

Samuel Francblu

L'Assoce

Centre de Recherches sur les

Ludothèque-créathèque

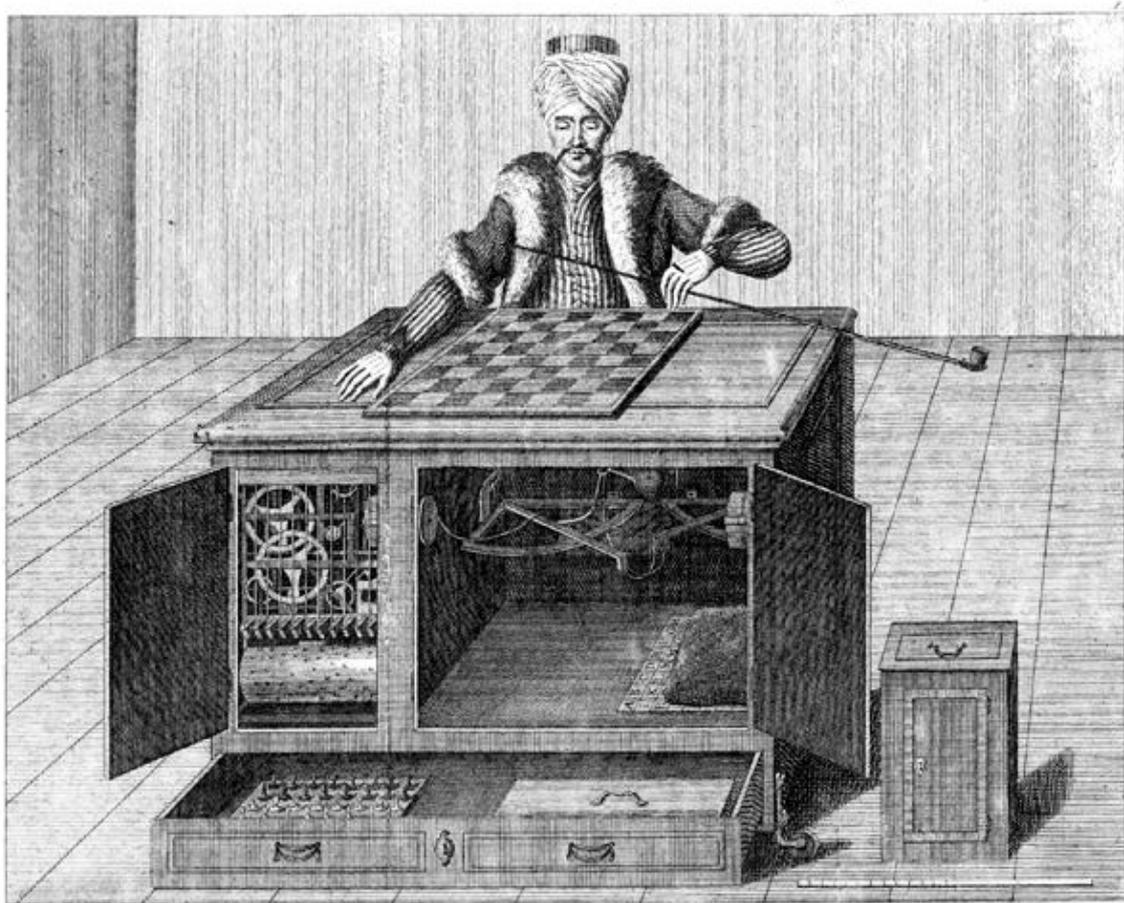
Médiations – Equipe Pixel

Chef de projet recherche et

Université de Lorraine

développement

## Émergence des dispositifs d'automatisation dans le jeu de société : le rôle de l'intelligence artificielle



*W. de Kempelen del. Che à Mechel, exécuté à Basilea. P.G. Ratz, fecit.  
Der Schachspieler, ein erörtertes Spiel, das zeigt wie es gemacht wird. Le joueur d'échecs, tel qu'on le montre avant le jeu par devant.*

Illustration 1 : Le « Turc mécanique » ou automate joueur d'échecs.

Source : Karl G. von Windisch, *Raison inanimée*, 1783.

« Historiquement, les gens ont toujours eu des idées naïves au sujet des qualités qui, une fois mécanisées, constitueraient indéniablement l'intelligence. Il semble parfois qu'au lieu de produire un résultat qui, de l'avis de tous, est l'intelligence réelle, chaque nouvelle étape vers l'IA dévoile uniquement ce que l'intelligence *n'est pas*. »

(Hofstadter, Denett, 1987)

<b>1. Contexte et enjeux de l'automatisation dans le jeu de société.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Emergence des dispositifs d'automatisation dans le champ du jeu de société .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Jeu numérique et analogique : un panorama .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Des procédures « numériques » dans le jeu analogique .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Enjeux liés à l'IA « analogique » .....</b>	<b>11</b>
<b>2. L'IA analogique à l'épreuve des modèles sémio-communicationnels .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Le cadre théorique des sciences de l'information et de la communication .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Un jeu, deux formes d'IA analogique.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. Un modèle sémio-communicationnel expérimental .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4. L'IA analogique au regard du processus de sémiiose .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Perspectives pour la recherche-crédation .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Algorithmes de planification et <i>machine learning</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. <i>Utility-based AI</i>.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3. Des « middlewares » analogiques .....</b>	<b>27</b>
<b>4. L'IA analogique : portée artistique, sociale et heuristique.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Quelles perspectives en termes de création ?.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2. Quelle plus-value sociale de l'IA des jeux analogiques ? .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3. Quel potentiel heuristique de l'IA analogique ? .....</b>	<b>32</b>
<b>Conclusion : l'IA ou l'affirmation du jeu comme produit culturel .....</b>	<b>33</b>

## Résumé :

Nous ébauchons dans ce chapitre une analyse de l'émergence récente de dispositifs d'automatisation dans le domaine des jeux de société, dispositifs inspirés par les théories et techniques de l'intelligence artificielle (ci-après : « IA »). La recherche sur le jeu vidéo, en retour, nous fournit des outils heuristiques pour comprendre le contexte, les enjeux, la portée et les limites de l'intégration de ces éléments d'une autre tradition ludique.

Il s'agira en définitive de comprendre comment les mécanismes procéduraux qui régissent les dispositifs « analogiques » du jeu de société permettent d'appréhender la logique algorithmique, la pensée computationnelle ou le fonctionnement de l'IA et de là, autorisent une réflexion sur les outils technologiques et leurs problématiques.

## A l'attention du lecteur :

Afin d'alléger la lecture, nous utiliserons dans ces pages, indifféremment et comme synonymes, les termes de « jeu de société », « jeu de plateau<sup>1</sup> » ou « jeu de table » pour désigner les jeux de support matériel, « physique » ou encore « analogique » (par opposition au support *numérique* du jeu vidéo<sup>2</sup>), et ce en dépit des différentes taxinomies qui peuvent être utilisées par divers acteurs<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Le terme *jeu de plateau*, équivalent littéral de l'anglais *boardgame* ou de l'allemand *Brettspiel*, est souvent utilisé par les joueurs eux-mêmes du fait de l'ambiguïté du terme *jeu de société* : un nombre conséquent de ces jeux se pratiquent en effet aussi en « solo » (Leorke, 2018).

<sup>2</sup> Wake, 2019 (en anglais américain : « analog games »).

<sup>3</sup> La fiche Wikipédia [https://fr.wikipedia.org/wiki/Jeu\\_de\\_soci%C3%A9t%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Jeu_de_soci%C3%A9t%C3%A9) consultée le 3/02/2022 nous semble à ce sujet particulièrement révélatrice.

Au fil de leur « carrière ludique » (Coavoux, 2010), les joueurs de jeu de société développent une pratique qui se manifeste dans des cadres de sociabilité spécifiques et repose sur des mécanismes procéduraux inspirés du jeu vidéo.

L'importation de dispositifs numériques dans le matériel des jeux de société (le « jeu hybride ») a pu être traitée par ailleurs (voir : Chouffot, 2019), tout comme la digitalisation des jeux de plateau classiques (par exemple : Bustros, 2009, ou Bard et al., 2019). Il s'agit plutôt ici de comprendre le potentiel, en termes de création, en termes de médiation, en termes de vulgarisation, de l'application au jeu de société de mécanismes inspirés des savoir-faire numériques et en particulier de l'intelligence artificielle (IA). Ce chapitre rend compte d'une recherche qui articule une enquête de terrain au sujet des usages avec une analyse d'inspiration sémio-communicationnelle des mécanismes ludiques mis en œuvre.

Après avoir brièvement présenté le champ du jeu de société et le contexte d'émergence de ses formes contemporaines, nous proposerons une méthode pour analyser cette pratique grâce à des notions inspirées des recherches sur le jeu vidéo.

Notre deuxième partie proposera au lecteur un panorama des interactions récentes entre les deux traditions (jeu numérique/jeu analogique), puis l'analyse d'un corpus de procédures d'automatisation couramment mise en œuvre dans le jeu de société. Ce cadre théorique nous permettra en retour de saisir les limites des dispositifs « analogiques » inspirés de l'IA.

Nous tenterons alors d'évaluer la pertinence de l'application de ces mécanismes dans le champ de la création ludique « analogique », puis en matière d'usage social. Il s'agit donc d'envisager l'IA dans le jeu de société d'une part comme objet culturel, d'autre

part comme pratique sociale. Enfin, nous chercherons à évaluer le potentiel du jeu en termes de vulgarisation de l'IA, c'est-à-dire à aborder le jeu de société comme vecteur de connaissance.

## **1. Contexte et enjeux de l'automatisation dans le jeu de société**

### 1.1. Emergence des dispositifs d'automatisation dans le champ du jeu de société

La démocratisation du jeu de société moderne<sup>4</sup> laisse à croire que l'activité ludique est en passe de « s'imposer de façon durable dans les pratiques culturelles » (Berry, 2018). Bien qu'elle prenne une place grandissante dans les pratiques de loisirs (Berry, 2018) ainsi que dans l'industrie culturelle (Brougère, 2003 ; Dauphagne, 2010, 2011), le monde de la recherche l'aborde encore rarement dans le cadre des représentations culturelles qui l'étayent et qu'elle produit.

Notre approche de ce secteur cherche à ouvrir la boîte noire du jeu de société comme objet culturel en nous appuyant sur l'analyse de quelques titres contemporains et de leur utilisation par une « communauté de pratique » (Brody, 2015), car les nouveaux mécanismes narratifs répondent à des enjeux qui concernent autant la conception que l'usage.

---

<sup>4</sup> Ce jeu dont la « diffusion commerciale n'est pas un caractère extérieur au jeu mais intrinsèquement lié à ce qu'il est », et dont les « règles ne sont pas transmissibles isolément du matériel complexe dont elles donnent les conditions de manipulation » (Brougère, 1979).

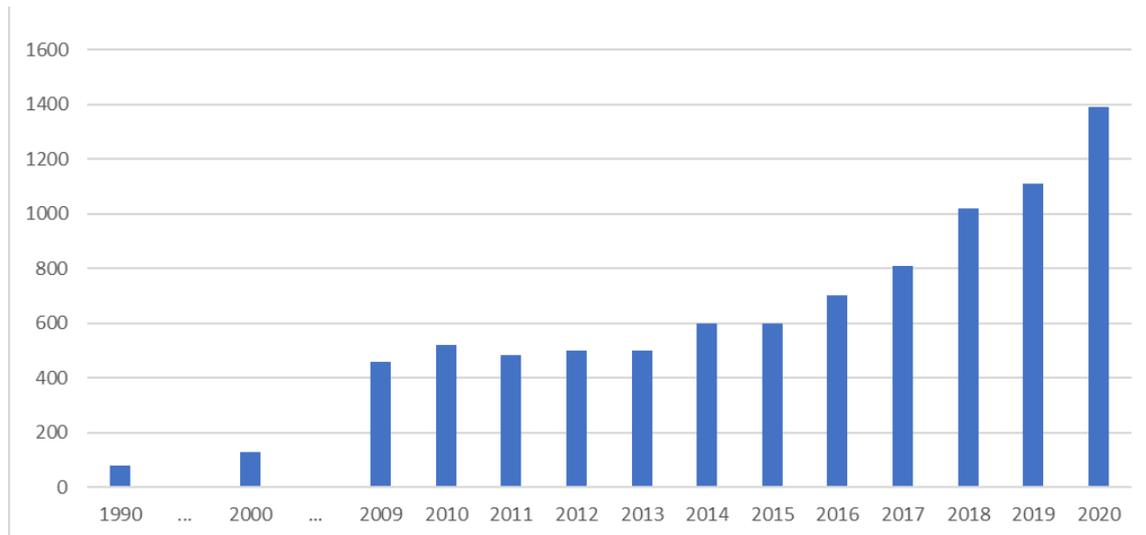
Avec l'âge et l'expérience, l'activité ludique prend en effet place dans une constellation de pratiques où se développe une sociabilité basée sur des réseaux d'affinités. Pour ce faire, des dispositifs intégrés à un nombre croissant de jeux (graphique 1) permettent un fonctionnement *joueur(s) contre jeu* sans nécessiter de concertation préalable (Francblu, 2020).

Depuis une dizaine d'années (Chouffot, 2019), les designers cherchent à construire des instances de régulation ou de narration qui recouvrent des systèmes de génération des univers fictifs – permettant, par le biais de mécanismes de narration procédurale, de créer une intrigue nouvelle à chaque partie – et des systèmes d'activation des adversaires ou même des *joueurs absents*.

Ces systèmes de jeu sont décrits comme des IA par les éditeurs et par le public, en ce qu'ils remplacent le *maître de jeu* du traditionnel jeu de rôles. Or dans un champ où une certaine porosité<sup>5</sup> s'observe entre le monde des *designers* et le monde des consommateurs (Brougère, 2011), les pratiques ludiques dites « de niche » semblent constituer un modèle innovant pour tout le secteur de la création (Zabban, Pineros, Roux, 2021).

---

<sup>5</sup> D'une certaine manière en effet, *les joueurs d'aujourd'hui sont les concepteurs de demain*.



Graphique 1 : Nombre de titres édités par année, intégrant au moins un mode automatisé.

Source : [www.boardgamegeek.com](http://www.boardgamegeek.com)

Champ : 85000 titres répertoriés.

### 1.2. Jeu numérique et analogique : un panorama

Si au début du jeu vidéo, la plupart proposaient de simples confrontations, les univers se sont complexifiés, impliquant une certaine *autonomie narrative*. L'implémentation de méthodes d'IA représente alors dans le jeu vidéo l'occasion « d'améliorer le comportement des personnages non joueurs (PNJ) ou encore [de] générer du contenu de façon automatique », constituant un ensemble de réponses comparables à un ensemble de problématiques identiques (Collet, 2018).

Les méthodes de l'IA *ad hoc* sont donc utilisées pour définir les actions des agents (au sens de Murray, 1997). Ces « entités agissantes » peuvent être aussi bien des éléments de l'environnement que des PNJ ou « personnages non-joueurs ». L'univers

vidéoludique a par ailleurs hérité du jeu de rôle ce terme qui désigne tous les personnages de la fiction, adversaires ou alliés, qui ne sont pas incarnés par les joueurs mais mis en scène par le *maître de jeu*, ou dans le cas du jeu vidéo, par la machine.

Le développeur définit manuellement des états et des seuils qui peuvent faire passer l'agent d'un état à un autre. Les « arbres de comportement » ont une structuration proche mais reposent sur des actions et non des états. La transition entre les actions est représentée par une arborescence qui permet de régir des actions plus complexes.

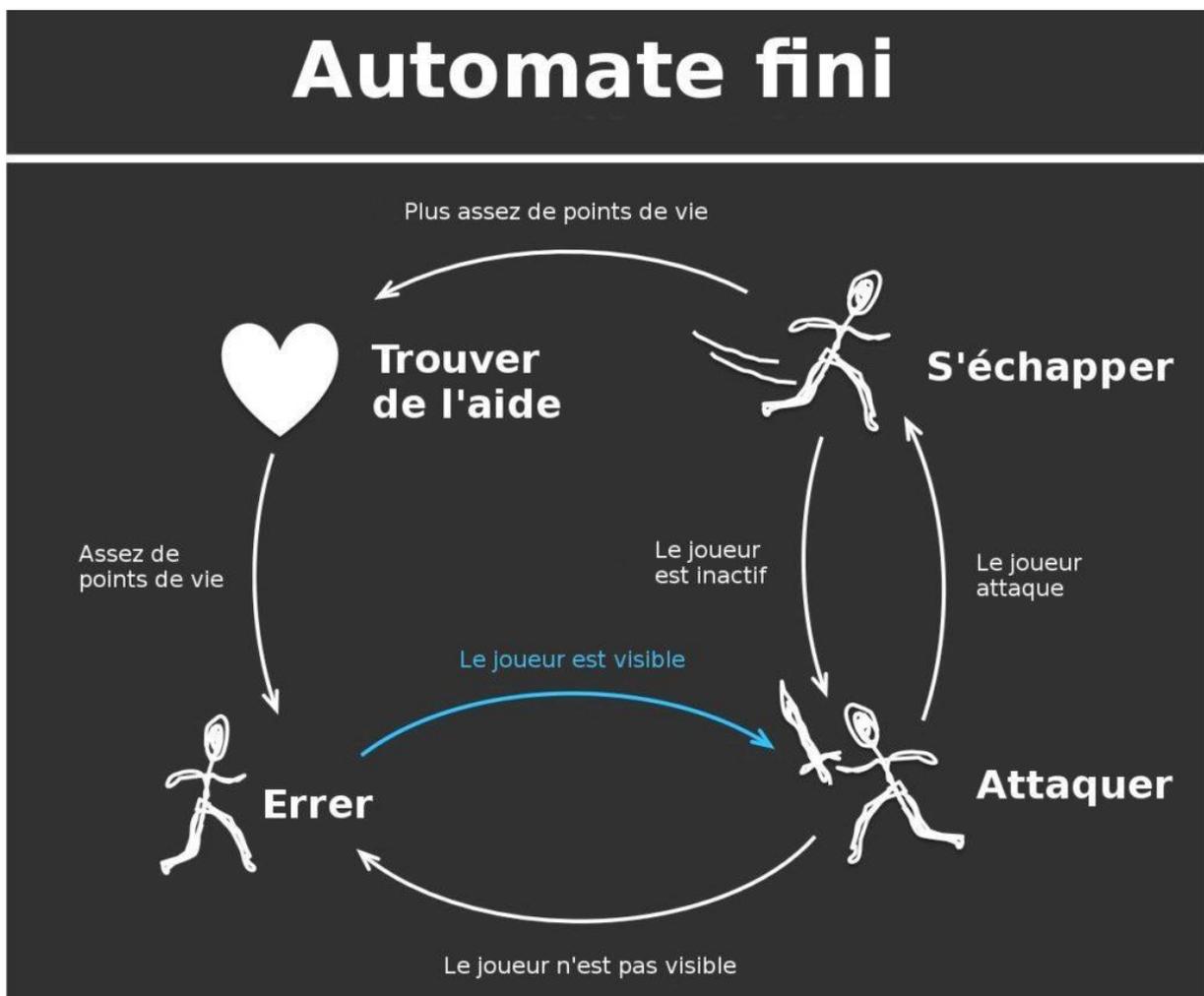


Illustration 2 : Représentation graphique de « l'espace des états » possibles pour un PNJ.

### 1.3. Des procédures inspirées du numérique dans le jeu physique

Dès lors, l'analogie peut être faite avec les règles de constitution du plateau de jeu, ou avec les procédures de construction de la trame narrative dans le jeu de société.

Dans un contexte de succès des jeux coopératifs, supposant l'affrontement du groupe de joueurs non contre des adversaires mais des *événements*, des algorithmes sont imaginés par les concepteurs pour générer les réactions de l'environnement dans les jeux de plateau, comme le mécanisme d'inondation de *L'Île interdite* (2010) ou celui de la contagion planétaire dans *Pandemic* (2009).



Illustration 3 : Joueurs activant le mécanisme automatisé de la contagion planétaire dans *Pandemic* (2009).

Source : <https://www.leparisien.fr/guide-shopping/conso/jouets/les-10-meilleurs-jeux-de-societe-de-strategie-a-avoir-chez-soi-08-04-2021-8430355.php>, mis en ligne le 27/09/2021, consulté le 03/02/2022.

Répondant à la nécessité de s'adapter au cadre temporel et organisationnel de la pratique, des *tutoriels* sont élaborés par les concepteurs. Ce sont des suites de procédures narratives qui permettent de mettre en place la partie *en temps réel*, d'apprendre des règles complexes tout en jouant (par exemple : *Andor*, 2012).

D'un autre côté, les *jeux d'évasion* sur table et autres jeux d'énigmes constituent des expériences uniques dans le sens où l'intrigue est dévoilée par la partie, avec un investissement minimal en termes de préparation. Souvent, ces dispositifs s'appuient sur la construction « d'intrigues émergentes » (Caïra, 2014) ou de « foyers de tension narrative » (Marti, Baroni, 2014), comme dans les titres primés lors des festivals internationaux de Cannes et d'Essen : *Time Stories* (2015), *Unlock!* (2017), *Exit* (2017) ou encore *Déetective* (2018).

L'expérience de jeu implique parfois la transformation du matériel (l'héritage laissé par une session sur les sessions suivantes, ou « legacy ») selon une trame semi-aléatoire, parfois au cours d'une *campagne* qui permet de décliner un scénario sur plusieurs parties. *Mice and Mystics* (2012), *The 7th Continent* (2017), *Folklore the Affliction* (2017), *Déetective* (2018), *Voyages en Terres du Milieu* (2019), *Comanauts* (2019), *Etherfields* (2020) ou *Tainted Grail* (2020) construisent ainsi leur intrigue par le biais d'une arborescence narrative.

Les jeux les mieux « cotés »<sup>6</sup> du secteur, *Mage Knight* (2011), *Les Demeures de l'Épouvante* (2011), *Lords of Hellas* (2018), *Historia* (2014), *Outlive* (2016), *Gloomhaven* (2017) ou encore *Zombicide* (2012) offrent des systèmes d'activation de personnages et adversaires fictifs qui permettent au(x) joueur(s) humain(s) de coopérer, d'affronter, d'interagir avec des PNJ.

#### 1.4. Enjeux liés à l'IA « analogique »

L'objet de cette recherche peut donc se définir comme l'analyse de ces mécanismes appliqués au jeu de société. Ici, c'est une mécanique de papier et de carton qui fait figure « d'intelligence artificielle », qui propose des arbres de décision capables de prendre en compte le contexte et les actions des joueurs : le texte et les règles du tirage des cartes remplacent simplement les puces et les lignes de code.

Au sein d'un large éventail de pratiques ludiques, donc, une « communauté d'acteurs » conçoit et utilise un certain nombre de dispositifs qui « irriguent » tout le champ. Notre approche du jeu comme « artefact socioculturel » (Simonian *et al.*, 2016), ou contenu technique répondant à un certain usage social, nous amène à interroger le rôle et la place de l'IA dans le jeu analogique selon un triple point de vue.

Quels sont les points de comparaison possibles avec l'IA utilisée dans le jeu vidéo ?

Quels apports de la recherche en IA peut-on appliquer aujourd'hui au jeu de société ?

D'autre part, si le design contemporain répond à une réorganisation des cadres de la pratique, à quel besoin l'automatisation des systèmes de jeu peut-elle apporter une

---

<sup>6</sup> D'après de site [www.boardgamegeek.com](http://www.boardgamegeek.com), référence en la matière avec plus d'un million d'abonnés.

réponse ? En quoi ces systèmes impactent-ils la place du jeu dans l'espace social des pratiques ? Il s'agira en définitive de vérifier si les mécanismes inspirés du numérique facilitent l'accès au jeu comme culture et comme média.

Enfin, beaucoup des progrès réalisés par l'IA sont dus à la recherche en matière de jeu numérique (Dupuis, 2015). Or le joueur sur PC ou console n'a pas accès au code, alors que le joueur « de société » lit les instructions qui régissent son adversaire artificiel, il tire les cartes, il bouge les pions à la place de l'IA, en bref, il « soulève le capot ». En quoi ces dispositifs peuvent-ils contribuer à vulgariser les questions liées à l'IA ?

## **2. L'IA analogique à l'épreuve des modèles sémio-communicationnels**

### 2.1. Le cadre théorique des sciences de l'information et de la communication

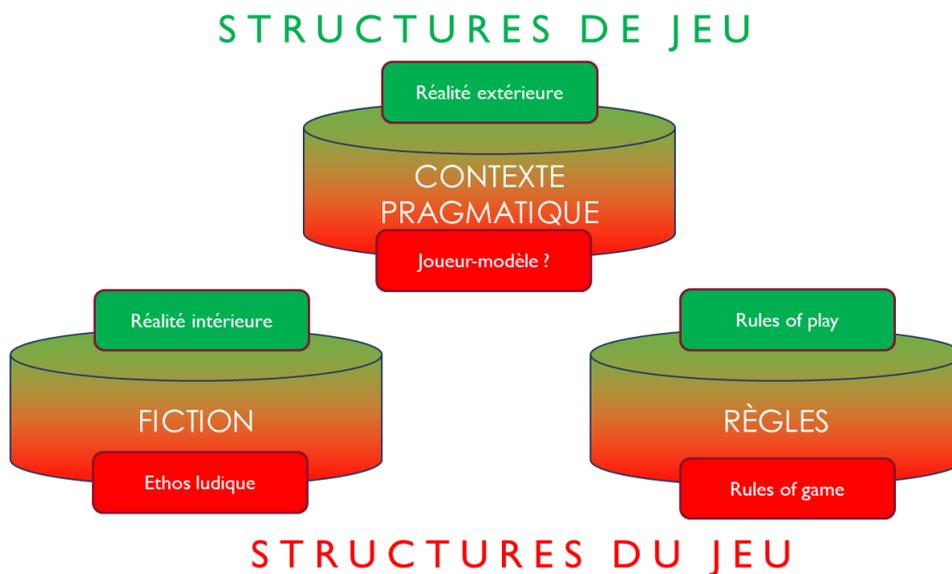
Pour chercher à répondre à nos interrogations, nous articulons ici nos observations avec l'analyse des mécanismes vidéoludiques qui pour Genvo (2013) repose sur deux plans : celui des structures *du* jeu, qui sont liées au dispositif physique, à l'objet ; et celui des structures *de* jeu, qui sont du côté de l'usage, de la pratique, de l'interprétation par le joueur.

Ces deux plans coexistent au sein des trois instances déjà identifiées par Henriot (1989) : le monde fictionnel, les règles et le contexte pragmatique.

Le « monde fictionnel » s'incarne dans une « réalité intérieure » chez le joueur et repose sur « l'éthos objectif du jeu » (Genvo, 2018), révélateur de ce que le designer a à dire de l'univers fictif qu'il met en scène.

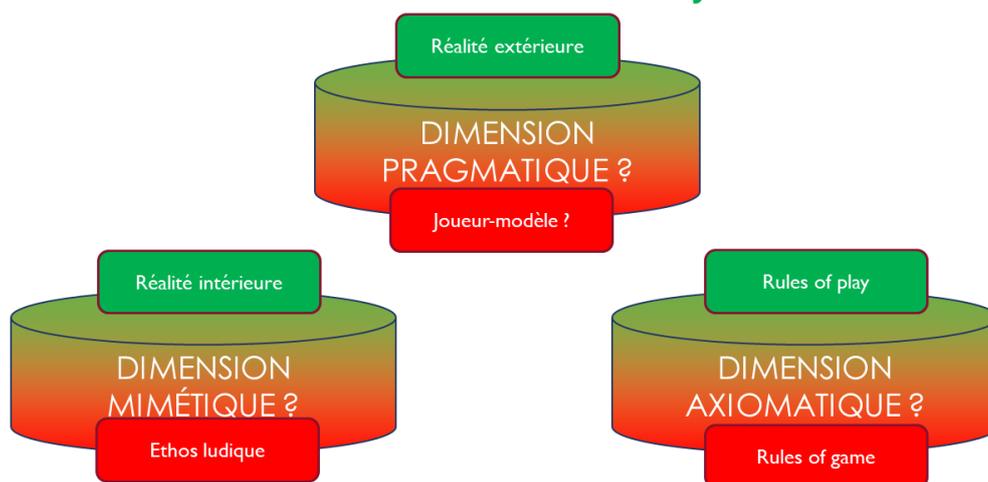
Le « contexte » repose lui aussi sur cette double incarnation, d'une part une « réalité extérieure » vécue par le joueur, et d'autre part le « joueur-modèle », c'est-à-dire le modèle d'usage que le concepteur a imaginé.

Enfin, des règles objectivement finalisées, les *rules of game* s'articulent à leur actualisation par le joueur – les *rules of play*.



De son côté, Olivier Caïra (2016) considère que les dimensions du ludique mettent en coprésence une « esthétique mimétique », manière dont le dispositif simule la réalité ; et une « esthétique pragmatique » : organisation concrète et ancrage dans la vie quotidienne. Les dimensions « mimétique » et « pragmatique » sont articulées par une « axiomatique », ou ensemble de règles et d'axiomes permettant de donner à l'expérience fictionnelle des implications concrètes pour le joueur, ou de représenter dans le monde fictif ses actes réels.

## STRUCTURES DE JEU



## STRUCTURES DU JEU

### 2.2. Un jeu, deux formes d'IA analogique

*Mage Knight* (2011) propose d'incarner un héros explorant un environnement qui se construit tuile après tuile. Le joueur se confronte à divers personnages grâce à l'utilisation habile de combinaisons de cartes (« combat », « influence », « repos »...), qui lui permettra d'en d'acquérir de meilleures au fil de la partie<sup>7</sup>. Pour impulser le rythme, la première édition du jeu intègre le mécanisme de « joueur fantôme ».

Dans le monde fictionnel de *Mage Knight*, le joueur fantôme n'a pas de « réalité intérieure ». Il n'est pas représenté sur le plateau et n'impacte aucunement l'aventure vécue par le personnage du joueur. Un climat d'urgence est imposé par une pioche de cartes qui fait figure de *timer*. Le « joueur-modèle » devra veiller à contrer le

---

<sup>7</sup> C'est la mécanique du « deckbuilding ».

développement de cette pioche pour disposer de plus de temps pour réaliser ses actions. Absent du plateau, le « joueur fantôme » constitue un défi pour le joueur davantage que pour son personnage.

Quelques années plus tard, l'auteur du jeu propose un nouveau personnage permettant aux joueurs d'affronter un adversaire automatisé. Ce nouvel ennemi a une existence sur le plateau : il est représenté par une figurine. Il possède un objectif dépendant du scénario : se rendre à un endroit, attaquer le joueur, etc. Ses actions sont régies par un mécanisme procédural à embranchements, fonction de la progression du personnage du joueur sur le plateau. Les « structures du jeu » qui l'animent sont moins prévisibles car elles dépendent des actions du joueur dans une « réalité intérieure ».

S'il est possible à un joueur ayant joué contre cet adversaire de raconter sa partie, il sera probablement plus rare d'entendre un joueur narrer comment il a freiné la croissance de la pioche du joueur fantôme.

L'illusion d'un comportement *intelligent* du PNJ émerge lorsque le joueur peut mettre un sens aux actions de l'ennemi artificiel. Il semble donc que « croire » en une IA revient à attribuer une signification à ses actions.



Illustration 4 : Plateau et matériel du jeu *Mage Knight*.

Source : Editions Intrafin (2011).

### 2.3. Un modèle sémio-communicationnel expérimental

En assimilant la dimension « fictionnelle » évoquée par Genvo à l'axe « mimétique » défini par Caïra, nous tenterons ici synthétiser ces deux topiques et une analyse systémique d'orientation sémiotique (voir Morgagni, 2011).

Dimensions axiomatique, pragmatique et sémantique, la proximité apparente entre le modèle sémiotique de Pierce (1935) et les topiques de la recherche sur le jeu vidéo nous autorise maintenant à glisser de la *simulation* à la *signification*. Le simulé et le simulé deviennent ici les deux versants d'un processus de simulation comme le signifiant et le signifié constituent les deux versants du processus de sémiologie.

Pour C.S. Pierce, la signification prend forme de manière dynamique dans le processus de sémiologie, actualisée par trois instances, dont nous avons cherché les traces dans les mécanismes ludiques de notre corpus.

Un mécanisme ludique est en effet une possibilité de signe. Cette possibilité s'exprime à travers (1) la manière dont est représentée une réalité extérieure au jeu ; (2) la façon dont cette représentation fait référence à l'objet ; et (3) la possibilité de son interprétation dans un contexte donné, en fonction d'un langage ou d'un système de logique donné.

Ainsi un *meeple*, petit personnage de bois symbolisant le joueur sur le plateau, désigne précisément son avatar ou sa faction<sup>8</sup>; il est signifiant – ou simulant – en ce qu'il renvoie à son objet par ressemblance physique<sup>9</sup> ; il est interprété en vertu de l'expérience, de la logique qui a présidé à l'attribution des couleurs à chaque joueur<sup>10</sup>.

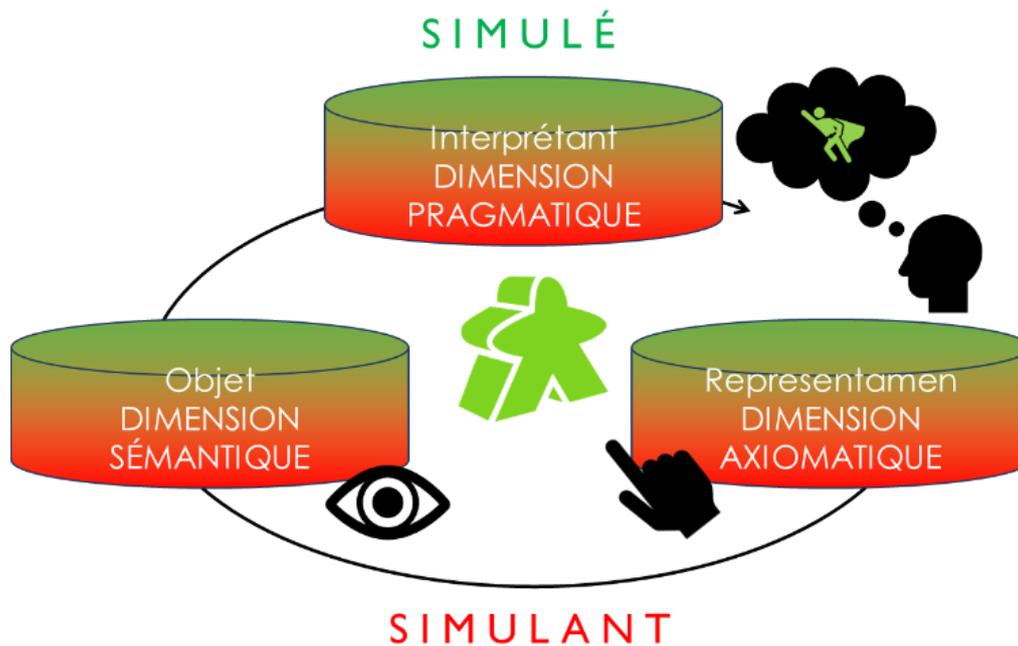
Qu'est-ce que ce type d'approche peut nous aider à comprendre des mécanismes automatisés dans le jeu de société ? Nous nous pencherons, à titre expérimental, sur un second exemple de jeu à succès.

---

<sup>8</sup> Dans la topique piercéenne, on parlerait ici de « sinsigne ».

<sup>9</sup> C'est, en termes piercéens, un objet de type « iconique ».

<sup>10</sup> « Dicisigne » ou « signe dicent ».



#### 2.4. L'IA analogique au regard du processus de sémiotique



Illustration 5 : Plateau et figurines du jeu *Scythe* (à gauche), cartes permettant de jouer les coups de « l'automa » (à droite).

Source : Éditions Stonemaier Games, 2017.

*Scythe* (2017) met les joueurs à la tête de factions dans un univers retro-dystopique. Ils explorent le plateau, exploitent les ressources, construisent des bâtiments et déploient leurs unités.

A l'instar des joueurs humains, « l'automa » est à la tête d'une faction. Les mouvements et les stratégies de « l'automa » sont régis par une *carte-séquence*,

organisant à chaque manche le tirage de *cartes-programmes*, qui à leur tour scriptent les actions des figurines de « l'automa ».

La ligne 1 (« ligne d'action de déplacement ») demande au joueur humain d'activer « l'automa » en fonction de différentes conditions. Cette procédure se *décrypte* via un ensemble de ce qui constitue pour C.S. Pierce des « symboles » ; la simulation est rendue possible par des représentations conventionnelles et arbitraires ; son interprétation s'opère d'après les règles écrites, la structure du jeu. Le *choix de l'action* de « l'automa » peut être assimilé à une séquence de l'ordre de la « tiercéité<sup>11</sup> » (Pierce, 1935). Le joueur traduit cette ligne par : « si j'ai la puissance militaire suffisante, et l'occasion sur le terrain, j'attaque une unité importante du joueur humain ; sinon, et si j'en ai l'occasion sur le terrain, je conquiers un territoire occupé par un de ses ouvriers ; sinon je me contente d'avancer mes ouvriers ».

Dans le cas de la ligne 2 (gains de l'automate), l'objet (la pièce) fonctionne par ressemblance avec les pièces de carton. La ligne est interprétée par le joueur « directement » : l'IA récupère simplement deux pièces, sans que cela ne renvoie à une prise de décision de l'automa. La séquence est de l'ordre de la « priméité<sup>12</sup> » et constitue une forme potentiellement moins *convaincante* pour les joueurs, au risque de représenter un programme de contraintes plutôt qu'un comportement signifiant.

Il semblerait que la crédibilité d'une IA soit liée à des processus sémiotiques d'ordres élevés, c'est-à-dire faisant appel à des « objets » désignés par convention plutôt que par ressemblance, à un « interprétant » lié davantage au raisonnement qu'à la

---

<sup>11</sup> Plus précisément, elle pourrait constituer un « légisigne symbolique argumental ».

<sup>12</sup> On parlerait ici de « qualisigne iconique rhématique ».

perception directe. En soumettant le mécanisme au risque de l'arbitraire, l'illusion d'intelligence croît à mesure que se complexifie le processus.

La seconde version de l'IA de *Mage Knight* ou « l'automa » de *Scythe* sont conçus comme des *automates finis hiérarchiques* : ils possèdent plusieurs ensembles d'états. La transition d'un ensemble à l'autre s'opère en fonction d'une transformation de l'environnement. Le « joueur fantôme » de *Mage Knight* propose, lui, un défi aux joueurs ; il n'a ni but, ni, bien sûr, de personnalité.

### **3. Perspectives pour la recherche-crédation**

Les mécanismes développés pour jouer un adversaire fictif dans le jeu de plateau s'apparentent donc à des règles de comportement (plus ou moins différenciées suivant les situations), mais ne proposent pas de fonction d'évaluation ou de mécanisme de rétroaction qui permettraient à cette IA d'adapter son programme en fonction de la réussite ou non des programmes précédents.

Les « algorithmes de planification », par exemple, sont des programmes permettant la recherche de chemin dans un graphe, entre une situation initiale donnée et un objectif à atteindre. Mieux adaptés à la planification à long terme que les méthodes *ad hoc*, ils peuvent être utilisés pour trouver le meilleur chemin dans un espace des états, par exemple dans un arbre de comportements, en adaptant l'algorithme de recherche par rétropropagation. Nous cherchons dans cette partie à puiser dans la recherche-crédation vidéoludique des possibilités nouvelles pour les concepteurs contemporains de jeu de société.

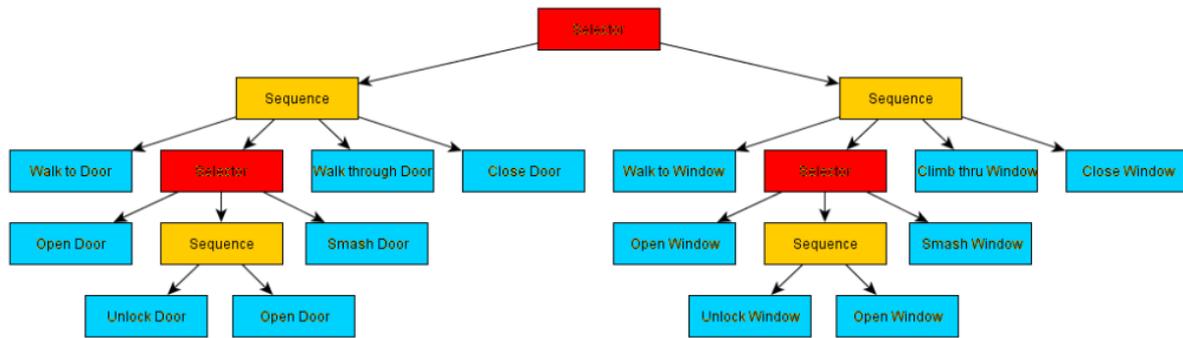


Illustration 6 : Représentation graphique d'un arbre de comportements.

Source : Collet, 2018

### 3.1. Algorithmes de planification et *machine learning*

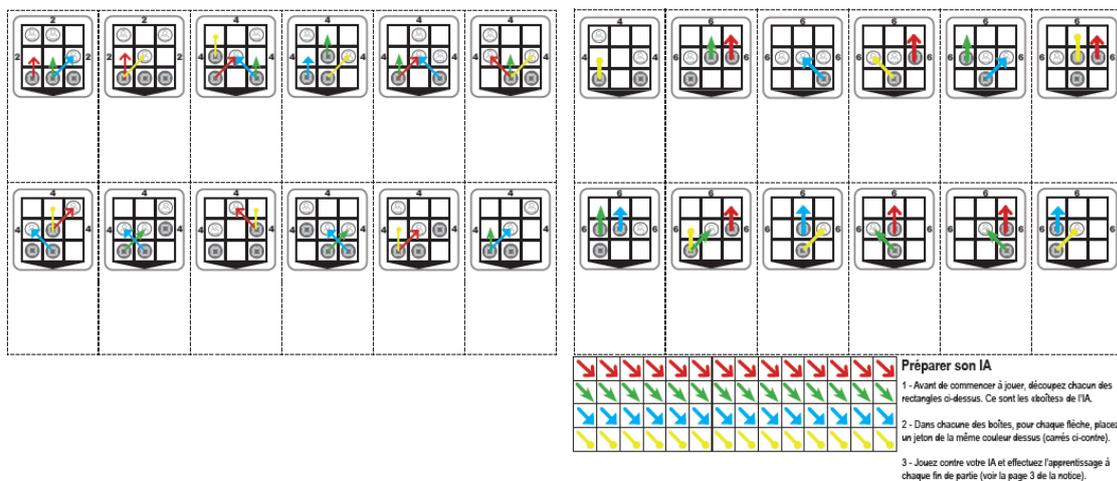
Le *machine learning* est souvent utilisé dans d'autres aspects du développement des jeux vidéo, comme la génération procédurale de contenus et des décors, permettant par-là de proposer des univers cohérents mais aussi surprenants car non déterminés, « avec une rejouabilité infinie » (Dupuis, 2015). Chaque actualisation génère donc ses normes propres et chaque ensemble de séquence sa spécificité.

Ainsi, *Hexapawn* a-t-il été créé par un écrivain américain de vulgarisation scientifique. Sorte de jeu d'échecs miniature sur un damier de neuf cases, le faible nombre d'états (de parties possibles) permet de représenter simplement l'apprentissage-machine par le biais d'un processus totalement mécanique (voir par exemple : Masse, 2019). Le dispositif consiste en un ensemble de boîtes où les possibilités de jeu sont représentées. Chaque boîte correspondant à une situation donnée sur le plateau, les *coups* de l'IA sont sélectionnés, parmi un ensemble de coups disponibles, en fonction de la situation présente. Les différentes possibilités de jeu sont retirées ou au contraire conservées dans la boîte correspondante en fonction de la victoire ou de la défaite de l'IA. Finalement, le joueur humain applique lorsqu'il *fait jouer l'IA* une procédure

différente en fonction de l'échec ou de la réussite de ses coups passés. Le dispositif cherche donc, et sélectionne par le biais de l'être humain qui le manipule, un chemin toujours meilleur pour atteindre son objectif.

De manière similaire, différents dispositifs *apprenant* la pratique du jeu de Nim ont été imaginées par plusieurs groupes de recherche (voir par exemple : INRIA, 2011, 2012), ainsi que pour simuler l'apprentissage-machine dans le cas du jeu du morpion. Inspirés par le travail de Bell (2009) sur « l'informatique tangible », nous sommes actuellement en train d'expérimenter ce type de dispositifs analogiques en lien avec une ludothèque parisienne<sup>13</sup>.

De leur côté, Collard, Henry et Hernalesteen (2020), Briec, Henry, Smal et Frenay (2018) expérimentent avec des publics scolaires un jeu de plateau fonctionnant à la manière du « Qui est-ce ? ». La démarche consiste à faire concevoir aux élèves un jeu qui apprendrait *tout seul* à trouver les réponses aux questions des enfants, à partir des essais-erreurs de l'IA.



<sup>13</sup> Voir : <http://www.lassoce.org>.

Illustration 7 : L'IA d'*Hexapawn* est constituée de 24 boîtes correspondant aux 24 situations possibles avant chaque *coup* de l'IA. Sur chacune des boîtes est représentée la situation dans laquelle elle doit être utilisée. Les jetons fléchés présents sur le plateau représentent les coups possibles pour l'IA dans cette situation donnée.

Source : <https://www.palais-decouverte.fr/fr/lascienceestla/experiences-dinformatique/une-intelligence-artificielle-en-papier/>.

### 3.2. Utility-based AI

Avec les « approches basées sur l'utilité », plutôt que de passer d'un état à un autre en fonction des événements extérieurs, un agent va constamment évaluer les différentes actions possibles et choisir l'action qui a la meilleure utilité présente. Pour chaque action est définie en amont une courbe d'utilité fonction de différents paramètres. Ces courbes déterminent la probabilité de choix de chaque action par le PNJ au regard de ces paramètres à un instant donné.

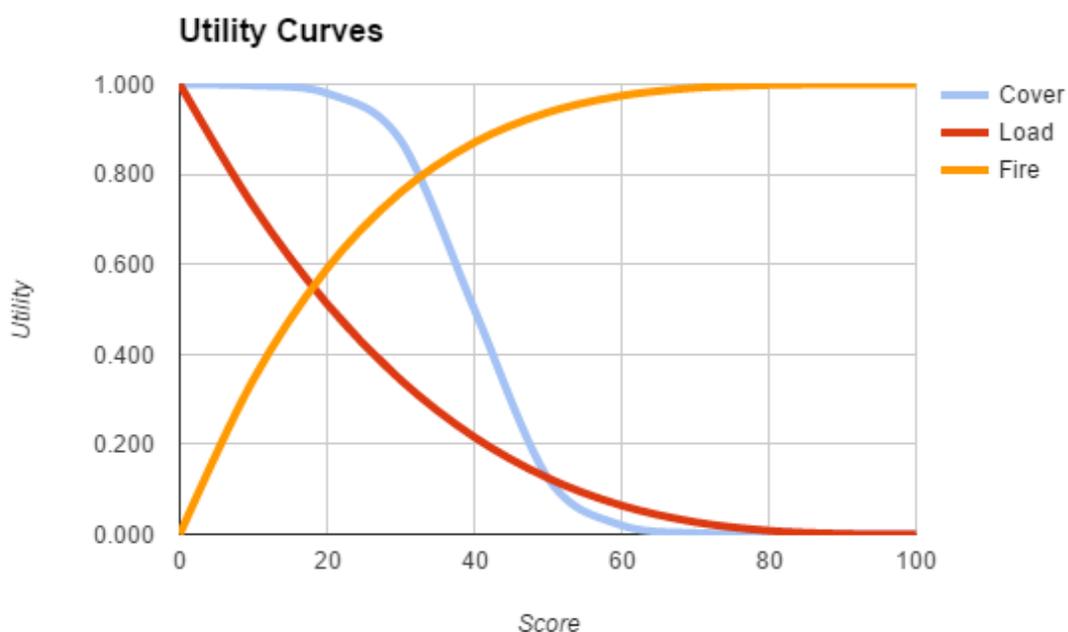


Illustration 8 : Courbe d'utilité pour un adversaire numérique de l'action de tirer (fire), de recharger son arme (load) ou de se cacher (cover), en fonction de son score. Avec un score bas, le PNJ se cachera ou rechargera son arme. Avec un haut score, le PNJ sera plus enclin à tirer.

Source : Collet, 2018.

Dans *Historia*, les joueurs sont à la tête de civilisations, et tout comme les « civbots » (les civilisations automatisées qui permettent d'ajouter des joueurs virtuels), ils positionnent leur marqueur sur une matrice en fonction de leurs différentes actions. En abscisse figure la progression scientifique de ladite civilisation, en ordonnée sa progression dans les « arts de la guerre ». L'emplacement du marqueur dans cette matrice indique le « type de gouvernement » adopté par cette civilisation : située dans la zone jaune, la civilisation est « féodale » ; dans la zone bleue elle est « capitaliste » ; dans la zone rose elle est « utopique », etc.

Les joueurs humains choisissent leurs actions à chaque tour par le biais de cartes, faisant éventuellement progresser leur civilisation sur l'axe scientifique ou sur l'axe militaire. Les « civbots » jouent des cartes tirées au hasard, selon un processus sémiotique simple qui ne laisse pas de place pour l'arbitraire. Les schémas comportementaux des « civbots » sont toujours identiques. Dès lors, il est envisageable de réfléchir à une manière de donner des programmes différents (des jeux de cartes différents) aux « civbots » en fonction de leur type de gouvernement : une civilisation féodale va peut-être jouer de manière plus agressive qu'une civilisation démocratique...

Toujours en lien avec des designers et ludothécaires, nous travaillons actuellement sur des matrices de comportements qui pourraient constituer une adaptation des

courbes d'utilité pour le jeu analogique. L'état actuel d'un PNJ serait alors déterminé par plusieurs paramètres, représentés sur une matrice, au sein de laquelle des aires différentes définiraient des programmes de comportement particulier. Lorsque tel ou tel paramètre serait modifié, l'état du PNJ pourrait passer d'une aire à une autre, d'un programme à un autre. Différentes matrices pourraient être utilisées pour représenter différentes formes d'adaptation des PNJ à ces paramètres.

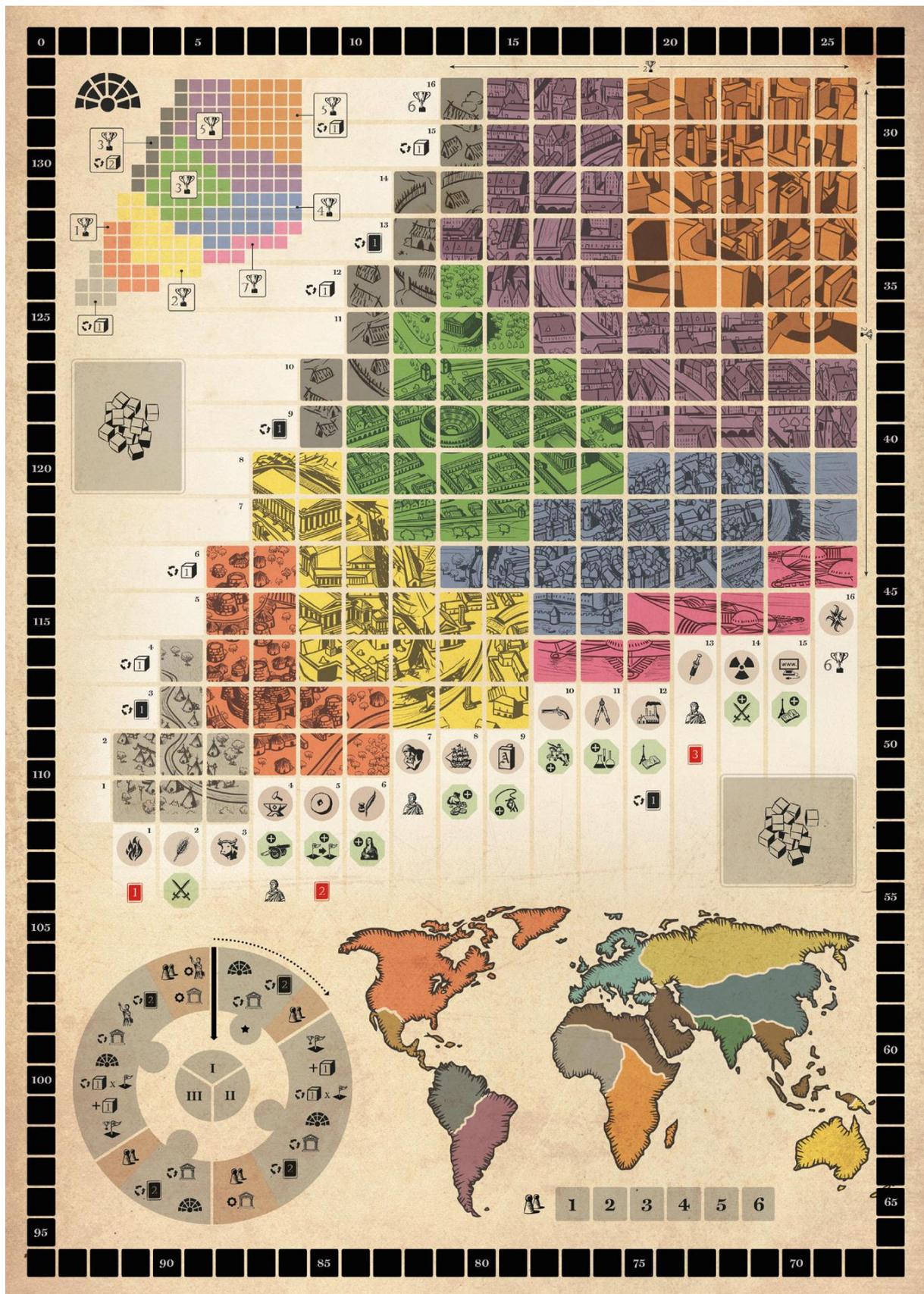


Illustration 8 : plateau du jeu *Historia*.

### 3.3. Des « middlewares » analogiques

Dans le monde numérique, la nécessité de combiner différentes méthodes (IA *ad hoc* et *machine learning*) a conduit les développeurs à construire des « middleware » face à l'étendue des calculs nécessaires. Il s'agit de couches « d'IA générique » transposables à différents contextes. Ces logiciels médiateurs déterminent ce qui sera commun et ce qui sera spécifique à chaque jeu (Dupuis, 2015).

Cayatte (2021) porte un projet de recherche et développement destiné à accompagner la conception de jeux vidéo à même de transmettre des émotions spécifiques. Il s'agit de créer des middlewares permettant une transmission efficace, reproductible de schémas de comportement.

De la même manière, Tayari-Meftah (2013) a travaillé sur l'annotation des états, de façon à définir un modèle pour la représentation des émotions qui permette l'échange entre différents systèmes et l'application à différents dispositifs. Elle propose une approche de la représentation et de la communication des émotions selon laquelle toute émotion peut être « perçue » – en *input* – par un système par décomposition de vecteurs, combinaison linéaire « secondaire » de vecteurs « émotions de base » dans une matrice multidimensionnelle. En retour, l'émotion peut alors être exprimée – en *output* – par le système via un vecteur, recombinaison selon le processus inverse.

La transposition de ce type de modèle au comportement des PNJ analogiques semble un terrain fécond pour la recherche-crédation. Pour Bustros (2009), en effet : « nous constatons que le domaine de l'intelligence artificielle sur les jeux de société est très avancé en ce qui concerne les jeux classiques, mais pas sur les jeux de plateau » : il

fait référence aux IA développées pour battre le joueur humain dans le jeu d'échec (par exemple : Deep Blue) ou le jeu de go (par exemple : Alpha Go). Nous le rejoignons lorsqu'il poursuit : « il serait intéressant, dans un projet futur, de créer des techniques générales, des patrons de conceptions et une documentation sur les jeux de plateau. Il y aurait assurément beaucoup à dire et à faire sur le sujet. »

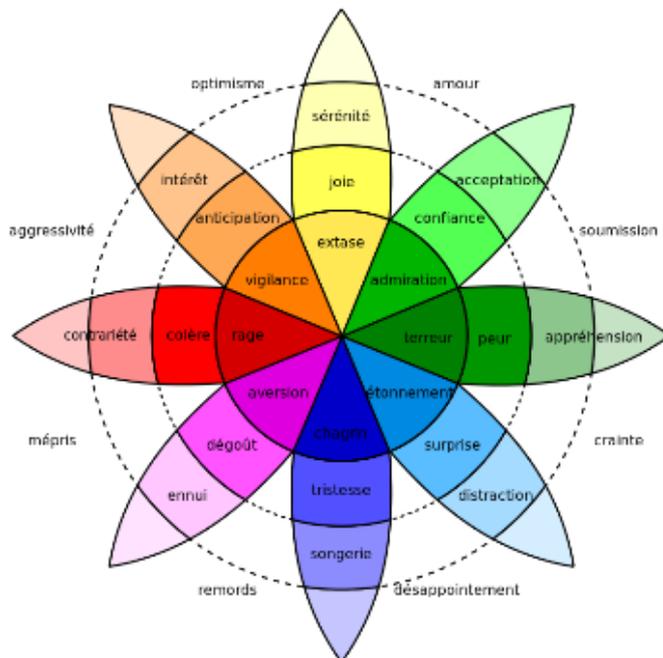


Illustration 9 : Modèle multidimensionnel de Plutchik, sur lequel s'appuie Tayari-Meftah (2013) pour permettre à un programme d'interpréter, puis de reproduire, des émotions complexes (« secondaire ») à partir de paramètres « primaires ».

Source : Plutchik, 1980.

#### 4. L'IA analogique : portée artistique, sociale et heuristique

L'approche sémio-communicationnelle et l'emprunt de notions issues des recherches vidéoludiques nous permettent-elles au final de tirer quelques enseignements sur l'utilisation de l'IA dans le « jeu de table » ? Il s'agit dans cette dernière partie d'étudier la question sous trois angles différents : celui de la pertinence de ces mécanismes en termes de création, d'innovation ludique ; celui des impacts socioculturels de ces innovations ; et celui de la portée heuristique de ces applications de l'IA : peuvent-elles aider à faire progresser la connaissance, à vulgariser les mécanismes dont elles s'inspirent ?

#### 4.1. Quelles perspectives en termes de création ?

Pour Collet (2018) l'objectif de l'IA appliquée au jeu vidéo est de créer un système qui permet de « contourner » des problématiques de conception. Les méthodes *ad hoc* proposent en effet une expérience de jeu fluide, nécessitant une quantité limitée de calculs, qui induisent une « illusion d'intelligence », rendent crédible et cohérent l'univers du jeu. Il s'agit le plus souvent de méthodes manuelles qui « ne peuvent pas réellement être définies comme de l'IA classique mais [sont] considérées comme telles par l'industrie du jeu vidéo depuis son commencement ». En effet les joueurs attendent des PNJ un comportement tout de même assez formaté, qui autorise une maîtrise progressive du jeu.

Les mécanismes d'automatisation des jeux de société restent encore relativement simples : en l'absence de rétroaction, la réponse procédurale dépend peu des actions du joueur. Pourtant se dessinent de nouveaux modèles dont le jeu « analogique » hérite aujourd'hui de son cousin numérique : des structures conçues comme des « environnements libres où tout est possible » (D'Afflon, 2012).

La narration procédurale, ou construction du contenu faisant appel à des algorithmes plus ou moins élaborés, constitue une sorte de révolution dans le jeu vidéo (voir le travail de Ryan, 2007, Szilas, 2014 ou Giner, 2018), et amène à concevoir l'univers diégétique comme un « agent » au même titre que les adversaires qui le peuplent. Il en va de même dans le jeu de société : dans *Horreur à Arkham*, la succession des événements déclenchés dépend d'une pioche de cartes qui se construit en fonction des actions des joueurs. De la même manière, les « rencontres » que les joueurs sont susceptibles de faire dans chaque « colonie » de *Fallout* s'adaptent aux conséquences de leurs choix.

Les perspectives de création semblent se multiplier lorsque les designers empruntent des concepts à la recherche-crédation vidéoludique. Mais c'est moins dans le recours à un *matériel de jeu* numérique que dans l'utilisation des *procédures numériques de conception* que peut être amélioré « l'agentivité » (« agency ») de ces récits en tant que lieux crédibles d'interventions de l'utilisateur dans l'intrigue, de confrontation aux personnages qui la peuplent.

D'un autre côté, si la culture numérique apporte aux professionnels du jeu des outils opérationnels ou conceptuels pour créer des nouveaux dispositifs, ces outils semblent également à même de répondre différemment aux enjeux sociaux de la pratique ludique.

#### 4.2. Quelle plus-value sociale de l'IA des jeux analogiques ?

Avec l'intensité de l'activité ludique augmente de manière linéaire la pratique du jeu *en solo* ou *entre amis*, au détriment par exemple du jeu *en famille*, et les aspects « diégétiques » sont davantage recherchés (Francblu, 2020). Le jeu semble devenir

une activité recherchée comme fin en soi, tributaire de la rencontre de pairs aux mêmes centres d'intérêt. C'est dans ce cadre que se développent des mécanismes qui permettent de transformer le jeu analogique en expérience plus ou moins automatisée, immédiate et souvent coopérative.

Les groupes se retrouvent aujourd'hui en parallèle de leur vie professionnelle ou familiale, en s'appuyant sur des dispositifs, des *structures de jeu* qui facilitent la mise en place, l'apprentissage des règles, l'intégration de personnes nouvelles. L'activité ludique prend donc place dans des contextes et des rythmes de vie en réponse à la transformation des attentes ludiques autant que sociales : les *jeux à usage unique* font de la partie une expérience non reproductible mais immédiatement jouable, quels que soient les protagonistes autour de la table ou le contexte de leur rencontre. Les mécanismes d'activation automatique d'adversaires virtuels permettent de vivre une "aventure narrative" sans qu'aucun des participants n'ait à assumer le rôle chronophage de *maître de jeu*. La « sérialisation » fait vivre à des joueurs plus attirés par les aspects *épiques* et les objectifs à long terme des campagnes dont chaque épisode est l'occasion, le temps d'une soirée ou d'un week-end, de retrouver un groupe de pairs ou une communauté.

Or le jeu de société, comme tout produit culturel, peut être vecteur de représentations du réel en tant qu'il reflète des conceptions existantes, voire les étaye ou les fait évoluer<sup>14</sup>. En quoi ces dispositifs peuvent-ils faire avancer la compréhension de l'environnement *réel* du joueur ? Quel peut être le potentiel, en termes de médiation culturelle, en termes de connaissance scientifique, de l'usage du jeu « analogique » ?

---

<sup>14</sup> Nous avons par exemple contribué à un état des lieux des représentations des socio-écosystèmes dans le jeu de société, et des mécanismes ludiques à même de les faire évoluer (Francblu & Rotenberg, 2020).

### 4.3. Quel potentiel heuristique de l'IA analogique ?

Dans les salles de classe ou dans les familles, différentes représentations et différents usages des outils numériques cohabitent (Bodart, Dumas et Henry, 2018). Les professionnels (ou les parents) restent peu armés pour démystifier les principes liés au fonctionnement des machines, les enjeux liés à l'IA, tandis que jeunes s'emparent plus rapidement des outils technologiques. L'intégration du jeu vidéo dans l'offre éducative des ludothécaires ou des enseignants du primaire est encore en débat, en l'absence de balises claires ou de formations systématiques pour les professionnels.

Or il s'agit aujourd'hui de permettre aux enfants en particulier de se positionner comme acteurs, davantage que comme consommateurs (Collard, Henry et Hernalesteen, 2020 ; Brieuc, Smal et Frenay, 2018). Car si la didactique du numérique est encore en construction, les œuvres de fiction autour de la cybernétique (Weiner, 1950, 1954) ou aujourd'hui les imaginaires qui touchent au numérique (Desbois, 2015) peuvent « empêcher le public de penser »<sup>15</sup>.

Pourtant le jeu sérieux (Michael & Chen, 2006) garde l'empreinte de l'institution qui le met en place (Trépanier-Jobin, 2016). Il s'agit donc davantage de proposer des expériences plutôt que de convaincre l'utilisateur. Le développement rapide de ce type d'approche dans un circuit du jeu vidéo indépendant amène Genvo (2016) à identifier des « expressive games ». Sans intention de persuader ou de convaincre, l'objectif est de partager des représentations que l'utilisateur peut s'approprier. L'activité ludique

---

<sup>15</sup> Pour Weiner, déjà en 1950, ni « l'insouciance optimiste » ni la « déploration technophobe » n'amènent à « ouvrir le capot du fonctionnement des machines ».

peut alors être utilisée à des fins praxéologiques en ce qui concerne la médiation scientifique, d'autant mieux lorsqu'elle est dégagée d'une ambition didactique trop évidente. Par exemple, Oddendal et Zavala (2018) ont développé un jeu de plateau permettant *par ailleurs* de comprendre la structure algorithmique des réseaux sociaux.

Le jeu de société requiert, inévitablement, un ou des êtres humains pour mettre en place, pour donner du sens aux règles et pour prendre en main, littéralement, les pions, cartes, figurines, y compris lorsqu'il s'agit de manipuler un personnage adverse dont le comportement est régi par une IA. Parce qu'il est par essence médiatisé, les médiateurs du jeu que sont les ludothécaires peuvent contribuer à la transmission d'une certaine littératie numérique.

Dans le cadre d'un financement conjoint du Ministère de l'Education Nationale et plusieurs organismes de recherche, la conception d'IA analogiques destinées à des actions de sensibilisation du grand public, est en cours d'expérimentation. Nos premiers résultats devraient paraître fin 2023.

### **Conclusion : l'IA ou l'affirmation du jeu comme produit culturel**

Si la révolution numérique a accéléré le mouvement de convergence entre les usagers et les producteurs de mondes fictionnels, l'intégration de supports numériques dans le jeu de société (ce que l'on nomme le « jeu hybride ») ne semble pas foncièrement modifier son « agentivité » (voir Caïra, 2014). Pourtant, comme en littérature, ces outils peuvent être l'occasion de faire évoluer les méthodes de conception (Bornet et al., 2014), à défaut de transformer les usages.

Aujourd'hui le jeu est (souvent) construit comme une narration et (de plus en plus) vécu comme une expérience ; l'intelligence artificielle, ou plutôt les procédures de construction de l'intrigue qui s'en inspirent, répondent aux mutations de la pratique. Or, à l'heure où l'on parle de « sciences participatives » (voir par exemple Bourg et Whiteside, 2010), expérimenter des outils issus de la rencontre entre le média ludique et la culture scientifique et technique apparaît aussi comme l'occasion de faire progresser la connaissance. Parce qu'elle permet de « voir le moteur », d'observer, de manipuler, de commenter son propre fonctionnement, l'IA analogique semble propice à la sensibilisation des publics à une approche réflexive.

C'est à travers le « design numérique » (Mauger, 2018) des supports matériels, plus que dans la numérisation de ces supports, que peuvent émerger des modèles qui réagissent aux actions du joueur, qui apprennent, qui déploient une existence autonome.

Et lorsque le jeu n'est plus simplement une interface, il génère une identité propre : si je ne joue pas mes coups, l'IA de *Scythe* aura tout de même la victoire. Capable de décisions révélant les choix diégétiques de l'auteur, le jeu gagne-t-il alors le statut d'œuvre, en tant que son récit peut exister en l'absence de tout joueur ?



Illustration 10 : jeux de société à narration procédurale

Source : *Comanantes* (Éditions Plaid Hat Games, 2019), *Le Dilemme du Roi* (Éditions Horrible Guide, 2019)

## BIBLIOGRAPHIE

Bard, Nolan et al. (2019), « The Hanabi challenge: A new frontier for AI research », *Artificial intelligence*, volume 280, mis en ligne le 27/11/2019, consulté le 01/07/2021.

URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004370219300116?via%3Dihub>.

Bell, Tim, Witten, Ian et Fellows, Mike (2009), *Computer Science unplugged. L'informatique sans ordinateur, programme d'activités d'éveil pour les élèves à partir de l'école primaire*, mis en ligne le 27/11/2019, consulté le 01/07/2021. URL : <http://interstices.info>.

Bodart, Antoine, Dumas, Bruno et Henry, Julie (2018), « Programmation tangible pour les enfants : analyse de l'existant, classification et opportunités », *30e conférence francophone sur l'interaction homme-machine*, Oct 2018, Brest, France.

Bornet, Cyril, De Roulet Daniel et Kaplan Frédéric (2014), « La Simulation humaine : le roman-fleuve comme terrain d'expérimentation narrative », *Cahiers de narratologie*, n°27, mis en ligne le 07/01/2015, consulté le 01/07/. URL : <http://journals.openedition.org/narratologie/7042>.

Bourg, Dominique, Whiteside, Kerry (2010), *Vers une démocratie écologique. Le citoyen, le savant et le politique*, Paris, Seuil.

Brieuc, Olivier, Henry et al. (2018), « Enseigner l'intelligence artificielle à des jeunes adolescents à travers l'informatique tangible : activité autour de la synthèse des émotions », *Didapro n°7 – DidaSTIC*, HEP Vaud, 7-9 février 2018.

Bustros, Alexandre (2009), *Un système d'intelligence artificielle pour le jeu de plateau Axies & Allies*, Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en informatique, Université du Québec à Montréal, Service des bibliothèques.

Brody, Aymeric (2015), « Les joueurs amateurs de poker : une communauté de pratique ? », *RESET*, 4, mis en ligne le 21 décembre 2015, consulté le 03 février 2022. URL : <http://journals.openedition.org/reset/515>.

Brougère, Gilles (1979), « Du jouet industriel au jouet rationalisé », dans R. Jaulin (dir.), *Jeux et jouets. Essai d'ethnotechnologie*, Paris, Aubier.

Brougère, Gilles (2003), *Jouets et compagnie*, Paris, Stock.

Caïra, Olivier (2014), « Jeux vidéo et jeux d'interaction en face-à-face : vers un modèle unifié d'écologie de l'intrigue », *Cahiers de narratologie*, n°27, mis en ligne le 18/12/2014, consulté le 01/07/2021. URL : <https://journals.openedition.org/narratologie/7058>.

Caïra, Olivier (2016), « Théorie de la fiction et esthétique des jeux », *Sciences du jeu*, n°6, mis en ligne le 12 octobre 2016, consulté le 11 août 2021. URL : <http://journals.openedition.org/sdj/671>.

Cayatte, Rémy (2019), « La narration procédurale au service de la transmission d'émotions : principes d'émergence organique d'imprévus narratifs et émotionnels », *Colloque Lusor in Fabula*, Université de Rouen-Normandie, mis en ligne le 14/10/2019, consulté le 01/07/2021. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02363667>.

Cayatte, Rémy (2021), « Projet Goblinz Story : bilan », *Expressive game. Plateforme d'analyse et de création de jeux vidéo*, mis en ligne le 14/07/2021, consulté le 10/08/2021. URL : <http://www.expressivegame.com/wp-content/uploads/2021/07/Goblinz-Story-Rapport-Final.pdf>.

Chauvin, Simon (2019), *Un modèle narratif pour les jeux vidéo émergents. Interface homme-machine*, thèse de doctorat en informatique, Conservatoire national des arts et métiers, Paris.

Chouffot, Rémy (2019), « Intelligence artificielle. Il y a un joueur dans le jeu ! », *Plato. Le magazine des jeux de société modernes*, n°120, octobre 2019, p. 38-40.

Coavoux, Samuel (2010), « La carrière des joueurs de World of Warcraft », dans S. Craipeau, S. Genvo et B. Simonnot (dirs.), *Les Jeux vidéo au croisement du social, de l'art et de la culture*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy, p 43-58.

Collard, Anne-Sophie, Hernalesteen, Alyson, Henry, Julie (2020), « Déconstruire les représentations médiatiques sur l'intelligence artificielle en jouant à *Qui est-ce ?* », *Actes du colloque Proceedings TICEMED 12*, 7-9 avril 2020, Athènes.

Collet, Sébastien (2018), « L'Intelligence Artificielle dans les Jeux Vidéo », *Sagie*, mis en ligne le 02/10/2018, consulté le 01/05/2021. URL : <https://www.saagie.com/fr/blog/blog-l-intelligence-artificielle-dans-les-jeux-video/>.

Dauphragne, Antoine (2010), « La culture ludique : du jeu d'enfant au loisir adulte », *Actes du colloque Enfance et cultures : regards des sciences humaines et sociales*, mis en ligne le 21 juin 2010, consulté le 11 août 2018. URL : <http://www.enfanceetcultures.culture.gouv.fr/actes/dauphragne.pdf>.

Dauphragne, Antoine (2011), « Le sens de la fiction ludique : jeu, récit et effet de monde », *Strenæ*, n°2, mis en ligne le 21 juin 2011, consulté le 11 août 2021. URL : <http://journals.openedition.org/strenae/312>.

Deledalle, Gérard (1990), « Traduire Charles S. Peirce. Le signe, son concept et son usage », *TTR*, n°3(1), p. 15-29.

Desbois, Henri (2015), « A kind of magic, le rôle du surnaturel dans les fictions du numérique », *Interfaces numériques*, n°4 (2), p. 223-236.

Dupuis, Henri (2015), « Intelligence artificielle et jeux vidéo », *Le site de vulgarisation scientifique de l'Université de Liège*, mis en ligne le 13/03/2015, consulté le 01/05/2021. URL : [https://www.reflexions.uliege.be/cms/c\\_384841/fr/intelligence-artificielle-et-jeux-videos?part=1](https://www.reflexions.uliege.be/cms/c_384841/fr/intelligence-artificielle-et-jeux-videos?part=1).

Francblu, Samuel (2020), *Pratiques du jeu de société contemporain*, Janvier 2020, Paris, mis en ligne le 15/10/2021, consulté le 01/11/2021. URL : <http://www.lassoce.fr/fs/Root/eph11-Les-joueurs-GIS-L-ASSOCE.pdf>.

Francblu, Samuel (2020), « Pratiques du jeu de société : de l'expérience du play à la mutation du game », *Séminaire Temps, fictions et pratiques ludiques*, Octobre 2020, Besançon, France, mis en ligne le 15/10/2021, consulté le 01/11/2021. URL : <https://mf.hypotheses.org/1422>

Francblu, Samuel et Rotenberg Miguel (2020), « Socio-écosystèmes et jeux de société. Etat des lieux », *Réseau des Zones Ateliers du CNRS-INEE*, mis en ligne le 12/12/2020, consulté le 01/07/2021. URL : <https://www.lassoce.org/recherche-d%C3%A9veloppement>.

Francblu, Samuel (2021), « Les soirées jeux en ludothèque », *Plato. Le magazine des jeux de société modernes*, n°139, octobre 2021, p.44-45.

Francblu, Samuel (2021), « Il était une fois. Les enjeux narratifs du jeu de société moderne », *Plato. Le magazine des jeux de société modernes*, n°134, avril 2021, p.40-41.

Genvo, Sébastien (2013), « Penser les phénomènes de ludicisation à partir de Jacques Henriot », *Sciences du jeu*, n°1, mis en ligne le 01 octobre 2013, consulté le 10 août 2021. URL : <http://journals.openedition.org/sdj/251>.

Genvo, Sébastien (2016), « Defining and Designing Expressive Games: the Case of Keys of a Gamespace », *Kinephanos*, Printemps 2016, p. 90-106.

Genvo, Sébastien (2018), « Penser et analyser l'ethos ludique comme processus de médiation », *Colloque Entre le jeu et le joueur : écarts et médiations*, Liège Game Lab/Université de Liège, octobre 2018, mis en ligne le 16/07/2020, consulté le 01/07/2021. URL : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01886189/document>.

Giner, Esteban (2018), « La narration à n-corps », *Chroniques vidéoludiques*, mis en ligne le 5/10/2018, consulté le 01/07/2021. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01887421/>.

Juul, Jesper (2011), *Half-Real : Video Games Between Real Rules and Fictional Worlds*, The MIT Press, Cambridge.

Henriot, Jacques (1989), *Sous Couleur de Jouer*, Jose Corti, Paris.

Hofstadter, Douglas et Dennett, Daniel (1987), *Vues de l'esprit : fantaisies et réflexions sur l'être et l'âme*, Paris, InterEditions.

Inria, Nancy Bidouille (2011, 2012), « Les algorithmes », *Sciences manuelles du numérique. Déconstruire l'informatique pour mieux la comprendre*. <https://pixees.fr/deconstruire-linformatique-pour-mieux-la-comprendre-2/>

Leorke, Dale (2018), « Solo board gaming: an analysis of player motivations », *Analog game studies*, mis en ligne le 02/12/2018, consulté le 01/07/2021. URL : <https://analoggamestudies.org/tag/solo-gaming/>.

Marti, Marc, et Baroni, Raphaël (2014), « De l'interactivité du récit au récit interactif », *Cahiers de narratologie*, n°27, mis en ligne le 19/12/2014, consulté le 01/07/2021. URL : <http://journals.openedition.org/narratologie/7077>.

Masse, Bastien (2019), « Une initiation concrète à l'intelligence artificielle. Formation au numérique des élèves », mis en ligne le 19/12/2014, consulté le 01/07/2021. URL : [http://www.ac-clermont.fr/fileadmin/user\\_upload/Actions\\_Educative/numerique-educatif/actualite/20192020/Initiation\\_%C3%A0\\_l\\_intelligence\\_artificielle/Formation\\_au\\_num%C3%A9rique\\_des\\_%C3%A9l%C3%A8ves\\_\\_\\_Initiation\\_%C3%A0\\_l\\_apprentissage\\_par\\_renforcement.pdf](http://www.ac-clermont.fr/fileadmin/user_upload/Actions_Educative/numerique-educatif/actualite/20192020/Initiation_%C3%A0_l_intelligence_artificielle/Formation_au_num%C3%A9rique_des_%C3%A9l%C3%A8ves___Initiation_%C3%A0_l_apprentissage_par_renforcement.pdf).

Mauger, Vincent (2018), « Design narratif : considérations préalables à son étude et à l'analyse de compositions ludofictionnelles sous le modèle EST », *Sciences du jeu*, n°9, mis en ligne le 06 juin 2018, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/sdj/985>.

Michael, David et Chen, Sande (2006), *Serious games: games that educate, train, and inform*, Thomson Course Technology, Tampa.

Morgagni, Simone (2011), « Repenser la notion d'affordance dans ses dynamiques sémiotiques », *Intellectica*, n°55, p. 241-267.

Murray, Janet (1997), *Hamlet on the Holodeck: The future of narrative in cyberspace*, Cambridge, The MIT Press.

Odendaal, Adrian et Zavala, Karla (2018), « Black boxes out of cardboard: algorithmic literacy through critical board game design », *Analog game studies*, mis en ligne le 02/12/2018, consulté le 01/05/2021. URL : <https://analoggamestudies.org/2018/12/black-boxes-out-of-cardboard-algorithmic-literacy-through-critical-board-game-design/#comments>.

Pierce, Charles (1978, 1935), *Ecrits sur le signe*, Paris, Editions du Seuil.

Plutchik, Robert (1980), *Emotion, a psychoevolutionary synthesis*, New York.

Ryan, Marie-Laure (2007), « Jeux narratifs, fictions ludiques », *Intermédialités*, n°9, p. 15-34.

Philippette, Thibault (2015), « La dimension sociocognitive de la jouabilité », *Interfaces numériques*, n°4 (1), p. 23-42.

Simonian, Stéphane, Quintin, Jean-Jacques et Urbanski, Sébastien (2016), « La construction des collectifs dans l'apprentissage collaboratif à distance : l'affordance

socioculturelle des objets numériques », *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, vol. 49, n° 1, p. 63-90.

Szilas, Nicolas (2014), « Où va l'intrigue ? Réflexions autour de quelques récits fortement participatifs », *Cahiers de narratologie*, n°27, mis en ligne le 19/12/2014, consulté le 01/07/2021. URL : <http://journals.openedition.org/narratologie/7065>.

Tayari-Meftah, Imen (2013), *Modélisation, détection et annotation des états émotionnels à l'aide d'un espace vectoriel multidimensionnel*, thèse de doctorat en Intelligence artificielle, Université Nice Sophia Antipolis.

Trépanier-Jobin, Gabrielle (2016), « Differentiating Serious, Persuasive, and Expressive Games », *Kinephanos, numéro spécial : Exploring the Frontiers of Digital Gaming: Traditional Games, Expressive Games, Pervasive Games*, Avril 2016, p. 107-128.

Wake, Paul (2019), « Token gesture: towards a theory of immersion in analog games », *Analog game studies*, mis en ligne le 16/09/2019, consulté le 01/05/2021. URL : <https://analoggamestudies.org/2019/09/token-gestures-towards-a-theory-of-immersion-in-analog-games/>.

Weiner, Norbert (1954), *Cybernétique et société. L'usage humain des êtres humains*, Paris, Seuil.

Zabban, Vinciane, Piñeros, Nicolas et Roux, Timothé (2021), « Financement participatif et engagement des consommateurs dans l'essor du secteur du jeu de société : un « âge d'or » tiré par la demande ? », *Sciences du jeu*, n°14, mis en ligne le 14/03/2021, consulté le 11/07/2021. URL: <http://journals.openedition.org/sdj/2866>.

## **LUDOGRAPHIE**

Les références ludographiques sont indiquées ainsi :

*Titre*, Auteur(s), éditeur original et année d'édition

*Andor*, Menzel, Éditions Kosmos, 2012

*Comanautes*, Hawthorne, Éditions Plaid Hat Games, 2019

*Dead of Winter, a crossroads game*, Gilmour & Vega, Plaid Hat Games, 2014

*Déetective*, Trzewiczek, Portal Games, 2018

*Etherfields*, Oracz, Awaken Realms, 2020

*Exit*, Brand & Brand, Éditions Kosmos, 2017

*Fallout*, Hajek & Fischer, Fantasy Flight Games, 2017

*Folklore the Affliction*, Donovan & Blain, Greenbrier Games, 2017

*Gloomhaven*, Childres, Cephalofair Games, 2017

*Historia*, Pranzo, Éditions Giochix.it, 2014

*Horreur à Arkham 3<sup>e</sup> édition*, Wilson, Launius & Valens, Fantasy Flight Games, 2018

*Le Dilemme du Roi*, Hach & Silva, Éditions Horrible Guide, 2019

*L'Île interdite*, Leacock, Éditions Gamewright, 2010

*Les Demeures de l'Épouvante*, Konieczka, Fantasy Flight Games, 2011

*Lords of Hellas*, Kwapinski, Awaken Realms, 2018

*Mage Knight*, Chvatil, Éditions Intrafin, 2011

*Mice and Mystics*, Hawthorne & Bistro, Éditions Plaid Hat Games, 2012

*Outlive*, Olivier, Éditions La Boîte de Jeu, 2016

*Pandemic*, Leacock, Z-Man Games, 2009

*Scythe*, Steigmeier, Éditions Stonemaier, 2017

*Tainted Grail*, Piskorski & Swierkot, Awaken Realms, 2020

*The 7th Continent*, Roudy & Sautter, Éditions Serious Poulp, 2017

*TIME Stories*, Rozoy, Éditions Space Cowboys, 2015

*Unlock!*, Demaegd, Éditions Space Cowboys, 2017

*Voyages en Terres du Milieu*, Hajek & Holdinghauss, Fantasy Flight Games, 2019

*Zombicide*, Raoult, Lullien & Guitton, Éditions Cool Mini or Not, 2012