

# Évaluation d'un outil auteur d'adaptation de jeux sérieux

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR 7606, LIP6, F-75005, Paris, France  
bertrand.marne@lip6.fr

**Résumé :** Nous proposons une évaluation du modèle *MoPPLiq* et de l'outil auteur *APPLiq* d'adaptation des parcours pédao-ludiques des jeux sérieux qui sont une contribution au *meta-design* pour les jeux sérieux. Cette évaluation impliquant plus de vingt enseignants sur plusieurs semaines a montré que la représentation graphique augmentée de *MoPPLiq* générée par *APPLiq* aide les enseignants à comprendre le scénario d'un jeu sérieux et qu'*APPLiq* permet la création et la modification de parcours pédao-ludiques que les enseignants considèrent plutôt utilisables avec leurs élèves.

**Mots-clés :** jeux sérieux, meta-design, outil auteur, modèle, expérimentation

## 1 Introduction

Les jeux sérieux destinés à l'apprentissage proposent des perspectives pédagogiques intéressantes, pourtant leur adoption par les enseignants reste marginale [1].

*MoPPLiq* et *APPLiq* sont deux contributions à la problématique du meta-design des jeux sérieux par les enseignants-utilisateurs. Un des objectifs fondamentaux du meta-design est de créer un environnement socio-technique permettant aux utilisateurs d'assumer le rôle de co-concepteurs par l'adaptation des systèmes [6]. Pour faciliter l'adoption des jeux sérieux, l'approche meta-design vise à favoriser la genèse instrumentale par les enseignants [11].

*MoPPLiq* est un modèle conçu pour décrire la scénarisation pédao-ludique des jeux sérieux à étapes, et ce dans le but d'en faciliter l'instrumentation par les enseignants [9]. Dans une démarche d'ingénierie dirigée par les modèles, il fonde un outil auteur d'adaptation nommé *APPLiq* conçu pour outiller les enseignants pour instrumentaliser les jeux sérieux, sans altérer leur cohérence ludique [10].

Nous avons mené une expérimentation de plusieurs semaines auprès d'enseignants afin d'informer la conception de ces deux outils, avec deux objectifs : d'une part, nous avons cherché à évaluer s'ils permettaient l'instrumentalisation, c'est-à-dire s'ils permettent aux enseignants d'adapter les jeux sérieux de façon à ce qu'ils les considèrent utilisables avec leurs élèves ; d'autre part, nous avons cherché à savoir si ces outils favorisent l'instrumentation, c'est-à-dire la maîtrise de la scénarisation du jeu sérieux par les enseignants.

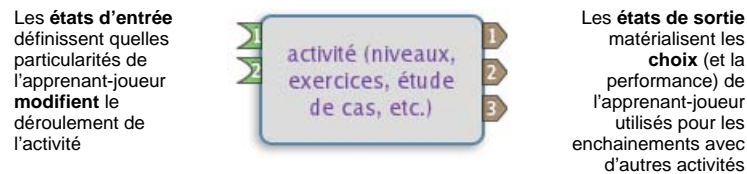
Dans une première section, nous présentons brièvement *MoPPLiq* et *APPLiq*. Puis, dans la deuxième section, nous présentons le jeu sérieux utilisé pour l'expérimentation. La troisième section définit les indicateurs utilisés pour évaluer *MoPPLiq* et *APPLiq*. La quatrième section détaille le recrutement et le protocole de

cette expérimentation. Enfin, dans la dernière section, après une synthèse des résultats, nous concluons.

## 2 Le modèle *MoPPLiq* et l’outil auteur *APPLiq*

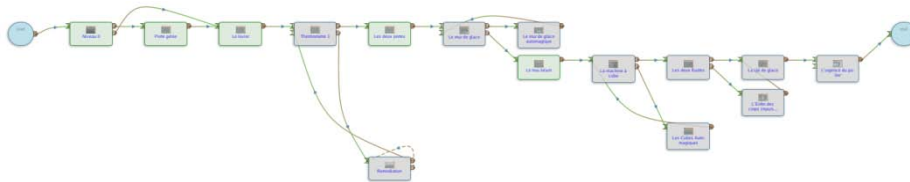
Le modèle *MoPPLiq* [10] que nous proposons se fonde sur l’état de l’art des domaines des EIAH<sup>1</sup>, des jeux vidéo et des jeux sérieux. Nous avons retenu trois caractéristiques principales (Figure 1) de ces états de l’art et qui sont synthétisées par des patrons de conception [2] :

- Les scénarios sont découpés en boîtes noires, définies par les objectifs destinés aux apprenants-joueurs, et que nous nommons « **activités** » (ex. : niveaux, exercices, des études de cas) [5, 7]
- Dans une activité, les choix de l’apprenant-joueur qui ont un impact pédagogique ou ludique sont décrits par des « **états de sortie** » permettant la construction de scénarios comportant des parcours branchés [8]
- Si l’activité a plusieurs modes de fonctionnement qui impliquent des prérequis différents, ils sont décrits par des « **états d’entrée** » permettant une adaptation dynamique à l’apprenant-joueur [3].



**Fig. 1.** : Trois aspects du modèle *MoPPLiq* : l’activité, les états de sortie et les états d’entrée

Ces états de sortie et les états d’entrée sont caractérisés par des **objectifs pédagogiques** ou **ludiques** respectivement *travaillés* et *prérequis*, et ils peuvent être reliés entre eux pour former des **parcours**. Les parcours ainsi formés représentent l’ensemble des successions d’activités possibles pour un apprenant-joueur donné, ce qui est représenté graphiquement par des graphes comme le montre la Figure 2.



**Fig. 2.** : Représentation graphique du parcours pédagogique-ludique du prototype de jeu sérieux *Les Cristaux d’Éhère*.

1 EIAH : Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain

*APPLiq* est un outil auteur qui génère les représentations graphiques du modèle *MoPPLiq* (Figure 2), enrichies d'informations détaillées sur les activités, les objectifs prérequis et travaillés. Mais, son rôle principal est de permettre aux enseignants de manipuler l'ordre des activités dans les parcours pédao-ludiques pour les adapter à leurs besoins. Il propose trois fonctionnalités principales : un système de filtrage des activités disponibles par objectifs pédagogiques travaillés ; un système de vérification ensembliste de la cohérence des scénarios, c'est-à-dire qui vérifie que les prérequis peuvent forcément avoir été travaillés par les apprenants-joueurs ; un système de compensation automatisée des incohérences ludiques détectées, pour que les parcours créés soient tous jouables. Ce système de compensation insère automatiquement des activités tampon dans le scénario pour permettre aux apprenants-joueurs d'atteindre les objectifs ludiques prérequis éventuellement manquants.

### 3 Les Cristaux d'Éhère : un prototype de test

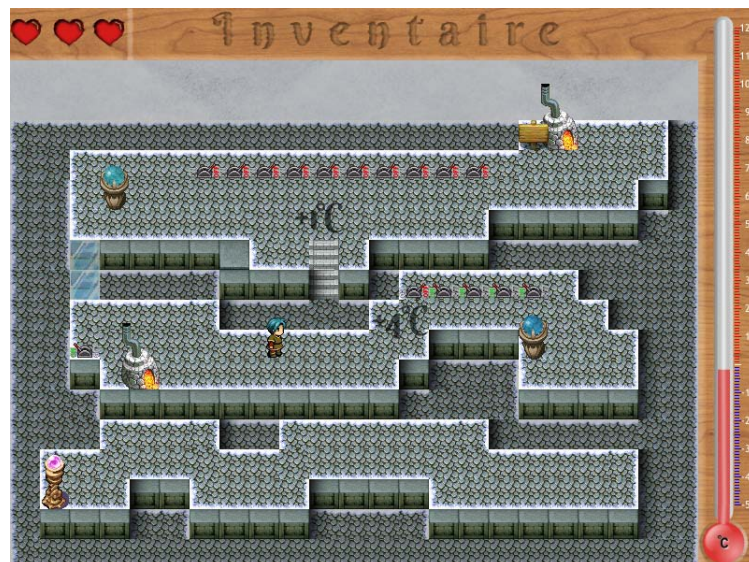


Fig. 3. : Capture d'écran du prototype du jeu sérieux *Les Cristaux d'Éhère*.

Pour évaluer *APPLiq* et *MoPPLiq*, nous avons développé un jeu sérieux nommé *Les Cristaux d'Éhère*<sup>2</sup>. Ce jeu sérieux, réalisé avec le *framework flash Genome* [4], a pour objectif d'enseigner la physique des changements d'états de la matière à des élèves de 5<sup>e</sup>. L'apprenant-joueur y personnifie un avatar devant sortir d'un donjon en résolvant des énigmes fondées sur les changements d'état. Le donjon est découpé en salles, qui ont chacune un ensemble d'objectifs pédagogiques (et ludiques) spécifiques. Grâce à *Genome*, l'implémentation du jeu est conforme au modèle *MoPPLiq*.

---

2 Le prototype utilisé est disponible en ligne : [http://seriousgames.lip6.fr/Cristaux\\_Ehere/](http://seriousgames.lip6.fr/Cristaux_Ehere/)

## 4 Hypothèses à évaluer et indicateurs utilisés

L'expérimentation menée sur *APPLiq* cherche à informer sa conception, ainsi que celle de *MoPPLiq*, en testant deux hypothèses :

- **Hypothèse 1** : La représentation graphique de *MoPPLiq* générée par *APPLiq* aide les enseignants à comprendre le scénario d'un jeu sérieux
- **Hypothèse 2** : *APPLiq* permet la création et la modification de parcours pédagogiques que les enseignants considèrent utilisables avec leurs élèves

Pour mettre à l'épreuve chacune de ces hypothèses, nous avons défini des indicateurs décrits dans les sous-sections suivantes.

### 4.1 Indicateurs pour mettre à l'épreuve l'hypothèse 1

Nous avons proposé aux enseignants ayant joué à *Les Cristaux d'Éhère* de décrire certains aspects du scénario permettant de vérifier s'ils ont fini le jeu sérieux, testé tous les niveaux, et compris le scénario. Puis, nous avons soumis ces mêmes enseignants à la représentation graphique *MoPPLiq* du scénario du jeu sérieux et leur avons posé de nouveau des questions similaires. Le but de ce second jeu de questions est de constituer un indicateur analysant dans quelle mesure la compréhension du scénario par les enseignants a pu changer. En parallèle, nous leur avons demandé d'auto-évaluer combien la représentation graphique avait pu faire changer cette compréhension.

### 4.2 Indicateurs pour mettre à l'épreuve l'hypothèse 2

Nous avons choisi d'évaluer l'hypothèse 2 selon deux stratégies : la première stratégie est d'examiner les parcours construits par les enseignants pour évaluer s'ils sont *jouables*. La seconde est de demander aux enseignants d'évaluer les parcours qu'ils ont créés, et en déclarant s'ils seraient prêts à les utiliser avec leurs élèves. Le premier indicateur est donc le nombre de parcours jouables créés et modifiés, et le second, le nombre de leurs parcours que les enseignants considèrent prêts à l'emploi.

## 5 Protocole, recrutement et déroulement de l'expérimentation

Une des difficultés de cette expérimentation a été de trouver des enseignants de physique-chimie connaissant les programmes et le public (collégiens) ciblés par le jeu sérieux et qui soient aussi disponibles pour le découvrir, découvrir *APPLiq* et son formalisme et mener différentes opérations comme adapter un parcours pédagogique et répondre à des questions. Cela a été déterminant dans le choix d'une expérimentation à distance découpée en 6 étapes décrites ci-après.

## 5.1 Protocole de l'expérimentation

Le protocole est divisé en 6 étapes :

1. **Étape 1 — Présentation** : D'une part, présentation de l'expérimentation aux participants, d'autre part, les participants se présentent avec un questionnaire.
2. **Étape 2 — Prise en main et évaluation du jeu sérieux** : les participants jouent à *Les Cristaux d'Éhère* en imaginant comment l'intégrer dans une progression pédagogique. Un questionnaire est soumis pour collecter leur appréciation et leur compréhension du jeu sérieux (hypothèse 1).
3. **Étape 3 — Examen du parcours pédago-ludique dans APPLiQ** : Les participants sont invités à rechercher les activités permettant de travailler un objectif précis dans la représentation graphique du parcours pédago-ludique qu'ils ont joué à l'étape 2 (Figure 2). Le questionnaire évalue leur compréhension du scénario et les apports de la représentation graphique (hypothèse 1).
4. **Étape 4 et 5 — Création et modification de parcours pédago-ludiques** : Les participants, aidés par une documentation, créent (étape 4) et modifient (étape 5) des parcours pédago-ludiques pour qu'ils conviennent à des situations pédagogiques particulières. Les questionnaires portent sur les parcours créés et modifiés et sur la possibilité de l'utiliser avec des élèves (hypothèse 2).
5. **Étape 6 – Bilan** : Questionnaire visant surtout l'hypothèse 2

Prévu pour être suivi entièrement à distance ce protocole est encadré par une plateforme web, programmée pour l'occasion, servant de tableau de bord. Elle donne accès aux informations nécessaires pour l'étape en cours et débloque l'étape suivante lorsque le questionnaire correspondant est soumis.

Le fait que le protocole se déroule à distance est la source d'un biais : les questions qui sont posées aux participants le sont dans des questionnaires préfabriqués, sans proposer la souplesse d'un entretien dirigé permettant de rebondir sur des points peu clairs ou incomplets ; plusieurs indicateurs dépendent de déclarations faites par les participants, même si les questionnaires sont conçus pour limiter les éventuelles exagérations, minimisations ou inexactitudes de ces déclarations, cela constitue un biais majeur de l'expérimentation.

## 5.2 Recrutement des participants

Le recrutement des participants s'est fait en se fondant sur le volontariat et le bénévolat en utilisant des listes de diffusion nationales et locales de professeurs de physique-chimie. Nous avons naturellement conscience que les participants en acceptant bénévolement de tester un jeu sérieux montrent ainsi des dispositions qui biaisent la représentativité de l'échantillon.

## 5.3 Déroulement de l'expérimentation

36 enseignants de profils variés se sont portés volontaires parmi lesquels seuls 31 ont réellement commencé l'expérimentation et 27 ont répondu au premier questionnaire.

Tout au long de l'expérimentation, les participants ont été suivis au jour le jour, parfois relancés ou aidés par messagerie électronique. Les participants ont eu quatre semaines pour parcourir les 6 étapes sachant que la durée estimée est d'un peu plus de 4 h en continu. Malgré les relances et les encouragements, il y a eu au fil des étapes une forte perte de participants. Le Tableau 1 précise les effectifs à chaque étape de l'expérimentation.

**Tableau 1.** : Effectif étant resté bloqué à chaque étape de l'expérimentation.

Étape	Étape 1	Étape 2	Étape 3	Étape 4	Étape 5	Étape 6
Nombre de participants ayant arrêté	4	7	2	6 (dont 3 n'ont pas créé de parcours)	3 (dont 2 n'ont pas modifié de parcours)	9

Malgré un nombre de volontaires assez encourageant, les résultats pour l'hypothèse 2 ne seront issus des traces laissées que par 9 participants seulement et 18 participants pour l'hypothèse 1

## 6 Résultats et discussion

### 6.1 Résultats portant sur l'hypothèse 1

**Tableau 2.** : Capacité à se souvenir du scénario après avoir joué (étape 2) et après avoir examiné (étape 3) le scénario. Les « alias » correspondent aux participants.

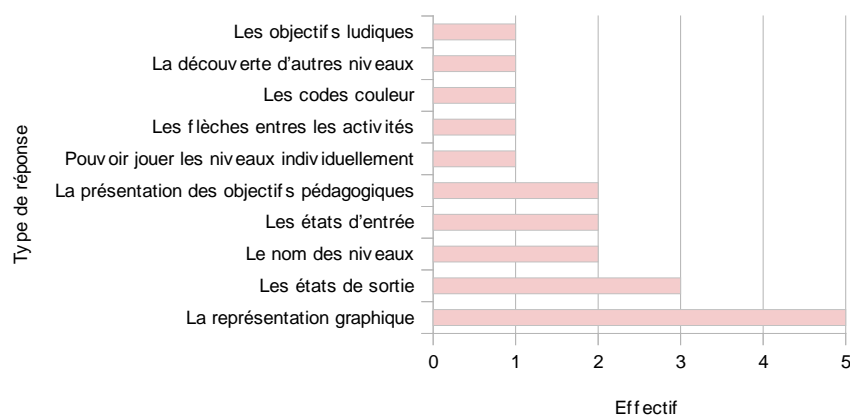
alias	Étape 2 : Se souvenir du scénario après avoir joué (sur 2)	Étape 3 : Se souvenir du scénario après l'avoir consulté (sur 2)	Différences entre étape 3 et 2	Revendiquent avoir été aidés par la représentation graphique (sur 4)
B	1	0	-1	2
E	1	2	1	4
G	1	1	0	3
J	1	1	0	3
K	1	2	1	4
L	2	2	0	4
M	1	2	1	4
N	1	1	0	1
O	2	1	-1	4
P	0	1	1	1
Q	1	2	1	4
R	1	1	0	4
S	0	1	1	3
T	1	2	1	4
V	1	2	1	3
X	2	2	0	3
Y	2	2	0	3
Z	1	1	0	2

Les résultats présentés ici sont construits à partir de deux jeux de questions relativement proches posées après que les participants aient testé le jeu sérieux, et après qu'ils aient consulté le modèle graphique *MoPPLiq* du parcours pédagogique joué.

Les résultats sont compilés dans le Tableau 2. L'analyse des résultats montre que les participants ont peu retenu le scénario du jeu sérieux après l'avoir testé en profondeur (à l'étape 2). Les réponses de seulement 4 des 18 participants aux étapes 2 et 3 indiquent qu'ils pensent l'avoir retenu à la fin de l'étape 2. Après la consultation de la représentation graphique du scénario dans *APPLiq* (à l'étape 3), ce sont 9 des 18 participants qui revendiquent avoir bien retenu le scénario. Ainsi, pour 8 d'entre eux, une amélioration de la compréhension est constatée après la consultation de la représentation graphique. D'ailleurs, 14 d'entre eux déclarent que la consultation de la représentation graphique du scénario les aide à le mémoriser et le comprendre. Pour 4 d'entre eux, ce n'est donc pas le cas.

Les participants avaient la possibilité de justifier leur choix par une réponse libre (Figure 4). Ainsi, ils déclarent que la représentation graphique et les états de sortie de *MoPPLiq* les ont aidés à comprendre le scénario de *Les Cristaux d'Éhère*.

En conclusion sur l'hypothèse 1, les participants déclarent avoir été plutôt aidés, en particulier par la présence d'une représentation graphique dotée d'états de sortie qui montrent les branchements de la scénarisation pédago-ludique. Leurs déclarations montrent également qu'ils avaient une meilleure connaissance du scénario après avoir pu le consulter dans *APPLiq* qu'après avoir seulement testé le jeu sérieux. Ceci conforte bien l'idée que la représentation graphique du modèle *MoPPLiq* proposée dans *APPLiq* aide les enseignants à comprendre un jeu sérieux, ce qui est un des éléments de son appropriation par l'instrumentation.



**Fig. 4.** : Effectif de ce qui est déclaré comme facilitant la compréhension du scénario dans la représentation du scénario proposée par *APPLiq*. Les déclarations des participants ont été regroupées par similarité.

## 6.2 Résultats portant sur l'hypothèse 2

Dans le but de tester l'hypothèse 2, nous avons évalué les parcours **conçus** par les participants au travers de 7 caractéristiques : (1) le parcours comporte des activités sur

la forme propre de l'eau solide<sup>3</sup>, (2) le parcours n'a pas d'incohérence ludique, (3) le parcours a peu d'incohérences pédagogiques, (4) le parcours comporte des branchements, (5) le parcours comporte des activités tampons, (6) le parcours comporte plus de 3 activités (hors tampon), (7) le parcours comporte au moins une activité (hors tampons) ». L'évaluation totale est la somme des caractéristiques présentes (valant 1). Les parcours qui ont un score de zéro ne figurent pas dans le tableau, ce sont les parcours totalement vides (aucune activité ajoutée) des participants L, R et S.

**Tableau 3.** : Évaluation des parcours pédago-ludiques créés.

Alias	1	2	3	4	5	6	7	somme sur 7
B		oui	oui		oui			3
E	oui	oui	oui		oui	oui	oui	6
K	oui	oui	oui		oui		oui	5
M	oui	oui	oui		oui			4
O	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	7
Q	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	7
V	oui	oui		oui	oui		oui	5
X		oui	oui		oui			3
Y	oui	oui		oui	oui		oui	5

Nous avons utilisé 4 autres caractéristiques pour les parcours pédago-ludiques modifiés à partir du parcours sous-optimal fourni : (1) l'ordre des activités a été modifié, (2) le parcours n'a pas d'incohérence ludique, (3) le parcours n'a plus d'incohérences pédagogiques, (4) toutes les activités du parcours sont branchées. L'évaluation totale est la somme des caractéristiques présentes (valant 1). Les évaluations des parcours non modifiés (score de zéro) des participants B et X ne figurent pas dans le tableau.

**Tableau 4.** : Évaluation des parcours pédago-ludiques modifiés.

Alias	1	2	3	4	somme sur 4
E	oui	oui		oui	3
K	oui	oui		oui	3
M	oui	oui			2
O	oui	oui			2
Q	oui	oui	oui	oui	4
R	oui	oui	oui		3
Y	oui	oui		oui	3

L'analyse des résultats permet de constater qu'aussi bien pour les parcours créés (Tableau 3) que les parcours modifiés (Tableau 4), les parcours produits ne comportent aucune incohérence ludique. Il semble donc que le système de compensation automatique d'*APPLiq* ait bien fonctionné. Nous considérons que les parcours qui ont ces scores élevés pourraient tout à fait être utilisés avec des élèves. 7 des 9 parcours créés (et non vides) paraissent utilisables avec des élèves. 5 des 7 parcours modifiés paraissent utilisables. Ces éléments tendent à confirmer l'hypothèse 2.

<sup>3</sup> Les participants devaient créer un parcours pour faire travailler le fait que l'eau solide a une forme propre.



L'analyse des parcours produits permet aussi de constater que peu de participants se sont lancés dans la création de parcours branchés (seuls 4 sur les 9 participants), et qu'ils ont eu tendance à construire des parcours plutôt très courts (placer entre une et trois activités).

Les réponses aux questionnaires posés à la fin des étapes 4, 5 et 6 apportent un complément d'information (Tableau 5). Il était demandé aux participants s'ils étaient satisfaits de leurs parcours (étape 4 et 5), et s'ils considéraient que leurs parcours étaient utilisables avec des élèves. Le Tableau 5 aussi reprend les sommes issues des tableaux 3 et 4. Les traces des participants L et S n'ayant ni créé, ni modifié, de parcours ont été omises.

L'analyse des réponses permet de constater que les participants sont plutôt satisfaits des parcours créés (étape 4). C'est le cas de 6 des 9 participants ayant créé un parcours non vide. Paradoxalement, les 3 participants (M, O et Q) qui se déclarent les moins satisfaits de leur parcours créé, sont ceux qui ont produit les parcours les mieux évalués (Tableau 3), et qui eux-mêmes considèrent leur parcours utilisable avec des élèves. Les remarques libres (Figure 5) ne permettent pas d'éclairer ce paradoxe. L'examen des résultats montre aussi que 6 participants sur les 9 ayant produit des parcours non vides pensent que leur parcours créé est utilisable avec les élèves. Leurs auto-évaluations sont très proches de celles présentées dans le Tableau 3.

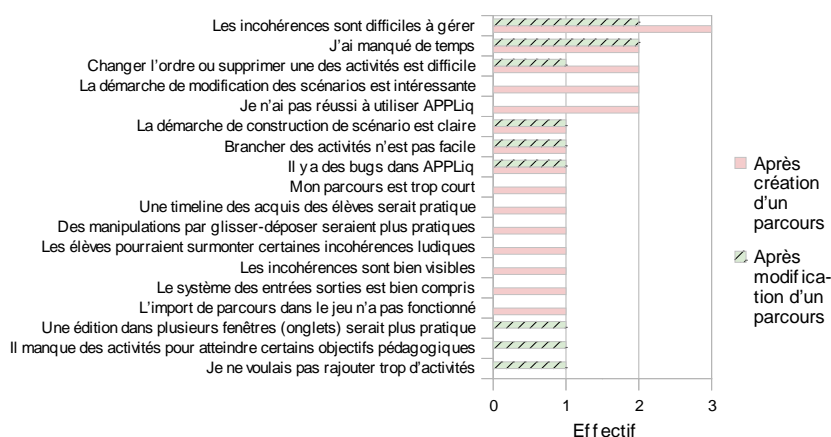
**Tableau 5.** : Avis déclarés sur les parcours créés et modifiés par les participants.

Alias	Étape 4 : Parcours créés			Étape 5 : Parcours modifiés		
	Évaluation (sur 7)	Déclarations		Évaluation (sur 4)	Déclarations	
		Satisfait du parcours (sur 4)	Utilisable ? (sur 6)		Satisfait du parcours (sur 4)	Utilisable ? (sur 6)
B	3	4	1	0	4	1
E	6	4	1	3	1	6
K	5	3	6	3	4	2
M	4	2	4	2	3	3
O	7	2	5	2	3	2
Q	7	2	5	4	2	5
R	0	4	1	3	4	1
V	5	3	1			
X	3	3	6	0	4	6
Y	5	3	4	3	2	4

L'analyse des déclarations sur les parcours modifiés (étape 5) permet de constater une fois de plus que les participants sont majoritairement satisfaits (4 sur 7 parmi ceux qui ont modifié le parcours sous-optimal fourni). Ici aussi, ceux qui n'en sont pas satisfaits (E, Q et Y) sont ceux qui ont fourni les parcours les mieux évalués (Tableau 4), et qu'ils considèrent utilisables avec des élèves. Il semble donc difficile pour des utilisateurs produisant de bons parcours de s'en convaincre (y compris s'ils le considèrent quand même utilisable avec des élèves). Et ce, aussi bien lors de la création que de la modification d'un parcours. D'ailleurs, parmi ceux qui ont modifié le parcours sous-optimal fourni, peu considèrent leur parcours utilisable avec des élèves (seulement les trois qui ne sont pas satisfaits de leurs parcours : E, Q et Y).

L'évaluation des parcours modifiés par les participants semble plus sévère que la nôtre (Tableau 4).

L'analyse des réponses libres fournies avec l'évaluation des parcours créés et modifiés a permis la construction de la Figure 5.



**Fig. 5.** : Effectif des types de remarques libres faites par les participants à propos des parcours qu'ils ont produits. Les déclarations ont été regroupées par similarité.

Les deux éléments les plus fréquemment rencontrés dans les remarques portent sur le fait que les incohérences (pédagogiques surtout) sont difficiles à gérer. De plus, les participants déclarent avoir manqué de temps pour faire des parcours convenables. Ces commentaires peuvent aussi être classés par grands thèmes comme dans le Tableau 6. L'analyse des réponses permet de constater que la plupart des commentaires (7 occurrences, dont une seule positive) portent sur des questions ergonomiques qui sont inévitables sur un prototype. Beaucoup de remarques portent sur le modèle et la méthodologie de construction (3 occurrences dont une seule négative) et sur les fonctionnalités d'APPLiQ (3 occurrences dont une seule positive). Les remarques sont des pistes d'améliorations d'APPLiQ, dans son interface et ses fonctionnalités. En particulier, la simplification des manipulations par une interface de manipulation plus directe et l'intégration de fonctionnalités pour assister encore plus les enseignants dans la résolution des incohérences de leur parcours.

L'interprétation et l'analyse des traces collectées pour éprouver l'hypothèse 2 permettent donc de tirer plusieurs conclusions. L'analyse des parcours produits par les participants montre qu'ils sont plutôt utilisables avec des élèves et tend à corroborer l'hypothèse. L'analyse des déclarations des participants permet de constater qu'elles vont globalement dans le même sens que les analyses des parcours produits.

**Tableau 6.** : Types de remarques libres, faites par les participants à propos des parcours qu'ils ont produits, classées par thèmes.

Thème	Types de réponses
Ergonomie d' <i>APPLiq</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les incohérences sont difficiles à gérer</li> <li>– Changer l'ordre ou supprimer une des activités est difficile</li> <li>– Brancher des activités n'est pas facile</li> <li>– Je n'ai pas réussi à utiliser <i>APPLiq</i></li> <li>– Une édition dans plusieurs fenêtres (onglets) serait plus pratique</li> <li>– Les incohérences sont bien visibles</li> <li>– Des manipulations par glisser-déposer seraient plus pratiques</li> </ul>
Modèle <i>MoPPLiq</i> et méthodologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La démarche de construction de scénario est claire</li> <li>– Le système des entrées sorties est bien compris</li> <li>– Les élèves pourraient surmonter certaines incohérences ludiques</li> </ul>
Fonctionnalités d' <i>APPLiq</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La démarche de modification des scénarios est intéressante</li> <li>– Une <i>timeline</i> des acquis des élèves serait pratique</li> <li>– Il y a des bugs dans <i>APPLiq</i></li> </ul>
<i>Les Cristaux d'Éhère</i> (jeu sérieux)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Il manque des activités pour atteindre certains objectifs pédagogiques</li> <li>– L'import de parcours dans le jeu n'a pas fonctionné</li> </ul>
Le parcours produit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Je ne voulais pas rajouter trop d'activités</li> <li>– Mon parcours est trop court</li> </ul>
Éléments extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>– J'ai manqué de temps</li> </ul>

## 7 Conclusion

Bien que l'effectif soit plutôt faible et que nombre d'indicateurs reposent sur des déclarations, les résultats apportent des éclairages qui informent la conception d'*APPLiq* et de *MoPPLiq*.

L'analyse des traces des participants nous montre qu'une représentation graphique comme celle de *MoPPLiq* aide à comprendre le scénario d'un jeu sérieux (hypothèse 1) et favorise donc l'instrumentation. L'analyse des parcours produits montre qu'*APPLiq* permet la production de parcours pédao-ludiques qui semblent utilisables avec des élèves (hypothèse 2) et ainsi que l'instrumentalisation des jeux sérieux est possible. Par ces interprétations des résultats concernant les hypothèses 1 et 2, nous pouvons conclure qu'*APPLiq* participe à l'appropriation d'un jeu sérieux, en améliorant sa compréhension et sa maîtrise par les enseignants, mais aussi en leur donnant le moyen d'en fournir une version adaptée et fonctionnelle. Ces résultats soulignent que par le biais de l'appropriation, *APPLiq* et *MoPPLiq* sont des contributions qui pourraient favoriser l'adoption de jeux sérieux par les enseignants.

Ces résultats ont aussi été la source de nouvelles perspectives pour *APPLiq*. Ainsi, il faudra travailler sur les fonctionnalités de gestion des incohérences pour faciliter le travail des enseignants, proposer des outils pour évaluer ses propres parcours, améliorer la sélection des activités, introduire les manipulations directes (glisser-déposer), mais aussi étudier les nouvelles fonctionnalités proposées par les participants de l'expérimentation comme l'introduction d'une *timeline* des objectifs pédagogiques d'un parcours.

Plus généralement, les travaux présentés ici montrent, d'une part, qu'il est possible de proposer des outils pour aider les enseignants à maîtriser et adapter la scénarisation

des jeux sérieux, et d'autre part, un exemple reproductible de mise en œuvre d'une expérimentation menée à distance sur ce type d'outils.

## 8 Remerciements

Nous souhaitons remercier chaleureusement les 36 enseignants qui se sont portés volontaires pour cette expérimentation pour le temps qu'ils ont passé à tester nos contributions. Nous souhaitons également remercier la Région Île-de-France pour le soutien qu'elle a apporté à ces travaux.

## 9 Bibliographie

1. Azadegan, A. et al.: Serious Games Adoption in Corporate Training. In: Ma, M. et al. (eds.) *Serious Games Development and Applications*. pp. 74–85 Springer Berlin Heidelberg (2012).
2. Bjork, S., Holopainen, J.: *Patterns in Game Design*. Charles River Media, Hingham, Mass. USA (2004).
3. Brusilovsky, P.: Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 6, 2, 87–129 (1996).
4. Capdevila Ibáñez, B.: Serious game architecture and design: modular component-based data-driven entity system framework to support systemic modeling and design in agile serious game developments. Université Pierre et Marie Curie (UPMC) (2013).
5. Dalziel, J.: Using LAMS Version 2 for a game-based Learning Design. *Journal of Interactive Media in Education*. 2008, 2, (2008).
6. Fischer, G. et al.: Meta-design: a manifesto for end-user development. *Communications of the ACM*. 47, 9, 33–37 (2004).
7. Lejeune, A.: IMS Learning Design. Etude d'un langage de modélisation pédagogique. *Distances et savoirs*. 2, 4, 409–450 (2004).
8. Marfisi-Schottman, I.: *Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games*. INSA de Lyon (2012).
9. Marne, B. et al.: Modélisation des parcours pédago-ludiques pour l'adaptation des jeux sérieux. Actes de la Conférence EIAH 2013. pp. 55–66 IRIT Press 2013, Toulouse, France (2013).
10. Marne, B., Labat, J.-M.: Model and Authoring Tool to Help Teachers Adapt Serious Games to their Educational Contexts. *IJLT*. 9, 2, 161–180 (2014).
11. Rabardel, P.: *Les hommes et les technologies : une approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, Paris, France (1995).