



Sciences
du jeu

Sciences du jeu

8 | 2017

Espaces du jeu, espaces en jeu

Sensibiliser au risque de submersion marine par le jeu ou faut-il qu'un jeu soit spatialement réaliste pour être efficace ?

Marion Amalric, Brice Anselme, Nicolas Bécu, Etienne Delay, Nicolas Marilleau, Cécilia Pignon et Frédéric Rousseaux



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sdj/859>

DOI : 10.4000/sdj.859

ISSN : 2269-2657

Éditeur

Laboratoire EXPERICE - Centre de Recherche Interuniversitaire Expérience Ressources Culturelles Education

Référence électronique

Marion Amalric, Brice Anselme, Nicolas Bécu, Etienne Delay, Nicolas Marilleau, Cécilia Pignon et Frédéric Rousseaux, « Sensibiliser au risque de submersion marine par le jeu ou faut-il qu'un jeu soit spatialement réaliste pour être efficace ? », *Sciences du jeu* [En ligne], 8 | 2017, mis en ligne le 27 décembre 2017, consulté le 30 décembre 2017. URL : <http://journals.openedition.org/sdj/859> ; DOI : 10.4000/sdj.859

Ce document a été généré automatiquement le 30 décembre 2017.

Tous droits réservés

Sensibiliser au risque de submersion marine par le jeu ou faut-il qu'un jeu soit spatialement réaliste pour être efficace ?

Marion Amalric, Brice Anselme, Nicolas Bécu, Etienne Delay, Nicolas Marilleau, Cécilia Pignon et Frédéric Rousseaux

- 1 Le recours à des plateformes de modélisation des espaces, des comportements et des interactions entre acteurs que permet la simulation multi-agents a vu le développement ces deux dernières décennies d'un type de jeu de rôles qualifié de simulation participative à base de rôles (Voinov et Bousquet, 2010). Ces jeux de rôles, assistés ou pas par ordinateur, permettent de faire jouer à différents types d'utilisateurs (novices ou avertis, citoyens, étudiants ou professionnels, etc.) des situations reproduisant des dynamiques et des enjeux inspirés de problématiques réelles d'aménagement du territoire, liées par exemple à la gestion des ressources forestières (Etienne *et al.*, 2003 ; Gazull *et al.*, 2010) ou à la gestion de la biodiversité (Le Page *et al.*, 2014 ; Becu *et al.*, 2015). Parmi eux, certains s'intéressent plus spécifiquement aux risques, soit en faisant intervenir divers types d'aléas climatiques¹, soit en permettant d'aménager un territoire réel, soumis au risque de submersion marine, comme le jeu LittoSIM présenté ici. Il modélise, à partir de données de terrain, le risque de submersion auquel l'île d'Oléron, sur la côte atlantique française, est soumise et amène les joueurs à aménager le territoire, notamment en gérant l'urbanisation et les défenses côtes, puis de confronter leur gestion du territoire à des épisodes de submersion marine. Conçu par des géographes, des océanographes en physique du littoral, des informaticiens modélisateurs, en collaboration avec des personnels de l'intercommunalité responsable de la gestion des risques sur l'île d'Oléron et à destination des élus, techniciens et gestionnaires du risque de l'île, ce jeu de rôles vise à faciliter l'appréhension du risque par les acteurs et permet par ailleurs le suivi de leurs actions de jeu, ouvrant ainsi la possibilité d'interroger les modalités d'apprentissage des diverses stratégies de gestion du risque.

- 2 Le jeu est positionné à la fois sur une dimension « ludique », mais aussi sur la validité de son contenu scientifique et l'importance de son contenu pédagogique. À la suite de Banos et Sanders (2013), de Barnaud *et al.* (2012) et de Dormans (2011), le présent article se propose d'interroger la question du réalisme dans une simulation participative. Plus précisément, il s'agit de considérer l'effet du parti-pris du réalisme, tel qu'il a été implémenté et co-construit avec les récipiendaires, et de considérer dans quelle mesure le choix du réalisme dans la modélisation permet l'appropriation du jeu, la sensibilisation aux enjeux, voire l'apprentissage de modes de gestion alternatifs des risques. Faut-il nécessairement que le jeu reflète la réalité pour favoriser l'apprentissage ou est-ce que le fait de couper le lien à la réalité (jouer sur un terrain virtuel ou non connu des joueurs) ne permettrait pas de libérer les esprits et l'intelligence collective et d'encourager les initiatives et l'innovation ?
- 3 Nous préciserons dans un premier temps comment nous en sommes venus à traiter de la question de l'apprentissage dans une situation de jeu et de simulation et comment en traite la littérature. Dans un second temps, une présentation du jeu, de son déroulé et de son dispositif spatial permettra de rendre compte des choix d'implémentation. Seront alors considérés les effets du réalisme sur la jouabilité et l'efficacité du jeu sérieux. L'article pourra alors ouvrir une discussion sur les enjeux pour les scientifiques de chercher à sensibiliser les acteurs (gestionnaires et élus²) de la gestion du risque littoral.

Simulation participative, jeu et apprentissage

Contexte local et global : co-construction d'une plateforme de jeu

- 4 En février 2010, au même titre que la côte Atlantique française, l'île d'Oléron a essuyé un événement de submersion causé par la tempête Xynthia (Bertin *et al.*, 2014). Les conséquences catastrophiques de l'événement ont mis en évidence les limites des politiques de prévention des risques à l'échelle française, mais aussi aux échelons régionaux et locaux. Cette crise a notamment révélé le déficit d'information à destination des populations dans le dispositif d'alerte, des lacunes quant à la gestion de l'état des digues, et l'inadaptation ou la mal-application des plans de prévention des risques à l'échelle communale (Jousseau et Mercier, 2009). En effet, des décisions prises avant, mais également pendant l'événement, ont aggravé la situation, révélant un manque de culture du risque (Cartier, 2004) conduisant à des choix individuels et collectifs qui se sont révélés problématiques. Les conséquences de Xynthia ont amené les scientifiques à davantage considérer la nécessité de combler les écarts entre les connaissances produites et maîtrisées par les chercheurs et celles mobilisées et connues par les gestionnaires des risques littoraux. Ce constat est renforcé par la faible mise à l'agenda politique, jusqu'à ces dernières années, de stratégies d'adaptation que les territoires côtiers pourraient élaborer face aux conséquences des changements climatiques (hausse des niveaux marins et renforcement de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes).
- 5 La question de l'accroissement probable du risque de submersion marine (et d'érosion des côtes) se pose notamment à un niveau global, en lien avec les effets des changements climatiques. La submersion marine fait partie des catastrophes naturelles les plus dévastatrices, aussi bien d'un point de vue humain que d'un point de vue environnemental (IPCC, 2007). Pourtant, dès les années 1959, Staszewski pointait que 28 %

des habitants de la Terre habitaient à moins de 50 km de la mer contre 25 %, cent ans plus tôt (Gamblin *et al.*, 1999). Depuis, les zones urbaines se sont densifiées, confortant les littoraux dans un rapport d'attraction/répulsion entre espace idyllique (espace de loisirs) et espace de danger (ONERC, 2010). Les phénomènes de submersion sont généralement observables sur des terres situées à de faibles altitudes – elles sont alors épisodiquement inondées par la mer – et sont amplifiés par des conditions météorologiques et/ou de marée extrêmes (Garry, 1997). Les sociétés ont construit des ouvrages de défense « durs » contre la submersion (digues), tant dans le but de gagner des terres sur la mer, que pour s'en protéger. D'autres types de défenses se veulent « doux » (en renforçant par des sortes de clôtures, les ganivelles, la hauteur et la solidité des dunes par exemple). Enfin, les politiques dites de « retrait stratégique » encouragent une relocalisation à l'intérieur des terres des populations nouvellement exposées et le « rendu à la mer » des terres autrefois gagnées sur la mer (Rey-Valette *et al.*, 2016). Ces diverses stratégies de défense interrogent des enjeux à la fois sociaux (urbanisation et économie des zones côtières), écologiques (maintien des écosystèmes, du trait de côte et de la biodiversité) et paysagers (artificialisation du littoral).

- 6 C'est dans ce contexte qu'a commencé la collaboration entre la communauté de commune de l'île d'Oléron et un consortium interdisciplinaire d'une douzaine de chercheurs (Appel à projets Défi Littoral du CNRS). Le processus de recherche-action développé en 2015 et 2016, a eu pour ambition de développer une simulation participative dont l'objectif est de proposer aux acteurs un outil d'accompagnement pour la prise en compte de ces risques dans une démarche ludique et immersive (Becu *et al.*, 2015). En a découlé la plateforme de jeu LittoSIM.
- 7 Le dispositif LittoSIM est un jeu sérieux basé sur une plateforme participative et un système multi-agents. Il se présente sous la forme d'une simulation intégrant à la fois un modèle spatialement explicite de submersion marine et d'actions de jeu menées *in situ* par des élus et gestionnaires. L'objectif est d'encourager l'exploration de stratégies différentes d'aménagement du territoire et de favoriser une réflexion collective sur les stratégies testées.

Simulation participative et apprentissage collectif

- 8 La question des modalités de transmission des connaissances entre scientifiques et gestionnaires des risques se pose du point de vue des acquis scientifiques avérés qui sont concernés (robustesse des résultats, légitimité des chercheurs, confiance en la recherche scientifique) mais aussi de la manière dont ils sont véhiculés et par la suite appropriés. La modélisation participative est une des voies possibles pour répondre à la transmission de la recherche aux acteurs opérationnels. Voinov et Bousquet (2010) ont proposé une classification des démarches de modélisation participative. Celle-ci regroupe de façon générique différentes approches utilisant la modélisation comme média d'interaction et de support d'aide à la décision dans des processus impliquant des acteurs. Parmi ces techniques, la simulation participative consiste à associer des acteurs (non modélisateurs) à l'étape de simulation d'une démarche de modélisation (Voinov et Bousquet, 2010). L'étape de simulation inclut les conditions initiales de la simulation, les choix opérés en cours de simulation, éventuellement la modification des règles proposées par le modèle en cours de simulation, et l'analyse des indicateurs de sorties de la simulation (Le Page *et al.*, 2011). En 2001, Barreteau *et al.* (2001) proposaient d'associer dans une même démarche

une simulation multi-agents et la réalisation d'un jeu de rôles. Dans cette perspective, la réalisation d'une simulation participative est un processus d'accompagnement permettant de réunir une diversité d'acteurs (y compris des scientifiques) en vue de partager les points de vue. L'assertion de Michel Serres selon laquelle « la question : disons-nous vrai ? converge vers la question : faisons-nous bien ? » (Serres, 1994) nous paraît fondamentale au regard de cette démarche, en cela qu'elle implique un possible changement de statut de la vérité (déjà annoncé par Funtowicz et Ravetz, 1993).

- 9 Dans la simulation participative, les joueurs – qui peuvent être les acteurs des territoires – sont mis en situation de manière à prendre des décisions en fonction de leurs propres objectifs individuels et de leurs expériences dans le jeu, mais également dans la réalité (Daré, 2005). Ils vivent durant le temps de la simulation une expérience d'apprentissage au travers d'une succession de retours réflexifs – fournis par le jeu et par les autres joueurs – de l'effet de leurs actions (Kolb, 1984). Ces apprentissages individuels peuvent être observés et évalués. De même, les joueurs co-construisent une expérience collective qui sera sujette à discussion et au travers de laquelle on peut explorer les mécanismes de dynamique de groupe. Ainsi, ce type de jeu basé sur la simulation, peut être utilisé pour étayer et transmettre un message dont l'efficacité de l'apprentissage est assurée par le fort engagement des participants dans le jeu (Klabber, 2009). Il s'agit en d'autres termes d'une méthodologie d'enquête permettant le partage de connaissances individuelles et collectives. C'est justement dans cette dynamique que la plate-forme LittoSIM a été créée.
- 10 La plateforme LittoSIM permet ainsi à plusieurs joueurs – acteurs du territoire – de mener une réflexion sur les conséquences de l'aménagement du territoire par rapport au risque de submersion marine. Le jeu vise à explorer différents scénarios de gestion du risque (défenses frontales, modes d'urbanisation, défenses douces, retrait stratégique), dont le déroulement est à la fois induit par les choix d'aménagement des joueurs et par la simulation en tant que telle, contraignant ainsi les trajectoires de jeu.

Application du jeu sérieux aux catastrophes

- 11 La forte dimension ludique de la simulation participative favorise largement la sensibilisation de joueurs dans un domaine donné. Comme d'autres l'ont pointé précédemment (Sawyer et Rejeski, 2002 ; Ter Minassian et Rufat, 2008 ; Djaouti *et al.*, 2011 ; Rufat et Ter Minassian, 2012 ; Blasko-Drabik *et al.*, 2013), les jeux sérieux ont à la fois un but didactique qui permet d'explicitier la complexité de la simulation, et une visée de plaisir.
- 12 Parmi ces pratiques, l'usage du jeu pour informer, former ou sensibiliser sur le sujet des catastrophes date d'une dizaine d'années. On recense des jeux portant sur la gestion de l'information durant le moment de crise (Haferkamp *et al.*, 2010 ; Meesters *et al.*, 2013), sur l'importance de former des coalitions pour surmonter les catastrophes (*Extreme Event Game* par le Koshland Science Museum) ou encore sur le ressenti des populations par rapport aux risques naturels (Yamori, 2007)³. Les applications recensées dans la littérature illustrent leur mise en place à l'échelle globale comme à l'échelle locale. Ainsi, l'ISRD (International Strategy for Disaster Reduction) propose un jeu accessible au travers d'un navigateur web pour éduquer et prévenir des catastrophes (www.stopdisastersgame.org). Le jeu *Stop disaster* permet aux joueurs de tenter de réduire l'importance d'une submersion (Blasko-Drabik *et al.*, 2013). La survenue d'événements aléatoires permet au joueur d'appréhender et d'accepter dans une certaine mesure

l'aspect souvent difficile à saisir de l'incertitude liée au risque pour vivre avec. A l'échelle locale, l'objectif des jeux existants est semblable : ils visent à développer un contenu didactique et pédagogique pour instaurer une culture du risque permettant d'appréhender ce dernier de manière réfléchie et d'acquérir des connaissances sur la façon de réduire la vulnérabilité (Tsai *et al.*, 2015 ; Yamori, 2007 ; Meera *et al.*, 2015 ; Taillandier *et al.*, 2016).

- 13 Le travail effectué avec LittoSIM vise, quant à lui, à entraîner les acteurs du territoire (élus, directeurs techniques, techniciens ou agents des collectivités) à prendre la mesure des événements auxquels ils doivent faire face (Becu *et al.*, 2016a). Le postulat de cette démarche tournée vers les acteurs locaux est que le caractère ludique renforce l'efficacité de l'apprentissage (Kato, 2012 ; Meera *et al.*, 2015) et augmente l'intérêt du dispositif pour les joueurs (Blasko-Drabik *et al.*, 2013 ; Meera *et al.*, 2015).
- 14 Lors d'un atelier LittoSIM, les acteurs du territoire sont mis en situation à travers un exercice de simulation de submersion marine. Pendant les quelques heures de l'exercice, les participants vont s'immerger dans la réalité de l'aménagement et de la gestion du risque et vont travailler collectivement à la mise en place d'une stratégie de prévention efficace et coordonnée. La plateforme LittoSIM et le groupe d'animation du jeu les accompagnent dans :
 - la compréhension du phénomène de submersion et de l'efficacité de différentes mesures de prévention à différentes échelles de temps ;
 - la mise en œuvre de la coordination intercommunale pour l'aménagement et la gestion des risques ;
 - l'anticipation des contraintes réglementaires, budgétaires et administratives pour la réalisation d'une stratégie de prévention des risques.
- 15 L'expérience partagée par les joueurs participe à construire et consolider la communauté de pratique (Lave et Wenger, 1991 ; Yamori, 2009). Toutefois, l'évaluation de la qualité de l'apprentissage liée à un jeu de rôle reste controversée (Sitzmann *et al.*, 2010 ; Linderoth, 2012) et nécessite une démultiplication des validations statistiques et/ou expérimentales (Bretagnolle, 2006) et un suivi du processus lié au déploiement du jeu sur le long terme (Perez *et al.*, 2010).
- 16 Nous nous appuyons ici sur les ateliers LittoSIM qui se sont déroulés en 2015 et 2016, et qui ont rassemblé à plusieurs occasions des acteurs de communes et d'intercommunalité du territoire (Communauté de communes Île d'Oléron et Pays Marennes-Oléron). Leur participation était basée sur le volontariat et répondait à la proposition de l'équipe de recherche, relayée par la Communauté de Communes, d'animer de tels ateliers⁴. Trois ateliers en conditions « réelles » de jeu (une demi-journée) ont respectivement été précédés de trois ateliers-tests, auprès d'étudiants, de membres de laboratoires partenaires à La Rochelle. Les ateliers et les tests ont permis de faire évoluer le jeu sous la forme de trois versions différentes, dont chacune améliorait les objectifs d'appropriation par leurs joueurs et d'efficacité du dispositif sur la sensibilisation aux enjeux et aux modes alternatifs de gestion du risque.

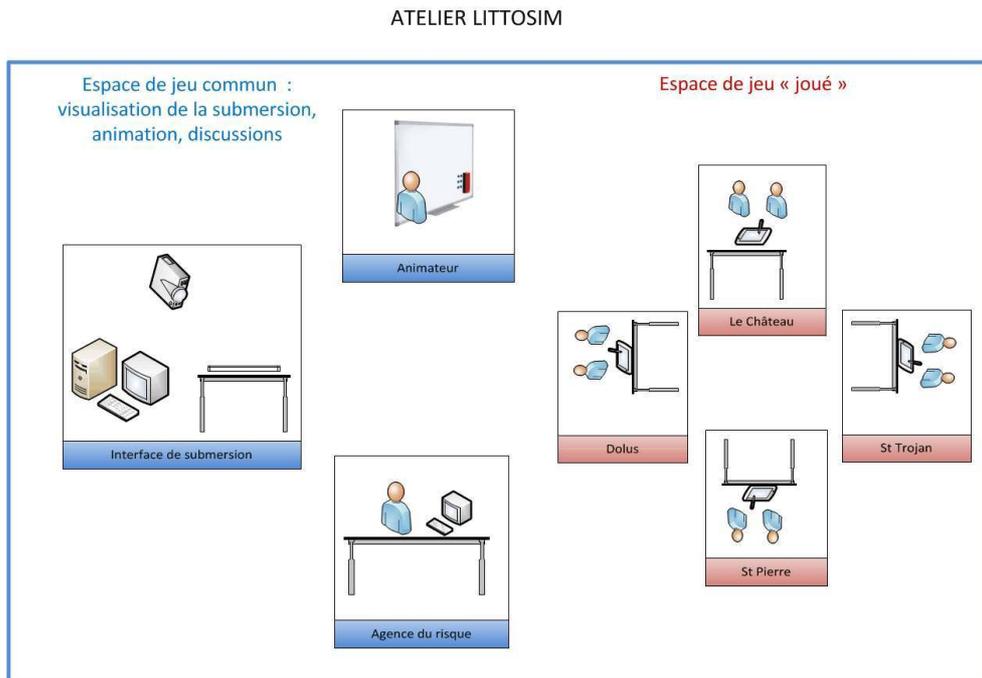
Dispositif spatial et temporel du jeu

- 17 Le dispositif spatial et temporel, ainsi que le procédé de scénarisation du déroulement du jeu permettent de donner corps aux objectifs participatifs et ludiques de LittoSIM.

Dispositif spatial : une mise en scène du « réel »

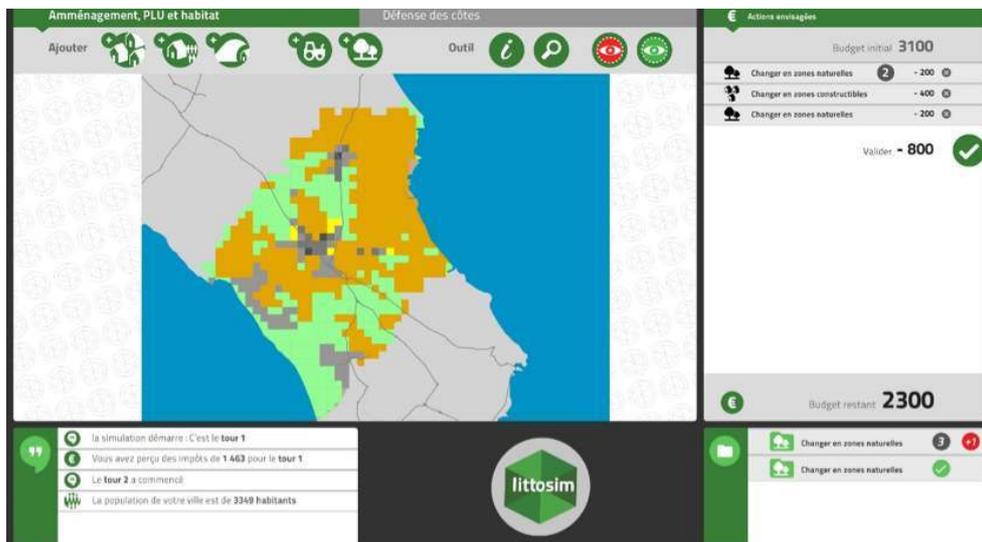
- 18 Le dispositif spatial de LittoSIM propose une situation de gestion du risque sur un territoire. Le jeu met en scène quatre communes, auxquelles, dans une première moitié de la salle, sont physiquement allouées une table, deux chaises (deux joueurs par commune) ainsi qu'une fiche descriptive du jeu et une tablette numérique sur laquelle la carte de la commune concernée apparaît (Figure 1).

Figure 1 : Organisation spatiale de la salle lors d'un atelier LittoSIM



- 19 Dans ce premier espace « joué », les actions des joueurs consistent en la manipulation de boutons cliquables sur l'écran de la tablette pour choisir les types d'actions (bâtir des digues, urbaniser, renforcer des digues, adapter l'habitat, densifier, etc.) et par la sélection sur la carte de la zone choisie pour appliquer l'action (carré de 200 x 200 mètres ou portion de côte). La figure 2 présente une copie d'écran de l'interface du jeu. Le cadran principal permet d'agir sur l'aménagement de la commune ou la défense des côtes. Les autres cadrans renseignent sur l'état du budget, les dossiers en cours et affichent des messages au cours de la partie.

Figure 2 : Interface principale du jeu LittoSIM



- 20 La seconde moitié de la salle (Figure 1) est dédiée aux temps collectifs. Un projecteur projette sur une table la carte du Sud de l'île d'Oléron, soit les quatre communes prises en compte dans le jeu. La table de « l'agence du risque », à laquelle siège un des membres de l'équipe d'animation, se situe entre les deux espaces de jeu. L'agence dispose d'un ordinateur qui enregistre le suivi de toutes les actions des joueurs, synthétisant automatiquement toutes celles-ci dans un tableau de bord, à partir duquel sont déclenchés les pénalités ou les encouragements (financiers, temporels). La personne qui tient le rôle de l'agence du risque peut être directement consultée ou rencontrée par les joueurs. Ces derniers sont libres de leur mouvement, de se déplacer dans toute la salle, d'aller rencontrer la commune voisine, d'interagir entre eux, de se réunir autour de la table de projection. Si les joueurs ne l'ont pas décidé d'eux-mêmes, l'animateur de l'atelier leur donne la consigne de se réunir à l'issue de la seconde submersion, afin de se coordonner. Le dispositif spatial du jeu amène les joueurs à se situer à plusieurs échelles (échelle communale sur leur tablette, intercommunale sur la table de projection), mais aussi à occuper physiquement la salle sous diverses modalités (assis, debout, en mouvement, à deux, en petit groupe, tous ensemble) et à mettre en œuvre, de manière contrainte ou spontanée, des échanges interpersonnels (d'information, de mise en place de stratégie, de coopération), des discussions collectives, des déplacements.
- 21 Au-delà de l'outil informatique, LittoSIM intègre aussi la notion de territoire et de relations de proximité, à travers la configuration spatiale de la salle. En effet, la plateforme reproduit, à l'échelle d'une salle, des effets de proximité (entre communes voisines) et de distance (entre la carte de la submersion sur la table de projection et les tablettes des communes), mais aussi des effets d'isolement/regroupement, selon que les joueurs jouent à deux, avec les autres communes ou qu'ils se déplacent pour consulter « l'agence » (Figure 3).

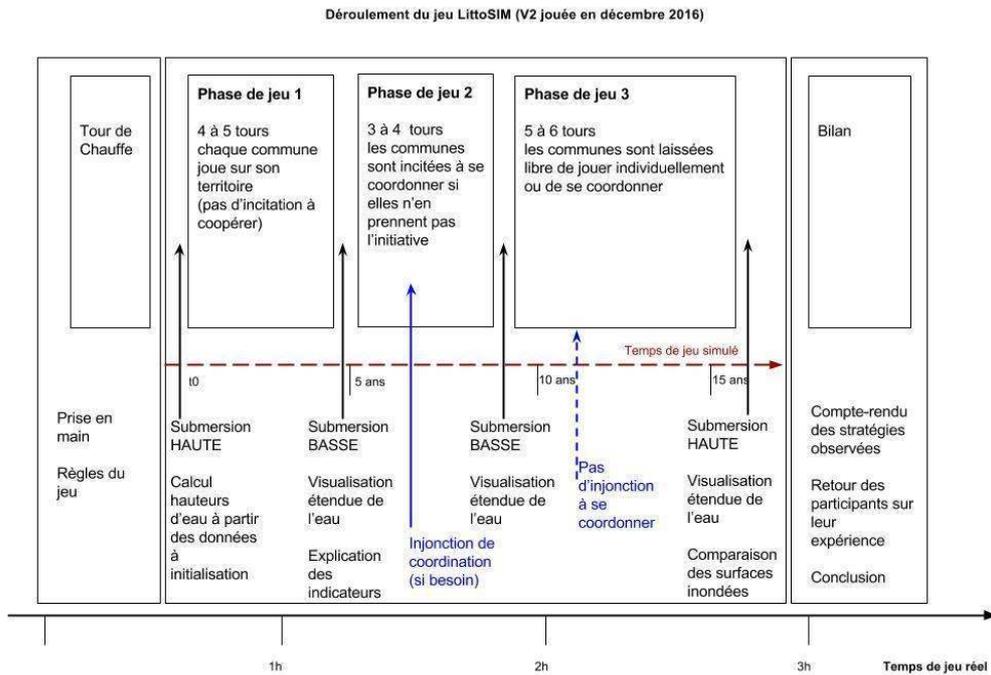
Figure 3 : Le cercle des communes, au moment de la discussion du bilan final



Déroulement d'une session de jeu : un temps contrôlé

- 22 Du point de vue de la temporalité, un soin comparable à celui de la dimension territoriale du jeu est donné au phasage de LittoSIM. Une partie dure quatre heures. Elle comporte trois moments (Figure 4) : une phase d'explicitation des règles du jeu aux participants par l'animateur de l'atelier (1h environ), une seconde phase de jeu « joué » en tant que tel (2h15 à 2h45) où les joueurs manipulent les tablettes numériques, et enfin, une phase de commentaires du jeu, de bilan des enseignements individuels et collectifs et enfin d'échanges entre participants et organisateurs (45 min à 1h15).
- 23 Les huit personnes qui jouent les rôles de gestionnaires des communes, ainsi que les chercheurs qui animent l'atelier, jouent l'agence du risque et observent le déroulement et les échanges interpersonnels, prennent part à une partie, L'animateur interagit durant toute la partie avec les joueurs en se basant sur un déroulement préétabli pouvant néanmoins évoluer au cours de la session (durée des tours – fixée a priori à 5 minutes environ –, longueur des phases, lancement des types de submersions). L'agence du risque observe le déroulement des actions sur un moniteur, interagit physiquement avec les joueurs qui l'interpellent et intervient également dans la partie informatisée, soit en envoyant des messages spécifiques aux joueurs, soit en prélevant ou versant des sommes aux communes, en fonction des stratégies adaptées. Les observateurs relèvent les comportements et prennent en note le déroulement de la partie. Les échanges oraux sont enregistrés individuellement pour chaque commune.

Figure 4 : Phasage du déroulement du jeu



LE JEU SIMULE UNE QUINZAINE D'ANNÉES D'AMÉNAGEMENT, QUATRE SUBMERSIONS ET UNE MISE EN ŒUVRE PROGRESSIVE DE LA COORDINATION

- 24 Le temps principal de la partie, c'est-à-dire le jeu en tant que tel, se divise lui-même en plusieurs phases, chacune délimitée par deux « événements de submersion » qui peuvent être d'importance plus ou moins grande (sans que cela soit précisé aux joueurs) (Figure 4). En effet, à l'initialisation, une submersion du territoire a lieu. Puis, plusieurs tours de jeux se déroulent, qui représentent chacun une année d'urbanisation et d'aménagement des côtes. Après un nombre d'années inconnu des joueurs (et déclenché de manière manuelle, selon un agenda souple – fixé entre trois et six années – par l'animatrice), une nouvelle submersion se produit. Commence alors une seconde phase de jeu, et ainsi de suite. Quatre submersions surviennent et une quinzaine d'années de jeu sont simulées. Lorsqu'une submersion survient, les joueurs sont invités à « quitter leur poste » pour se rassembler autour de la table sur laquelle est projetée 1) l'étendue de l'inondation sur la carte de l'île (recalculée en fonction des aménagements qui ont été faits lors des tours de jeu précédents), puis 2) les graphes par commune et par type d'occupation des sols des superficies et hauteurs d'eau atteintes.
- 25 Aux différents espaces de la salle correspondent donc différentes temporalités, dans la mesure où le temps du jeu sur les tablettes, est de l'ordre de l'année, alors que le temps autour de la table de projection, est celui de la journée, échelle de temps qui correspond à l'événement de submersion. Sont ainsi reproduits les temps de la programmation et de l'aménagement du territoire (et donc de la prévention) et celui, plus ramassé, de la gestion de la « crise » liée à l'inondation.

Scénarisation des stratégies de gestion du risque : la mise en œuvre de leviers par l'agence du risque

- 26 Pour sensibiliser les acteurs de la gestion du territoire aux différents modes d'aménagement et de protection du littoral, les actions réalisées par les joueurs sont enregistrées en temps réel sur un serveur. Elles peuvent être qualifiées selon trois stratégies et déclenchent différents leviers incitatifs.
- la stratégie « bâtisseur » pour laquelle le joueur a tendance à fortement bétonner son trait de côte. Il privilégie la construction d'ouvrages lourds « en dur » (digues) sur le littoral pour se protéger des assauts de la mer et il favorise l'extension des zones urbaines en zone littorale, voire même en zone inondable, dès lors que les habitations se trouvent « à l'abri » derrière une digue.
 - la stratégie « retrait stratégique » consiste pour le joueur à considérer que le maintien de la ligne de rivage n'est pas essentiel, il arrête donc l'entretien et la construction des digues, il peut éventuellement les démanteler afin de fournir au système littoral un espace de liberté suffisant à son équilibre. Il déplace bien entendu les enjeux par une densification de l'habitat hors zone littorale et hors zone inondable. Il procède également à des modifications du Plan local d'urbanisme en créant des espaces naturels à la place des terres agricoles.
 - la stratégie « défense douce » privilégie les moyens de défense écologique, avec notamment la mise en place de ganivelles permettant le rechargement en sable de l'estran et, à long terme, la stabilisation et la reconstitution des cordons dunaires. Il n'y a pas de construction de nouvelles digues, le joueur se contente de rénover celles déjà existantes. Il peut en revanche construire des rétro-digues à l'intérieur des terres, qui protègent les zones urbanisées situées en arrière de la côte. Il est susceptible de bâtir en dehors des zones littorales et inondables, où, seule une adaptation des constructions existantes est envisageable.
- 27 La finalité de LittoSIM étant l'apprentissage par les participants des différentes modalités de gestion du risque, la scénarisation du jeu est conçue de manière à ce que les joueurs expérimentent les trois profils. « L'agence du risque » (soit manuellement, soit assistée par le serveur) active ainsi des leviers, contraignants ou encourageants, qui peuvent infléchir la trajectoire de joueurs qui suivraient une stratégie trop unidirectionnelle.
- 28 Si par exemple un joueur construit trop souvent en zone littorale et adopte un profil « bâtisseur », un levier « renforcement de la loi Littoral » est déclenché et il se traduit dans le jeu sous la forme d'un retard de plusieurs tours dans les actions entreprises par le joueur ou par un enchérissement de la construction de digues. Si en revanche un joueur s'efforce de construire des habitats adaptés hors zone littorale et hors zone inondable, un levier de renforcement de son action se déclenche lui apportant des aides financières versées par l'agence pour encourager les pratiques vertueuses de gestion intégrée des risques. Les leviers sont incitatifs ou dissuasifs et n'ont donc pas un effet strictement empêchant ou obligeant (la commune peut maintenir son action malgré le surcoût ou renoncer aux aides possibles).

Le réalisme du jeu : condition sine qua non de la sensibilisation ?

- 29 Le soin apporté à la conception de LittoSIM, le choix du dispositif spatial et du déroulement du jeu visent à atteindre un fort réalisme. Il repose à la fois sur la spatialisation des données et du déroulé du jeu, mais aussi sur la scénarisation retenue.

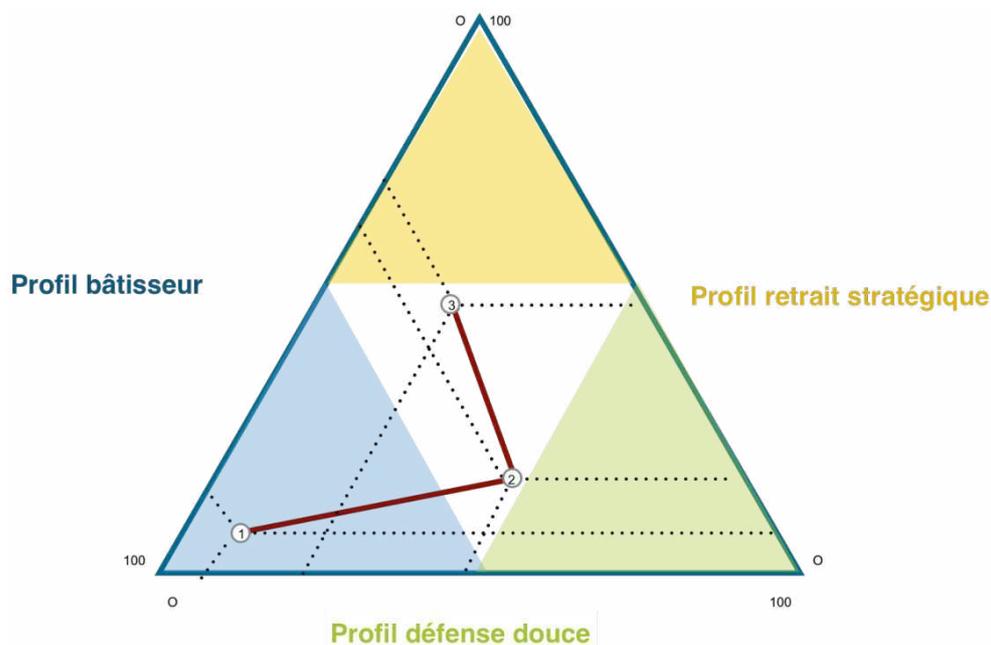
Le recours aux données géo-temporelles réelles comme gage de réalisme ?

- 30 Nous montrons ici que le jeu est territorialement ancré et que le réalisme qui a présidé à la conception du jeu de rôle renforce cet ancrage. Les cartes des territoires du jeu sont basées sur les données réelles. Les fonds topographiques et bathymétriques, le modèle numérique de terrain, ainsi que les données de population de l'INSEE constituent les bases des cartes affichées. La localisation, la nature, la hauteur des digues ainsi que la qualité de leur état (de bon, moyen à mauvais état) sont reproduits à partir des bases de données disponibles, dont notamment le recensement de l'état des digues établi sur l'île par la direction départementale du territoire et de la mer en 2010. Le même soin est apporté à la modélisation de la submersion, qui est une version simplifiée d'un modèle des hauteurs d'eau de la tempête Xynthia à Oléron ; il s'agit du modèle LisFlood développé par l'université de Bristol, dont les données ont été synthétisées pour permettre de réduire le temps de simulation de la submersion à quelques minutes contre plusieurs heures pour le modèle complet⁵. Les données spatiales sont implémentées à plusieurs échelles : celle du trait de côte et celle de la commune pour les visualisations sur les tablettes ; une échelle plus petite, couvrant l'ensemble des quatre communes, pour la visualisation de la submersion.
- 31 D'autre part, les budgets attribués aux communes (dans une monnaie fictive propre au jeu, le « boyard ») sont indexés sur les budgets réels dont les communes disposent effectivement pour gérer le risque de submersion. Chaque « année », ce budget est à nouveau calculé en fonction de la quantité de population communale, qui croit elle-même conformément aux indices d'augmentation démographique indiqués en 2014 par l'INSEE pour le département de Charente-Maritime.
- 32 Enfin, aux données géographiques et spatialisées réalistes (voire réelles), s'ajoute un réalisme temporel selon lequel les actions engagées par les communes sont traitées dans la plateforme sous forme de « dossiers », dont la progression peut être modifiée. Conformément aux retards que peuvent subir les projets des territoires, liés par exemple à l'attribution des autorisations de travaux, à la délivrance des permis de construire, ou à la nécessité de fournir des études d'impacts complémentaires, ou encore au déblocage de fonds spéciaux, les dossiers de LittoSIM sont tantôt retardés, tantôt avancés. Les aléas « temporels » sont ainsi reproduits et accompagnés de messages émanant de l'agence du risque sur les raisons des retards (renforcement de la loi, modification des procédures).
- 33 La diversité d'échelles spatiales, les budgets réalistes et les retards des dossiers tentent de reproduire dans une certaine mesure la diversité des situations auxquelles se confrontent les acteurs dans la réalité.

La scénarisation comme outil de renforcement du réalisme ?

- 34 La scénarisation de LittoSIM repose sur l'existence de leviers qui pèsent sur les joueurs et sur l'intervention des animateurs pour orienter les participants vers des formes de coopération.
- 35 La démarche pédagogique de LittoSIM s'appuie sur une analyse du cheminement de la réflexion des joueurs. Comme décrits précédemment, on distingue trois profils de comportements antagonistes : le profil bâtisseur tend à durcir le trait de côte et à densifier l'habitat, y compris en zone inondable et littorale ; le profil défense douce favorise le renforcement de la naturalité de la côte et des cordons dunaires et investit dans l'adaptation des modes de construction (habitat résilient) ; le profil retrait stratégique n'empêche plus la submersion des terres et prévoit d'exproprier les populations exposées (densification de l'urbanisation existante seulement, retrait des autres zones).
- 36 Si ces stratégies reproduisent bien des actions possibles dans la réalité, voire recommandées par l'État, elles ne sont pas facilement adoptées par les joueurs. Les tests du jeu ont ainsi démontré la nécessité de mettre en place des leviers financiers et temporels décrits précédemment pour « inciter » les joueurs à se confronter à l'ensemble de « l'espace des possibles » représenté sur la figure 5. Pour répondre aux objectifs de jouabilité et de sensibilisation des participants à des pratiques alternatives de gestion du risque, le choix a donc été opéré de fonder LittoSIM sur une scénarisation du jeu autour des trois profils, et sur la mise en œuvre d'injonctions émanant de la plateforme et des animateurs du jeu.

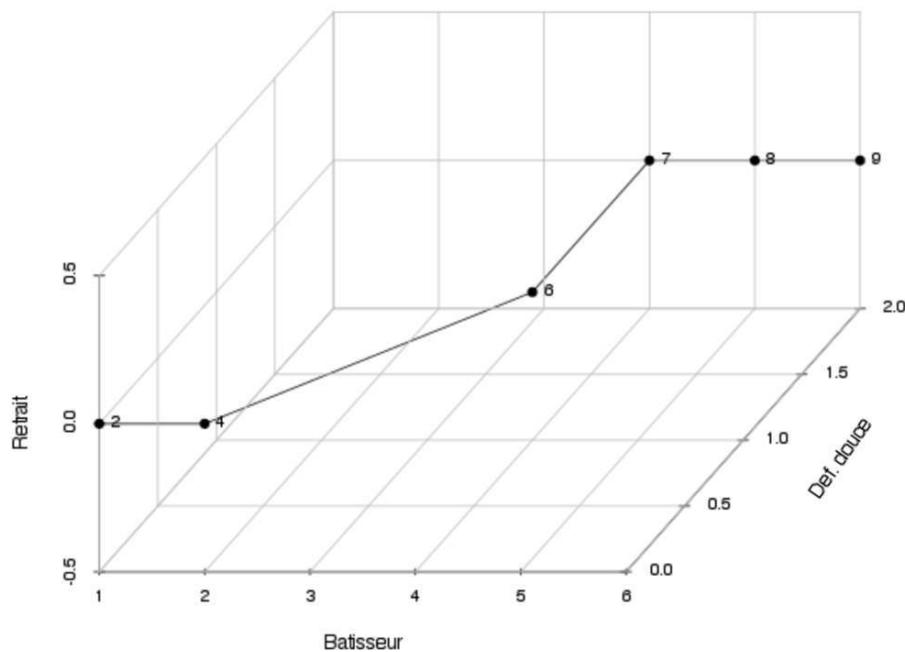
Figure 5 : Espace des possibles entre les trois profils types que le joueur peut adopter au cours d'une partie



Les numéros 1, 2 et 3 indiquent les étapes de bifurcation de la stratégie du joueur.

- 37 Le calcul du nombre d'actions par profil permet de situer les joueurs dans un espace des trajectoires (figure 6) au sein duquel les leviers les amènent (sans les contraindre complètement) à évoluer. Expérimentée depuis 2016, cette idée nouvelle permet d'aller au-delà des approches participatives traditionnelles où chaque acteur suit une et une seule trajectoire qui correspond à sa sensibilité, puis échange sur l'ensemble des trajectoires possibles lors du débriefing. Dans l'approche LittoSIM, les acteurs sont guidés vers des profils *a contrario* de leur penchant « naturel », ce qui les amène à réfléchir sur leurs pratiques et à s'interroger sur les types de stratégies qu'ils mettent en place spontanément, qu'ils adoptent sous la contrainte des leviers, ou auxquels ils résistent à tout prix (l'agence du risque a la possibilité de « prendre la main » sur le modèle implémenté, de suspendre un levier, d'en modifier son seuil d'application, ou d'en accélérer l'application et ce afin d'assurer l'exploration des trajectoires possibles de chaque binôme). A ce titre, la figure 6 montre la trajectoire de joueurs enregistrée au cours d'une partie (décembre 2016). Au commencement, ils réalisent des actions relevant du profil « bâtisseur », puis infléchissent progressivement leur stratégie pour adopter de plus en plus de mesures relevant de la « défense douce ». Ils n'explorent pas du tout la stratégie de « retrait ».

Figure 6 : Exemple de la trajectoire suivie par l'équipe « St Pierre d'Oléron » au sein des profils d'action de gestion des risques



Construit à partir des données de l'atelier LittoSIM du 14/12/2016

- 38 La seconde dimension de la scénarisation dans LittoSIM repose sur l'intervention de l'animateur auprès des joueurs pour les inciter à se réunir en vue de prendre des décisions collectives sur la gestion du risque. Ce faisant, et de manière caricaturale, le jeu reprend la réalité de terrain où les intercommunalités ont été constituées, parfois malgré la volonté des collectivités, et anticipe l'application à venir de la loi du 27 janvier 2014 sur la modernisation de l'action publique dans laquelle une compétence « gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations » (GEMAPI) est dévolue aux intercommunalités.

Dans le jeu, les joueurs sont fortement encouragés par l'animateur (lorsqu'ils ne l'ont pas fait de leur propre chef) à se réunir au moins une fois, et ce dans les quelques tours qui suivent la seconde submersion (la première qu'ils expérimentent depuis qu'ils aménagent le territoire). A la suite de leur réunion, il leur est demandé de rendre à l'agence du risque un document mentionnant leur relevé de décisions, document qui pourra déclencher d'éventuelles aides ou des appuis supplémentaires. Toutefois, pour permettre le suivi des trajectoires et des apprentissages des joueurs, il n'y a pas de seconde injonction adressée aux joueurs pour coopérer, même lorsque les engagements ne sont pas respectés et/ou qu'une nouvelle submersion advient ; l'hypothèse étant que cette dernière pourrait relancer la nécessité de coopération entre les communes.

Sensibiliser et former les acteurs aux enjeux du risque : quelle posture pour le chercheur ?

- 39 Permettant une sensibilisation des acteurs aux enjeux et aux stratégies alternatives de gestion du risque, le degré de réalisme recherché dans LittoSIM conduit le chercheur à s'interroger sur sa posture : son rôle est-il de sensibiliser ? Peut-il prétendre à former les acteurs ? Peut-il assumer son engagement en direction d'un mode de gestion du risque ?

Sensibiliser grâce au jeu

- 40 La dimension ludique de LittoSIM et le « faire-semblant » appliqué à la gestion de la prévention de la « catastrophe » dédramatisent un événement grave, que les acteurs du territoire ont pu vivre personnellement et qu'ils qualifient unanimement d'indésirable. Cette distanciation permet aux acteurs du terrain de s'autoriser à expérimenter des stratégies nouvelles ou jamais mises en œuvre et d'en débattre, alors qu'elles sont socialement difficilement acceptables, voire même impossibles à évoquer dans la réalité (Becu et al., 2016b ; Daré, 2005). C'est particulièrement vrai, par exemple, en ce qui concerne le déplacement des populations en dehors des zones inondables, qualifié de « délocalisation » par les joueurs et qui, dans le jeu, passe par une procédure d'expropriation et de relocalisation des habitants. Les ateliers permettent aux joueurs d'exprimer leurs réticences vis-à-vis de cette action qu'ils rattachent à un souci éthique et altruiste ; certains expliquent la honte que cela leur procure et soulignent aussi la « peur » qu'ils éprouvent en prévision de la réaction des habitants, insistant que le caractère « éjectable » de l' élu du territoire dans un tel cas de figure. Pour autant, chaque atelier voit des joueurs employer une telle méthode pour gérer le risque de submersion (une équipe sur les quatre), montrant ainsi qu'ils s'autorisent dans le jeu ce qu'ils ne font pas dans la réalité et illustrant l'ouverture d'esprit que le jeu leur procure.
- 41 Par ailleurs, la question de l'apprentissage par le jeu est un point central de la démarche de LittoSIM. La forme ludique de la simulation participe au processus d'apprentissage du fait que les joueurs sont mis en situation de succès ou d'échec virtuel à plusieurs reprises durant la simulation. Par exemple, l'implantation d'une nouvelle digue peut ne pas s'avérer efficace, ou encore l'action de relocaliser des populations résulte dans un premier temps par une baisse des impôts perçus par le joueur « commune ». Ces cycles constituent un processus d'essais-erreurs qui stimule le joueur et l'incite à s'améliorer, et ce faisant à apprendre de lui-même (Kolb, 1984). Si les succès connus durant la partie sont vite oubliés, les discussions autour des échecs durant le débriefing sont, elles,

extrêmement riches d'enseignement pour les joueurs. La phase finale d'échanges est systématiquement l'occasion de mettre en débat l'efficacité d'une stratégie de défense dure, ainsi que son coût. C'est à ce titre que le caractère sérieux de LittoSIM prend tout son sens, au moment du débriefing – phase indispensable du processus d'apprentissage (Crookall, 2010) – car il constitue un moment réflexif pour le joueur à qui on demande de confronter son expérience de jeu à son vécu dans la réalité. Dans cette perspective, du fait de la complexité et de la gravité du sujet traité, nous avons opté pour ne pas intégrer de notion de gagnant ou de perdant dans le jeu. Le dispositif spatial de LittoSIM incite à une certaine compétition entre les tables en début de partie, mais dès la deuxième phase, la scénarisation invite à adopter une posture coopérative ; les joueurs vont alors jouer contre le jeu (Smith, 2006).

Former grâce au sérieux

- 42 L'empathie et l'attachement au territoire représenté dans le jeu augmentent l'intérêt que les joueurs attribuent au jeu (« divertissement ») et à l'apprentissage en tant que tel. Les joueurs soulignent la prise de conscience que le jeu permet et soulignent la plus-value que le réalisme y apporte ; pour autant, ce n'est qu'en testant une version « générique », a-territoriale de LittoSIM, qu'il sera possible de dire si le réalisme est plus « efficace » ou pas. Si le niveau de réalisme du jeu est une demande explicite des acteurs du territoire ayant testé les premières versions du jeu, l'apprentissage est optimal lorsque les joueurs jouent sur une commune différente de leur commune d'appartenance dans la réalité. A plusieurs reprises, les participants ont souligné à quel point ils avaient mieux compris les contraintes auxquelles leurs voisins font face dans la réalité en étant à leur place dans le jeu. On peut à ce titre émettre l'hypothèse qu'un sentiment d'empathie est développé par les joueurs, à l'égard de leurs concitoyens dans une réalité projetée, mais aussi de leurs camarades de jeu sur le moment ; les solidarités financières qui s'initient assez spontanément et facilement en constituent le témoignage.
- 43 En outre, les joueurs sont encadrés dans leurs apprentissages par le dispositif de jeu. Du fait de son caractère séquentiel, la simulation facilite la compréhension d'un phénomène complexe (la submersion et sa prévention) et permet d'apprendre en expérimentant et non en « faisant » (Barreteau *et al.*, 2001). Un atelier LittoSIM est donc avant tout une formation des acteurs de terrain qui, durant un temps, éloigne des professionnels de leur tâche de prise de décision. Les rapports de force interpersonnels sont gommés par la distanciation que le jeu procure, ce qui permet aux joueurs de trouver de nouvelles configurations d'intérêts et d'échanges individuels (Becu *et al.*, 2016b). Ainsi, la concurrence entre communes visant à s'accaparer plus de nouveaux arrivants que leurs voisines s'efface très vite lors des temps de jeu collectifs, après chaque événement de submersion simulée, qui agissent comme des moments déterminants, donnant lieu à la création d'une communauté de pratique (Lave et Wenger, 1991) rassemblée autour de la défense du territoire.

Neutralité ou engagement du chercheur ?

- 44 Au-delà de la question de la dimension pédagogique de la plateforme telle qu'elle a été pensée, se pose celle du positionnement du chercheur sur l'imposition aux joueurs de logiques supposées « vertueuses » et sur l'implémentation de leviers qui ne sont pas tous

modifiables ou explicites, ou qui ne sont pas connus à l'avance par les joueurs. Cette réflexion rejoint celle du statut des jeux sérieux et de la question de la modélisation arbitraire imposée par le modélisateur (Rufat & Ter Minassian, 2012 ; Batty & Torrens, 2001).

- 45 *In fine*, notre posture entre neutralité et engagement s'est construite en rapport à la non-consideration que les acteurs du territoire ont des stratégies de prévention dites alternatives, et qui sont pourtant nécessaires à prendre en compte pour considérer la durabilité du système. En effet, face à cela, nous avons dans un premier temps maintenu notre neutralité, optant pour une approche dialogique fondée sur la communication et la compréhension mutuelle, qui considère l'apprentissage collectif comme le principal levier du changement social pour aboutir à des formes d'interactions stables et coopératives (Barnaud *et al.*, 2010). Les premiers tests d'atelier LittoSIM menés selon cette posture ont abouti à la totale ignorance par les participants de ces stratégies alternatives, notamment du fait de l'absence d'un représentant de ces stratégies.
- 46 Pour sortir de cette impasse, nous avons alors opté pour une posture de non-neutralité post-normale (Barnaud *et al.*, 2010) dont l'objectif est de proposer une arène de discussion de bonne qualité en rééquilibrant la position des différentes stratégies de prévention dans le jeu. Notre posture s'apparente ainsi à l'approche dite cognitive qui considère que les enjeux globaux et de long terme sont négligés, car occultés par les préoccupations importantes des acteurs pour les enjeux locaux et de court terme (Hisschemöller *et al.*, 2001). Un des objectifs assumés de notre démarche est de modifier les modèles mentaux des acteurs pour élargir leur vision et permettre une prise en considération accrue des stratégies alternatives de prévention.

Conclusion

- 47 Dans LittoSIM, la reproduction de la gestion du territoire, les échelles spatiales et temporelles et les échanges interpersonnels permettent une représentation proche de la réalité des enjeux liés à la gestion des risques littoraux. La territorialisation du jeu influe sur la sensibilité des joueurs aux enjeux et la scénarisation permet de suivre le processus d'apprentissage des modes alternatifs de gestion du risque. La force du jeu LittoSIM basée sur le réalisme interroge son éventuelle transposabilité et plus globalement sa généralité. Les enjeux représentés, les données utilisées, les actions proposées dans le jeu auraient-elles la même incidence sur un autre territoire insulaire ? Qu'en serait-il pour un littoral linéaire continental ?
- 48 Les ateliers LittoSIM réalisés montrent que si le réalisme est apprécié et souhaité par les acteurs locaux, il semble en revanche constituer un frein relatif à l'esprit d'initiative et l'innovation. En effet, les joueurs issus du terrain représenté ont tendance à reproduire les pratiques qu'ils mettent en œuvre habituellement. Il est rare qu'ils essaient par eux-mêmes d'autres stratégies que celles mises en œuvre quotidiennement. Nous pouvons y voir la présence d'habitus, c'est-à-dire le postulat que notre socialisation agit comme un « système de dispositions réglées » structurant nos comportements et nos actions individuelles (Bourdieu, 1982). A contrario, les ateliers réalisés avec des joueurs n'ayant aucune ou peu de connaissance du territoire (ateliers-tests) ont montré une prise d'initiative et une flexibilité dans les stratégies déployées plus importante. C'est justement ce constat qui a conduit à introduire des mesures incitatives dans la

scénarisation du jeu, ainsi que des séquences prédéfinies d'animation durant lesquelles l'animateur suggère aux joueurs des changements de pratiques. En introduisant des leviers incitatifs (pénalités, gratifications, suggestions) dans le jeu, nous modifions l'environnement habituel dans lequel évoluent les individus. Lors des ateliers, nous avons pu noter que des joueurs – acteurs de terrain – modifient alors leurs façons de faire et les stratégies d'aménagement développées après quelques tours de jeu (ce dont les joueurs, étudiants et enseignants, lors des tests n'avaient pas eu besoin).

- 49 Par ailleurs, nous avons vu que le partenaire de terrain du projet LittoSIM (la communauté de communes de l'île d'Oléron) a orienté à plusieurs reprises le développement de la plateforme pour que davantage de réalisme soit introduit dans le jeu. Comme l'expliquent Daré *et al.* (2008), ces étapes de co-construction du modèle d'accompagnement étaient importantes pour que le partenaire local s'approprie la plateforme, mais également qu'elle gagne en légitimité pour les utilisateurs finaux. Pour les agents de la communauté de communes, il était nécessaire que les utilisateurs finaux puissent retrouver dans le jeu, les éléments de leur réalité afin que le jeu soit « crédible » et qu'ils puissent s'en servir pour établir des parallèles avec la réalité et en sortir un diagnostic.
- 50 Ces premiers résultats requièrent à présent d'être complétés et reproduits selon un protocole qui permette une analyse comparative des conditions d'expérimentation. Un tel protocole permettrait d'évaluer les bénéfices d'une forte proximité à la réalité face à un monde simulé complètement virtuel. De même, la dimension de l'acceptation du dispositif et de sa légitimité aux yeux des utilisateurs est à mettre dans la balance et il est fort probable qu'un stade intermédiaire soit à trouver entre le niveau de réalisme demandé par les utilisateurs finaux et la liberté d'action qu'autorisent les mondes virtuels.

BIBLIOGRAPHIE

BANOS A. et SANDERS L. (2013), « Modéliser et simuler les systèmes spatiaux en géographie », in Varenne F et Silberstein M. (dir), *Modéliser et Simuler. Epistémologies et pratiques des modèles et des simulations*, Paris, Matériologiques, pp. 833-863.

BARNAUD C., D'AQUINO P., DARÉ W., FOURAGE C. et MATHEVET R., (2010), « Dispositifs participatifs et asymétries de pouvoir : expliciter et interroger les positionnements ». *Colloque. OPDE (Outils pour décider ensemble) : Aide à la décision et gouvernance*, Montpellier, 25 et 26 octobre 2010

BARNAUD C., LE PAGE C., DUMRONGROJWATTHANA P. et TRÉBUIL, G. (2012), « Spatial representations are not neutral: Lessons from a participatory agent-based modelling process in a land-use conflict » *Environmental Modelling and Software*, 45, pp. 150-159.

BARNAUD C. (2013), « La participation, une légitimité en question » *Natures Sciences Sociétés*, 21, pp. 23-34.

- BARRETEAU O., BOUSQUET F., et ATTONATY J.-M. (2001), « Role-playing games for opening the black box of multi-agent systems: method and lessons of its application to Senegal River Valley irrigated systems » *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4 (2), <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/5.html>
- BATTY M. et TORRENS P.-M. (2001), « Modeling Complexity: The Limits to Prediction », *Cybergeo: European Journal of Geography*, <http://cybergeo.revues.org/1035>
- BECU N., AMALRIC M., ANSELME B., BECK E., BERTIN X., DELAY E., LONG N., MANSON C., MARILLEAU N., PIGNON-MUSSAUD C. et ROUSSEAU F. (2016a), « Participatory simulation of coastal flooding: building social learning on prevention measures with decision-makers ». *International Environmental Modelling and Software Society*. Toulouse, France, pp. 1-14.
- BECU N., DE CONINCK A., TALEB HEIDI M., ABDALLAHI OULD INEJIH C., DIONNET M., ROUGIER J.E., LETEURTRE E., CHAVANCE P.N. et BOUZOUMA M. (2016b), « Construction de compromis autour d'une démarche d'accompagnement à la mise en place du plan d'aménagement courbine en Mauritanie » *Vertigo*, 16 (3), <http://vertigo.revues.org/18095>
- BECU N., FRASCARIA-LACOSTE N. et LATUNE J. (2015), « Experiential learning based on the NewDistrict asymmetric simulation game: results of a dozen gameplay sessions ». In *Hybrid Simulation & Gaming in the Networked Society: The 46th ISAGA Annual Conference*. Kyoto, Japan, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01253024/document>
- BERTIN X., LI K., ROLAND A., YINGLONG J.Z., BREILH J.F. et CHAUMILLON E. (2014), « A modeling-based analysis of the flooding associated with Xynthia, central Bay of Biscay », *Coastal Engineering*, 94, pp. 80-89.
- BLASKO-DRABIK H., BLASKO D.G., LUM H.C., ERDEM B. et OHASHI M. (2013), « Investigating the Impact of Self-Efficacy », in *Learning Disaster Strategies in an On-Line Serious Game*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, September 2013, 57 (1), pp. 1455-1459.
- BOURDIEU P. (1980), *Le sens pratique*. Paris, Éditions de Minuit.
- BRETAGNOLLE A., DAUDÉ E. et PUMAIN D. (2006), « From theory to modelling: urban systems as complex systems », *Cybergeo: European Journal of Geography*, n° 355, <http://cybergeo.revues.org/2420>.
- CAILLOIS R. (1958), *Les jeux et les hommes. Le masque et le vertige*, Paris, Gallimard.
- CARTIER S. (2004), « Implications du public face aux risques naturels, délégation aux pouvoirs publics ou construction locale des politiques participatives ? », in A. de Larjartre A et V. Gaboriau, *Les collectivités territoriales face aux risques physiques*, Paris, L'Harmattan, pp. 141-155
- CROOKALL D. (2010), « Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline » *Simulation and Gaming*, 41, pp. 898-920.
- DARÉ W. (2005), *Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité : indépendance ou correspondance ? Analyse sociologique de l'utilisation de jeux de rôles en aide à la concertation pour la gestion de l'eau (vallée du fleuve Sénégal)*. Engref, Paris (France).
- DARÉ W., AUBERT S., BAH A., BOTTA A., DIOP-GAYE I., FOURAGE C., LECLERC G., et LAJOIE G. (2008), « Difficultés de la participation en recherche-action : retour d'expériences de modélisation d'accompagnement en appui à l'aménagement du territoire au Sénégal et à la Réunion ». *Vertigo* (8-2). <http://vertigo.revues.org/5012>
- DJAOUTI D., ALVAREZ J., JESSEL J. et RAMPNOUX O. (2011), « Origins of Serious Games », In : Ma M., Oikonomou A. et Jain L.C. (Eds.), *Serious Games and Edutainment Applications*. pp. 25-43.

- DORMANS J. (2011), « Beyond Iconic Simulation » *Simulation and Gaming*, 42, pp. 610-631.
- ETIENNE M., LE PAGE C. et COHEN M. (2003), « A Step-by-step Approach to Building Land Management Scenarios Based on Multiple Viewpoints on Multi-agent System Simulations » *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6 (2), <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/2.html>.
- FUNTOWICZ S.O. et RAVETZ J.R. (1993), « Science for the Post-Normal Age » *Futures* 25, n° 7, pp. 739-55.
- GAMBLIN A. et BRUYELLE P. (1999), *Les littoraux - espaces de vie*. Dossiers des images économiques du monde n° 23. Paris, Sedes.
- GARRY G., GRASZK E., TOULEMONT M. et LEVOY F. (1997), *Plan de prévention des risques littoraux (PPR). Guide méthodologique*, Paris, La documentation française.
- GAZULL L., GAUTIER D., et BECU N. (2010), « Usage d'un jeu de rôles pour l'analyse préalable d'un SIG : DJOLIBOIS, un jeu spatialisé pour l'approvisionnement en bois-énergie de la ville de Bamako (Mali) », *Revue Internationale de géomatique*, 20, pp. 7-36.
- HAFERKAMP N. et KRÄMER N.C. (2010), « Disaster readiness through education - Training soft skills to crisis units by means of serious games in virtual environments » *Lecture Notes in Computer Science* 6383 LNCS, pp. 506-511.
- HISSCHEMÖLLER M., TOL R.S.J. et VELLINGA, P. (2001), « The Relevance of Participatory Approaches » *Integrated Environmental Assessment*. 2, pp. 57-72.
- IPCC (2007), Working Group I: *The physical basis of Climate change*. Contribution of working group I to the Fourth Final report.
- JOUSSEAUME V. et MERCIER D. (2009), « Évaluer la vulnérabilité architecturale de l'habitat en zone inondable. L'exemple du Val nantais », in S. Becerra, A. Peltier (dir.), *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Paris, L'Harmattan, pp. 199-214.
- KATO P.M. (2012), « Evaluating Efficacy and Validating Games for Health », *Games for Health Journal; Research, Development, and Clinical Applications*, 1 (1), 2012.
- KOLB D.A. (1984), *Experiential Learning, Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs (NJ), Prentice-Hall.
- LAVE J. et WENGER E. (1991), *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- LINDEROTH J. (2012), « Why gamers don't learn more: An ecological approach to games as learning environments » *Journal of gaming and virtual worlds*, 4 (1), pp. 45-62.
- LE PAGE C., DRAY A., PEREZ P. et GARCIA C. (2014), « Can communication save the commons ? Lessons From repeated role-playing game sessions », *In 45th ISAGA Conference*. pp. 365-376,
- LE PAGE C., ABRAMI G., BARRETEAU O., BECU N., BOMMEL P., BOTTA A., DRAY A., MONTEIL C. et SOUCHÈRE V. (2011), « Models for sharing representations », in M. Etienne (ed.), *Companion Modelling. A Participatory Approach to Support Sustainable Development*. Springer, pp. 69-96.
- LÉVY J. et LUSSAULT M. (2003), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin.
- MEERA P., MCLAIN M.L., BIJLANI K., JAYAKRISHNAN R. et BHAVANI R.R. (2015), « Serious game on flood risk management », in M.C. Rajalakshmi et al. (eds.), *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications*, Springer, pp. 265-271.

MEESTERS K. et VAN DE WALLE B. (2013), « Disaster in my backyard: a serious game introduction to disaster information management », In *Proceedings of the 10th International ISCRAM Conference*, Baden-Baden, Germany, pp. 145-150, <http://www.iscramlive.org/ISCRAM2013/files/276.pdf>

Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), (2010), *Prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en vue de l'estimation des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possibles*. Rapport de synthèse, Direction Générale de l'Energie et du Climat, MEDDE.

PEREZ P., AUBERT S., DARÉ W., DUCROT R., JONES N., QUESTE J., TRÉBUIL G. et VAN PAASSEN A. (2010), « Évaluation et suivi des effets de la démarche », In : M. Etienne, M. (Ed.), *La modélisation d'accompagnement*. Editions Quae, pp. 153-181.

RUFAT S. et TER MINASSIAN H. (2012), « Video games and urban simulation: new tools or new tricks? » *Cybergeo : European Journal of Geography*, document 622, <http://cybergeo.revues.org/25561>.

REY-VALETTE H., SAUBOUA P., ANDRÉ C. et SCHAUNER G. (2016), « La gouvernance des territoires littoraux face aux enjeux de la relocalisation des biens et des activités en réponse à la montée du niveau de la mer » *Canadian Journal of Regional Science*, 39, 61-67.

SAWYER B. et REJESKI D. (2002), « Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation. ». <https://fr.scribd.com/document/38259791/Serious-Games-Improving-Public-Policy-through-Gamebased-Learning-and-Simulation>

SERRES M. (1994), *Atlas*. Paris: Julliard

SITZMANN T., ELY K., BROWN K.G. et BAUER K.N. (2010), « Self-assessment of knowledge: A cognitive learning or affective measure? » *Academy of Management Learning and Education* 9, pp. 169-191.

SMITH J.H. (2006), *Plan and Purposes: How Video Games Shape Player Behaviour*, PhD dissertation, IT University of Copenhagen. <http://jonassmith.dk/weblog/phd-plans-and-purposes/>

TAILLANDIER F., ADAM C., DELAY E., PLATTARD O. et TOUMI M. (2016), « SPRITE - un modèle de simulation participative pour la sensibilisation au risque de submersion marine sur l'île d'Oléron », in *34èmes Rencontres de l'AUGC*, Université de Liège, Belgique, 25-27 mai 2016, pp. 1-8.

TER MINASSIAN H. et RUFAT S. (2008), « Et si les jeux vidéo servaient à comprendre la géographie ? » *Cybergeo : European Journal of Geography* document 418 <http://cybergeo.revues.org/17502>.

MENG-HAN T., CHANG Y.L., KAO C. et KANG S.C. (2015), « The effectiveness of a flood protection computer game for disaster education » *Visualization in Engineering* 3 (1), 9.

VOINOV A. et BOUSQUET F. (2010), « Modelling with stakeholders » *Environmental Modelling & Software*, 25 (11), pp. 1268-1281.

YAMORI K. (2007), « Disaster Risk Sense in Japan and Gaming Approach to Risk Communication » *Journal of Natural Disaster Science*, 25 (2), pp. 101-31.

YAMORI K. (2009), « Action research on disaster reduction education: building a "community of practice" through a gaming approach » *Journal of Natural Disaster Science*, 30 (2), pp. 83-96.

NOTES

1. Tel est le cas des jeux développés sous l'égide de l'UNISDR, le bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes, comme « Stopdisaster » qui permet d'imaginer les effets catastrophiques de tsunamis, de tremblements de terre ou de tornades sur l'aménagement de côtes « factices ».
2. Également désignés comme des « acteurs ». Partant de la définition de l'acteur comme un individu « pourvu d'une intériorité subjective, d'une intentionnalité, d'une capacité stratégique autonome et d'une compétence énonciative » (Lévy et Lussault, 2003), on désigne ici sous le terme d'acteurs les personnes et les institutions responsables de la gestion des territoires (dans les divers champs de l'aménagement, l'urbanisme, les risques, l'environnement, etc.).
3. Pour ce qui est des jeux à visée purement divertissante ou récréative, le traitement de la thématique des catastrophes est antérieur ; et ce notamment avec *SimCity* qui intègre des incendies, inondations et tremblements de terre dès sa première version en 1989, ou encore la série de jeux d'aventures *Disaster Report* dont le 4^e épisode a été reporté de plusieurs années suite à la catastrophe de Fukushima.
4. Par la suite, des ateliers similaires seront organisés courant 2017, à la demande la Communauté de Communes de l'île d'Oléron, au titre des actions de formation des agents des collectivités au sein du PAPI (Plan d'Actions et de Prévention des Inondations), financés par la Communauté de Communes et l'Etat à travers la direction départementale des territoires et de la mer.
5. Pour plus d'informations sur le développement de la plateforme et les données utilisées, on peut se référer à Becu *et al.*, 2016a

RÉSUMÉS

La plateforme LittoSIM modélise à partir des données réelles le risque de submersion auquel une île de la côte atlantique française est soumise et propose à quatre équipes de joueurs d'aménager le territoire, en gérant l'urbanisation et les aménagements de défense du littoral, puis de confronter leur gestion du territoire à des épisodes de submersion marine. Le jeu de rôles, épaulé d'un modèle multi-agents, facilite l'appréhension du risque par les élus et les agents communaux et est conçu pour permettre le suivi des actions et leur réorientation dans la plateforme. Cet article soulève la question du réalisme dans une simulation participative : comment a-t-il été mis en œuvre, dans quel but, avec quels effets ? Le dispositif spatial du jeu met tout d'abord en scène une reproduction de la gestion du territoire et joue sur les échelles spatiales et temporelles et sur les échanges interpersonnels. Par ailleurs, la scénarisation, grâce à des leviers incitatifs invitant les joueurs à modifier leurs pratiques professionnelles quotidiennes, produit un décalage et de ce fait une sensibilisation aux enjeux. Enfin, cette démarche participative, dont la dimension réaliste est revendiquée, interroge le chercheur sur sa posture d'accompagnement.

The serious game LittoSIM models the risk of coastal flooding, using real data, to which an island on the French Atlantic coast is exposed. It proposes to four teams of players to manage the territory, planning urbanization and coastal defense, and then to observe the consequences of

land use planning during marine submersion events. The serious game, supported by a multi-agent model, facilitates the apprehension of risk by elected officials and community workers and is designed to enable actions to be monitored, as well as to give them different orientation within the platform. This article aims to raise the question of realism in a participatory simulation : how has it been implemented, for what purpose, with what effects ? The spatial mapping of the game firstly presents a duplication of the territory management and plays on spatial and temporal scales and on interpersonal exchanges. In addition, game scripting, through incentive levers that invite players to change their daily work practices, creates a lag and thus raises awareness of the issues. Finally, the participatory approach, whose realistic dimension is claimed, questions the researcher about his accompanying posture.

INDEX

Keywords : serious games, companion modelling, learning, realism, hazard, stakeholders, France

Mots-clés : jeux sérieux, simulation participative, apprentissage, réalisme, risque, acteurs, France

AUTEURS

MARION AMALRIC

UMR CITERES CNRS, Université de Tours

BRICE ANSELME

UMR PRODIG CNRS, Université Paris 1

NICOLAS BÉCU

UMR LIENSs CNRS

ETIENNE DELAY

UMR GEOLAB CNRS, Université de Limoges

NICOLAS MARILLEAU

UMI UMMISCO, IRD

CÉCILIA PIGNON

UMR LIENSs CNRS

FRÉDÉRIC ROUSSEaux

UMR LIENSs CNRS, Université de La Rochelle