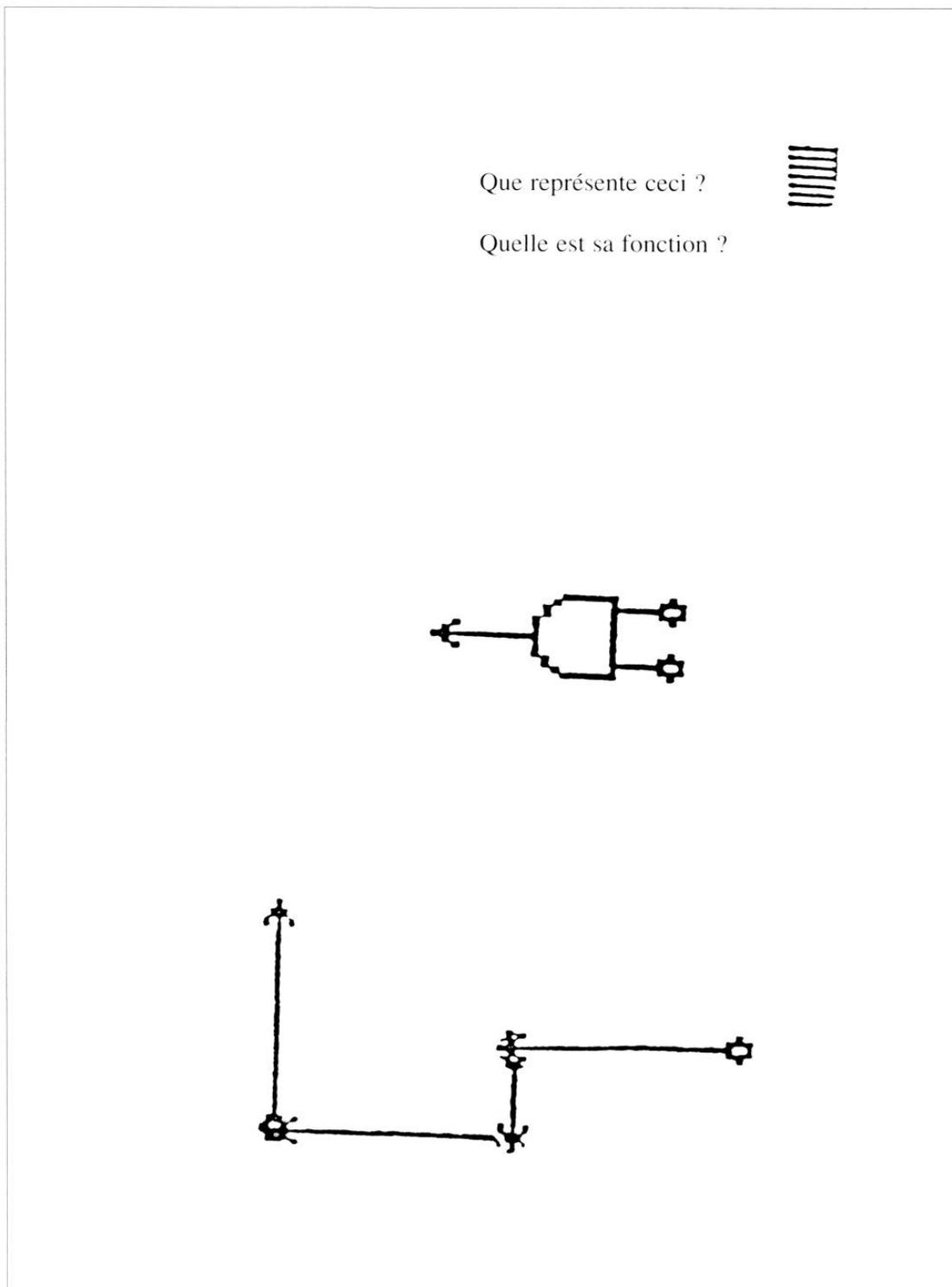


Figure n 11. – Une page du test concernant les aptitudes inductives.

et bien une répercussion sur le raisonnement scientifique et technique de cette pratique expérimentale d'un jeu vidéo. Entre les deux, et après seulement deux heures et demie d'exercice du jeu *Evolution*, les joueurs novices améliorèrent leurs performances de manière significative. Ce ne fut pas le cas d'un groupe de contrôle composé de joueurs novices auquel fut refusé la pratique d'*Evolution*. Dans ce groupe, au contraire, on ne releva aucune différence entre le premier et le deuxième test.

La validité écologique de cet effet de transposition fut testée sur un groupe de joueurs expérimentés. Dès le test de départ, les résultats de celui-ci en matière de résolution des problèmes scientifiques furent équivalents à ceux des joueurs novices retirant le bénéfice de notre entraînement expérimental. Ce résultat prouve qu'une pratique des jeux vidéo dans la vie de tous les jours produit le même effet que notre entraînement expérimental.

Il subsiste néanmoins une question troublante. Pour quelle raison, lors de ce test portant sur le raisonnement scientifique et technique, nos joueurs expérimentés, lesquels, pour certains d'entre eux, pouvaient aligner des centaines d'heures de pratique, obtenaient-ils tout juste les mêmes scores que les joueurs novices n'ayant à leur actif que deux heures et demie d'un jeu expérimental ? Alors que nos résultats démontrent que les jeux vidéo possèdent sans conteste une valeur de pédagogie informelle touchant les méthodes de la recherche scientifique, cette limitation de leurs effets pourrait également suggérer l'existence d'une loi de rendement non proportionnel : une pratique restreinte ou une maîtrise relative d'un jeu unique aurait autant d'influence sur le raisonnement scientifique que des heures et des heures de pratique assidue de nombreux jeux différents.

#### UN HOMME D'UN TYPE NOUVEAU ?

Les jeux vidéo constituent le premier exemple d'une technologie informatique

dont l'effet sur la génération à venir sera celui d'une organisation sociale à l'échelle des masses, et même de portée universelle. Cet effet apparaît, pour une bonne part, comme une préparation à l'appropriation de l'univers informatique dans son ensemble par les enfants, d'abord, mais également par les adultes. A titre d'exemple, lorsqu'un joueur retrouve les règles et les combinaisons d'un jeu, il évoque également les caractéristiques du programme informatique qui sous-tend ce jeu ou ce que le programmeur envisageait (23). La volonté de s'instruire par le biais d'une interaction avec un jeu plutôt que par la lecture de consignes constitue une qualité qui, en informatique, représente un avantage pour d'autres tâches et dans d'autres contextes. Enfin, nous l'avons déjà souligné, les facultés de visualisation de l'espace développées par les jeux vidéo trouvent leur application dans des activités aussi diverses que le traitement de texte ou la programmation.

Quel portrait peut-on faire d'une personne dont la maturation sociale a emprunté le chemin des technologies vidéo de la télévision et des ordinateurs ? Dans l'état de nos connaissances, nous pouvons déjà dire qu'elle a toutes les chances de posséder des capacités visuelles plus importantes que les personnes ayant disposé uniquement de médias plus anciens, tels l'écrit et la radio. Il se pourrait également que l'ordinateur, parce qu'il ajoute une dimension interactive à la télévision, engendre des individus doués d'aptitudes particulières à découvrir des règles et des combinaisons en faisant appel à une méthode active et interactive de tâtonnements « par essais et erreurs ». Les jeux vidéo, en tant que forme particulière de la technologie vidéo informatisée, constituent en outre une formation aux tactiques de vigilance visuelle. Ces tactiques sont probablement particulièrement nécessaires aux personnes concernées par des activités allant du basket-ball au contrôle du trafic aérien, c'est-à-dire des activités qui requièrent un traitement rapide, en temps réel, de stimuli multiples et complexes.

(23) SUDNOW, 1983. TURKLE, 1984.

Cette technologie est-elle en passe de faire apparaître un homme d'un type nouveau ? Les aptitudes en cause existaient déjà, mais leur mariage pourrait bien constituer une nouveauté. Et, fait encore plus significatif : pour les générations précédentes, le développement à un haut niveau de telles aptitudes était probablement réservé à des professions techniques relativement élitaires – les métiers de pilote ou d'ingénieur, par exemple, exigeaient des

capacités particulières en matière de visualisation de l'espace. Ces capacités, les jeux vidéo les ont rendues potentiellement accessibles à tous. A partir de là, on peut dire que leur influence potentielle est bien supérieure à celle des jeux appelés « éducatifs », qui profitent principalement aux détenteurs d'un micro-ordinateur à domicile ou, éventuellement, à l'école.

*Traduit de l'américain par Edith ZETTLIN*

## RÉFÉRENCES

- BRANNON C., LOHR D., *Spatial abilities related to skill at a three-dimensional video game*, Los Angeles, University of California, 1985.
- BUREAU R., « Apprentissage et culture », communication présentée au colloque sur l'instruction du Centre culturel international de Cerisy, juillet 1982.
- FERGUSON E. S., « The mind's eye : Nonverbal thought in technology », *Science*, 197, pp. 825-836, 1977.
- GAGNON D., « Videogames and spatial skills : an exploratory study », *Educational Communication and Technology Journal*, 33, pp. 263-275, 1986 (?).
- GARDNER H., « When television marries computers », repris dans *Pilgrim in the microworld*, de Robert Sudnow, *New York Times*, p. 12, 27 mars 1983.
- GOMEZ L.M., BOWERS C., EGAN D.E., « Learner characteristics that predict success in using text-editor tutorial », *Proceedings of Human Factors in Computer Systems*, Gaithersburg, Maryland, USA, mars 1982.
- GREENFIELD P.M., LAUBER B.A., « Inductive discovery in the mastery and transfer of video game expertise », Los Angeles, University of California, 1986.  
*Los Angeles Times*, « Rebellion against video games spreads », part III, p. 3, 24 avril 1983.
- McLUHAN M., *Understanding Media : The Extensions of Man*, New York, McGraw - Hill, 1964. Traduction française par PARE J. : McLUHAN M., *Pour comprendre les médias*, Paris, Mame/Seuil, 1968.  
*The New Yorker*, « Video Games » p. 36, 10 juin 1985.
- PEZDEK K., SIMON S., STOE-CERT J., KIELEY J., « Individual differences in television comprehension », Claremont Graduate School, 1986.
- ROBERTS R., « The role of prior knowledge in learning computer programming », communication présentée à la Western Psychological Association, avril 1984.
- RUSHBROOK S., « Messages » of Video Games : *Socialization Implications*, thèse doctorale, Los Angeles, University of California, 1986.
- SALOMON G., *Interaction of Media, Cognition and Learning*, San Francisco, 1979.
- SHEPARD R., FENG C., « A chronometric study of mental paper folding », *Cognitive Psychology*, 3, pp. 228-243, 1972.
- SILVERN S.B., WILLIAMSON P.A., COURNTERMINE T.A., « Video game playing and aggression in young children », communication présentée devant l'American Educational Research Association, 1983 (a).
- SILVERN S.B., WILLIAMSON P.A., COURNTERMINE T.A., « Video game play and social behavior : Preliminary findings », communication présentée lors de l'International Conference on Play and Play Environments, 1983 (b).
- STROVER S., « Games in the information age », communication présentée devant l'International Communication Association, San Francisco, mai 1984.
- SUDNOW D., *Pilgrim in the microworld*, New York, Warner, 1983.
- SYKORA J., BIRKNER J., *The Video Master's Guide to Pac-Man*, New York, Bantam, 1982.
- TURKLE S., *The second self : Computers and the human spirit*, New York, Simon et Schuster, 1984.