Modèle et outil pour assister la scénarisation des activités pédagogiques orientées RV

Oussema Mahdi, Lahcen Oubahssi, Claudine Piau-Toffolon, Sébastien Iksal

▶ **To cite this version:**

Oussema Mahdi, Lahcen Oubahssi, Claudine Piau-Toffolon, Sébastien Iksal. Modèle et outil pour assister la scénarisation des activités pédagogiques orientées RV. 9ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Jun 2019, PARIS, France. hal-02122230

HAL Id: hal-02122230

https://univ-lemans.hal.science/hal-02122230

Submitted on 7 May 2019

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.

Modèle et outil pour assister la scénarisation des activités pédagogiques orientées RV

Oussema Mahdi, Lahcen Oubahssi, Claudine Piau-Toffolon et Sébastien Iksal

Le Mans Université, LIUM, EA 4023, Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans, Avenue Messiaen, 72085 LE MANS CEDEX 9, France.
{oussema.mahdi, lahcen.oubahssi, claudine.piau-toffolon, sebastien.iksal}@univ-lemans.fr

Résumé. L'apprentissage humain est devenu une discipline émergente pour la réalité virtuelle. Dans ce cadre, nous nous intéressons aux EVAH qui visent à mettre l'apprenant en situation pédagogique dans un environnement de réalité virtuelle. Nous avons constaté, d'après la littérature, que très souvent les EVAH existants dépendent d'un domaine ou d'un contexte particulier et qu'ils ne permettent pas aux enseignants de définir ou d'adapter leurs modèles de scénarios en fonction des nouvelles situations pédagogiques qu'ils pourraient imaginer. Pour aider les enseignants à concevoir et générer des EVAH adaptés à leurs besoins, notre approche vise à définir un processus de conception et de production d'EVAH qui puisse être instancié dans différentes situations pédagogiques. Nos contributions portent sur la définition d'un modèle de scénario et le développement d'un éditeur permettant la spécification de scénarios et des activités pédagogiques basés sur des objets pédagogiques orientés RV.

Mots-clés. EVAH, EIAH, activité pédagogique, scénario pédagogique

Abstract. Human learning has become an emerging discipline for virtual reality. In this context, we are interested in VRLE, which aims to put the learner in a pedagogical situation in a virtual reality environment. We have found from the literature that existing VRLEs are dependent on a particular field or context and do not allow teachers to define or adapt their scenario models to new pedagogical situations they might imagine. To help teachers in designing and generating VRLE adapted to their needs, our approach aims at defining a process for the design and production of VRLE that can be instantiated in different pedagogical situations. Our contributions focus on the definition of a scenario model and the development of an editor allowing the specification of scenarios and pedagogical activities based on VR-oriented pedagogical objects.

Keywords. VRLE, TEL, pedagogical activity, learning scenario

1 Introduction

La Réalité Virtuelle (RV) est devenue un champ disciplinaire à part entière, offrant à l'utilisateur une expérience immersive exceptionnelle. Un Environnement Virtuel (EV) est représenté par un modèle 3D de données réelles ou imaginaires qui offrent des possibilités d'interaction et d'immersion toujours plus performantes [1]. Ces

possibilités trouvent un grand intérêt dans le domaine de l'apprentissage en permettant de créer des situations d'apprentissage originales et dynamiques, détachées des contraintes qui peuvent exister lors de formations réelles (danger, coût, incertitude) et apportent des avantages spécifiques (enrichissement des situations, rejeu, etc.) [2]. L'ensemble de ces dispositifs d'apprentissage utilisant les techniques de la réalité virtuelle peuvent être regroupés sous l'acronyme EVAH (Environnements de réalité Virtuelle pour l'Apprentissage Humain). Mikropoulos, et Natsis [3] ont défini un EVAH comme un «*environnement virtuel basé sur un modèle pédagogique particulier, intégrant ou impliquant un ou plusieurs objectifs didactiques, offrant aux utilisateurs des expériences qu'ils ne pourraient vivre autrement dans le monde réel et limitant des résultats d'apprentissage spécifiques*». Cependant, la conception et l'intégration des situations d'apprentissage dans un EVAH sont des tâches à la fois complexes et coûteuses. Les difficultés peuvent être d'ordre technique, induites par l'interdisciplinarité intrinsèque à la RV ou encore d'ordre cognitif, héritées des EIAH [4] [5]. Nous avons constaté, d'après la littérature, que les EVAH existants dépendent très souvent d'un domaine ou d'un contexte particulier, ils ne permettent pas aux enseignants de définir ou d'adapter facilement leurs modèles de scénarios en fonction des nouvelles situations pédagogiques qu'ils pourraient imaginer. Cet article présente un travail de recherche visant à proposer des solutions pour aider les enseignants à concevoir, réutiliser et déployer leurs scénarios pédagogiques dans les EVAH. Notre objectif est de proposer des solutions techniques et méthodologiques, suffisamment génériques pour être applicables à plusieurs environnements, quel que soit le domaine ou le type de tâche à réaliser. Nos questions de recherches sont relatives à la conception des situations pédagogiques orientées RV, et à la production des EVAH qui répondent mieux aux besoins des enseignants. Il s'agit ainsi de répondre aux questions suivantes : Comment aider les enseignants à formaliser leurs besoins pédagogiques à l'aide de solutions de conception éprouvées, réutilisables et adaptables et les opérationnaliser/déployer dans un environnement cible tout en respectant les intentions pédagogiques et en limitant les pertes sémantiques ? Quelle architecture utiliser pour définir des services permettant de réutiliser/adapter des environnements 3D existants ? Comment assurer l'interopérabilité des différents environnements 3D ? Comment faire face aux limites de compatibilité des composants techniques. Les pratiques de conception des enseignants sont itératives et participatives, une réflexion peut avoir lieu avant, pendant et après la mise en œuvre d'une situation pédagogique [6] ? Nous proposons ainsi une approche de conception itérative centrée sur l'enseignant. Cet article est structuré en quatre parties. Nous commençons par dresser un état de l'art des travaux et des outils orientés RV et pédagogie. Ensuite, nous décrivons notre processus de conception et de production d'EVAH. Les parties qui suivent présentent nos contributions qui portent sur la définition d'un modèle de scénario et le développement d'un éditeur permettant la spécification de scénarios et des activités pédagogiques basés sur des objets pédagogiques orientés RV.

2 EVAH : une revue de littérature

2.1 Modèles de conception et de production des EVAH

La conception et l'intégration des EVAH dans une formation sont des processus complexes et coûteux [2]. Le processus de conception et de production d'un EVAH doit prendre en compte les exigences pédagogiques des enseignants afin de répondre à leurs besoins. Pour produire un EVAH, l'approche la plus utilisée, consiste à résoudre les contraintes techniques avant d'apporter des solutions aux exigences pédagogiques des enseignants. Par exemple, Trinh et al. [7] fournissent des modèles d'exploitation des connaissances pour les agents virtuels peuplant des environnements virtuels. Ces connaissances portent sur la structure et la dynamique de l'environnement, ainsi que sur les procédures que les équipes peuvent exécuter dans cet environnement. Mellet d'Huart [8] propose un modèle basé sur les neurosciences, il vise une problématique de conception des EVAH dans des contextes quasi-industriels avec une démarche heuristique. Cette approche s'appuie sur des savoirs issus de recherches fondamentales dans différents domaines (en particulier en science cognitive, en biologie de la cognition et en neurophysiologie de l'action). Son modèle est théorique (sous forme d'une méthodologie), il n'a pas été validé/expérimenté et il n'est pas opérationnalisable. Chen et al. [9] proposent un cadre théorique pour orienter la conception d'un EVAH. Ce cadre est structuré en deux parties : une partie "macro-stratégie" qui fait référence à la conception globale des EVAH (Identification d'objectifs d'apprentissage, identification des scénarios pédagogiques, etc.) et une partie "micro-stratégie" qui fait référence à l'adaptation des scénarios pédagogiques en fonction du type d'EVAH que l'enseignant souhaite concevoir. Chen et Teh [10] proposent quelques améliorations dans ce cadre, à l'aide de la recherche formative, du modèle de conception pédagogique de l'environnement virtuel proposé par Chen et al. [9] Leur modèle permet de développer et d'évaluer de manière formative les simulations sur un système virtuel non immersif. Ritz [11] fournit des lignes directrices pour les meilleures pratiques d'intégration de la réalité virtuelle immersive, en particulier de CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), dans l'enseignement. Ces directives répondent à un besoin concret en informant et en aidant les enseignants à adapter la conception pédagogique aux technologies émergentes. Sur la base de l'étude de ces travaux de recherche, nous avons constaté que les limites de ces propositions sont liées à la difficulté de mise en œuvre de leurs modèles de conception et à l'absence ou l'insuffisance de définition de modèles adaptables et réutilisables par les enseignants non-informaticiens dans des contextes différents afin de faciliter la conception et la production d'un EVAH [12].

2.2 Modèles de scénarios dans les EVAH

Nombreux sont les travaux qui ont abordé la question de la conception des situations pédagogiques dans des environnements virtuels. Marion et al [4] proposent un modèle de scénario d'apprentissage, POSEIDON dont l'objectif est de concevoir des activités pédagogiques orientées RV. Il permet de décrire les composantes d'un scénario pédagogique comportant des activités en environnement virtuel. Pour décrire ces

activités, chaque scénario POSEIDON s'appuie sur un modèle métier explicite et indépendant de l'environnement d'apprentissage. Ce modèle décrit à la fois les caractéristiques de l'environnement virtuel (entités, activités, etc.) et les concepts entrant en jeu dans l'apprentissage. L'objectif de ce travail est d'assurer la généricité de la modélisation, quels que soient la nature ou le domaine de l'EVAH en se reposant sur MASCARET [13]. Il s'agit d'un méta-modèle d'environnement virtuel qui fournit une représentation abstraite de la structure et du domaine des environnements qui permet la description des activités pédagogiques. Il a recours à différents niveaux de modélisation afin de décrire respectivement les concepts d'un environnement, sa dynamique et les activités qu'il est possible d'y réaliser. MASCARET a été utilisé aussi pour assurer le côté générique du modèle de scénario pédagogique POSVET [14], ce dernier permet de réutiliser des scénarios pédagogiques sur différentes plateformes. Ce travail offre une base intéressante pour adapter et générer les scénarios pédagogiques orientés réalité virtuelle, mais n'offre pas de solutions pour aider les enseignants dans leur processus de conception. Chen et al. [9] proposent un cadre théorique qui identifie quatre principes pour concevoir les scénarios pédagogiques: 1) le principe conceptuel qui guide l'apprenant vers l'information qu'il doit prendre en compte; 2) le principe de métacognition qui guide le processus de réflexion de l'apprenant pendant l'apprentissage; 3) le principe de procédure qui indique comment utiliser les informations disponibles dans l'environnement virtuel; 4) le principe "stratégique" qui permet à l'apprenant d'analyser la tâche d'apprentissage ou le problème à résoudre. Le Corre et al. [15] ont proposé un ITS appelé CHRYSAOR basé sur POSEIDON en réponse à certaines faiblesses de l'ITS (Intelligent Tutorial System) PEGASE [16] telles que le manque de lien avec le scénario pédagogique ou le manque de modularité et de personnalisation. Carpentier et al. [5] et Trinh et al. [7] proposent des modèles basés sur un contrôle centralisé et indirect d'une simulation émergente à partir d'un modèle de contenu de scénario d'apprentissage. Dans l'approche de [5], l'environnement est peuplé de personnages virtuels autonomes et l'utilisateur est libre de ses actions. La conception du scénario d'apprentissage est réalisée en deux étapes : les objectifs dynamiques sont déterminés à partir de l'activité de l'utilisateur, puis un scénario d'apprentissage est généré par ces objectifs et mis en œuvre par le biais d'ajustements de simulation. Nous constatons que ces modèles de scénarios ne peuvent pas être facilement adaptés en fonction des nouvelles situations pédagogiques que l'enseignant pourra imaginer contrairement à leurs pratiques [17].

2.3 Architecture fonctionnelle et technique pour produire un EVAH

Parmi les travaux qui ont abordé la question de l'architecture fonctionnelle et technique des EVAH, nous avons retenu ceux de Lanquepin et al. [18] qui proposent une plate-forme nommée HUMANS (Human Models based Artificial eNvironments Software). HUMANS est générique et produit des environnements avec des AVATAR, il est destiné aux experts et non aux enseignants qui cherchent à produire des situations pédagogiques virtuelles (avec ou sans AVATAR). HUMANS offre via son module SELDON une approche de scénario adaptatif. Le modèle SELDON est extrinsèque, ce qui signifie que le scénario est considéré comme une étape supplémentaire dans le cadrage d'un environnement virtuel existant, et non comme une partie intégrante du

processus de conception pour cet environnement. L'objectif de l'équipe qui a travaillé sur le système HUMANS est de modéliser l'activité humaine et sociale et de proposer une scénarisation adaptative, qui guide dynamiquement le scénario et les comportements de personnages virtuels autonomes dans l'environnement virtuel vers des contenus personnalisés. En revanche, l'objectif de notre travail est d'aider et accompagner les enseignants qui cherchent à modéliser et opérationnaliser des situations pédagogiques virtuelles. Le projet GVT (Generic Virtual Training) [19] a pour objectif de développer une plateforme qui permet de produire des activités pédagogiques de type procédures de maintenance. Cette plateforme repose sur des métaphores visuelles. Ce concept est important, car il met l'accent sur les interactions avec les objets à l'aide d'un menu d'icônes représentant les interactions possibles entre l'objet et l'utilisateur. La génération des scénarios décrivant le déroulement de ces activités dans un ordre bien défini s'avère une tâche compliquée dans GVT. Pour cela, Mollet et Arnaldi [20] ont eu recours au langage LORA. Ce langage permet la création et l'édition des scénarios. Chaque scénario est composé d'états (ou étapes) représentant les actions et des liens entre elles (les transitions). GVT distingue le scénario d'activité qui décrit les procédures à réaliser dans l'environnement, et le scénario pédagogique qui favorise la réutilisabilité des scénarios existants. Une limite de GVT selon Marion [12] est que, du fait du contexte industriel dans lequel s'inscrit le projet, il ne peut être utilisé que pour l'apprentissage de procédures [12] difficilement adaptable pour d'autres contextes.
L'analyse de ces architectures fonctionnelles et techniques pour produire un EVAH nous a permis de constater qu'elles ont été développées pour des domaines particuliers, elles ne traitent pas les problèmes de la conception (adaptation ou réutilisation) et de l'opérationnalisation des modèles de scénario directement par les enseignants en fonction de leurs situations pédagogiques.

3 Proposition d'un processus de conception orientée RV

Dans le but d'aider les enseignants à produire ou à générer un EVAH, nous proposons une solution méthodologique basée sur un processus de conception qui comporte plusieurs étapes allant de la définition de la situation d'apprentissage jusqu'à son opérationnalisation. Ce processus a été défini à partir de processus existants en EIAH itératif, centré-utilisateur et adapté à la spécificité des EVAH [21] [22]. Dans une première étape, les enseignants expriment leurs besoins pédagogiques. Puis ils sont amenés à les formaliser en fonction de leurs situations d'apprentissage. Notre proposition de modèle de scénario orienté RV (section 4) permet d'offrir un cadre théorique et de structurer les activités RV. Il permet ainsi de répondre à plusieurs questions concernant la scénarisation pédagogique orientée RV (citées début de cet article). La deuxième étape du processus consiste à identifier et à adapter l'environnement 3D dans lequel sera instancié le scénario formalisé ainsi que les outils de RV nécessaires. Il s'agit ici d'un service, qui permet la réutilisation et l'adaptation des environnements 3D existants pour les rendre compatibles avec les situations voulues par l'enseignant. La troisième étape du processus consiste à opérationnaliser des scénarios sur un ou plusieurs environnements 3D. Le service d'adaptation et l'API

de l'opérationnalisation ne seront pas détaillés dans cet article, ils feront l'objet d'une future publication. La quatrième étape permet de simuler et tester l'EVAH généré. Précédé d'une étape d'apprentissage, le processus recourt à une phase d'adaptation des situations modélisées selon les résultats obtenus. Notons que la revue de la littérature nous a permis de faire ressortir deux constats : d'une part le besoin d'un modèle de scénario spécifique aux scénarios orientés réalité virtuelle et d'un outil capable de fournir les éléments nécessaires à la modélisation de telles situations pédagogiques [6]. Ainsi nous proposons deux contributions pour la phase de conception du processus, un modèle et un éditeur de scénarios pédagogiques orientés réalité virtuelle (sections 4 et 5). Nous présentons dans la partie suivante les premières étapes du processus de conception qui visent à produire des scénarios pédagogiques orientés RV.

4 Modèle de scénario pédagogique orienté RV

Pour [23], la scénarisation pédagogique consiste à spécifier et modéliser les situations pédagogiques. C'est « *avant tout un travail de conception de contenu, d'organisation des ressources, de planification de l'activité et des médiations pour induire et accompagner l'apprentissage, et d'orchestration* » tenant compte de l'approche pédagogique suivie. Un scénario pédagogique permet de structurer le contexte de l'apprentissage et de l'organiser dans l'environnement virtuel et dans le temps. L'activité pédagogique et l'objet pédagogique sont deux composants indispensables dans le scénario. L'activité définit les modalités précises d'acquisition, de validation, de communication d'une ou plusieurs connaissances et l'objet permet la réalisation de ces activités [24]. Avant de présenter notre modèle de scénario, nous allons détailler ces deux concepts, car ils représentent la base de notre modèle de scénario.

4.1 Activité pédagogique orientée RV

Dans le domaine des EVAH, la situation pédagogique est considérée comme une composition d'activités réalisées par un ensemble d'acteurs dans un environnement donné. Marion [12] définit une activité pédagogique orientée réalité virtuelle comme étant la tâche à réaliser par l'apprenant dans l'environnement virtuel (le quoi), décrite par l'enseignant. À cette description, ce dernier peut ajouter des informations pédagogiques ayant pour objectif d'instrumenter cette tâche dans un but pédagogique précis (le comment). L'EVAH est caractérisé (notamment par Roussou [25]) par deux éléments indissociables : l'immersion dans un monde virtuel et l'interaction avec des objets 3D modélisés (objets pédagogiques, avatars). Le déroulement des activités est décrit sous une forme hiérarchique. Dans notre modèle, les activités peuvent être organisées de manière séquentielle ou parallèle.
Comme illustré dans la figure 1, une activité est caractérisée par un ensemble de prérequis et d'objectifs pédagogiques que l'enseignant souhaite atteindre. Chaque activité peut être découpée en une séquence d'actions. Nous avons regroupé ces actions en quatre catégories que nous appelons actions de type "Primitives Comportementales virtuelles" (PCV ou VBP) [26] [27] : (a) ***Observer*** le monde virtuel : permet d'obtenir une liste des objets qui apparaissent dans le champ de vision de l'utilisateur ainsi que

leurs distances et leurs orientations par rapport à l'utilisateur ; (b) ***Se déplacer*** dans le monde virtuel : permet d'obtenir l'orientation moyenne, de savoir quel est l'objet vers lequel l'utilisateur se dirige globalement, de connaître la vitesse instantanée de l'utilisateur, de définir des zones et de savoir à quelles distances de ces zones l'utilisateur se trouve. Les déplacements peuvent être des déplacements en transition ou en rotation ; (c) ***Agir*** sur le monde virtuel : permet d'intercepter les actions sur les objets de l'environnement. Les actions sur les objets peuvent être sous forme de sélection ou bien de manipulation ; (d) ***Communiquer*** avec autrui ou avec l'application : permet de détecter l'intention et de présenter l'information à l'apprenant soit en communiquant avec d'autres utilisateurs, avec des personnages virtuels ou bien en communiquant avec l'application pour modifier sa configuration, pour donner des ordres au système informatique, etc.

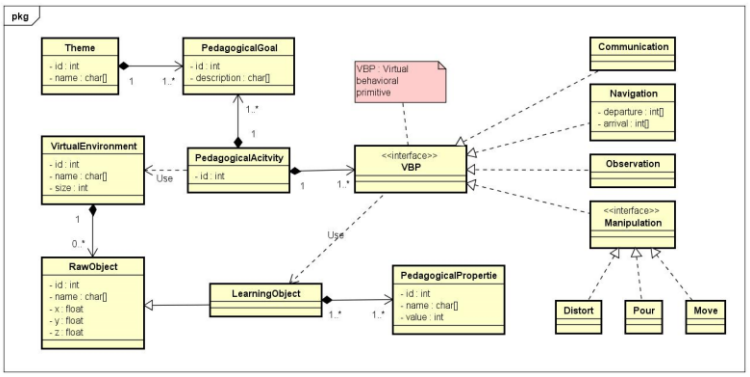

Fig 1. Modèle d'une activité pédagogique orientée réalité virtuelle

4.2 Objet pédagogique orienté RV

Dans certains travaux de recherche, un objet pédagogique est présenté avec le terme "*ressource pédagogique*" ou encore "*objet d'apprentissage*" (LO) [24] [28]. L'objet pédagogique est considéré comme un ensemble d'informations assemblées pour atteindre un objectif d'apprentissage. Il est conçu par l'enseignant et peut adopter des formes variées [24]. Pour notre approche, nous nous intéressons à la notion d'objet pédagogique orientée réalité virtuelle. Un objet pédagogique orienté réalité virtuelle est présenté sous la forme d'un objet brut possédant des propriétés pédagogiques et techniques. Un objet brut, appelé aussi objet 3D ou objet graphique, est une entité d'acquisition de connaissances. Quant aux propriétés, elles sont utilisées pour stocker des valeurs associées à ces objets. Certaines propriétés techniques sont communes à tous les objets (notamment ceux qui régissent la position, la forme ou la couleur des objets), tandis que d'autres sont des propriétés spécifiques à l'objet ou au domaine de l'apprentissage. Prenons l'exemple d'une solution H2O comme objet pédagogique. Elle possède des propriétés telles que la concentration, le volume et la température de vaporisation. Nous nous proposons dans le cadre de ces travaux de recherche de définir une plateforme d'objets pédagogiques virtuels. L'objectif visé est d'avoir un environnement avec des règles qui permettent de décrire le comportement dynamique

des objets bruts ainsi que leurs propriétés pédagogiques. Ces règles définissent la valeur des propriétés de l'objet en fonction des actions subies sur l'objet ou sur l'environnement où il sera utilisé. Par exemple, un cube (objet brut) doit avoir les propriétés techniques poids et position et si on le lâche, il tombe et se déforme. On pourra lui associer des propriétés pédagogiques liées à la gravitation pour une utilisation dans un contexte pédagogique comme un cours de physique. L'objectif d'avoir une plateforme d'objets pédagogiques orientés RV est d'assurer leur réutilisation dans différentes situations indépendamment du contexte d'apprentissage.

4.3 Modèle de scénario pédagogique orienté RV

Notre proposition d'un modèle de scénario pédagogique a été élaborée à partir de l'analyse théorique des différents modèles de scénarios existants dans les domaines des EIAH et EVAH, et de la conception de trois exemples de situations pédagogiques différentes. Nous illustrons notre proposition à l'aide d'un exemple dans la section suivante. Un de nos objectifs est de développer un éditeur de scénarios pédagogiques RV qui embarque notre modèle permettant aux enseignants de modéliser et d'adapter facilement leurs situations (sous forme de scénarios) et de générer leur propre EVAH.
D'après Marion, un scénario pédagogique orienté réalité virtuelle décrit l'organisation des activités pédagogiques dans un environnement virtuel, les objectifs pédagogiques qui leur sont associés — en termes de connaissances ou compétences —, les prérequis, les rôles des différents intervenants dans la situation pédagogique — qu'ils soient enseignant ou apprenant — et les outils et ressources nécessaires à la réalisation de ces activités virtuelles (objets virtuels (bruts ou pédagogiques)) [12].
Marion adopte une approche qui fait le lien entre la description de l'activité d'apprentissage, telle que décrite avec IMS-LD sous forme d'unités d'apprentissage (unit of learning), et l'activité de l'apprenant dans l'environnement virtuel. Il faut noter qu'IMS-LD a ses propres limites, car il est complexe et manque d'expressivité concernant la description des interactions entre les utilisateurs dans les tâches virtuelles ou non virtuelles, les obligeant à recourir à un ingénieur pédagogique. Quant à notre approche, une formalisation des scénarios par patrons est vue comme une solution aux problèmes liés aux difficultés d'expressivité que pose ce type de standard. L'application de l'approche patron reste un des objectifs à long terme de ce travail de recherche, nous souhaiterions dans un premier temps valider la faisabilité de notre processus de modélisation et l'opérationnalisation des situations pédagogiques virtuelles. La figure 2 illustre notre proposition de modèle de scénario pédagogique orienté RV. Ce modèle a été établi à partir des différents concepts nécessaires à la description d'une activité pédagogique en environnement virtuel. Parmi les spécificités de notre proposition, les moyens d'interaction (outils de RV), les types d'interactions (Primitives Comportementales virtuelles : PCV) et l'utilisation de la notion d'objet pédagogique virtuel. Notre proposition est un enrichissement des modèles existants par une description fine d'activités (utilisation du concept PVC) où les apprenants interagissent avec un dispositif afin de tenir compte des spécificités induites par le déroulement d'activités en environnement virtuel. Notre approche vise à créer un modèle qui permet de faire le lien entre la description de l'activité pédagogique, et l'activité de l'apprenant dans l'environnement virtuel. Le modèle de scénario doit garder le caractère générique

et flexible pour pouvoir s'adapter à des contextes de réalisation de scénario différents sans avoir à modifier sa description.

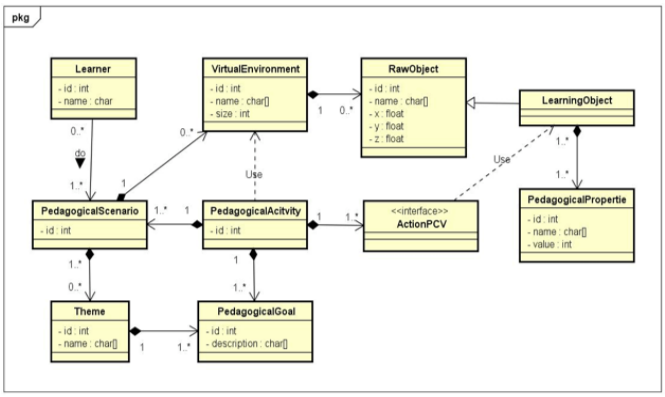

Fig. 2. Modèle d'un scénario pédagogique orienté RV

4.4 Illustration du modèle via un exemple

Pour élaborer notre modèle de scénario, nous avons travaillé sur la conception de trois situations pédagogiques différentes. Ce travail est réalisé selon le processus de conception présenté dans la partie 3, les différents enseignants participent à la conception des différents modèles de situations pédagogiques selon une approche itérative, centrée-utilisateur. La situation pédagogique retenue ici pour illustration concerne la "Réalisation d'un dosage volumétrique" pour un enseignement de chimie (Table 1). L'objectif pédagogique de cette situation est "*la maîtrise des étapes nécessaires à la conception du protocole permettant de déterminer la concentration d'une solution inconnue par dosage volumétrique*".

Table 1. Exemple d'activité pédagogique virtuelle (choix des réactifs)

Situation pédagogique RV	Réalisation d'un dosage volumétrique
Environnement virtuel	Laboratoire de chimie virtuel
Activité pédagogique RV	Choix des réactifs
Actions RV (PCV ou VBP)	Observer les réactifs
	Placer l'objet pédagogique "réactif NaOH" sur le chariot
	Placer l'objet pédagogique "réactif H2O" sur le chariot

L'enseignant a d'abord identifié des activités pédagogiques qui répondent à ses objectifs pédagogiques. L'apprenant doit commencer par choisir les réactifs nécessaires à la réalisation du dosage et ajuster la concentration des solutions et les volumes utilisés. Ensuite, il choisit le matériel nécessaire à la réalisation du dosage et les équipements individuels de protection. Finalement, la dernière activité pédagogique est la réalisation du dosage. La figure 3 illustre comment l'enseignant scénarise cette activité via l'éditeur proposé.

5 Editeur proposé

Dès lors que l'on se place dans un contexte interactif, la scénarisation pédagogique ne consiste plus uniquement en « *la modélisation d'un scénario* », mais également en « *la mise en place des mécanismes* » nécessaires à la réalisation de ce scénario [29]. Par ce fait, nous avons développé un éditeur de scénarios qui facilite la création des situations pédagogiques modélisées. L'objectif est de permettre la création et l'adaptation des différentes composantes d'un scénario pédagogique notamment les environnements d'apprentissage, les activités pédagogiques et leur organisation.

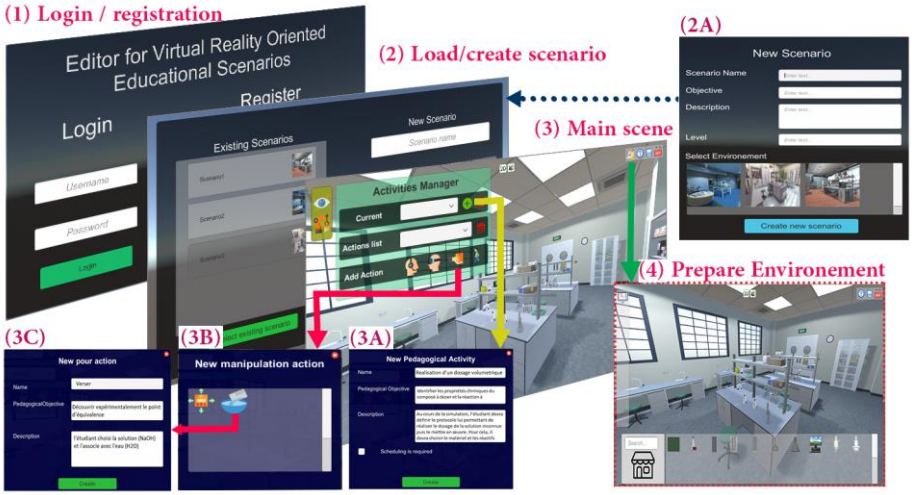

Fig. 3. Définition des actions de RV à réaliser au sein de l'activité pédagogique

La figure 3 illustre les interfaces principales de notre éditeur. Dans un premier temps, l'enseignant commence par la création d'un nouveau projet de scénario (fig.3 (2)). Ensuite, il choisit un environnement de RV adapté à sa situation pédagogique (fig.3 (2A)). Il faut noter que l'adaptation des environnements RV et des objets pédagogiques virtuels est réalisée au niveau de la plateforme d'objets pédagogiques virtuels. Nous rappelons que l'objectif de cette plateforme est d'avoir un environnement avec des règles qui permettent de décrire le comportement dynamique des objets bruts ainsi que leurs propriétés pédagogiques. Après avoir choisi son environnement, l'enseignant a la possibilité de choisir entre deux types de vue (2D ou 3D) (fig.3 (3) et (4)). Ensuite il peut sélectionner depuis l'inventaire les objets et les place dans son environnement (fig.3 (4)). Comme expliqué dans les parties précédentes chaque objet pédagogique possède une liste de propriétés, l'enseignant défini alors les valeurs attendues. À partir de là, commence l'étape de la définition du scénario dans laquelle l'enseignant décrit ses activités pédagogiques (fig.3 (3)). Ensuite, l'enseignant décrit pour chaque activité les actions souhaitées en se servant de la barre contenant la liste des actions possibles (fig.3 (3B) et (3C)). Les actions représentent l'ensemble des opérations accomplies par l'apprenant (par exemple : déplacer, verser, déformer, couper, etc.). Finalement, il gère l'ordre des actions pédagogiques dans une telle activité pédagogique et l'ordre du déroulement des activités pédagogiques au sein de l'environnement virtuel.

6 Conclusion

Notre travail porte sur la problématique de la conception et la production de situations pédagogiques dans des EVAH. À partir des questions de recherche formulées précédemment, nous avons constaté que dans les différents travaux existants, les EVAH ou les modèles d'architecture proposés soit, dépendaient d'un domaine et d'un contexte particulier, soit n'étaient pas assez complets pour pouvoir assister l'enseignant dans la description, l'adaptation ou la réutilisation des scénarios pédagogiques. Notre approche vise à proposer des solutions à la fois techniques et méthodologiques pour aider les enseignants. Dans un premier temps, nous avons élaboré un processus de conception et de production d'un EVAH. Dans ce papier, nous nous sommes intéressés à la première partie de ce processus dédiée à la conception de situation pédagogique orientée RV. Nous avons cherché dans un premier temps à apporter des solutions pour structurer les situations pédagogiques sous forme de modèles de scénarios réutilisables. Lors de cette étape, nous avons travaillé en partenariat avec des équipes pédagogiques. Nous avons modélisé les activités et les objets pédagogiques décrits dans la situation pédagogique et proposé un modèle de scénario et une première version d'un prototype auteur. Dans un second temps, nous souhaiterions proposer des outils et des services expérimentaux offrant des fonctionnalités complémentaires pour notre éditeur qui permettent d'intégrer, de réutiliser et d'adapter les modèles de scénarios pédagogiques orientés RV dans les nouveaux EVAH afin de faciliter la tâche de conception des enseignants. Des tests et des expérimentations sont à venir afin de mettre à l'épreuve le modèle et l'éditeur développés et montrer le caractère générique de notre approche.

Références

1. Cazeaux, E., Devillers, F., Saint-Romas, C., Arnaldi, B., Maffre, E., Mollet, N., Tisseau, J. (s.d.) (2005). Giat Virtual Training : formation à la maintenance. Dans Laval Virtual 2005. Laval.
2. Oubahssi, L., Piau-Toffolon, C. (2018). Virtual Learning Environment Design in the Context of Orientation Skills Acquisition for LUSI Class. 10th International Conference on Computer Supported Education, (pp. 47-58).
3. Mikropoulos, T. A., Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). Computers & Education, 56(3), 769-780.
4. Marion, N., Querrec, R., Chevaillier, P. (2009). Integrating Knowledge from Virtual Reality Environments to Learning Scenario Models-A Meta-modeling Approach, (pp. 254-259).
5. Carpentier, K., Lourdeaux, D. (2014). Generation of Learning Situations According to the Learner's Profile Within a Virtual Environment. Communications in Computer and Information Science, 245 - 260.
6. Bennett, S., Agostinho, S., Lockyer, L. (2017). The process of designing for learning: understanding university teachers design work. Educational Technology Research and Development, 65(1), 125–145. https://doi.org/10.1007/s11423-016-9469-y
7. Trinh, T.-H., Querrec, R., De Loor, P., Chevaillier, P. (2010). Ensuring semantic spatial constraints in virtual environments using UML/OCL VRST '10, 2010. 219-226.
8. Mellet-d'Huart, D. (2004). De l'intention à l'attention : contributions à une démarche de conception d'environnements virtuels pour apprendre à partir d'un modèle de l'(én)action. Thèse de doctorat en Informatique, Le Mans Université.

9. Chen, C. J., Toh, S. C., Fauzy, W. M. (2004). The Theoretical Framework for Designing Desktop Virtual Reality-Based Learning Environments. Journal of Interactive Learning Research, 15(Norfolk, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)), 147-167.
10. Chen, C. J., Teh, C. S. (2013). Enhancing an Instructional Design Model for Virtual Reality-Based Learning. Australasian Journal of Educational Technology. 2013, 29(5)
11. Ritz, L. T. (2015). Teaching with CAVE virtual reality systems: Instructional design strategies that promote adequate cognitive load for learners. SMTC Plan B Papers. 5.
12. Marion, N. (2010). Modélisation de scénarios pédagogiques pour les environnements de réalité virtuelle d'apprentissage humain. Thèse de doctorat. Brest.
13. Buche, C., Querrec, R., De Loor, P., Chevaillier, P. (2004). Mascaret: Pedagogical multi-agents system for virtual environment for training. Journal of Distance Education Technologies, 4(2), 41-61.
14. Fahim, M., Jakimi, A., El Bermi, L. (2016). Pedagogical Scenarization for Virtual Environments for Training: Towards Genericity, Coherence and Adaptivity. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 3(12), 96-103.
15. Le Corre, F., Hoareau, C., Ganier, F., Buche, C., Querrec, R. (2014). A Pedagogical Scenario Language for Virtual Environment for Learning based on UML Meta-model. Application to Blood Analysis Instrument. Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), (pp. 301-308). Spain.
16. Buche, C., Bossard, C., Querrec, R., Chevaillier, P. (2010). PEGASE: A generic and adaptable intelligent system for virtual reality learning environments. International Journal of Virtual Reality, 9(2), 73-85.
17. Goodyear, P. (2015). Teaching as design. HERDSA Review of Higher Education, 27-50.
18. Lanquepin, V., Carpentier, K., Lourdeaux, D., Lhommet, M., Barot, C., Amokrane, K. (2013). HUMANS: a HUman Models based Artificial eNvironments software platform. VRIC, (pp. 59-68). Laval, France.
19. Gerbaud, S., Mollet, N., Ganier, F., Arnaldi, B., Tisseau, J. (2008). GVT: a platform to create virtual environments for procedural training. Virtual Reality Conference, (pp. 476-481). Reno, NE, USA.
20. Mollet, N., Arnaldi, B. (2006). Storytelling in Virtual Reality for Training. Dans Z. Pan, R. Aylett, H. Diener, X. Jin, S. Gobel, L. Li, S. B. Heidelberg (Éd.), Technologies for E-Learning and Digital Entertainment (pp. 334-347). Berlin, Heidelberg.
21. Abedmouleh, A., Oubahssi, L., Laforcade, P., Choquet, C. (2012). An Analysis Process for Identifying and Formalizing LMS Instructional Language. ICSOFT (pp. 218-223). Rome, Italie.
22. Choquet, C. (2007). Ingénierie et réingénierie des EIAH : l'approche REDiM. In U. d. Mans (Ed.), HDR. Université du Mans.
23. Henri, F., Compte, C., Charlier, B. (2007). La scénarisation pédagogique dans tous ses débats. Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire, 4, 14-24.
24. Pernin, J.-P. (2003). Objets pédagogiques : unités d'apprentissage, activités ou ressources ? Sciences et Techniques Educatives, Hors série, 179-210.
25. Roussou, M. (2004). Learning by doing and learning through play: An exploration of interactivity in virtual environments for children. Computers in Entertainment, 2, 10.
26. Fuchs, P., Moreau, G., Burkhardt, J.-M. (2006). Le traité de la réalité virtuelle Volume 2 - L'interfaçage : l'immersion et l'interaction en environnement virtuel. Presse des Mines.
27. Schlemminger, G., Roy, M., Veit, M., Capobianco, A., Noeppel, G. (2013). Réalité virtuelle et jeux : de nouveaux outils pour des apprentissages plurilingues ? Education et sociétés plurilingues (n° 35, décembre 2013), p. 29-41.
28. Learning Objects Metadata Working Group (2001).
29. Barot, C. (2014). Scénarisation d'environnements virtuels. Vers un équilibre entre contrôle, cohérence et adaptabilité. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00980537