Mémoire de fin d’études

L’intelligence artificielle appliquée aux personnages non-joueurs dans les jeux vidéo

Comment rendre l’environnement d’un jeu intelligent ? Dans quel but ?

Sébastien Gaulier - 5A IJV

Guillaume Ambrois - 5A IJV

Maître de mémoire : M. Alain Lioret



**5A 2015**

# Sommaire

[1. Sommaire 1](#_Toc443938301)

[2. Avant-propos 1](#_Toc443938302)

[2.1. Remerciements 1](#_Toc443938303)

[2.2. Résumé 3](#_Toc443938304)

[2.3. Abstract 4](#_Toc443938305)

[2.4. Mots clés 5](#_Toc443938306)

[3. Introduction 6](#_Toc443938307)

[4. Bref historique de l’IA appliquée aux jeux vidéo 7](#_Toc443938308)

[4.1. La naissance de l’IA 8](#_Toc443938309)

[4.2. Les premières IA pour le jeu vidéo 9](#_Toc443938310)

[4.3. Une IA évolutive 10](#_Toc443938311)

[5. Les applications possibles prometteuses 13](#_Toc443938312)

[5.1. Le Machine Learning, l’IA qui apprend en même temps que le joueur 13](#_Toc443938313)

[5.1.1. Les réseaux de neurones 13](#_Toc443938314)

[5.1.2. Les arbres de décision avec l’apprentissage par renforcement 14](#_Toc443938315)

[5.2. Dynamic Game Difficulty Balancing, l’IA qui s’adapte au niveau du joueur 16](#_Toc443938316)

[5.3. Des jeux par les IA, pour les IA 18](#_Toc443938317)

[5.3.1. General Game Playing, l’IA qui apprend à jouer 18](#_Toc443938318)

[5.3.2. Angelina, l’IA qui développe des jeux 19](#_Toc443938319)

[6. De l’importance de l’IA pour l’immersion du joueur 21](#_Toc443938320)

[6.1. Suspension consentie de l'incrédulité et solipsisme 22](#_Toc443938321)

[6.1.1. Solipsisme 22](#_Toc443938322)

[6.1.2. Uncanny Valley 22](#_Toc443938323)

[6.2. Entre la sérendipité et l’apophénie 24](#_Toc443938324)

[6.2.1. Fable, un monde vivant 25](#_Toc443938325)

[6.2.2. Evie / Cleverbot 28](#_Toc443938326)

[7. Conclusion 30](#_Toc443938327)

[8. Références 31](#_Toc443938328)

# Avant-propos

## Remerciements

Nous tenons à remercier :

M. Alain LIORET, notre maître de mémoire, pour son soutien, sa passion, et son soutien dans notre travail.

L’équipe pédagogique

## Résumé

Les jeux vidéo sont de plus en plus beaux, que ce soit en approchant le photoréalisme, ou en ayant une patte graphique unique. Ils sont également de plus en plus profonds, avec une histoire, une narration et un univers toujours plus poussés. Le gameplay également n’a de cesse de s’améliorer, que ce soit à travers de nouvelles idées innovantes de game design, ou via de nouveaux périphériques pour renforcer l’interaction ainsi que l’immersion du joueur.

Mais le domaine dans lequel il reste le plus de progrès à faire pour proposer des expériences toujours plus intéressantes et immersives est l’intelligence artificielle (IA). Bien que celle-ci soit de plus en plus présente (et attendue) dans les jeux, et de plus en plus évoluée grâce à des algorithmes toujours plus performants, cela reste en général une IA « fixe », avec des comportements prévus à l’avance, en réponse à des évènements prévus à l’avance.

En effet, bien souvent les personnages non joueurs (PNJ) sont des entités statiques du jeu ne possédant qu’un panel fixe d’actions ou de répliques de dialogues, qu’ils soient alliés (marchand), ou ennemis (monstre). Ces personnages sont ainsi relégués au rang d’élément du décor, alors qu’ils pourraient occuper une place bien plus importante dans le jeu, apportant à la fois en profondeur de gameplay et de narration.

Dans ce mémoire, nous étudierons les différentes IA qui existent actuellement, ainsi que ce qu’elles apportent en termes d'expérience.

## Abstract

Video games are more and more beautiful, whether it be by approaching photorealism, or by using a unique graphic style. They’re also more and more deep, with a story, a narration and an universe always more advanced. The gameplay keeps getting better, either with innovative game design ideas, or with new devices to enhance the interaction and immersion of the player.

But there is a field in which much progresses are yet to be done in order to offer ever more interesting and immersive experiences, and this field is artificial intelligence (AI). Although it’s more and more present (and expected) in video games, and more and more efficient through algorithms ever more powerful, it remains, in general a scripted AI, with programmed behaviors which respond to specific events.

Indeed, often the non-player characters (NPCs) are static entities of the game with only a fixed panel of actions or dialogues replicas, whether allies (merchant) or enemies (monster). These characters are relegated to the role of decorative elements, when they could take a more important place in the game, providing both depth of gameplay and storytelling.

In this thesis, we will study the state of the art of artificial intelligence applied on NPCs, and what they offer in term of experience.

## Mots clés

|  |  |
| --- | --- |
| Mots clés | Key words |
| Intelligence Artificielle  Jeu Vidéo  Personnage Non Joueur (PNJ)  Apprentissage Automatique  Réseaux de neurones | Artificial Intelligence  Video Game  Non Playable Character (NPC)  Machine Learning  Neural Networks |

# Introduction

Depuis leur invention, les jeux vidéo n’ont eu de cesse de s’améliorer, que ce soit du point de vue du gameplay, du scénario ou du matériel. Mais un aspect qui est reste encore aujourd’hui en retrait (en plus du fait que lorsqu’elle est bien réalisée, elle est discrète), c’est l’intelligence artificielle.

Un premier problème se situe au niveau de la crédibilité du comportement, empêchant le joueur de s'immerger totalement. C’est une problématique impactant principalement les jeux solos. En effet, le cœur des jeux vidéo se jouant seul est son scénario. Il est donc nécessaire que l’histoire ainsi que ses personnages paraissent le plus crédible possible aux yeux du joueur.

Un deuxième problème se situe au niveau du degré de compétences de l’IA. En effet, celui-ci est souvent fixe, défini à l’avance, et impersonnel. Il existe plusieurs solutions pour pallier à ce problème, et si quelques jeux utilisent déjà ce genre d’IA un peu plus évoluée (notamment Left 4 Dead et son AI Director, dont nous parlerons plus en détail plus tard), trop peu sont les jeux à les utiliser.

Le constat est donc simple, pour apporter une meilleure expérience au joueur, il faut améliorer le comportement des agents en le rendant plus réaliste d’une part, et plus personnalisable, adaptable, ou encore évolutif.

Il existe beaucoup de types d’IA applicables pour les jeux vidéo, et beaucoup de façon de les réaliser. Nous présenterons dans ce mémoire les principales méthodes, notamment basées autour du Machine Learning, cependant nous restreindrons le champ d’application aux personnages non joueur.

# Bref historique de l’IA appliquée aux jeux vidéo

Dans les jeux vidéo, l’intelligence artificielle est utilisée pour donner vie aux PNJs. Les méthodes employées pour implémenter les algorithmes de ces PNJs s’appuient généralement sur les théories existantes du domaine plus général de l’intelligence artificielle. Cependant, contrairement à une IA classique comme celle d’un robot, l’objectif n’est pas nécessairement de reproduire le comportement d’un humain. Il est même fréquent de voir des PNJs tricher.

Dans la plupart des jeux, les PNJs ont par exemple connaissance de l’ensemble de la carte et de ce qui s’y déroule. Dans les jeux de type FPS (« First Person Shooter »), les IA sont souvent dotées d’une visée parfaite. Par conséquent, il est très souvent nécessaire de brider ces capacités hors normes pour donner au joueur une sensation d’équité.

L’histoire de l’IA dans ce domaine remonte sans doute au début des années 1940s avec le jeu de stratégie pure **Nim** (publié en 1942). L’IA était alors capable de gagner, même contre des joueurs chevronnés !



*Le jeu de Nim*

## La naissance de l’IA

En 1951, les premières IA pour les jeux de Dames et d’Echecs sont créées à partir de la machine Ferranti Mark 1[[1]](#footnote-2). Ces IA ont ensuite été améliorées jusqu’à leur point culminant : la défaite du joueur d’Echecs Garry Kasparov, vaincu par le super-ordinateur Deep Blue d’IBM.

Plus tard entre les années 1960 et le début des années 1970, les premiers jeux développés durant cette période utilisaient la logique discrète et, le plus souvent, n’intégraient pas d’IA car ils opposaient uniquement deux joueurs.



*Garry Kasparov contre Deep Blue d'IBM*

## Les premières IA pour le jeu vidéo

Dans les années 1970, les premiers jeux avec des modes 1 joueur apparaissent. Les plus remarquables sont Chasse au Wumpus et Star Trek en 1972 qui utilisaient des Stored Patterns[[2]](#footnote-3) pour implémenter les IA des ennemis. L’utilisation des microprocesseurs a permis une augmentation du nombre de mouvement.

Dans la fin des années 1970 et jusqu’au début des années 1990 : c’est l’âge d’or des jeux d’arcade. Les IA se popularisent. Nombre de jeux (comme Space Invaders en 1978 et Galaxian en 1979) intégraient maintenant une IA plus complexe avec différents niveaux de difficulté et de nombreux modèles de mouvement.

* **Pacman** (1980) a introduit un pattern IA pour les jeux de labyrinthe, avec des personnalités distinctes pour chaque ennemi.
* **Karate Champ** (1984) a quant à lui introduit le pattern pour les jeux de combat.
* **First Queen** (1988) était un RPG dans lequel des personnages contrôlés par l’IA devaient suivre un leader. Ce type d’IA ayant été amélioré par Dragon Quest IV (1990) avec le system « Tactics » (ajustement des routines utilisées par les IA) puis Secret of Mana (1993).

A partir des années 1990, l’émergence de nouveaux genres de jeux vidéo a conduit à l’utilisation d’outils plus sophistiqués tels que les automates finis. Les stratégies en temps réel requéraient la prise en compte de nombreuses contraintes : de nombreux objets, des informations incomplètes, la recherche de chemin, l’économie du nombre de calculs lors de la planification, etc.

Les premiers jeux rencontraient de nombreux problèmes (Herzog Zwei en 1989 avec une recherche de chemin basée sur un automate fini à trois états, ainsi que Dune 2 en 1992 qui utilisaient de nombreuses « astuces »).

## Une IA évolutive

Longtemps délaissée au profit des graphismes des jeux vidéo, cette branche constitue maintenant une part importante du travail dans un jeu vidéo. Les joueurs réclament de plus en plus des IA au comportement humain afin d'accroître le sentiment d’immersion. Certains jeux sont réputés pour être des précurseurs en matière d’IA, en voici quelques exemples :

- **Creatures** (1998) : ce jeu est célèbre pour être le premier à utiliser l’apprentissage automatique lors d’une simulation interactive. A l’aide des réseaux de neurones, les créatures (appelées « Norms ») apprennent divers comportements. Ils peuvent ainsi interagir avec leur environnement.

- **Halo : Combat Evolved** (2001) : ce jeu utilisait des arbres pour déterminer le comportement des PNJs (« Behavior Tree »), avec beaucoup d’attention portée sur le moindre détail du jeu. Ainsi, la gestion des groupes de PNJs était particulièrement bonne et a joué un rôle de précurseur.

- **F.E.A.R.** (2005) : l’IA utilise un planificateur (« Planner ») afin de générer des comportements sensibles au contexte, ce fut la première fois dans un jeu grand public. On ressent une grande habileté chez les PNJs. Ils sont en effet capables de trouver une couverture derrière des tables, basculer des étagères, ouvrir des portes, passer à travers les fenêtres, etc. Ce jeu constitue une référence en la matière.

- **Black & White** (2001) : le jeu propose au joueur d’incarner une divinité et de guider un peuple. Pour l’aider dans cette tâche, le joueur devra éduquer sa créature, un agent qu’il sera possible de récompenser après une action pour renforcer ce comportement, ou punir, afin de le diminuer.

Une nouvelle perspective pour l’IA

Machine learning avec du Deep Neural Network

IA with procedural content

# Les applications possibles prometteuses

Dans cette section, nous aborderons certaines des techniques les plus utilisées dans les jeux vidéo, ou qui

## Le Machine Learning, l’IA qui apprend en même temps que le joueur

### Les réseaux de neurones

Un réseau de neurones artificiel (RNA) est un paradigme de traitement de l’information qui est inspiré de la façon par laquelle le système nerveux biologique, telle que le cerveau, traite l’information. L’élément clé de ce paradigme est la structure novatrice utilisée pour le système de traitement de l’information. Il est composé d’une grande quantité d’éléments de traitement grandement interconnectés (neurones), qui, en travaillant à l’unisson résolvent des problèmes spécifiques. Les RNA, comme les humains, apprennent par l’exemple. Un RNA est configuré pour une application particulière, comme la reconnaissance de motifs ou la classification de données, à travers une procédure d’apprentissage. Apprendre, dans le système biologique, implique des ajustements au niveau des connections synaptiques qui existent entre les neurones. C’est également vrai pour les RNA.

La simulation de réseaux de neurones apparaît comme étant un développement récent. Cependant, ce domaine a été établi avant l’avènement des ordinateurs, et a survécu à au moins un revers majeur et à plusieurs époques. Le premier réseau de neurones artificiel fût produit en 1943 par le neurophysiologiste Warren McCulloch et le logicien Walter Pits. Mais la technologie disponible à cette époque n’a pas permis d’en faire grand-chose.

Les réseaux de neurones, avec leur remarquable capacité de déduire un sens à des données compliquées ou imprécises, peuvent être utilisés pour extraire des motifs ou pour détecter des tendances qui sont trop complexes pour être notifiés par des humains ou bien même d’autres techniques informatiques. Un réseau de neurones entraîné peut être assimilé à un « expert » dans la catégorie d’information qu’il analyse. Cet expert peut être utilisé pour fournir des prévisions en lui donnant de nouvelles situations et répondre à des questions du type « Qu’est-ce qu’il se passerait si… ? ».

D’autres avantages incluent :

### Les arbres de décision avec l’apprentissage par renforcement

#### Les avantages

**Une interaction avec l’environnement plus réaliste**

Ouais toussa toussa

**Une autonomie et une adaptabilité accrues**

En ce moment, la mode est au procédural. Or, il est très difficile, sinon impossible de prédire tous les cas de figures et donc de coder les comportements. Il suffit donc d’apprendre à un agent d’apprendre par lui-même pour lui permettre de se débrouiller

Détournement intelligent de “Donne un poisson à un homme, il mangera un jour. Apprend lui à pêcher et il mangera toute sa vie”, mais pour l’IA.

Teach an AI to XXX, it’ll XXX. Teach it to learn and it’ll take over the world.

**Un gameplay plus vivant**

C’est quand même mieux qu’un gameplay mort.

C’est tout pour moi, merci.

**Une rejouabilité accrue**

Comme avec le procédural, ça augmente la durée de vie et la rejouabilité.

#### Les inconvénients

**Temps de calcul**

Un des principaux freins de l’IA dans les jeux vidéo, c’est l’impact sur les performances. En effet.

**Résultats plus imprévisibles**

L’utilisation de beaucoup d’algorithmes pour faire évoluer puis déterminer le comportement d’un agent à un moment donné fait qu’il est plus difficile de prédire ses actions.

## Dynamic Game Difficulty Balancing, l’IA qui s’adapte au niveau du joueur

Beaucoup d’exemples assez simple (on augmente automatiquement le niveau/nombre des ennemis, etc si on trouve que le joueur s’en sort bien, et inversement)

Les fameux items de Mario Kart (plus t’es loin, meilleurs sont tes objets)

Le meilleur exemple pour ce type d’IA se trouve du côté de Valve, et plus précisément dans leur FPS de survival horror, Left 4 Dead. Dans celui-ci, **là on explique brièvement le jeu, on sait jamais**. Et, contrairement à beaucoup de jeux dans lesquels la difficulté augmente de façon constante, ici un “AI Director” analyse constamment les performances individuelles et collectives des joueurs pour construire une expérience adaptée à tous.

The Director Directs, de Tim Buckley

#### Les avantages

#### Les inconvénients

**Temps de calcul**

Un des principaux freins de l’IA dans les jeux vidéo, c’est l’impact sur les performances. En effet.

**Résultats plus imprévisibles**

L’utilisation de beaucoup d’algorithmes pour faire évoluer puis déterminer le comportement d’un agent à un moment donné fait qu’il est plus difficile de prédire ses actions.

## Des jeux par les IA, pour les IA

Bientôt, il n’y aura plus du tout besoin d’humains dans la boucle de création et consommation de jeu.

En effet, la prochaine IA dont nous allons parler est une IA capable d’apprendre à joueur à des jeux, tandis que la suivante, très jeune, est capable de développer des jeux (simples) complets.

<<< IMAGE >>>

Légende de l’image

### General Game Playing, l’IA qui apprend à jouer

C’est un domaine qui a gagné en popularité ces dernières années, notamment grâce à une IA qui a gagné le prix du public de la compétition annuelle organisée par l’AAAI (Association for the Advancement of Articifial Intelligence).

Cette IA est capable d’apprendre à jouer à un niveau de Mario Bros (un jeu de plateforme 2D) et de s’adapter aux différents niveaux qui le composent.

#### Les avantages

#### Les inconvénients

**Temps de calcul**

Un des principaux freins de l’IA dans les jeux vidéo, c’est l’impact sur les performances. En effet.

**Résultats plus imprévisibles**

L’utilisation de beaucoup d’algorithmes pour faire évoluer puis déterminer le comportement d’un agent à un moment donné fait qu’il est plus difficile de prédire ses actions.

### Angelina, l’IA qui développe des jeux

Angelina est une IA qui, à partir d’une description en langage naturel, peut générer des jeux de plateforme 2D, avec une ambiance, des graphismes et un gameplay qui respectent (dans une certaine mesure) la description fournie.

C’est un sujet de recherche développé par Michael Cook, un chercheur britannique à l’université de Falmouth.

Exemple de jeu produit par Angelina

Pour arriver à ce résultat, elle analyse la description, **<<<DESCRIPTION>>>**

#### Les avantages

**Une interaction avec l’environnement plus réaliste**

Ouais toussa toussa

**Une autonomie et une adaptabilité accrues**

En ce moment, la mode est au procédural. Or, il est très difficile, sinon impossible de prédire tous les cas de figures et donc de coder les comportements. Il suffit donc d’apprendre à un agent d’apprendre par lui-même pour lui permettre de se débrouiller

Détournement intelligent de “Donne un poisson à un homme, il mangera un jour. Apprend lui à pêcher et il mangera toute sa vie”, mais pour l’IA.

Teach an AI to XXX, it’ll XXX. Teach it to learn and it’ll take over the world.

**Un gameplay plus vivant**

C’est quand même mieux qu’un gameplay mort.

C’est tout pour moi, merci.

**Une rejouabilité accrue**

Comme avec le procédural, ça augmente la durée de vie et la rejouabilité.

#### Les inconvénients

**Temps de calcul**

Un des principaux freins de l’IA dans les jeux vidéo, c’est l’impact sur les performances. En effet.

**Résultats plus imprévisibles**

L’utilisation de beaucoup d’algorithmes pour faire évoluer puis déterminer le comportement d’un agent à un moment donné fait qu’il est plus difficile de prédire ses actions.

# De l’importance de l’IA pour l’immersion du joueur

Dans cette partie, nous parlerons de l’intelligence artificielle qui n’est pas flagrante, mais qui rend, inconsciemment pour le joueur, l'expérience de jeu plus réaliste. Cette intelligence artificielle est principalement importante dans les jeux solos, dans lesquels l’immersion est bien plus importante que dans les jeux multi-joueurs, dans lesquels il est dur de maintenir le joueur dans un univers fictif à cause de la présence d’autres joueurs dont le comportement est difficilement contrôlable et peut être perturbateurs.

Figure 1 :

Why RPG NPCs Always Repeat Themselves, de Dorkly

## Suspension consentie de l'incrédulité et solipsisme

Lorsqu’un PNJ répète sans cesse le même dialogue au joueur, celui-ci est ramené à la réalité. Quand un PNJ rencontre un problème de recherche de chemin (lorsqu’un PNJ fonce obstinément dans un mur) ou n’arrive pas à se déplacer d’un point à un autre, le joueur est ramené brutalement à la réalité.

Figure 2 :

Deadpool, personnage de l’univers Marvel

Toutes ces actions, souvent sans le vouloir, cassent le quatrième mur, et mettent fin à ce que l’on appelle la **Suspension Consentie de l’Incrédulité** (aussi connue sous le nom de **Suspension of disbelief** en anglais). Il s’agit d’une sorte de contrat que le joueur signe avec l’œuvre de fiction (que ce soit un jeu, un film, un livre), dans lequel le joueur accepte de mettre de côté son scepticisme le temps de la consultation de l’œuvre en question.

Il peut ainsi s’immerger dans un univers avec des éléments imaginaires, pour peu que ceux-ci restent crédibles, et que les règles qui régissent l’œuvre restent constantes.

Lorsque ce contrat est rompu (par définition, il ne peut être rompu que par l’œuvre de fiction), il est difficile de faire replonger un joueur dans l’univers du jeu, avec lequel il restera toujours un peu distant, et cela renforce le solipsisme du joueur.

### Solipsisme

Dans ce domaine, une des pires expériences qui puisse arriver au joueur est de rencontrer **l’Uncanny Valley** (Vallée Dérangeante en français).

### Uncanny Valley

Ainsi, certains MMORPG (Jeu de Rôle Massivement Multijoueur) récents



Figure 3

Why RPG NPCs Always Repeat Themselves, de Dorkly

## Entre la sérendipité et l’apophénie

De par son côté de plus en plus évolutif et complexe, il est parfois difficile de prévoir tous les résultats possibles d’une interaction du joueur avec l’IA, ce qui donne parfois lieu à une sorte de gameplay émergent, avec des résultats imprévisibles même pour les créateurs.

Si dans certains jeux, ce n’est qu’une partie d’un tout plus vaste (Fable), d’autres reposent essentiellement sur ce principe (Evie, Cleverbot).

### Fable, un monde vivant

<<<Présentation rapide de Fable>>>

Voici les règles que les développeurs jugeaient vitales que le jeu suive, sans quoi il ne respecterait pas leur vision :

* Le personnage principal doit exprimer visuellement ce qu’il ressent.
* Le monde dans lequel le joueur évolue, ainsi que tous ses occupants doivent réagir de manière appropriée aux actions du joueur.

**Un héros expressif**

Plutôt que d’afficher plein de caractéristiques comme dans un RPG classique, il est plus intéressant de montrer par des mouvements et des expressions que le personnage réagit au monde qui l’entoure (plutôt que de rester planter là, sans émotions apparentes).

**Un monde simulé**

[ESSAYER DE FAIRE QUE TOUT SOIT INTERESSANT, PAS SCRIPTE]

Ils ont également remarqué que les joueurs étaient particulièrement sensibles aux émotions des enfants. Ils ont donc décidé de rendre le comportement des enfants très varié. Ainsi, certains sont de véritables petites pestes (comme certains le sont dans la réalité), et poursuivent et [FONT CHIER] les poules, tandis que d’autres vont à l’école bien en rangs, et rentrent gentiment à la maison à l’heure pour le goûter (comme certains le font dans la réalité).

Et, peut être le plus important, les enfants fixeront avec intensité ce qu’ils trouvent intriguant.

**Un héros expressif dans un monde simulé**

Quand on mélange les deux, voici ce que cela peut donner :

Imaginez vous la scène, une radieuse journée à Bowerstone (une ville du jeu). Les papillons papillonnent, le parfum des tulipes vous est porté par une brise. Au loin, on entend des enfants jouant et rigolant dans une cour de récréation, réticent à retourner en classe, malgré le son de cloche qui signifie la fin de la pause.

Bruits de pas. Cut to a grim face outlined against the town gates, staring into the distance, out toward the schoolhouse.

Le cours a repris, après quelques remontrances de l’institutrice. Un des enfants, S’ENNUYANT, regarde par la fenêtre. Y’A T’IL QUELQUE CHOSE D’INTERESSANT DEHORS ?

L’homme s’infiltre silencieusement dans l’école. L’institutrice lui tourne le dos. Elle ne se doute de rien.

Un par un, les enfants se mettent à fixer quelque chose derrière l’institutrice. La classe devient silencieuse. Finalement, l’institutrice entend un bruit derrière elle, se retourne et …

Image tirée de Fable

… tombe nez à nez avec un homme en caleçon, planté au milieu de sa salle de classe, souriant à pleines dents. Soudain, souriant de plus belle, il fait un doigt d’honneur. Tout le monde hurle …

**Ce qu’il s’est passé**

 Les enfants fixent quelque chose qui leur semble intéressant, et le doigt d’honneur est considéré comme un acte d’agression, d’où les cris.

Image tirée de Fable

### Evie / Cleverbot



Why RPG NPCs Always Repeat Themselves, de Dorkly

# Conclusion

Longtemps en retrait dans les jeux vidéo

# Références

* Auteur(s)/Site. nom de la référence, date.
* Auteur(s)/Site. nom de la référence, date.
* Auteur(s)/Site. nom de la référence, date.
* Auteur(s)/Site. nom de la référence, date.
* Auteur(s)/Site. nom de la référence, date.
* Auteur(s)/Site. nom de la référence, date.

1. Le Ferranti Mark I fut le premier ordinateur électronique généraliste commercialisé du monde.

   En novembre 1951, Dietrich Prinz écrivit un des premiers jeux vidéo, un programme d’échecs, pour le Ferranti [↑](#footnote-ref-2)
2. Les stored patterns sont des suites d’instructions répétées en boucle par l’agent. Hormis ce qui lui est dit de faire il ne fera rien d’autre [↑](#footnote-ref-3)