



**HAL**  
open science

## L'enseignant au cœur de la conception de learning games : le modèle DISC

Mathieu Vermeulen, Gaëlle Guigon, Nadine Mandran, Jean-Marc Labat

### ► To cite this version:

Mathieu Vermeulen, Gaëlle Guigon, Nadine Mandran, Jean-Marc Labat. L'enseignant au cœur de la conception de learning games : le modèle DISC. EIAH 2017 - 8ème Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Jun 2017, Strasbourg, France. hal-01514111

**HAL Id: hal-01514111**

**<https://hal.science/hal-01514111v1>**

Submitted on 21 Jun 2017

**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.

# L'enseignant au cœur de la conception de *learning games* : le modèle DISC

Mathieu Vermeulen<sup>1,2</sup>, Gaëlle Guigon<sup>2</sup>, Nadine Mandran<sup>3</sup> et Jean-Marc Labat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sorbonne Universités, UPMC, Paris  
{mathieu.vermeulen, jean-marc.labat}@lip6.fr

<sup>2</sup>IMT Lille Douai, Douai  
gaelle.guigon@imt-lille-douai.fr

<sup>3</sup>Université Grenoble ALPES, Grenoble  
nadine.mandran@imag.fr

**Résumé** Cet article propose un modèle formel de *learning games* par les enseignants du supérieur en les impliquant fortement dans le processus de conception. Les évolutions du métier d'enseignant ont été accompagnées par l'émergence d'outils au potentiel intéressant tels, dans le domaine des EIAH et de façon non-exhaustive : les *serious games*, les MOOC, les EIAH ubiquitaires, etc. Mais les outils facilitant leur conception et leur usage par les enseignants manquent, en particulier pour les *learning games*. À partir des travaux menés autour des modèles de *learning games*, nous précisons les propriétés qui ont permis de définir le modèle DISC. Celui-ci, composé d'éléments aisément déclinables en artefacts facilitant le travail des auteurs, a été testé avec la conception d'un *learning game* par un enseignant de mécanique des fluides.

**Mots clés** : jeux sérieux, modèle formel, conception, EIAH, Enseignant

**Abstract.** This paper proposes a formal model of learning games by teachers in higher education by involving them strongly in the design process. The evolution of the teaching profession was followed by the emergence of tools with interesting potential such as, in the field of TEL and in a non-exhaustive way: serious games, MOOC, ubiquitous TEL, and so on. But there is a lack of tools to facilitate their design and use by teachers, especially for learning games. Based on the researches around learning games models, we will specify the characteristics we use to define the DISC model. This model is composed of elements easily adaptable to artefacts facilitating the work of authors. We tested it with the creation of a learning game with a teacher of fluid mechanics.

**Keywords:** Learning games, formal model, Design, TEL, Teacher

## 1 Introduction

Le terme *serious game* possède plusieurs définitions, en fonction du contexte et des auteurs. Alvarez [1] donne une définition précisant bien l’ambiguïté du concept : un *serious game* est un dispositif, numérique ou non, dont l’intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux avec des ressorts ludiques issus du jeu, vidéoludique ou non. Quand l’aspect sérieux porte sur l’apprentissage et la formation, nous utilisons le terme *learning game* (qui peut donc être vu comme un sous-ensemble du *serious game*). Après un essor important et de nombreux appels à projets publics, force est de constater le nombre relativement faible de *learning games* produits et l’usage peu important de ceux-ci. Plusieurs facteurs semblent être en cause :

- le manque d’outils et de méthodologies pour les créer, tant pour la conception que pour la production [8],
- le besoin de développements spécifiques dédiés, difficilement réutilisables sans une forte adaptation (liée au choix de l’enseignant) [10],
- des outils auteurs complexes nécessitant des compétences informatiques [7].

Ces facteurs entraînent, entre autres, un coût élevé pour les *learning games* et ne permettent guère de trouver un modèle économique viable. Par ailleurs, les enseignants de l’enseignement supérieur, même convaincus du potentiel du numérique éducatif dans lequel s’inscrivent les *learning games*, ont des difficultés à se les approprier pour changer leur pédagogie et ont encore bien plus de difficultés à s’approprier les outils auteurs pour construire leurs propres ressources. La conception de ressources pédagogiques par eux-mêmes, ou même simplement leur participation à la conception serait pourtant probablement un gage de meilleure utilisation de celles-ci, tant, en particulier en France, les enseignants souhaitent rester maîtres des ressources qu’ils utilisent. Notre problématique est donc de définir des modèles, des méthodes et des outils pour la création de *learning games* qui associent étroitement les enseignants, en particulier dans les phases de conception ou dans l’usage de ceux-ci.

Dans cet article, nous proposons un modèle formel pour la création de *learning games* par les enseignants du supérieur. Dans une première partie nous proposerons un type de *learning game* adapté au contexte de l’enseignement supérieur sur lequel s’appuie le modèle formel DISC décrit dans la seconde partie de cet article. Nous spécifierons les éléments constitutifs du modèle, ainsi que les relations entre chacun d’entre eux. La troisième partie traitera de la mise en œuvre de DISC au travers de la création et de l’usage d’un *learning game* baptisé “Missions à Emosson”. Cette partie intégrera les retours qualitatifs recueillis auprès des enseignants auteurs. Enfin nous proposerons des pistes de recherche complémentaires pour le futur.

## 2 Contexte

Pour répondre à la problématique de la conception, de nombreux auteurs ont proposé des modèles d’EIAH ou de *serious games*, souvent génériques (*Serious*

**TABLE 1.** Propriétés et limites pour différents modèles de *learning games*

	<b>Propriétés</b>	<b>Limites</b>
SGCF [20]	Situe les acteurs	Ne précise pas les rôles au sein du processus
6 facettes [11]	Identifie 2 catégories d'expertise	Ne précise pas les objets à mettre en place et très général
Legadee [6]	Articule des mini-jeux dans un scénario global	Propose une approche coopérative en parallèle plutôt que collaborative
ATMSG [2]	Précise le type d'activités selon 3 catégories : <i>gaming</i> , <i>learning</i> , <i>instructional</i>	Propose un modèle théorique assez difficile à appréhender par les enseignants
WEEV [5]	Propose une approche narrative fondée sur les interactions	Limite la durée du <i>learning game</i>
MoPPLiq [10]	Facilite la réingénierie du scénario	Propose un modèle centré uniquement sur le scénario

*Game Conceptual Framework* [20], les 6 facettes du jeu sérieux [11], la méthodologie de création de *learning game* utilisé pour l'outil Legadee [6] ou encore ATMSG [2]), plus rarement spécifique à un type donné (jeu de type *point and clic* avec WEEV [5] ou MoPPLiq [10]). Après avoir étudié ces modèles, nous avons extrait des propriétés intéressantes pour notre public cible : les enseignants du supérieur (tableau 1). En reprenant les propriétés des différents modèles étudiés, nous avons choisi de privilégier les propriétés suivantes : identifier clairement la place de l'enseignant et son rôle dans la conception ; un modèle simple permettant la réingénierie des *learning games* produits ; un modèle décrivant l'ensemble des éléments nécessaires à la conception d'un *learning game* ; une conception collaborative fondée sur des composants (activités, mini-jeux, etc.) et sur les approches agiles. Nous considérons que l'approche narrative est aussi un élément intéressant.

Ces modèles proposent un cadre capable de décrire les aspects pédagogiques et ludiques d'un *learning game*. Pour autant ils ne précisent pas les modèles informatiques utilisés pour traduire en artefacts la conception de ces EIAH. Or nous savons par expérience que sans modèle prédéfini, les enseignants éprouvent des difficultés à penser les objets à mettre en place dans la phase de conception.

De plus, les modèles trop génériques ne facilitent pas la conception et l'usage de *learning games*. Ainsi nous avons ici pris le parti de proposer un modèle formel pour la conception de *learning game* à étapes, autrement dit ceux dont le scénario peut-être fractionné en étapes (qui peuvent être des niveaux, des études de cas ou des exercices de différents types) [9]. Plus spécifiquement, en nous appuyant sur des travaux antérieurs montrant l'intérêt de la méthode des cas pour l'enseignement supérieur [7], notre modèle permet la conception de *learning gamebooks* ou "jeux sérieux dont vous êtes le héros". Nous définissons un *learning gamebook* comme un *learning game* à étapes, fondé sur un scénario non linéaire (c'est-à-dire un scénario adaptatif en fonction des choix de l'apprenant, des ré-

sultats de ses actions ou encore d'éléments aléatoires intégrés), mono-joueur ou multi-joueurs qui reprend les principes du "Livre dont vous êtes le héros" en intégrant des études de cas et problèmes à réaliser par les apprenants-joueurs. On peut rapprocher ce paradigme de celui des *Narrative centered-learning environments* qui sont définis comme

*a class of game-based learning environments that contextualize educational content and problem solving with interactive story scenarios.*<sup>1</sup> [15].

Le scénario des *learning gamebook* est donc un élément central car il favorise les choix de l'apprenant-joueur et lui permet de construire sa propre histoire en fonction de ceux-ci. Nous avons choisi ce type de *learning game* comme base pour définir le modèle DISC.

### 3 Le Modèle Formel DISC

Une première itération du modèle DISC (initialement DISCO) a permis la conception d'un premier *learning game* en février 2016, dont l'usage a été analysé au travers des traces d'usages des apprenants [18]. Suite à ces travaux, nous avons modifié et précisé le modèle et ainsi défini une nouvelle version de celui-ci. Il nous faut préciser que ce modèle s'intéresse essentiellement à l'objet jeu c'est-à-dire à l'aspect jeu-game du *learning game*, en parallèle de l'aspect jeu-play qui concerne l'action de jouer [16].

Le modèle DISC s'articule autour de trois structures distinctes, gigognes et hiérarchisées (Fig. 1).

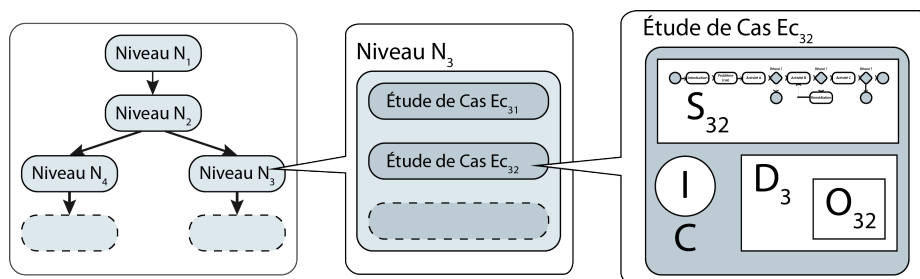


FIGURE 1. Structure du modèle DISC

Soit  $L_g$  un *learning game* conçu selon DISC et  $D, I, S, C$  les éléments constitutifs de  $L_g$  selon ce modèle :

$$L_g = \{D, I, S, C\}$$

1. Que l'on peut traduire par : une catégorie d'environnements d'apprentissage fondés sur le jeu qui contextualisent le contenu éducatif et la résolution de problèmes au travers de scénarios interactifs sous forme d'histoires.

Pour des raisons de cohérence didactique, nous présenterons dans la suite de cet article ces éléments dans l'ordre suivant :  $D$  le modèle du domaine,  $S$  le scénario,  $I$  l'ensemble des interactions de  $L_g$  et enfin  $C$  les contraintes d'usage.

Chacun de ces éléments est conçu autour de l'enseignant-auteur du *learning game*, son rôle est donc défini pour chacun d'entre eux : il est le principal rédacteur-concepteur de ces éléments (et de leurs composants). Nous considérons ici l'enseignant-chercheur scientifique, qui possède une connaissance de la notion de graphe. Dans nos expérimentations, il est accompagné d'un ingénieur pédagogique qui facilite la production des documents relatifs aux éléments de DISC et prend en charge de la phase de production du jeu.

### 3.1 Construire une Hiérarchie de Niveaux Autour du Modèle du Domaine $D$

La notion de modèle de domaine n'est pas aisée à comprendre pour les enseignants or le recueil de l'expertise des enseignants est un point important dans la conception d'EIAH. Nous avons choisi de modéliser le domaine  $D$  de  $L_g$  sous la forme d'un graphe orienté dont les nœuds sont les compétences du domaine noté  $K$ . Les arcs de ce graphe traduisent les liens de pré-requis entre les compétences du domaine (reprenant ainsi les concepts du CbKST [12]). Notons  $A$  l'ensemble de ces liens de pré-requis.  $D$  est donc le graphe  $(K, A)$ . Ainsi, en reprenant un format simple (le graphe) et aisément représentable, les enseignants peuvent construire le modèle du domaine de manière autonome. Pour autant la tâche reste difficile dans le cas où les compétences sont en grand nombre. Dans le modèle DISC,  $L_g$  contient un ensemble de niveaux  $N_1, N_2, \dots, N_n$  faisant respectivement travailler par les apprenants-joueurs des objectifs pédagogiques définis  $O_1, O_2, \dots, O_n$ . Les  $O_i$  sont l'ensemble des compétences travaillées au sein du niveau  $N_i$ .

Décomposons  $D$  par rapport aux niveaux  $N_i$  : pour tout  $i \in [1, n]$ , on note  $D_i$  le modèle du domaine du niveau  $N_i$ ,  $K_i$  l'ensemble des compétences du domaine restreint à  $N_i$ . Les  $D_i$  sont des sous-graphes de  $D$  engendrés par  $K_i$ .  $K_i$  est l'union de l'ensemble des pré-requis nécessaires pour réaliser le niveau  $N_i$  (les connaissances et compétences considérées comme acquises en entrant dans le niveau  $N_i$ ) notés  $P_i$ , et de l'ensemble des compétences travaillées dans  $N_i$ , c'est-à-dire aux objectifs  $O_i$  ; soit :  $K_i = P_i \cup O_i$ . La décomposition du modèle de domaine facilite la perception de cet élément par les enseignants en rendant l'exercice plus digeste. Il nous faut distinguer ici deux types de niveaux  $N_i$  en fonction de  $P_i$  et de  $O_i$ . Le premier type dit "niveau de progression" (type 1) est caractérisé par un ensemble  $O_i$  de compétences atteignables en un pas à partir de l'ensemble  $P_i$  dans le graphe  $D_i$ . Le second type dit "niveau de révision" (type 2) propose à l'apprenant-joueur de vérifier et de stabiliser un ensemble d'acquis. Nous reviendrons sur ces différents types de niveaux dans la partie 3.2.

### 3.2 La Construction de $S$ et la Décomposition des Niveaux en Études de Cas

Le scénario  $S$  de  $L_g$  se décompose suivant les trois structure de DISC (Fig. 1).  $S$  suit l'enchaînement des niveaux  $N_i$ , chacun d'entre eux se décomposant en études de cas. Des travaux antérieurs ont permis de montrer l'intérêt de la méthode des cas pour la création de *learning games* par les enseignants de l'enseignement supérieur, en particulier suite au projet collaboratif Generic-SG [7]. Pour tout  $i \in [1, n]$  le niveau  $N_i$  contient un ensemble de  $m$  études de cas  $Ec_{i,1}, \dots, Ec_{i,m}$  ( $m \in \mathbb{N}^*$  et  $m$  dépend de  $i$ ) indépendantes les unes des autres (voir ci-dessous), soit :

$$\forall i \in [1, n], \exists m \in \mathbb{N}^*, N_i = \{Ec_{i,j}/j \in [1, m]\}$$

$L_g$  peut ainsi être considéré comme l'ensemble des études de cas  $Ec_{i,j}$ .

Les  $Ec_{i,j}$  possèdent un ensemble de pré-requis notés  $P_{i,j}$  et font travailler par les apprenants-joueurs les objectifs pédagogiques notés  $O_{i,j}$ . On peut écrire :

$$\forall i \in [1, n], \exists m \in \mathbb{N}^*, \forall j \in [1, m], O_{i,j} \subset O_i$$

Cette décomposition propose aux enseignants de découper la conception en unités de petite taille (les  $Ec_{i,j}$ ), ce qui leur semble plus abordable qu'une conception globale. Par ailleurs, cette structuration facilite l'intervention de plusieurs enseignants-auteurs à condition de respecter le modèle des  $Ec_{i,j}$  tel que décrit ci-dessous.

**Le Modèle des Études de Cas  $Ec_{i,j}$ .** Ainsi, chaque  $Ec_{i,j}$  est construite sur le modèle des *user stories* issues des approches agiles et des expérimentations d'adaptation de ces approches à la pédagogie [17], adaptées à notre modèle. Ainsi elles suivent les qualificatifs contenus dans l'acronyme P.I.S.T.E. pour *Prerequisites, Independent, Small, Testable, Estimable* qui est librement inspiré de l'acronyme I.N.V.E.S.T. [3] issu des approches agiles :

- *Prerequisites* : Les pré-requis d'une  $Ec_{i,j}$ ,  $P_{i,j}$  sont connus des apprenants-joueurs.
- *Independent* : Les  $Ec_{i,j}$  peuvent être réalisées dans l'ordre choisi par l'apprenant-joueur indépendamment de celles qu'il a déjà terminées dans le niveau  $N_i$ . Ce point essentiel est repris ci-dessous.
- *Small* : Une  $Ec_{i,j}$  doit être suffisamment petite (en terme de ressources pour l'apprenant-joueur).
- *Testable* : Une  $Ec_{i,j}$  doit pouvoir être testée. Les objectifs pédagogiques  $O_{i,j}$  doivent être atteignables dans un temps court.
- *Estimable* : L'apprenant peut initialement estimer les efforts nécessaires pour réaliser une  $Ec_{i,j}$ .

L'intérêt pour les approches agiles est double dans le modèle DISC. D'une part, elles nous permettent de spécifier les caractéristiques des  $Ec_{i,j}$  comme nous l'avons décrit avec l'acronyme P.I.S.T.E. D'autre part, de nombreux outils et méthodes de ce paradigme issu de la gestion de projet en informatique ont déjà été mis en avant dans les méthodes de conception de *serious games* [9].

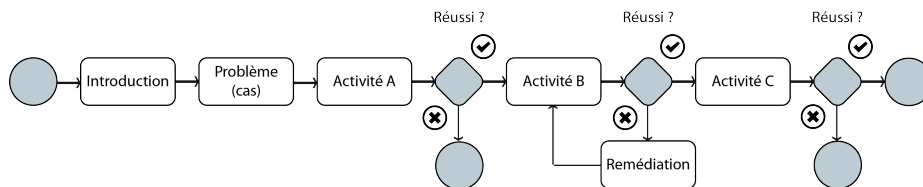
**Indépendance des  $Ec_{i,j}$  et Type de Niveaux** L'indépendance des  $Ec_{i,j}$  est un point essentiel du modèle DISC. Elle apporte un élément ludique à l'apprenant en lui donnant une liberté vis-à-vis de l'aspect narratif du scénario global : il peut construire sa propre histoire en suivant l'étude de cas qu'il souhaite au sein d'un niveau  $N_i$ . De plus, elle garantit la possibilité d'ajouter une étude de cas à  $L_g$  (y compris par un enseignant autre que le concepteur initial de  $L_g$ ) et facilite ainsi la réingénierie du *learning game*. Pour qu'il y ait indépendance des  $Ec_{i,j}$ , il ne doit y avoir aucune relation de précédence et/ou de pré-requis entre deux  $Ec_{i,j}$  données. Il nous faut vérifier l'assertion 1.

$$\forall i \in [1, n], \exists m \in \mathbb{N}^*, \forall j \in [1, m], P_{i,j} \subset P_i \quad (1)$$

Autrement dit, pour toute étude cas  $Ec_{i,j}$  de  $N_i$ , les pré-requis de  $Ec_{i,j}$  sont des pré-requis du niveau  $N_i$ . Ainsi, quand 1 est vérifiée, il est inutile de redéfinir les pré-requis pour chaque étude de cas, puisque par hypothèse nous considérons que pour rentrer dans un niveau, le joueur doit posséder tous les pré-requis pour réaliser n'importe quelle étude de cas de ce niveau.

Nous avons précisé dans la section 3.1 que les niveaux de  $L_g$  sont de deux types différents. Pour les niveaux de type 1 ("niveau d'acquisition"), les objectifs des études de cas incluses dans ce niveau sont à un pas d'inférence des pré-requis de celles-ci. Dans le cas d'un niveau  $N_i$  de type 2 ("niveau de révision"), les études de cas  $Ec_{i,j}$  peuvent demander plusieurs pas de raisonnement, reprenant des résultats intermédiaires d'autres études de cas du même niveau.

**Un Scénario des  $Ec_{i,j}$  Intégrant des Activités** Les  $Ec_{i,j}$  s'articulent par ailleurs autour d'un scénario décrit par les enseignants noté  $S_{i,j}$ .  $S_{i,j}$  peut être considéré comme un graphe orienté dont les nœuds sont des activités de l'apprenant et les arcs traduisent les enchaînements de ces activités choisis librement par les enseignants. Les activités sont en général de difficulté croissante au fur et à mesure de l'avancée dans le graphe de scénario. Du point de vue de l'apprenant, une activité donnée (et donc un nœud dans le graphe du scénario) est déterminée par les choix et actions de l'apprenant dans les activités précédentes [9][18]. Les enseignants définissent ainsi un scénario prédictif comme une description à priori du déroulement de la situation de jeu [13]. Les  $S_{i,j}$  suivent un modèle de graphe explicité dans la figure 2. Les  $S_{i,j}$  contiennent plusieurs activités ordonnées en



**FIGURE 2.** Modèle de graphe des  $S_{i,j}$



fonction de leur difficulté théorique suggérée par l’enseignant. La première activité mobilise les pré-requis de l’étude de cas  $E_{i,j}$  : en cas d’échec de l’apprenant à cette activité, il sort de l’étude de cas. Les suivantes font travailler des compétences incluses dans les  $O_{i,j}$  et proposent en cas d’échec une remédiation et un nouvel essai. La dernière activité, plus complexe, clôt  $Ec_{i,j}$  (l’apprenant sort avec un succès ou un échec). Pour chaque activité, les résultats sont enregistrés et contribuent au résultat global de l’apprenant au *learning game* (via un score, des badges, etc.). Cette structure est modulaire : elle permet l’ajout d’activités par les enseignants soit à la conception, soit lors des phases de réingénierie.

### 3.3 $I$ , les Activités et Interactions

Les activités peuvent être de différents types. Certaines mènent l’apprenant à opérer des choix ou à donner des résultats ou des informations par exemple au travers de questions. Les activités sont placées dans trois catégories reprenant les travaux de Carvalho [2] autour du modèle ATMSG (*Activity Theory-based Model for Serious Games*) :

- ludique : cette catégorie regroupe les activités en lien avec la notion de jeu (par exemple “récupérer un badge”).
- d’apprentissage : les activités de cette catégorie permettent de travailler ou de vérifier des compétences placées du point de vue de l’apprenant-joueur (“réaliser un quiz”).
- pédagogique : les activités de cette catégorie permettent de travailler ou de vérifier des compétences mais sont placées du point de vue de l’enseignant. Une telle activité peut être intrinsèque au jeu (“donner un *feedback* automatique”) ou extrinsèque au jeu (“communication entre apprenants sur le contenu du *learning game*”).

L’ensemble  $I$  des interactions disponibles est défini par l’ingénieur pédagogique et proposé à l’enseignant. Chaque activité est associée par ce dernier à une ou plusieurs interactions disponibles dans l’ensemble  $I$ . Cet élément et l’ensemble des activités disponibles seront détaillés dans un prochain article.

### 3.4 $C$ , Le Contexte d’Usage de $L_g$

Le Contexte d’usage  $C$  explicite les usages de  $L_g$  et les contraintes associées à celui-ci. On intégrera par exemple l’environnement dans lequel les apprenants-joueurs se trouveront lors de l’utilisation de  $L_g$ . Formellement  $C$  est défini comme le quadruplet  $C = (Institutionnel, Spatial, Temporel, Matériel)$ , avec :

- *Institutionnel* contient l’ensemble des contraintes propres au contexte institutionnel : type de cursus, type de formation, etc.
- *Spatial* regroupe les contraintes de l’environnement spatial relatif aux usages de  $L_g$  : salle de classe, extérieur, etc.
- *Temporel* reprend les éléments relatif au temps : durée, fréquence, etc.
- *Matériel* contient les contraintes matérielles : support, interface, etc.

Ce modèle a été décrit à l’enseignant souhaitant concevoir un *learning game* en mécanique des fluides et a grandement facilité les phases de conception.

## 4 Développement du *Learning Game* “Missions à Emosson”

L'enseignant-auteur a conçu ce *learning game* comme une activité du *MOOC* “Introduction à la mécanique des fluides”. Il souhaitait apporter aux apprenants une activité basée sur une situation réelle mobilisant et faisant travailler les compétences vues lors du *MOOC*. Le *learning game* se situe dans le complexe d'Emosson en Suisse non loin du massif du Mont Blanc. L'apprenant-joueur devra vivre le quotidien d'un ingénieur mécanicien des fluides en poste à Emosson S.A. et résoudre les problèmes et situations qui lui seront proposés. “Missions à



FIGURE 3. Capture d'écran du *learning game* “Missions à Emosson”

Emosson” (Fig. 3) a été intégré au *MOOC* lors de sa deuxième session de septembre à Novembre 2016 sur six semaines : deux semaines de travail suivies d'une semaine d'évaluation, puis deux semaines de travail et une semaine d'évaluation.

### 4.1 Définition du Modèle de Domaine, des Objectifs et du Contexte

La conception du *learning game* “Missions à Emosson” a débuté en avril 2016. Une présentation du modèle DISC a été réalisée sous forme d'un entretien avec l'enseignant initiateur du projet. Cet entretien a permis de spécifier les livrables issus du modèle DISC attendus pour réaliser le *learning game*. Par la suite, l'enseignant a conçu le graphe du modèle du domaine  $D$  en autonomie. Avec le soutien d'un ingénieur pédagogique, nous avons construit ce graphe autour de quatre niveaux  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  et  $N_4$ , ces derniers étant relatifs aux quatre chapitres du *MOOC* correspondant aux quatre semaines de travail. Par exemple,  $N_2$  a les mêmes pré-requis et objectifs que le chapitre “Dynamique des fluides réels”. Ce dernier point rend l'exercice aisé pour l'enseignant-auteur et facilite la compréhension du concept. De fait, il a été alors très simple de définir les pré-requis  $P_i$  et les objectifs pédagogiques  $O_i$  de chaque niveau. Étant donné les objectifs généraux du *learning game*, la plupart des niveaux sont du type 2 : nous sommes dans le cas où les niveaux vérifient et stabilisent les compétences vues en amont du jeu lors du *MOOC* (partie 3.1).

La structuration des  $Ec_{i,j}$  a immédiatement suivi en fonction du graphe  $D$ . Les pré-requis et objectifs étant définis pour chaque niveau, l'enseignant a construit les études de cas en respectant l'acronyme P.I.S.T.E. (partie 3.2) à partir de situations réelles, des pré-requis  $P_i$  et des objectifs  $O_i$ . Le contexte  $C$  a été spécifié en parallèle : l'activité est intégrée à un *MOOC* grand public, suivi en parallèle par des étudiants de trois écoles d'ingénieur.

## 4.2 Conception du Scénario et Choix des Interactions

Le modèle des études de cas a permis la création de huit missions (qui correspondent chacune à une étude de cas) correspondant aux quatre niveaux (deux missions pour  $N_1$ , quatre pour  $N_2$ , une pour  $N_3$  et une pour  $N_4$ ). Le graphe type des  $S_{i,j}$  a rendu la création des scénarios des  $Ec_{i,j}$  plus aisée et le travail de conception plus efficace. L'enseignant a été partiellement autonome sur cette phase, un appui sporadique de l'ingénieur pédagogique a été nécessaire pour intégrer des éléments ludiques. Les interactions ont été choisies par l'enseignant en fonction du scénario des études de cas et des objectifs de chacune d'entre elles. Une première réalisation a permis de spécifier ces interactions ou de les modifier avec l'enseignant. Le *learning game* a été réalisé avec Topaze, un modèle documentaire pour la chaîne éditoriale Scenari [14]. Ce modèle, conçu pour la création d'études de cas non linéaires numériques, est adaptable au modèle DISC et en particulier au modèle des  $S_{i,j}$ . La conception et le développement ont été étalés sur cinq mois et ont mobilisé quatre personnes : un enseignant, un ingénieur pédagogique et technique, une dessinatrice et un doctorant.

## 4.3 Première Évaluation du Modèle DISC

Nous avons organisé un entretien semi-directif individuel avec l'enseignant auteur du *learning game* immédiatement après ce premier déploiement sur la base d'un guide d'entretien. Il s'agit d'un professeur de physique de 60 ans, peu à l'aise avec les outils informatiques, sensibilisé aux questions de pédagogie mais novice en matière de *learning game*. Plusieurs éléments intéressants sont ressortis de cette rencontre.

L'enseignant a pointé les difficultés à définir le modèle du domaine a priori. Il pointe l'intérêt du fractionnement de cet élément et le rapprochement fait avec les chapitres du *MOOC*. De plus, la notion de niveau lui semble intéressante pour la création des études de cas intégrant une progression au fur et à mesure de l'avancée dans le *learning game*. Le passage des exercices classiques de mécanique des fluides (avec application de connaissances) aux études de cas mobilisant des compétences a été délicat mais revient à passer à une pédagogie par projet. La création des scénarios des études de cas a été facilitée par la présence de l'ingénieur pédagogique et par l'usage du modèle de scénario avec les différents types d'activités. L'indépendance des missions (études de cas) a grandement facilité la conception de ces dernières en isolant les scénarios les uns des autres. De nouvelles missions sont d'ailleurs en gestation (en particulier pour les niveaux  $N_3$  et  $N_4$ ). Enfin la définition claire des missions de l'enseignant dans la conception

a été appréciée. Cette première évaluation est donc globalement positive. Pour autant d'autres tests doivent être conduits pour valider ces premiers résultats avec d'autres enseignants.

## 5 Conclusion et Perspectives

Lors de l'intégration du *learning game* "Missions à Emosson" à la seconde session du MOOC "Introduction à la mécanique des fluides" fin 2016, plus de 300 apprenants ont utilisé le jeu. Nous avons ainsi recueilli plus de 300 parcours d'apprenants-joueurs distincts. Une analyse de ces traces va être réalisée en comparant ces traces avec les parcours attendus par l'enseignant auteur et en repérant, entre autres, les séquences fréquentes d'étapes menant à des erreurs [18]. Cette analyse favorisera la réingénierie du *learning game* déjà attendue et proposée par les enseignants lors de l'entretien. Ce travail mènera à l'amélioration du modèle DISC en travaillant à nouveau les éléments constitutifs de celui-ci tel, en particulier, l'explicitation des types d'activités. Cette amélioration se fera aussi au travers de la conception d'autres *learning games* avec d'autres enseignants dans les mois à venir en utilisant d'autres outils de développement. Ce processus d'amélioration en continu se place dans une méthodologie expérimentale fondée sur le concept de *Design-based Research* [19]. Enfin, l'analyse des traces d'usage des apprenants étant un exercice difficile pour les enseignants, nous travaillerons sur la visualisation de ces traces par et pour ce public avec un outil de visualisation, Undertracks [4]. Nous obtiendrons alors un ensemble cohérent de la conception à l'analyse des traces d'usage favorisant la réingénierie et l'usage des *learning games*, et donc une approche *meta-design* pour les enseignants.

**Remerciements.** Ce travail a été financé dans le cadre des appels à projets des universités thématiques UNISCIEL et UNIT, et par l'IMT Lille Douai. Nous les remercions pour leur appui à la réalisation de ce projet. Les auteurs souhaitent remercier Carole Portillo, Bruno Boulicaut et Frédéric Sion pour leur aide quant à la réalisation de "Missions à Emosson". Enfin nous souhaitons remercier le professeur Jean-Luc Wojkiewicz, auteur et concepteur de ce *learning game*.

## Références

1. Alvarez, J., Djaouti, D., Rampnoux, O. : Apprendre avec les Serious Games? Réseau Canopé (2016)
2. Carvalho, M.B., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Sedano, C.I., Hauge, J.B., Hu, J., Rauterberg, M. : An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers & Education* 87, 166–181 (Sep 2015)
3. Cohn, M. : *User stories applied : For agile software development*. Addison-Wesley Professional (2004)
4. Mandran, N., Ortega, M., Luengo, V., Bouhineau, D. : DOP8 : merging both data and analysis operators life cycles for technology enhanced learning. In : *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge*. pp. 213–217. ACM (2015)

5. Marchiori, E.J., Torrente, J., del Blanco, A., Moreno-Ger, P., Sancho, P., Fernández-Manjón, B. : A narrative metaphor to facilitate educational game authoring. *Computers & Education* 58(1), 590–599 (Jan 2012)
6. Marfisi-Schottman, I. : Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games. Ph.D. thesis (2012)
7. Marfisi-Schottman, I., Labat, J.M., Carron, T. : Approche basée sur la méthode pédagogique des cas pour créer des Learning Games pertinents dans de nombreux domaines d'enseignement. In : *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH'2013*. pp. 67–78 (2013)
8. Mariais, C., Michau, F., Pernin, J.P., Mandran, N. : " Learning Role-Playing Games" : méthodologie et formalisme de description pour l'assistance à la conception-Premiers résultats d'expérimentation. In : *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Conférence EIAH'2011*. pp. 95–107. Editions de l'UMONS (2011)
9. Marne, B. : Modèles et outils pour la conception de jeux sérieux : une approche meta-design. Ph.D. thesis (2014)
10. Marne, B., Labat, J.M. : Model and authoring tool to help teachers adapt serious games to their educational contexts. *International Journal of Learning Technology* 9(2), 161–180 (2014)
11. Marne, B., Wisdom, J., Huynh-Kim-Bang, B., Labat, J.M. : The six facets of serious game design : a methodology enhanced by our design pattern library. In : *21st Century Learning for 21st Century Skills, EC-TEL 2012 proceedings*. pp. 208–221 (2012)
12. Melero, J., El-Kechaï, N., Labat, J.M. : Comparing Two CbKST Approaches for Adapting Learning Paths in Serious Games. *Design for Teaching and Learning in a Networked World* pp. 211–224 (2015)
13. Pernin, J.P., Lejeune, A. : Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. In : *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et de l'Industrie*. pp. 407–414 (2004)
14. Quelennec, K., Vermeulen, M., Narce, C., Baillon, F. : De l'industrialisation à l'innovation pédagogique avec une chaîne éditoriale. In : *TICE 2010* (2010)
15. Rowe, J.P., Shores, L.R., Mott, B.W., Lester, J.C. : Integrating learning, problem solving, and engagement in narrative-centered learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 21(1-2), 115–133 (2011)
16. Sanchez, E., Emin-Martinez, V., Mandran, N. : Jeu-game, jeu-play, vers une modélisation du jeu. Une étude empirique à partir des traces numériques d'interaction du jeu Tamagocours 22 (Nov 2015)
17. Vermeulen, M., Fleury, A., Fronton, K., Laval, J. : Les ALPES : Approches agiLes Pour l'Enseignement Supérieur. In : *Colloque Questions de Pédagogie pour l'Enseignement Supérieur (QPES 2015)*. Brest (2015)
18. Vermeulen, M., Mandran, N., Labat, J.M. : Chronicle of a scenario graph : from expected to observed learning path. In : *EC-TEL 2016, Adaptive and Adaptable Learning*. pp. 321–330. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishing, Lyon, France (Sep 2016)
19. Wang, F., Hannafin, M.J. : Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development* 53(4), 5–23 (2005)
20. Yusoff, A. : A conceptual framework for serious games and its validation. Ph.D. thesis, University of Southampton (2010)