



HAL
open science

Récits interactifs pour l'apprentissage en environnement virtuel : design d'une scénarisation fondée sur l'uchronie.

Mélody Laurent, Serge Bouchardon, Domitile Lourdeaux, Nicolas Szilas

► To cite this version:

Mélody Laurent, Serge Bouchardon, Domitile Lourdeaux, Nicolas Szilas. Récits interactifs pour l'apprentissage en environnement virtuel : design d'une scénarisation fondée sur l'uchronie.. H2PTM'17. Le numérique à l'ère des designs, de l'hypertexte à l'hyper-expérience, 2017, Valenciennes, France. hal-01698087v1

HAL Id: hal-01698087

<https://hal.science/hal-01698087v1>

Submitted on 31 Jan 2018 (v1), last revised 18 Oct 2018 (v3)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Récits interactifs pour l'apprentissage en environnement virtuel : design d'une scénarisation fondée sur l'uchronie

Mélody Laurent* — **Serge Bouchardon **** — **Domitile Lourdeaux***
—**Nicolas Szilas*****

* Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, CNRS, UMR 7253 Heudiasyc - CS 60 319 - 60 203 Compiègne cedex
{melody.laurent, domitile.lourdeaux}@hds.utc.fr

** Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, EA 2223 COSTECH - CS 60 319 - 60 203 Compiègne cedex
serge.bouchardon@utc.fr

*** TECFA, FPSE, University of Geneva, CH 1211 Geneva 4, Switzerland
nicolas.szilas@unige.ch

RÉSUMÉ. Les travaux de recherche menés dans le domaine des environnements virtuels pour l'apprentissage humain permettent aujourd'hui d'envisager leur utilisation à des fins d'entraînement à la prise de décision en situation critique. Le problème de ce type d'application est qu'il nécessite pour les concepteurs et les programmeurs un travail d'écriture lourd et une programmation exhaustive de l'état du monde. Notre hypothèse est de mobiliser les principes existants du récit interactif afin de proposer un design de scénarisation qui prenne en compte les aspects temporels, critiques et complexes des actions de l'apprenant. Nous proposons une approche réflexive de l'apprentissage en fondant notre scénarisation sur l'uchronie. L'apprenant pourrait revenir en arrière au sein du même scénario socle, et le système informatique informerait ce scénario en fonction des décisions et erreurs faites par l'apprenant. Nous décrirons en fin d'article le développement en cours de cette application, et présenterons nos pistes d'évaluation.

ABSTRACT. This article presents a story-based approach in a simulation-based learning environment in the context of crisis management. Our hypothesis is to mobilize the existing principles of interactive narrative in order to propose a scenarisation design that takes into account the temporal, critical and complex aspects of the learner's actions. We propose a reflexive approach to learning by basing our scenarisation on uchronia.

MOTS-CLÉS : uchronie, récit interactif, écriture, informatique, apprentissage, Environnement Virtuel, scénarisation.

KEYWORDS: interactive storytelling, uchronia, game design, virtual training, scenarisation

1. Introduction : formation en environnement virtuel à travers le récit

Les travaux de recherches menés dans le domaine des environnements virtuels permettent aujourd'hui d'envisager leur utilisation de manière efficace pour l'apprentissage humain. On s'intéressera en particulier dans cet article aux recherches qui mobilisent le récit au sein de leur formation. Dans ce cadre, les moments clés d'une histoire permettent à l'apprenant d'envisager des solutions alternatives. D'après Bruner (Bruner, 1987), notre mémoire est narrative et permet de mettre en exergue ces moments clés. De plus, « le fait d'apprendre à travers un récit présente de nombreux avantages en termes de contextualisation, de mémorisation et de facilitation de l'engagement émotionnel dans l'apprentissage » (Szilas, 2014). Cependant, dans des systèmes tels que *FearNot!* (Aylett et al., 2007), *Nothing For Dinner* (Habonneau et al, 2012), *IN-TALE* (Riedl et al., 2008) et *Crystal Island* (Rowe et al, 2011), les chercheurs sont confrontés à un verrou complexe : il est difficile pour ces systèmes informatiques de concilier le contrôle du récit par un auteur et une liberté de choix d'action pour l'utilisateur. Il s'agit de problèmes d'écriture d'un scénario étroitement liés à des problèmes de programmation. Les chercheurs proposent des solutions pour que les concepteurs n'aient pas à tout écrire, notamment des systèmes génératifs qu'on définira en section 2.4 ; les auteurs se heurtent néanmoins à des problèmes d'écriture pour maintenir une cohérence globale sur le récit généré en fonction des actions de l'utilisateur.

Les environnements virtuels permettent aux utilisateurs de voir l'impact de leurs décisions sur des systèmes techniques, organisationnels et humains auxquels ils prennent part. Dans cet article, on s'intéressera à un cas d'application qui met en scène des opérateurs dans des situations dites critiques (Flanagan, 1954). Dans ce type de situation où les ressources humaines et matérielles viennent à manquer, les experts doivent mobiliser en plus de leurs compétences techniques, des compétences dites non-techniques (e.g. gestion d'équipes, communications, gestion du stress, prise de décision, prise de conscience de la situation, leadership) (Flin, 2009). Ce type d'application est particulier car il demande de prendre en considération plusieurs dimensions étroitement liées et difficiles à concilier : la temporalité, la criticité et la complexité de l'action. Au niveau du design de scénarisation, la gestion de ces composantes oblige à écrire beaucoup, contrairement aux systèmes décrits précédemment, car ce type de projet s'appuie sur de nombreuses données d'experts. Une autre difficulté réside dans le passage de l'écriture d'un scénario scripté à la modélisation d'un scénario non-linéaire prenant en compte une complexité globale du terrain, en particulier le comportement des autres intervenants. Ces problèmes d'écriture liés à la scénarisation interactive et à la programmation de tels systèmes nous ont amenés à proposer une solution articulant l'informatique et les sciences de l'information et de la communication (Bouchardon, 2009).

Dans le cadre de l'entraînement à la prise de décision dans l'urgence, la compréhension des choix qu'opèrent des individus confrontés à un problème est

importante. Le courant de recherche *Décision en Situation*¹ s'intéresse à certains cas bien précis : des experts confrontés à des situations urgentes, risquées et complexes. Le principal modèle de ce cadre de recherche est le modèle dit de la première reconnaissance² proposé par Klein (Klein, 1997) qui distingue trois modalités de reconnaissance utilisées par les experts face à une situation dynamique : une reconnaissance simple ("simple match"), un diagnostic de la situation ("diagnose the situation"), et une évaluation d'un plan d'action ("evaluate a course of action"). Dans ce projet on souhaite précisément permettre à l'apprenant d'apprendre par l'action, de déceler la notion de causalité entre ses décisions et leurs impacts dans le monde, ainsi que de lui apporter la possibilité de réfléchir sur son propre apprentissage. Ainsi, notre objectif est de proposer une scénarisation mobilisant le récit et permettant une approche réflexive et située à l'apprentissage des adultes lors d'entraînement en Environnement Virtuel. L'apprentissage réflexif est une forme d'apprentissage à travers laquelle l'apprenant est amené à réfléchir sur son propre apprentissage. L'un des théoriciens fondateurs est John Dewey (1859-1952) avec son ouvrage *How we think* (Dewey, 1933). Ses travaux ont amené d'autres théoriciens à définir des pratiques réflexives, comme Donald Schön (1930-1997), Chris Argyris (1923-2013) et David Kolb (1939-). C'est surtout dans des contextes professionnels qu'on parlera de pratiques réflexives. Ces pratiques sont mises en place pour amener le praticien à développer une autonomie et une conscientisation face à son propre apprentissage. Ceci permet de développer un apprentissage continu tout au long d'une carrière. L'apprentissage situé quant à lui se situe dans l'activité dans laquelle il se déroule et où d'après (Lave et Wenger, 1991) la connaissance est indissociable du contexte social et culturel dans lequel elle est construite et utilisée.

On commencera d'abord par définir les principes de scénarisation d'un récit interactif, afin de pouvoir les mobiliser dans notre solution. On illustrera ces principes en suivant Thésée dans ses périples mythologiques à travers une typologie des labyrinthes énoncée par Umberto Eco (Eco, 1987). On mettra en évidence les principes qui nous semblent les plus importants dans un souci de concilier ces trois dimensions étroitement liées : l'écriture, l'informatique et la pédagogie.

Notre hypothèse est de concilier ces trois dimensions en utilisant un genre de la fiction qui combine retour dans le temps et alternatives : l'uchronie. On a conçu un design de scénarisation, actuellement en cours de développement. Notre proposition permet à l'apprenant de naviguer librement entre plusieurs récits alternatifs par procédé de correction via un "retour en arrière" sur ses décisions. Il pourra corriger les erreurs qu'il aura faites localement, afin d'essayer d'atteindre un résultat global plus satisfaisant par rapport à la mission de départ. Après cette mise en pratique, il pourra dans la phase de débriefing visualiser tous les récits parcourus à l'aide d'une *timeline*.

1. Traduction de « *Naturalistic Decision Making* » par (Lebraty et Pastorelli, 2004).

2. Traduction de « *Recognition-Primed Decision* ».

2. Principes de scénarisation interactive

Pour pallier les verrous liés au design d'une scénarisation utilisant le récit, on s'est intéressé à la relation du lecteur à l'œuvre, notamment les œuvres contemporaines dans lesquelles une grande place est laissée au hasard. En particulier, on a étudié les travaux de l'auteur italien Umberto Eco. Celui-ci s'est interrogé sur le rôle du lecteur et de son rapport à l'œuvre (Eco, 1985) ; il a décrit des œuvres comme "ouvertes", laissant une très grande place à l'interprétation du lecteur tout en maintenant la place de l'auteur (Eco, 1965). Umberto Eco était un passionné d'intrigues labyrinthiques et il a défini trois types de labyrinthes selon la forme qu'ils auraient si on pouvait les dérouler : le premier se ramènerait alors à une courbe, le second à un arbre et le dernier à un réseau (Eco, 1987). Dans cette section, on fera de cette analogie une partie intégrante de la définition des principes de scénarisation d'un récit interactif. On fera la comparaison entre un voyageur, Thésée, et un apprenant au sein d'un environnement virtuel de formation. En particulier, on mettra en exergue les composantes du temps, de la criticité de l'action et de la complexité des moyens mis en œuvre en cas de situation critique.

2.1. *Labyrinthe unicursal : l'avancée du temps, et son irrévocabilité*

Dans le premier type de labyrinthe, c'est la légende qui décrit l'objectif de Thésée comme étant de faire cesser le tribut du roi de Crète sur Athènes. On nous raconte qu'il dut rentrer dans un dédale pour tuer un monstre et qu'il réussit à en ressortir vivant grâce à une pelote de laine. Néanmoins, cette légende est figée dans le temps, mais en y regardant de plus près, on remarque que le labyrinthe dans lequel s'est aventuré Thésée était formé de couloirs courbes et ne comportait aucune impasse. Cette astuce d'Ariane n'était pas nécessaire. Les mythologues s'accordent à décrire ce fil comme la maîtrise consciente des événements et Umberto Eco parle de paradoxe car une fois déroulé, ce labyrinthe ne serait que ce fil (Eco, 1987).

On définit ce fil comme étant la ligne du temps. Le voyageur, l'apprenant, avance irrévocablement dans le système de scénarisation qu'on lui présente. Par rapport à notre cas d'application, qui demande une gestion de la temporalité très particulière, on aurait besoin de pouvoir mettre en pause cette avancée et la rendre moins irrévocable afin de pouvoir reconsidérer ses choix. Au niveau de l'écriture, on revient à la forme matérielle (le volumen, le rotulus, le codex) du livre qui incite à une lecture linéaire d'une introduction à une conclusion écrite par l'auteur. Au niveau informatique, il s'agit de programmer un enchaînement de situations. Au niveau pédagogique, le formateur définit des objectifs d'apprentissage que l'apprenant doit valider dans le temps.

2.2. *Labyrinthe maniériste : l'arborescence des choix*

Dans ce deuxième type de labyrinthe, dessiné à la renaissance à des fins d'amusement, on pourrait imaginer une alternative au mythe de Thésée. On commencerait par dessiner ce type de récit sous la forme du labyrinthe précédent en faisant un nœud dans le fil à chaque événement décisif de la vie de Thésée. Par exemple, lorsqu'il revint de son périple dans le dédale, on nous raconte qu'il oublia de changer les couleurs des voiles de son bateau et que son père se jeta dans la mer croyant qu'il était décédé. On pourrait faire un nœud ici, au non-changement de voile. À la suite à cet oubli, Thésée devint roi. Mais que serait-il advenu s'il avait pensé à changer la couleur de ses voiles ? Il serait quand même devenu roi, mais plus tard. Et si Thésée avait fait exprès ? Il serait aussi devenu roi. Donc l'histoire serait inchangée, juste sa perception. Cependant, on pourrait écrire ces mythes sous le genre communément appelé « le livre dont vous êtes le héros » en les décrivant sous forme d'arbre de choix. Chaque nœud correspondrait à un événement décisif de chaque héros grec, et chaque feuille une fin possible.

On définit l'arborescence des choix comme un principe de scénarisation incontournable en environnement virtuel lorsqu'on souhaite tenir compte des choix de l'apprenant. Au niveau de l'écriture, l'auteur doit penser tous ses choix et généralement un seul ordre de lecture et d'actions conduira le héros à un « bon » dénouement. Au niveau informatique, on peut y apporter la possibilité d'intégrer des éléments de jeu de rôle (combats avec des dés, inventaires des possessions...) et modéliser le récit sous forme de graphe. Au niveau pédagogique, on se rapproche du procédé par essai-erreur utilisé par les rats pour se déplacer dans le labyrinthe. À chaque intersection ils prennent un chemin au hasard, puis reviennent en arrière s'ils aboutissent à une impasse. Les premières fois, les rats mettent beaucoup de temps pour trouver la sortie. Et plus ils parcourent le labyrinthe, plus ils sont rapides car ils apprennent de mémoire le chemin le plus court. Dans le cas d'application auquel on s'intéresse, il n'y a pas de « bonne » solution, et les apprenants ne peuvent pas apprendre par cœur toutes les façons de se sortir d'une situation critique car elles sont souvent singulières au contexte.

2.3. *Labyrinthe rhizome : la générativité*

Le dernier type de labyrinthe défini par Umberto Eco est le plus complexe et demande de s'abstraire d'une représentation physique/visuelle, l'idée venant d'un concept philosophique d'une définition du rhizome donnée par Gilles Deleuze et Félix Guattari dans *Mille plateaux* (Deleuze et Guattari, 1980). Ils y proposent plusieurs concepts définissant le rhizome, interprété de la façon suivante par Umberto Eco : « Le rhizome est fait de telle sorte que chaque chemin peut se connecter à chaque autre chemin. Il n'a pas de centre, pas de périphérie, pas de sortie parce qu'il est potentiellement infini » (Eco, 1987). Ainsi, quiconque voudrait

se mettre à la place de Thésée pourrait transposer son histoire à son propre parcours selon le sens qu'il lui donne et dynamiquement changer la structure mouvante du labyrinthe. Par exemple, si un lecteur avait eu pour but de prendre la place du roi, il aurait pu anticiper qu'Égée se jette de la falaise en voyant les voiles noires et aurait tenté sa chance en ne changeant pas la couleur des voiles, faisant croire à sa mort. Même si Égée s'était pas jeté dans la mer, Thésée aurait toujours pu prétexter un oubli... Umberto Eco définit la perception du chemin parcouru dans le rhizome comme linéaire du point de vue voyageur, et le chemin comme localement arborescent en fonction des choix faits par le voyageur. Ce labyrinthe ressemble à un réseau multidimensionnel dont la structure est toujours différente d'un moment à l'autre car elle se génère dynamiquement. Le voyageur s'y déplace indéfiniment à tâtons en suivant un algorithme dit « myope » : localement il peut faire une hypothèse sur ce qu'il y a après, et ensuite il corrige ses précédentes hypothèses et en fait de nouvelles pour avancer à nouveau...

On définit la générativité comme un autre principe lié à la scénarisation d'un récit interactif. Au niveau informatique, il s'agit de la capacité de l'ordinateur à générer de nouvelles données, à la demande de l'utilisateur, à partir des données emmagasinées (base de données), transformées par des calculs ou des simulations (Manovich, 2001). Cela implique de programmer un réseau entre des entités abstraites en relations ; des fonctions sur des objets ; des états sur les objets qui peuvent être fixes ou évolutifs ; des liens sémantiques entre plusieurs états et des entités intangibles. Au niveau de l'écriture, on se place dans le cadre de l'hypertexte, espace discret. Dans le cadre d'un récit, l'auteur peut appliquer un ordre partiel sur les liens. Mais il se retrouve toujours contraint au problème de l'ordonnancement des moments clés afin d'être certain de fournir une histoire « intéressante ». Une autre solution est d'avoir un enchaînement d'événements soumis à des conditions logiques d'apparitions. Au niveau pédagogique, dans les cas d'applications d'entraînement à la gestion d'équipe, la générativité est primordiale, les intervenants pouvant influencer conséquemment sur la prise de décision de l'apprenant. L'apprenant développe au sein d'une telle structure un processus de connexions et reconnexions continues de ses croyances.

3. Proposition d'un design de scénarisation fondée sur l'uchronie

Afin de répondre aux problèmes liés à l'écriture et la programmation dans un contexte de formation d'experts à la prise de décision en urgence, on propose de mobiliser les principes définis précédemment pour proposer une solution.

Notre hypothèse est d'obtenir un rhizome résultant d'un système génératif par « retour en arrière ». On aura bien des arbres de choix, mais le fait de revenir en arrière, de manière abstraite, cassera cet arbre et génèrera un rhizome. Tout point ne sera pas accessible depuis n'importe quel autre, mais le système et l'apprenant vont créer ces connexions.

Notre proposition de design de scénarisation est fondée sur une théorie narrative qui combine voyages dans le temps et alternatives : l'uchronie. On a conçu un système qui permet un apprentissage par l'action et dont le « retour en arrière » ne ramène pas à une sauvegarde précédente. Notre proposition diffère d'un système de sauvegarde habituelle car on actualise les sauvegardes en fonction des actions de l'apprenant. On expliquera comment on passe d'une sauvegarde de base à une sauvegarde qu'on appellera *informée*.

3.1. Théorie Narrative pour une Approche Réflexive : l'uchronie

En cas de situation critique, les experts sont confrontés à l'irrévocabilité de l'avancée du temps lorsqu'ils doivent prendre des décisions. Notre hypothèse est de leur permettre de revenir sur une de leurs décisions et de briser cette irrévocabilité en leur permettant de créer une alternative au récit original proposé par l'auteur, qu'on appellera dans la suite de l'article le scénario socle.

L'uchronie est un type de récit consistant en des histoires dans lesquelles un ou plusieurs événements historiques se produisent différemment de la réalité. Ces histoires contiennent habituellement des scénarios « et si ? » à des points cruciaux de l'histoire et présentent des événements alternatifs au récit historique. Dans les jeux vidéo, il est utilisé comme un élément de *gameplay*, comme dans *Life is Strange* (2015), qui permet aux joueurs de revenir sur leurs décisions consciemment par un pouvoir lié au temps. Mais cela fait partie du scénario pré-écrit par l'auteur. Dans les hypermédias, l'uchronie est traitée d'un point de vue historique, comme dans les séries interactives *UCHRONIQUES* (2015)³ qui sont au carrefour du jeu, du documentaire et de la fiction. Il permet à l'utilisateur de revenir sur dix moments clés de l'histoire et d'en changer le cours.

On propose un design de scénarisation qui permet à l'apprenant de naviguer librement entre plusieurs histoires alternatives par procédé de correction via un « retour en arrière » sur ses décisions afin de corriger ses erreurs locales pour atteindre une « meilleure » histoire globale. Du point de vue de l'utilisateur, on lui donnera à réfléchir sur ses premières hypothèses et on lui permettra de les corriger. Du point de vue système, on va définir dans les sous-sections suivantes comment chaque action de l'apprenant influencera tous ses choix futurs : actualisation d'un réseau de probabilités « en avant » et « en arrière ». Il permet des connexions entre temps et histoires alternatives.

3. <http://uchroniques.nouvelles-ecritures.francetv.fr/>

3.2. De la sauvegarde de base à la sauvegarde informée

Dans un contexte d'entraînement aux compétences non-techniques, il n'y a généralement pas de « bon » cheminement dans la simulation, qu'elle soit en situation réelle ou virtuelle. La méthode « rat dans le labyrinthe » n'est donc pas une méthode d'apprentissage adaptée et on lui préférera le processus de reconnections continues du déplacement dans le rhizome. Notre hypothèse est de lui permettre de faire différemment tout en répétant les mêmes actions. On a conçu un système qui permet un apprentissage par l'action et dont le « retour en arrière » ne ramène pas à une sauvegarde précédente, mais permet que le cheminement soit continu. La conception de notre design de scénarisation diffère d'un système de simple sauvegarde : l'apprenant qui voudrait utiliser la méthode du jeu vidéo « charger / sauvegarder » pour sauvegarder sa progression et se préserver du danger (Amato, 2011) ne trouvera pas cette « meilleure fin » en remontant dans le temps. Les décisions prises par l'apprenant durant l'exploration d'un monde actualisent les mondes alternatifs dans lesquels il pourrait revenir.

On prendra l'exemple d'un médecin devant gérer son Poste Médical de secours Avancé (PMA) pour illustrer la conception du scénario socle, récit original, et expliquer les mécanismes qui permettent de passer d'une sauvegarde de base à une *sauvegarde informée*. Notre apprenant et les personnages non-joueurs, ses équipiers, peuvent effectuer trois actions : 1) évacuer un blessé, 2) ausculter et 3) opérer (Figure 1). Chaque cylindre représente un état du monde Si et appartient à un monde W_n : (SiW_n).



Figure 1. Trois actions : évacuer, ausculter, opérer.

3.2.1. Scénario socle

Le système permet à l'apprenant de revenir à un état du monde précédent. Le système enregistre l'ordre des états du monde vécus et vus par l'apprenant. Lorsqu'il revient à une sauvegarde précédente le système crée un nouveau monde dans lequel va se dérouler le nouveau scénario. Par exemple dans la figure 2 l'apprenant avait fait évacuer un blessé (S1W1), puis en avait ausculté un autre (S2W1), et finalement en avait opéré encore un autre (S3W3). Lorsqu'il décide de revenir à une sauvegarde précédente, il quitte le monde original W1 et le système copie l'état du monde déjà activé et après lequel il arrive : il revient après l'action de d'évacuer le blessé.

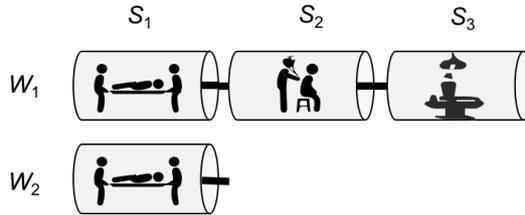


Figure 2. Sauvegarde et création d'un nouveau monde W_2 .

Dans la figure 3, même si l'apprenant répète la même action que dans le monde précédent, les états du monde sont différents. Ici, (S_2W_1) et (S_2W_2) sont distincts car ce qu'il s'est passé en (S_3W_1) peut influencer sur après ce qui a été copié dans le monde W_2 . C'est-à-dire ici après (S_1W_2), qui est identique à (S_1W_1).

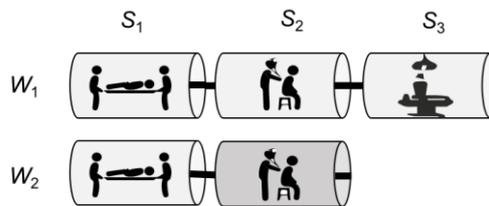


Figure 3. Etats du monde (S_2W_1) et (S_2W_2) distincts.

Pour éviter à l'apprenant de se perdre entre ce qu'il a fait ou ce qu'il croit avoir déjà fait quand il revient, on utilise une règle inspirée de l'uchronie, genre de la fiction sur lequel on s'appuie, pour éviter les paradoxes temporels. L'apprenant devra revenir après sa dernière arrivée dans le monde précédent. Par exemple dans la figure 7, l'apprenant doit revenir après sa dernière action ; il ne peut donc plus revenir à l'auscultation du blessé. Cet état du monde (S_2W_2) est copié dans le nouveau monde W_3 , (S_2W_3).

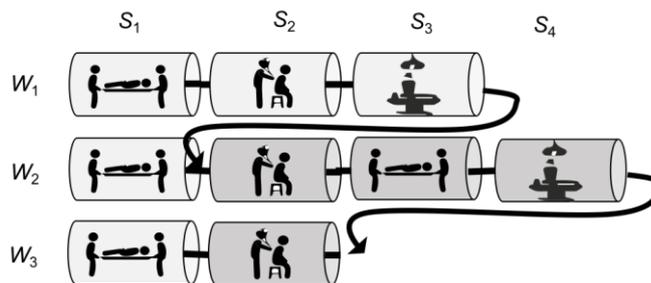


Figure 4. *L'apprenant doit revenir après sa dernière arrivée.*

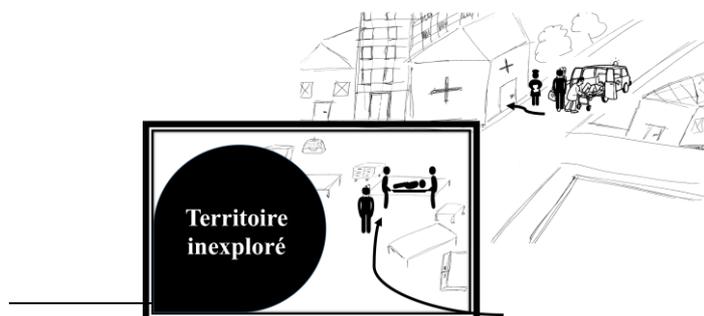
3.2.2. *Late commitment et probabilités d'occurrence*

On va expliquer dans cette section les mécanismes sous-jacents à la génération du rhizome et comment l'expérience de l'apprenant est prise en compte tout au long de la mise en pratique. On va rajouter au scénario socle un mécanisme de *late commitment*⁴ et utiliser un réseau de probabilités qui s'actualisera tout au long de la mise en pratique, c'est-à-dire que le processus de mise à jour est continu, que l'apprenant revienne en arrière ou pas.

Par le mécanisme de *late commitment*, l'état du monde n'est pas nécessairement complètement déterminé à l'initialisation (Swartjes, 2010), (Barot, 2014). Celui-ci est déterminé en fonction des besoins et des interactions de l'utilisateur avec le système. On peut *commiter* les objets et les personnages. Par exemple, voici des valeurs qu'on peut *commiter* :

- Degré de gravité : on peut faire évoluer positivement ou négativement l'état d'un blessé ;
- Etat : un objet peut casser en cours de simulation, ça devient un événement de type « survenu » ;
- Présence : un objet présent dans la base de données d'un univers médical (par exemple un médicament comme le Doliprane), mais qui n'a pas été présenté à l'apprenant en début de simulation, peut être découvert au cours de la simulation ou au contraire être absent.

Par exemple, la figure 5 représente le début d'une simulation. L'apprenant réceptionne un blessé à l'extérieur du PMA. Il installe ensuite sur un lit proche de la porte donnant sur l'extérieur. Il ne sait donc pas ce qu'il y a dans la bulle noire puisqu'il ne l'a pas explorée et tout y est possible, dans la mesure de la cohérence de l'univers dans lequel on se place. Il y a donc probablement des lits, du matériel médical et peut-être même un blessé.



4. Le *late commitment* est un mécanisme d'ajustement qui consiste à préciser progressivement durant la simulation des états laissés incertains à l'initialisation.

Figure 5. *Territoire inexploré : état du monde pas totalement déterminé*

Si un équipier a exploré le territoire inexploré par l'apprenant, alors certains objets inconnus par l'apprenant deviennent connus par l'équipier. Par exemple dans la figure 6, l'équipier a exploré le reste du PMA : au moment où il est passé en bas à gauche, le système peut faciliter le scénario soumis à l'apprenant en mettant un fauteuil roulant. C'est donc un objet connu par l'équipier ; il est entré dans sa base de données, la valeur des attributs est initialisée (fauteuil présent) et l'équipier peut en informer l'apprenant.

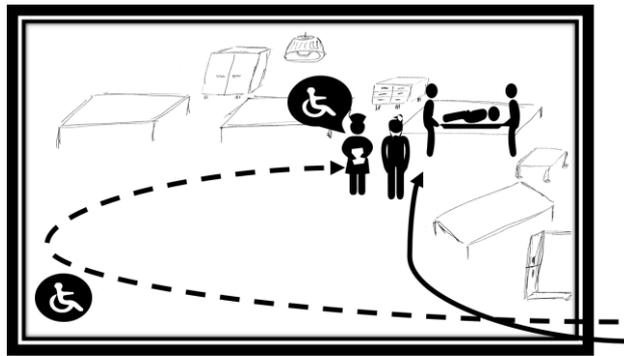


Figure 6. *Territoire exploré : commitment de l'état d'un objet*

On va associer des probabilités aux événements pour apporter de la variabilité au scénario. Ce type de méthode est utilisé en modèle d'analyse de risque, comme par exemple dans les travaux qui transposent des nœuds papillons (Debray et al., 2006) en réseaux bayésiens (Amokrane, 2010). Les probabilités d'occurrences sont initialisées en début de simulation, et la probabilité augmente ou diminue au cours du temps. Il y a deux façons de faire évoluer les probabilités d'occurrences d'un événement :

- En fonction des échecs / réussite de l'apprenant au cours du scénario. Plus particulièrement, l'événement évolue. Par exemple, dans le scénario socle, l'événement « arrivée de X blessé(s) » peut intervenir à n'importe quel moment aléatoirement, mais le nombre de blessés est ajusté en fonction des erreurs ou réussites du joueur. Par exemple, si l'apprenant réussit à traiter les blessés en cours en effectuant les bonnes actions des protocoles (méthode de prise en charge d'un

blessé, communication avec son équipe, ...), alors plusieurs blessés peuvent à nouveau arriver selon un tirage de gravité initialisé (3 pas grave, 1 grave et 1 critique), sinon un seul blessé arrive (1 grave) pour ne pas le mettre trop en difficulté.

– À chaque retour en arrière. L'intérêt de changer la probabilité d'occurrence des événements à chaque retour en arrière est de s'assurer de faire évoluer le scénario vers une autre intrigue. Par exemple, dans la figure 7, l'apprenant est revenu à l'auscultation d'un blessé en (W2S2), et au lieu que l'équipier l'informe de la présence d'un fauteuil, il l'informe de l'arrivée d'un véhicule. La probabilité d'occurrence de S_1 S_2 S_3 l'événement « arrivée de X blessé(s) » est

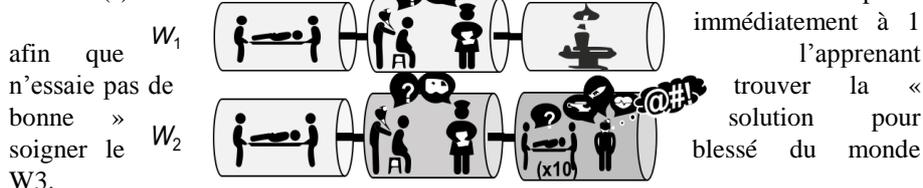


Figure 7. Probabilité d'occurrence sur un événement

4. Dans le cadre d'un entraînement en environnement virtuel

Nos travaux de recherches s'adossent à un cas d'application concret. Il s'agit du projet ANR VICTEAMS⁵ dont l'objectif est la formation d'équipes médicales au sauvetage de blessés suite à des catastrophes naturelles, attentats ou encore au combat. Ce projet ANR s'appuie sur des données d'experts (médecins, psychologues, ergonomes, ...) et notre travail porte sur l'écriture d'un scénario qui reste cohérent avec la réalité de leur entraînement, à savoir trois phases : briefing, mise en pratique et débriefing. Dans notre équipe de recherche, on mobilise une expertise en informatique, mais aussi en sciences de l'information et de la communication et dans

5. <https://victteams.hds.utc.fr/>

les technologies éducatives. Dans les sections suivantes, on va illustrer la conception de notre design de scénarisation avec un exemple concret issu du terrain. Et on finira sur une description du travail de développement qui est en cours. Il s'agit d'un prototype web et d'une démonstration en réalité virtuelle utilisant un oculus.

4.1. Interface pour une Approche Réflexive : Timeline

Afin de permettre à l'apprenant de développer cette approche réflexive, on a conçu une interface. Dans des films tels que *Rashomon* (1950), *Run Lola Run* (1999) et *Smoking / No Smoking* (1993) on peut constater que les structures non-linéaires utilisent le temps et la narration de manière interdépendante. *Time code* (2000) lui joue sur l'espace, l'écran étant divisé en quatre et les scènes filmées en plan séquence. Les interfaces des œuvres hypermédias ont aussi tenté de briser la linéarité du temps. Par exemple le clip interactif *24 Hours of Happy* (2013) ⁶ utilise une *timeline* de 24 heures sous forme de roue sur laquelle l'internaute peut se déplacer. Le webdocumentaire *Stainsbeaupays* (2015) ⁷ utilise aussi un système de navigation similaire sans début ni fin. Dans ces deux œuvres, l'utilisateur peut choisir son point de départ, qui n'est pas pré-établi par les concepteurs. Cependant le contenu est ensuite joué de façon continue et linéaire. C'est une autre œuvre hypermédia qui nous a intéressés pour le débriefing : le système de chronologie de la fiction immersive et interactive *Wei or Die* (2015) ⁸. L'utilisateur peut naviguer en temps réel parmi des lignes constituées d'une série de contenus placées sur une échelle de temps et prendre le point de vue des protagonistes au sein d'un thriller. Ce système de *timeline* peut permettre à l'apprenant de naviguer entre les différentes alternatives qu'il aura vécues pour lui permettre de prendre conscience des conséquences de ses décisions et ainsi aider le formateur à avoir une interface pour lui montrer les conséquences de ses erreurs.

4.2. Génération et scénarisation du « retour en arrière » en trois phases

4.2.1. Briefing

On s'appuie sur la réalité de l'entraînement et chacune des trois phases fait partie intégrante de notre solution. Durant la première, le formateur briefe l'apprenant sur sa mission. Cette première étape de conception correspond à l'écriture d'un « scénario socle ». Dans notre cas d'application, l'apprenant doit gérer au mieux son Poste Médical de secours Avancé (PMA) face à un afflux massif de blessés.

6. <http://24hoursofhappy.com/>

7. <http://stains-beaupays.nouvelles-ecritures.francetv.fr/>

8. <http://wei-or-die.nouvelles-ecritures.francetv.fr/>

L'apprenant devra gérer ses ressources, trier les blessés par ordre de gravité, mais aussi gérer son équipe afin de prodiguer les premiers soins aux blessés et sauver un maximum de blessés en vue d'une évacuation. Au niveau de la programmation, on doit initialiser le monde avec les données expertes, telles que les ressources médicales, l'évolution de l'état d'un blessé, les rôles des équipiers. Lors du briefing, on décide de quels événements seront activés au début du scénario. Par exemple dans Vous êtes dans un PMA sans blessé. Vous venez de recevoir un message radio : « blessés graves arrivent », alors on active l'évènement correspondant. De plus, le briefing comporte des informations sur les ressources déjà connues, comme par exemple Votre PMA se trouve en plein désert, vous avez des ressources limitées en oxygène. Ainsi l'état du monde est instancié au minimum avec les éléments suivants : présence des objets, leurs états, caractères des personnages, buts.

4.2.2. Mise en pratique

Durant la phase de mise en pratique, la simulation interactive évolue dynamiquement au cours du temps avec ou sans l'intervention de l'apprenant. L'apprenant peut interagir avec les objets et les personnages non-joueurs (équipiers, blessés, ...). Et l'apprenant peut revenir en arrière à tout moment, à condition de revenir après sa dernière arrivée comme expliqué en section 3. On rappelle qu'on souhaite développer une stratégie d'apprentissage réflexive chez l'apprenant qui s'appuierait sur sa prise de conscience de la situation. On fait en sorte qu'il prenne des décisions fondées sur ses expériences passées et les événements à venir des situations qui s'offrent à lui dans un même contexte, à partir du *scénario socle* défini par le formateur. Durant le déroulement du scénario (Figure 1), notre système enregistrera tous les états des mondes vécus par l'apprenant. Les choix qu'il aura effectués « en avant » auront pour effet de changer dynamiquement la probabilité d'occurrences d'un événement dans le nouveau scénario qu'il pourra vivre en revenant « en arrière ».

Dans le cadre de ce projet ANR VICTEAMS, suite aux conseils d'experts médicaux qui préconisent de ne pas mettre les apprenants dans une situation déjà vécue sur le terrain afin d'éviter un stress post-traumatique, notre système de scénarisation peut interrompre la mission et proposer un « retour en arrière » si un événement traumatisant est sur le point de survenir, par exemple le décès d'un blessé.

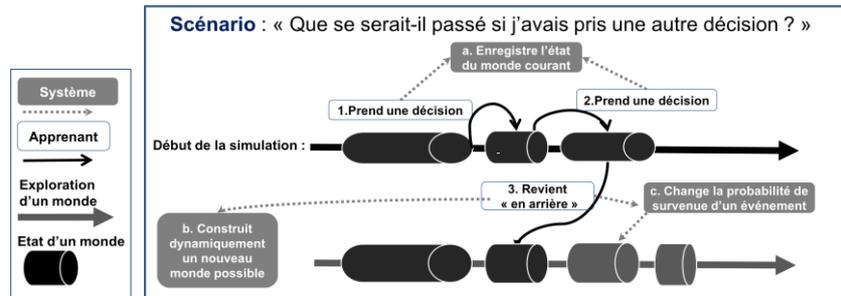


Figure 8. Déroulement d'un scénario lors de la mise en pratique

4.2.1. Débriefing

L'apprenant peut arrêter la simulation interactive de mise en pratique à tout moment, et passe donc en phase de débriefing. On a souhaité que cette dernière phase soit une partie intégrante de notre modèle car il s'agit d'une phase cruciale dans l'apprentissage (Fanning, 2007). Dans cette phase (Figure 2), l'apprenant aura la possibilité de prendre conscience des enjeux de certaines de ses décisions et des conséquences de celles qu'il n'avait pas envisagées durant la simulation. Il naviguera entre tous les mondes alternatifs qu'il aura explorés.

On propose une interface avec une *timeline* comme définie précédemment. Chaque monde est représenté par une ligne de temps, et on superpose ces lignes. L'apprenant pourra naviguer entre chacune de ces temporalités. Il ne pourra plus agir dessus, mais seulement revoir les différents mondes.

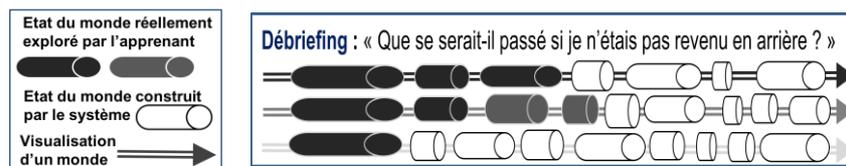


Figure 9. Déroulement de la phase de débriefing

4.3. Prototype – maquette web

Deux prototypes sont en cours de développement. Une maquette web et un prototype en réalité virtuelle à l'aide d'un oculus.

Les étapes de développement d'un Environnement Virtuel pour l'Apprentissage Humain font appel à un réseau d'experts pluridisciplinaires qui réunit un consortium de plusieurs partenaires. Ils se répartissent les tâches afin de reproduire des simulations réelles d'entraînement dans une simulation virtuelle :

- une société de service en informatique spécialisée dans le développement d'applications en Réalité Virtuelle qui développe l'environnement 3D ;
 - des experts recueillent les données terrain ;
 - une équipe de recherche travaille à reproduire les expressions non-verbales (respiration d'un blessé, expression du visage...);
 - une équipe de recherche travaille à orchestrer les données en fonction des événements du scénario. C'est sur cette partie qu'on intervient.



Figure 10. *Démonstrateur en réalité virtuelle du projet ANR VICTEAMS*

On a fait le choix de développer une maquette web pour pouvoir tester indépendamment la partie narrative fondée sur l'uchronie. On a identifié quatre blocs prédominants pour l'interface utilisateur :

- Au centre on affiche l'historique des événements. Et en dessous, on affiche la liste des actions possibles et réalisables par les personnages.
- À droite, on présente tous les personnages et on leur associe des raccourcis vers certaines actions.

- À gauche, on affiche toutes les ressources présentes dans le monde.
- En bas, on a la *timeline*.



Figure 11. *Prototype Web*

5. Conclusion

Le design général de notre système de scénarisation, fondé sur l'uchronie, semble répondre aux objectifs que l'on s'était fixés en début de projet. Au niveau de l'écriture, l'auteur prépare un scénario socle, point de départ de la simulation. Comme l'apprenant reviendra souvent en arrière pour modifier ses choix, on maintient ainsi la conduite du récit. Au niveau de la programmation, on code ce scénario socle en début de simulation, et la partie indéterminée permet de générer la suite de la simulation en apportant de la liberté au champ d'action de l'apprenant. Chaque scénario socle dépendant du contexte, il a pour vocation à être augmenté en fonction des entraînements. Au niveau pédagogique, on offre une interface à l'apprenant pour visualiser ses erreurs, et un support de débriefing au formateur.

On a ainsi conçu une solution singulière, qui est en cours de développement. On pourra dans un deuxième temps s'appuyer sur les retours de tests pour améliorer la solution proposée ; dans ce cadre, des protocoles seront mis en place pour évaluer l'efficacité pédagogique de l'approche réflexive.

Les auteurs remercient la Région Hauts-de-France et le Fond Européen de Développement régional (FEDER) 2014/2018 pour le co-financement de ce travail, ainsi que l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et la Direction Générale de

l'Armement (DGA) pour le financement du projet VICTEAMS (ANR-14-CE24-0027) labellisé par le Labex MS2T.

6. Bibliographie

- Amato, EA., Le jeu vidéo comme dispositif d'instanciation : du phénomène ludique aux avatars en réseau. *Diss. Paris 8*, 2008
- Amokrane, K., Suivi de l'apprenant en environnement virtuel pour la formation à la prévention des risques sur des sites Seveso. 2010. Thèse de doctorat. Compiègne.
- Aylett, R., Vala, M., Sequeira, P., Paiva, A., FearNot! An emergent narrative approach to virtual dramas for anti-bullying education. *International Conference on Virtual Storytelling. Springer Berlin Heidelberg*, 2007, . pp. 202-205
- Barot, C., Scénarisation d'environnements virtuels. Vers un équilibre entre contrôle, cohérence et adaptabilité. 2014. Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne.
- Bouchardon, S., *Littérature numérique : le récit interactif*, Hermès Science, collection « Ingénierie représentationnelle et construction du sens », Paris, 2009.
- Bruner, J., Life as narrative. *Social research*. 1987, pp.11-32.
- Debray, B., Chaumette, S., Descourbiere, S., et al., Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle. *Rapport Omega*, 2006, vol. 7.
- Deleuze, G., Guattari, F., *Mille plateaux: Capitalisme et schizophrénie II*. Paris, Les Éditions de Minuit, 1980.
- Dewey, J., How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educational process. *Lexington, MA: Heath*, 35, 64, 1933.
- Eco, U., *L'œuvre ouverte*. Paris, Editions du Seuil, 1965.
- Eco, U., *Lector in fabula*. Paris, Grasset, 1985.
- Eco, U., Apostilles au Nom de la Rose, traduit de l'italien par Myriem Bouzaher. *Le Nom de la Rose*, 1987, p. 509-544.
- Fanning, Ruth M., and David M. Gaba., The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in healthcare* 2.2, 115-125 (2007)
- Flanagan, John C., The critical incident technique. *Psychological bulletin*, 1954, vol. 51, no 4, p. 327.
- Flin, R, Winter J., and Cakil Sarac. M. R., Human factors in patient safety: review of topics and tools. *World Health*, 2009, p. 2
- Habonneau, N., Richle, U., Szilas, N., Dumas, J. E., 3D simulated interactive drama for teenagers coping with a traumatic brain injury in a parent. In *International Conference on Interactive Digital Storytelling, Springer Berlin Heidelberg*, 2002, pp. 174-182.

- Klein, G., The recognition-primed decision (RPD) model: Looking back, looking forward. *Naturalistic decision making*, 285-292, 1997.
- Lave, J., & Wenger, E., Situated learning: Legitimate peripheral participation. *Cambridge university press*, 1991.
- Lebraty, J. F., & Pastorelli-Negre, I., Biais cognitifs : quel statut dans la prise de décision assistée ? *Systèmes d'information et management*, 9(3), 87, 2004.
- Manovich, L., The Language of New Media. Cambridge (Massachussets). 2005, chapitre 5.
- Mitchell, A., McGee, K., Limits of rereadability in procedural interactive stories. In : *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM*, 2011, p. 1939-1948.
- Riedl, Mark O., Stern, Andrew, Dini, Don, et al., Dynamic experience management in virtual worlds for entertainment, education, and training. *International Transactions on Systems Science and Applications, Special Issue on Agent Based Systems for Human Learning*, 2008, vol. 4, no 2, p. 23-42.
- Rowe, J., Shores, L., Mott, B.W., et al., Integrating learning, problem solving, and engagement in narrative-centered learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2011, vol. 21, no 1-2, p. 115-133.
- Swartjes, I.M.T., *Whose story is it anyway?: how improv informs agency and authorship of emergent narrative*. University of Twente, 2010.
- Szilas, N., Apprendre par le récit fortement interactif : potentialités et premiers constats. In : *Narrative Matters 2014: Narrative Knowing/Récit et Savoir*. 2014.