

Rivero : réfléchir à la gestion du risque inondation et à l'aménagement urbain par le jeu

Franck Taillandier¹, Titouan Lustin¹, Annabelle Moatty², Miguel Rotenberg³, Marc Lagroy³, Benjamin Pellegrin³

¹ RECOVER (INRAE, Aix Marseille Université), Aix-en-Provence, France

² UMR LGP (CNRS, Paris 1 Panthéon Sorbonne, UPEC), Thiais, France

³ PLAYtime (accompagnement à la création de jeux), Marseille, France

RÉSUMÉ En France, le risque inondation est le premier risque « naturel » par l'importance des dommages qu'il provoque, le nombre de communes concernées, l'étendue des zones inondables et les populations résidant dans ces zones. Différents travaux ont soulevé l'intérêt de l'implication citoyenne dans les réflexions autour de la gestion de ce risque. Afin de sensibiliser le grand public au risque inondation et à sa gestion, nous avons créé le jeu sérieux Rivero. Dans ce jeu de plateau, les joueur-se-s incarnent les maires de communes appartenant au même bassin versant. Les joueur-se-s peuvent mettre en œuvre différentes actions pour aménager leurs territoires (modifier le PLU, construire des digues, aménager des noues...), modifiant ainsi la vulnérabilité du territoire face aux inondations. Celles-ci sont simulées par les joueur-se-s directement sur le plateau rendant l'expérience interactive et visuelle. Le jeu, fruit de la collaboration entre chercheurs et auteurs de jeux, peut se jouer avec un animateur ou en autonomie, et a fait l'objet d'une évaluation au travers d'un protocole dédié et d'une série d'expérimentations. Cette évaluation a permis de démontrer son intérêt pour sensibiliser le grand public au risque inondation.

Mots-clefs Inondation, Aménagement du territoire, Jeu sérieux, Sensibilisation du grand public

I. INTRODUCTION

Le risque d'inondation est un des risques majeurs, le premier en France en termes de dommages occasionnés et de communes touchées (CCR, 2023). Ses causes sont multiples : dérèglement du cycle de l'eau, imperméabilisation des sols, changement climatique. De nombreuses stratégies existent pour gérer ce risque : ouvrages d'ingénierie (digues, barrages...), repli stratégique (délocalisation de biens), solutions fondées sur la nature (noues, végétalisation...) et actions de prévention (sensibilisation de la population, système d'alerte...). Chacune de ces stratégies a des avantages, mais aussi des inconvénients et c'est souvent en combinaison, et en en prenant en compte les contextes locaux que des choix pertinents vont pouvoir se faire. Par ailleurs, différentes études (e.g. (Ali and George, 2022; Slinger *et al.*, 2023)) ont démontré l'intérêt d'impliquer les habitant-e-s dans la gestion des risques. En connaissant mieux le risque et sa gestion, les citoyen-ne-s sont plus à même de se construire une culture du risque, de comprendre le déroulement des aléas et les dangers associés, d'accepter les politiques de gestion du risque, y compris quand cela présuppose des expropriations, et finalement de pousser les citoyens à se

mobiliser activement et prendre part aux décisions dans leur territoire. Pour cela, il est nécessaire de leur donner les moyens de comprendre le processus d'inondation mais aussi le panel de solutions possibles pour les gérer.

Il existe ainsi un enjeu fort autour de la sensibilisation au risque inondation et à sa gestion. Différentes méthodes permettent de répondre à ce besoin de sensibilisation : arène de discussion, communication par les réseaux sociaux, approche artistique, intervention dans les écoles... Parmi ces différentes méthodes, les jeux sérieux apparaissent comme particulièrement efficaces. Sauve *et al.*, à partir d'une méta-analyse, indiquent que le jeu sérieux pour l'apprentissage favorise (Sauve *et al.*, 2007) : la structuration des connaissances, l'intégration de l'information en développant la capacité à établir des liens, la motivation à l'apprentissage sur différents plans, et des compétences de communication et de relations humaines. Parmi les différentes formes de jeu, les jeux de plateau (aussi nommés jeux de société) sont particulièrement intéressants. En requérant de simplifier les phénomènes en jeu, ils permettent de mettre en exergues les points saillants des phénomènes en en proposant une illustration accessible par le plus grand nombre (Castronova and Knowles, 2015). En impliquant activement les joueur-se-s dans des situations complexes où leurs décisions ont des conséquences directes et perceptibles, ils peuvent contribuer à une meilleure appréhension du fonctionnement des systèmes (Fjællingsdal and Klöckner, 2020). Le caractère tangible de l'interface (pion, carte, dés...) contribue au plaisir et ainsi à la motivation de jeu, et à l'efficacité des apprentissages (Kosa and Spronck, 2018). Les jeux de plateau fournissent également un environnement social permettant des interactions physiques et direct entre les joueur-se-s, favorisant les échanges et la compréhension collective de la résolution des problèmes (Cushman-Roisin *et al.*, 1999).

C'est en nous basant sur ces études que nous avons créé le jeu de société Rivero (« la rivière », en esperanto) qui vise à sensibiliser les citoyen-ne-s (grand public) au risque inondation et à sa gestion. Ce jeu est le résultat d'un travail collectif d'une équipe composée de chercheurs du domaine de la gestion des risques et de l'urbanisme, et d'auteurs et illustrateurs de jeux. Au travers de cet article, après un état de l'art, nous allons présenter le jeu, et en quoi il répond aux besoins de sensibilisation.

II. ÉTAT DE L'ART

A. Jeux et inondation

Divers jeux ont été conçus pour sensibiliser aux inondations et/ou fournir des connaissances pour la gestion des risques. Dans une récente revue de la littérature, Forrest *et al.* ont identifié 37 jeux liés à la gestion des risques d'inondation (Forrest *et al.*, 2022). Ces jeux peuvent être informatisés ou non, se concentrer sur les phases de pré-événement, de crise et/ou de post-événement, être conçus pour un ou plusieurs joueur-se-s, etc. Nous nous concentrerons plus spécifiquement dans cette section sur les jeux de plateau qui traitent de la phase pré-événement (aménagement du territoire avant l'événement), dans des zones urbaines, et qui offrent l'opportunité d'utiliser différentes stratégies, telles que les solutions fondées sur la nature (SfN), les ouvrages de génie civil, ou la prévention.

Parmi les jeux référencés par Forrest *et al.*, 10 sont des jeux de plateau et/ou des jeux de rôle. Certains d'entre eux se concentrent sur la gestion des inondations, mais peu prennent en compte la phase de pré-événement et encore moins la possibilité de choisir entre plusieurs types de stratégies. Par exemple, les jeux Flood control (Ernst *et al.*, 2012) et AnyCare (Terti *et al.*, 2019) sont dédiés à la gestion de crise ; Flood control permet aux joueur-se-s d'apprendre les comportements à adopter pendant l'inondation, alors que AnyCare est un jeu de rôle qui place les joueurs dans le rôle des autorités devant gérer l'évènement. Le jeu Lords of the Valley (LOV) (Magnuszewski *et al.*, 2018) place les joueur-se-s dans le rôle d'habitant-e-s résidant à proximité d'une rivière susceptible de déborder ; ils doivent dans le jeu imaginer leur rôle (fermier-e, entrepreneur-e...), puis réfléchir aux stratégies de gestion du risque. Ces stratégies sont de deux types : construire des digues et/ou renforcer le réseau d'eau pluviale.

En plus des jeux identifiés par Forrest *et al.*, plusieurs autres jeux sur le thème de l'inondation peuvent être trouvés dans les différentes bases de données existantes (BGG, La ville en jeu, GAMAE...). Plusieurs jeux sérieux portés par des institutions ou disponibles dans les bibliothèques ont pour sujet les inondations. Bien qu'il soit difficile d'être exhaustif sur le sujet (certains jeux n'ont pas fait l'objet de publications dédiées), il est possible de citer quelques jeux intéressants. Inond'action¹, est un jeu de rôle dans lequel les joueur-se-s incarnent un personnage devant faire face à une inondation ; le jeu permet de jouer les phases de prévention et/ou de gestion de crise. C'est avant tout un jeu de rôle fondé sur une mise en situation, nécessitant un animateur pour être joué et ne se focalisant pas sur les stratégies de gestion des inondations. Le jeu Crue&Eau² est destiné aux enfants et est avant tout un jeu de quizz ; l'apprentissage se fait ici au travers des questions, mais ne permet de mettre en jeu des inondations. RiverMed³ est un jeu de société où les joueur-se-s doivent aménager un territoire face au risque d'inondation. Le jeu prévu en premier lieu pour un public scolaire, se joue en groupe de 12 à 18 joueur-se-s avec un animateur, et met l'accent sur les discussions entre les joueur-se-s. A noter que le prix du jeu (2100€ par boîte) le limite à un usage institutionnel. Il existe des jeux de société commerciaux sans objectifs pédagogiques tels que Flash flood⁴ édité par NewVenture Games, ou Floodlands⁵ par Logic Engine. Ces jeux bien qu'intéressants en tant que jeu, et pouvant potentiellement apporter des connaissances sur les inondations et/ou leur gestion, n'ont pas été conçus en premier lieu pour assurer la transmission des connaissances. L'inondation y apparaît en tant que thème ou comme mécanique de jeu, mais n'est pas utilisée de sorte à nourrir des apprentissages sur le sujet.

En analysant les jeux dans la littérature, ceux proposés par les institutions et ceux dans le commerce, nous n'avons trouvé aucun jeu de société qui permettent simultanément de : 1) proposer aux joueur-se-s de gérer un territoire soumis au risque inondation, 2) de mettre à disposition des joueur-se-s tout à la fois des stratégies d'aménagement, de prévention, des ouvrages de génie civil et des SfN, 3) de simuler le déroulement d'une inondation pour en comprendre le fonctionnement, 4) d'être jouable en autonomie (sans animateur) et disponible

¹ <https://www.cpie-aisne.com/cpie/content.aspx?ID=148962>

² <https://episeine.fr/ressource/cruedeau-un-jeu-de-societe-pour-petits-et-grands>

³ [file:///Users/ftaillandie/Downloads/fichierRessource1_RIVERMED%20\(1\).pdf](file:///Users/ftaillandie/Downloads/fichierRessource1_RIVERMED%20(1).pdf)

⁴ https://newventuregames.com/products/flash-flood?_pos=1&_sid=bfc5781b3&_ss=r

⁵ <https://logicengine.com.au/#floodlands>

pour les citoyen-ne-s. Cela nous a ainsi conduit à concevoir notre propre jeu, Rivero répondant à ces différents objectifs.

III. RIVERO

A. Principe

Rivero est un jeu de société pour 1 à 5 joueur-se-s. Il place les joueur-se-s dans le rôle de maires d'une commune traversée par une rivière et sujette au risque inondation. Chaque joueur gère sa propre ville ; celles-ci sont situées en cascade sur le même bassin versant. La figure 1 expose 3 plateaux de ville (pour 3 joueurs donc) assemblés pour une partie. Les éléments circulaires représentent les différentes zones de la ville ; elles peuvent être urbaines, agricoles ou naturelles. Les flèches entre les zones ainsi qu'entre les zones et les tronçons de rivière traduisent les flux d'eau lors des inondations. Il est à noter que les plateaux ont chacun des dimensions d'environ 40cm x 40cm, et qu'ils sont en 3D permettant d'identifier rapidement les zones en altitude et les zones basses du territoire. Il existe 5 plateaux de ville différents dans le jeu (pour jouer jusqu'à 5), chacun avec ses spécificités (ville étendue, territoire très agricole...). En début de jeu, chaque joueur-se choisit un plateau (ou le tire au sort) et le place dans le sens qu'il souhaite ; il suffit de respecter la continuité de la rivière. On choisit un sens d'écoulement de la rivière par un jeton « flèche ». Le jeu a été équilibré pour que chaque plateau donne des chances de victoire proches. Par ailleurs, un système de compensation permet de compenser le handicap d'être plus en aval en subissant les actions des joueur-se-s plus en amont. Par ailleurs, le jeu favorise la bonne gestion de l'eau sur son territoire, et donc pénalise la stratégie consistant à renvoyer toute son eau aux territoires avals.



FIGURE 1. Trois des plateaux ville de Rivero

Le jeu se joue en environ 90 minutes et dure 4 manches qui se concluent toutes par une inondation. L'objectif pour les joueur-se-s est de marquer le maximum de points à l'issue de ces 4 manches. Pour gagner des points les joueur-se-s devront maximiser les enjeux environnementaux et socio-économiques, assurer un bon équilibre entre ces enjeux, minimiser les dommages causés par les inondations, et contribuer à la gestion du risque inondation sur le bassin versant en assurant l'infiltration/rétention de l'eau sur leur territoire.

Concrètement, les joueur-se-s vont pouvoir, durant leur tour, porter des projets sur leur territoire, en choisissant une carte projet parmi celles disponibles. Ces projets sont de différentes natures : ouvrages de protection (digue, barrage...), aménagement/construction (hôpital, nouveaux logements...), solutions fondées sur la nature (noues, bassin d'infiltration arboré...) et actions non structurelles (sensibilisation des habitants, renforcement des services de secours...). Chaque projet a un coût en ressources (symbolisées par des agents dans le jeu) et en temps. Ainsi, selon le temps et les ressources consommés par les projets choisis par les joueur-se-s, ceux-celles-ci pourront mener à bien plus ou moins de projets durant la manche (i.e. avant la prochaine inondation). La figure 2 montre en exemple plusieurs cartes projets ; le jeu en propose 36 différentes.

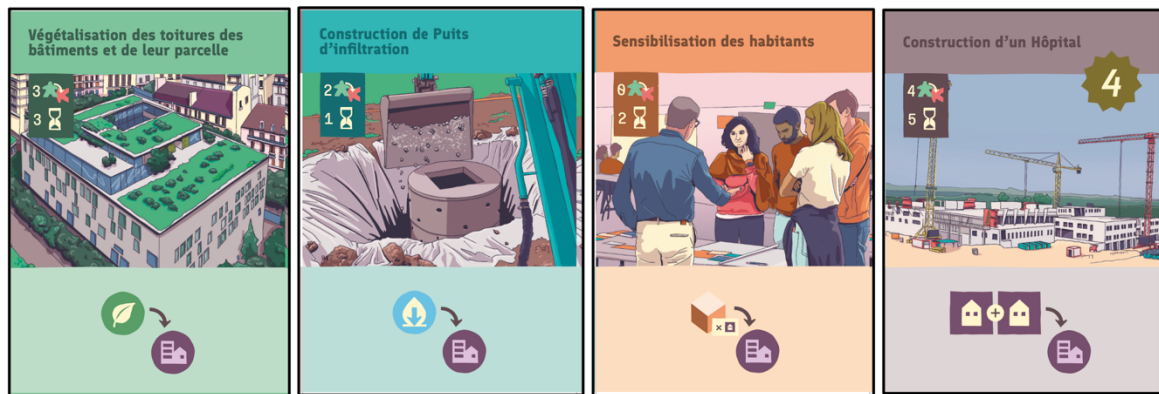


FIGURE 2. Exemples de cartes projet de Rivero

Lorsque tous les joueur-se-s ont dépensé le temps dont il.elle.s disposaient pour la manche, une inondation est déclenchée ; la simulation de l'inondation est exposée dans la partie suivante. Après la phase d'inondation, un bilan est fait durant lequel les joueur-se-s vont gagner des points en fonction des enjeux présents sur leur territoire, des dommages causés par l'inondation et de la gestion de l'eau sur le bassin versant.

B. Simulation d'inondation

La simulation de l'inondation est au cœur du jeu ; l'enjeu est de trouver un compromis entre la considération des phénomènes physiques et la simplicité d'usage (et ainsi le côté ludique). La simulation d'inondation va être effectuée en 4 phases : 1) intempéries, 2) ruissellement, 3) débordement du cours d'eau, 4) évaluation des dommages.

La **phase d'intempérie** consiste à tirer une carte intempérie, puis à placer sur les différents secteurs (tronçons de rivière et zones), les cubes d'eau indiqués sur la carte. C'est lors de cette phase que l'on prend en compte la capacité d'infiltration ainsi que la captation d'eau par la végétation et les dispositifs dédiés (bassin, puits d'infiltration...); cela se traduit simplement par le placement de moins d'eau sur la zone disposant de ce dispositif/cette végétation.

La **phase de ruissellement** consiste à faire suivre aux cubes d'eau le cheminement de zone en zone, tel qu'indiqué par les flèches de transmission et cela jusqu'à la rivière. La quantité d'eau

transmise d'un territoire à l'autre est indiquée par la valeur de la flèche de transmission (flèche bleue). Cette valeur peut être modifiée par les joueur·se·s au travers de différents projets (digues, réseau d'évacuation des eaux pluviales renforcé...).

La **phase de crue** consiste à renvoyer de l'eau présente dans la rivière sur les zones riveraines. La quantité d'eau qui est envoyée sur la zone dépend de la valeur indiquée sur la flèche de transmission de débordement (flèches rouges). L'eau restant dans la rivière est envoyée au tronçon suivant de rivière, pouvant passer d'un plateau ville à un autre plateau ville. Ainsi le·la joueur·se en amont peut envoyer de l'eau au joueur·se en aval. Cela est cependant pénalisé par la perte de points de victoire.

La **phase de dommage** consiste à assigner les cubes d'eau résiduels restant sur chaque zone, à la piste de dommage de celle-ci. Cela peut induire des dommages (case rouge) ; les cases rouges sont plus présentes sur les zones urbaines que les zones naturelles, traduisant la différence de vulnérabilité entre ces deux types de territoire. Un certain nombre de projets permettent de réduire la vulnérabilité des territoires (sensibilisation des habitants, adaptation des bâtiments...) et ainsi les dommages subis.

C. *Game design*

Le *game design* est le processus de création et d'élaboration des mécanismes, des systèmes, des règles et de la jouabilité d'un jeu. Dans le cadre d'un jeu sérieux, le *game design* vient répondre à une double problématique : assurer que les connaissances que le jeu entend faire comprendre et apprendre le soient effectivement, et assurer le côté amusant de l'expérience de jeu (dimension motivationnelle).

Dans *Rivero*, plusieurs choix de *game design* ont été faits pour favoriser les apprentissages et/ou l'amusement. Nous allons revenir sur ces différents choix.

Mode d'apprentissage. *Rivero* a été pensé pour faire comprendre et apprendre un certain nombre de choses aux joueur·se·s. Certaines de ces connaissances sont données directement par les éléments de jeu, à commencer par les cartes de jeu (cartes projet, cartes objectif...). Ces éléments sont repris plus en détail dans un livret d'accompagnement, décrivant chaque projet, leurs objectifs, leurs enjeux... En plus de cela, certains éléments de connaissance sont supposés être appris au travers des mécaniques de jeu : déroulement d'une inondation, enjeu du ruissellement, importance de l'infiltration... La succession des manches devrait normalement permettre aux joueur·se·s de comprendre comment ces éléments fonctionnent et en quoi ils sont importants. Les derniers éléments d'apprentissage proviennent du *méta-jeu*, c'est-à-dire de éléments que les joueur·se·s vont pouvoir comprendre au travers de leurs réussites (ou de leurs échecs) dans le jeu, sans qu'ils ne soient explicités dans le jeu. Ces connaissances peuvent s'acquérir après une ou plusieurs parties. Il est important que l'équilibrage du jeu permette de faire passer les messages prévus par les chercheurs. Ainsi, *Rivero* favorise les stratégies fondées sur la végétalisation et la maîtrise de l'urbanisme. Cependant, dans le jeu, les ouvrages de génie civil peuvent se révéler très efficaces, voire même indispensables, mais il faut les utiliser avec parcimonie et au bon endroit. La stratégie permettant de gagner dans le jeu consiste ainsi à bien analyser les spécificités de son territoire et à définir une stratégie cohérente combinant les 4 voies stratégiques (urbanisme, ingénierie, SfN et prévention), en les implémentant aux endroits où ces

projets seront vraiment efficaces. Il y a par exemple un apprentissage dans le jeu qui peut se faire sur l'intérêt de construire une digue ou un barrage (ou n'importe quelle autre infrastructure), dans quel contexte ces ouvrages sont utiles et dans lesquels il vaut mieux les éviter. Au travers du *méta-jeu*, les joueur·se·s devraient aussi mieux comprendre l'intérêt des SfN et dans quel contexte ces solutions sont vraiment efficaces.

Mode compétitif. La plupart des jeux sérieux optent pour une approche coopérative. Cela permet de mettre en avant les enjeux de solidarité, la coopération entre les joueur·se·s et l'importance de la communication et du travail en équipe. Par ailleurs, cela peut faciliter l'intégration de nouveaux joueur·se·s moins à l'aise avec la compréhension des règles de jeu : dans ce système, un·e joueur·se ne maîtrisant pas très bien le jeu peut s'appuyer sur d'autres joueur·se·s qui elles·eux sont plus à l'aise. Cependant, cette approche peut aussi présenter des défauts. Tout d'abord, cela tend à renforcer l'effet *joueur alpha*, qui désigne un·e joueur·se prenant le « contrôle » de la partie et dictant aux autres joueur·se·s ce qu'ils·elles devraient faire. Cela peut souvent arriver quand un·e joueur·se est plus à l'aise (expertise) ou aborde un comportement de chef d'équipe. Dans ce cas, au lieu d'un travail en équipe, on se retrouve avec un système de décision vertical ou certain·e·s joueur·se·s se cantonnent à un rôle d'exécutant limitant leur apprentissage pendant le jeu. Deux autres aspects pouvant être négatifs dans un jeu coopératif concernent l'envie d'expérimenter, et l'amusement ressenti. Parfois, quand on joue en équipe, par peur de faire perdre l'équipe, on se limite à des actions simples, sans prises de risque, limitant l'exploration et le recours à des stratégies en rupture. Pour certain·e·s joueur·se·s, le jeu coopératif est aussi moins amusant, car il ne permet pas de récompenser les réussites personnelles ; certain·e·s se sentent moins investi·e·s dans le jeu. À contre-courant de la pratique habituelle dans les jeux sérieux, nous avons choisi pour Rivero, le mode compétitif. Cependant, ici, la compétition est présentée de façon positive ; l'enjeu n'est pas d'empêcher la réussite des autres, mais d'essayer d'assurer la sienne. Les interactions entre les joueur·se·s se font au travers du choix des cartes, de la mécanique d'inondation et de la course aux objectifs. Pour le premier point, cela est en soit rarement une forte contrainte ; la plupart des projets existent en plusieurs exemplaires dans le jeu, et par ailleurs, le jeu offre de multiples voies stratégiques efficaces, rendant rarement une carte projet indispensable. Pour les objectifs, cela ne se traduit qu'en fin de partie et ne constitue qu'un bonus, plus fait pour orienter les joueur·se·s sur des stratégies que de les pousser à s'affronter. Pour le cas de l'inondation, en revanche, un joueur ayant son territoire en amont peut impacter plus lourdement les joueur·se·s dont les territoires sont situés en aval. Pour éviter de récompenser une stratégie qui consisterait à envoyer le maximum d'eau sur les joueur·se·s en aval afin de les voir recevoir le plus de dommages possibles, nous avons créé un indicateur de solidarité, qui vient récompenser les joueur·se·s qui par leur stratégie viennent aussi protéger les joueur·se·s en aval. Cela se traduit par des points gagnés après chaque inondation.

Rejouabilité. La plupart des jeux sérieux ne sont conçus que pour être joués une seule fois. Certains, plus rares, peuvent être joués deux fois (la deuxième fois servant à vérifier les apprentissages de la première partie). Pour Rivero, un choix différent a été fait ; le jeu est conçu pour être rejouable. Cela ne peut se faire que si les joueur·se·s peuvent trouver un intérêt à jouer plusieurs fois au jeu. Le jeu a ainsi été conçu pour que chaque partie soit différente en assurant des éléments de variabilité (plateaux asymétriques pour les territoires, objectifs tirés parmi un

ensemble, aléatoire sur les intempéries...). Par ailleurs, le jeu ne présente pas de stratégie évidente, ou de *martingale*. À chaque situation, il faut pouvoir adapter sa stratégie ; celle-ci sera différente selon le plateau ville du-de la joueur-se et les objectifs tirés. Le fait de proposer des stratégies à repenser à chaque partie contribue aussi à l'intérêt « sérieux » de rejouer au jeu. On ne peut pas aborder toutes les connaissances liées au jeu en une seule partie. Plusieurs parties sont nécessaires pour bien mesurer l'intérêt (et les défauts) de chaque stratégie de gestion des inondations et de comprendre dans quel contexte elles peuvent être utiles et efficaces.

Complexité. Dans les jeux de plateau sérieux, *a fortiori*, pour ceux qui peuvent se jouer en autonomie, le choix est généralement fait d'opter pour des règles très simples ou déjà très connues. Beaucoup de jeux de plateaux sérieux empruntent ainsi leur structure à des jeux classiques (jeu de quizz, jeu de l'oie), ou en tous les cas à des jeux simples (par exemple inspiré des Loups-garous de Thiercelieux comme le jeu Zone à débattre⁶). L'avantage est de rendre le jeu accessible au plus grand nombre et d'accélérer la phase d'explication des règles qui est généralement peu appréciée par le public. Toutefois en se limitant à une complexité très basse et/ou en reprenant juste des structures de jeux classiques, cela ne permet pas de rendre compte des connaissances liées aux phénomènes et/ou d'utiliser des mécaniques de jeux modernes telles que le deck building, le placement d'ouvriers, le draft (ces différentes mécanique sont exposés dans (Rotenberg, 2015)). Cela impose ainsi de se limiter fortement dans le gameplay. Nous avons opté pour un jeu un peu plus complexe pour Rivero. On a ainsi visé avec Rivero une complexité d'environ 2 sur l'échelle BGG⁷, ou de la catégorie initiée du Festival de Cannes⁸ ; cela correspond à des jeux tels que Les aventuriers du rail ou It's a wonderful World. Cela nous a permis d'intégrer des mécaniques de gestion du territoire et de simulation d'inondation avec un certain niveau de finesse, tout en restant accessible à de nombreux joueur-se-s.

Composants. Le jeu Rivero comporte un ensemble d'éléments matériels et graphiques qui ont fait l'objet de réflexions poussées dans l'équipe de conception. En cela, le jeu a largement bénéficié de l'expertise des auteurs de jeu ainsi que de l'illustrateur ayant travaillé avec les chercheurs sur Rivero. Le matériel et l'identité graphique devaient répondre à un triple enjeu : être attrayant, favoriser la lisibilité et la compréhension et pouvoir être produit. Pour ce dernier point, une entreprise en charge de produire physiquement le jeu a été sélectionnée en amont de la conception. Pour des questions de praticité et d'impact écologique un prestataire européen a été retenu. Cela a permis d'instaurer des échanges avec eux, et de tester des éléments matériels produits (plateaux 3D, cartes de jeu...) tout au long de la conception pour expérimenter des pistes et faire des essais, tout en s'assurant de la possibilité de produire le jeu à un prix raisonnable (en deçà de 150€). Les choix des matériaux, de la taille et des couleurs des éléments de jeu (jetons, cartes et plateaux), ainsi que des symboles utilisés dans le jeu, ont fait l'objet de nombreux tests auprès des joueur-s-es, notamment auprès de certain-e-s souffrant de handicaps visuels. Cela a permis de d'assurer de la lisibilité du matériel et de le rendre accessible au plus grand nombre.

⁶ <https://agirpourlevivant.fr/le-jeu-citoyen-zone-a-debattre/>

⁷ <https://boardgamegeek.com/wiki/page/Weight>

⁸ <https://www.festivaldesjeux-cannes.com/fr/festival-label-as-d-or-jeu-de-l-annee>

IV. ÉVALUATION

A. Protocole d'évaluation

Afin d'évaluer la capacité du jeu à sensibiliser le grand public au risque d'inondation et à sa gestion, un protocole d'évaluation dédié a été créé. Ce protocole classique comprend trois éléments : des questionnaires *ex ante et ex post*, un recueil d'avis à chaud lors du débriefing et l'analyse de la partie (observation et matériel). Le questionnaire ante permet d'évaluer la connaissance initiale des joueur·se·s sur le sujet du jeu. Il comprend 19 questions (16 fermées et 3 ouvertes) et les joueur·se·s sont invités à y répondre avant le début de la partie. Le questionnaire post reprend une grande partie des questions du questionnaire ante, afin de vérifier s'il y a eu des changements de connaissances ou de postures entre avant et après le jeu (16 questions communes). De plus il comprend 5 questions sur l'expérience de jeu (amusante ou non, stratégie mise en œuvre...). Les joueur·se·s sont invités à y répondre après la fin de la partie. A cela s'ajoute le débriefing, mené en fin de partie, permettant un échange direct avec les joueur·se·s. Il permet un retour qualitatif sur leur expérience de jeu et sur ce qu'ils-elles ont compris du jeu. Enfin cela est complété par des observations des joueur·se·s pendant le jeu ainsi que par l'analyse des stratégies de jeu au travers du matériel de jeu (cartes projet choisies, évolution du territoire de chaque joueur·se...).

B. Premiers résultats

Une première série de parties test ont été menées afin d'évaluer le jeu. Nous présenterons ici les premiers résultats issus de 4 parties ayant rassemblées 12 joueurs ; les parties ont été jouées à 2, 3 et 5 joueur·se·s. Dans ce premier volet d'expérimentation, il n'y avait pas d'ambition de représentativité de l'échantillon des participant·e·s. Ainsi il y a une sur-représentation des personnes ayant entre 21 et 35 ans et ayant des professions de cadre ou profession intellectuelle supérieure. Cependant, certains joueur·se·s avaient des profils différents (e.g. plus de 50 ans, agriculteur ou sans emploi).

Toutes ces parties ont été jouées avec un animateur ayant une connaissance du jeu Rivero et des inondations. L'animateur avait pour rôle d'expliquer les règles, mais aussi de donner des informations supplémentaires sur l'inondation et sur les projets d'aménagement proposés dans le jeu. Il avait pour consigne de laisser les joueur·se·s prendre leurs décisions sans donner de conseils stratégiques. Il pouvait cependant intervenir si un·e joueur·se avait mal compris une règle et effectuait une action non autorisée ou démontrant une mauvaise compréhension des règles (e.g. construire une digue empêchant l'évacuation l'eau d'une zone urbaine).

L'un des enjeux de Rivero était de permettre d'acquérir des connaissances sur les inondations et sur leur gestion. Dans un premier temps, les joueur·se·s ont été interrogés sur leur sentiment d'avoir appris quelque chose lors de leur partie de Rivero (Fig. 3). Tous les joueur·se·s affirment avoir appris des choses par le jeu, même si les notes vont de 3 (un peu) à 5 (énormément), avec une concentration des notes sur le 3 (un peu) et 4 (assez). Cette question est évidemment entachée de biais, notamment l'effet « bon élève » (biais de conformation aux attentes) qui peut pousser les répondant·e·s à aller dans le sens souhaité par l'expérimentateur. Cependant, elle permet tout de même de livrer une tendance où les joueur·se·s semblent avoir appris des choses lors de leur partie.

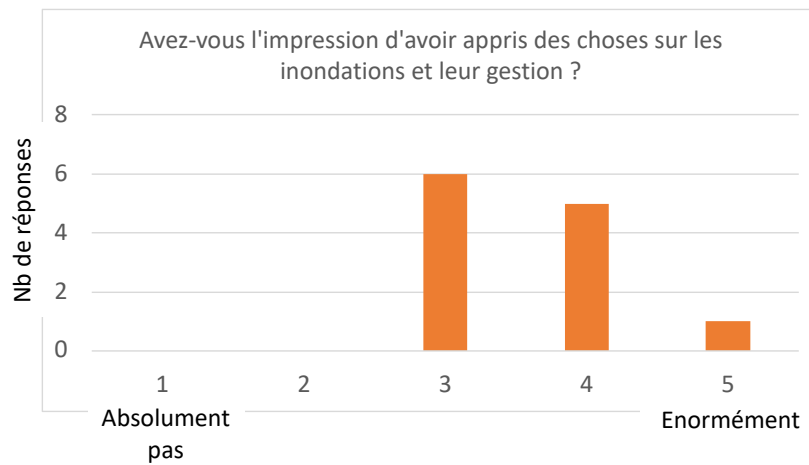


FIGURE 3. Impression d'avoir acquis des connaissances par les joueur-se-s

Pour aller plus loin sur la question de la connaissance, il était demandé aux joueur-se-s d'évaluer leurs connaissances sur les inondations et leur gestion avant et après le jeu (figure 4) ; la différence entre ces deux évaluations devant permettre de renseigner l'évolution de la connaissance par le jeu. C'est une mesure un peu plus solide que la première question de par le caractère répété de la question (avant et après le jeu). Ici ce qui est significatif n'est pas la connaissance elle-même, mais son évolution entre les deux questionnaires.

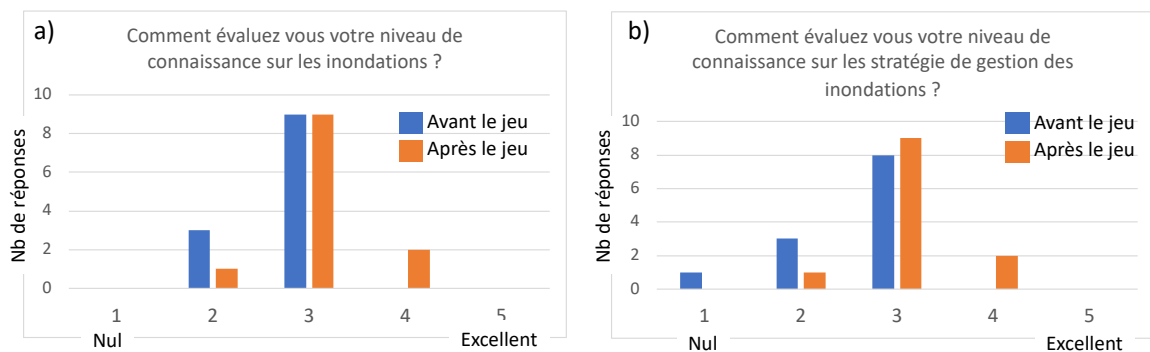


FIGURE 4. Connaissances auto-rapportées des joueur-se-s sur les inondations (4a) et leur gestion (4.b), avant et après le jeu

Les résultats montrent une sensible augmentation des connaissances auto-rapportées par les joueur-se-s à la suite d'une partie de Rivero. L'augmentation de connaissances est plus marquée pour la gestion de l'inondation que sur l'inondation elle-même ; cela peut être dû au jeu lui-même ou au fait que les joueur-se-s avaient plus de connaissances avant le jeu sur les inondations, et ainsi moins de choses à apprendre dessus. Bien évidemment, il y a des biais liés aux mesures auto-rapportées (Terriot *et al.*, 2017) : difficulté à s'évaluer, biais de réactivation de la connaissance, conformation aux attentes... Cependant, la répétition de la mesure (avant et après

le jeu) ainsi que le couplage de ces évaluations avec les propos tenus lors du débriefing et sur les questions ouvertes du questionnaire ont permis de confirmer la tendance. Dans ces questions il était demandé de définir ce qu'était une inondation et les solutions fondées sur la nature. Pour l'inondation, les définitions post-jeu ont tendance à être plus précises. Avant le jeu, l'inondation est renvoyée à « un excès d'eau » ou une « montée des eaux ». Après le jeu, on voit apparaître le caractère dynamique du phénomène et la notion d'enjeu ; un-e participant-e a proposé la définition suivante : « Un surplus d'eau QUI SE DEPLACE (la grande leçon à mon sens) dans un environnement où cela impacte des populations (principalement villes, champs, etc.). » On voit aussi apparaître des notions liées à la capacité d'infiltration des sols, e.g. « Débordement de rivière ou pluies importantes surpassant les capacités de captation du sol ». Pour les solutions fondées sur la nature, plus de gens sont en capacité d'en donner une définition après le jeu qu'avant (88% contre 75% avant le jeu). Les définitions sont assez hétérogènes : quelques participants (16%) semblent bien connaître le concept, avec des définitions proches de celle de l'IUCN⁹, mettant en avant des enjeux de biodiversité, d'autres l'assimilent à la végétation (21%), les zones naturelles (10%), et enfin beaucoup (42%) mettent en avant l'utilisation des mécanismes naturels pour répondre à un problème. Comme pour l'inondation, on voit augmenter la précision des définitions des SfN post-jeu.

Un autre enjeu était de connaître l'appréciation des joueur-se-s sur leur expérience de jeu. La Figure 5 informe sur l'appréciation de la partie (fig. 5.a) et sur l'envie de refaire une partie (5.b). Pour ce deuxième point, cela entre dans la logique de rejouabilité mise en avant dans le game design de Rivero. On peut constater que globalement, les joueur-se-s ont beaucoup apprécié leur partie (note de 4 sur 5 pour la plupart des joueurs). De la même façon, la plupart des joueur-se-s ont exprimé le souhait de vouloir rejouer au jeu. Bien évidemment, ces résultats sont à nuancer en raison des biais mentionnés précédemment, mais ils corroborent le sentiment général qui ressort des débriefings où la plupart des participant-e-s se sont montré-e-s enthousiastes sur le jeu.

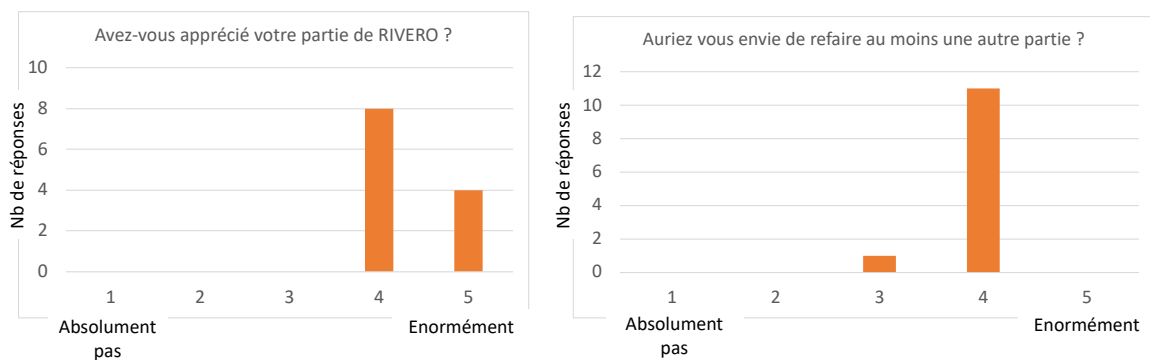


FIGURE 5. Appréciation de la partie (5.a) et envie de rejouer au jeu (5.b)

Finalement, il a été demandé aux joueur-se-s de décrire la stratégie qu'elles-ils avaient suivie lors de leur partie et quelle stratégie elles-ils aimeraient suivre dans une prochaine partie. Tous les

⁹ <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>

joueur-se-s, sauf un-e, ont accepté de répondre à ces questions et ont livré leur vision stratégique du jeu. Ce qui ressort de ces deux points est que beaucoup de joueur-se-s souhaitent tester une stratégie différente lors d'une prochaine partie, avec pour un tiers d'entre eux, la volonté de plus miser sur la végétalisation de leur ville. Certain-e-s joueur-se-s évoquent aussi la volonté de mettre en place une meilleure gestion de leur PLU et d'avoir une démarche plus « pro-active », en favorisant dès le début des stratégies de gestion du risque. Plusieurs joueur-se-s évoquent aussi la nécessité de mieux maîtriser les écoulements en repensant leur stratégie d'évacuation des eaux pluviales.

Bien évidemment, en raison du faible nombre de joueur-se-s ayant testé le jeu, il est difficile d'extrapoler les résultats et d'en tirer une conclusion générale sur l'intérêt du jeu et la validation de la démarche. Ces tests seront poursuivis dans les mois à venir, avec la multiplication des parties, bénéficiant en plus du matériel finalisé (illustrations des cartes non finalisées lors des tests). Les résultats sont cependant déjà encourageants.

V. CONCLUSION

Dans cet article, nous avons proposé le jeu de société Rivero qui vise à faire réfléchir les citoyen-ne-s au risque d'inondation et à sa gestion, notamment par les SfN. Ce jeu de société, issu de la collaboration entre chercheurs et auteurs de jeux, est finalisée et sera disponible courant 2025, que ce soit en format Print & Play ou en version boîte. Il a fait l'objet d'une évaluation, permettant de donner des gages sur sa capacité à sensibiliser les citoyen-ne-s. Il doit cependant faire l'objet d'une évaluation plus poussée, avec un public plus nombreux. Il serait aussi intéressant d'évaluer l'intérêt de rejouer plusieurs parties du jeu sur les apprentissages, ainsi qu'évaluer la pérennisation des apprentissages, par un questionnaire renseigné plusieurs mois après la partie. Un travail est aussi prévu sur sa diffusion afin de permettre son usage dans différents cadres. Pour cela, des expérimentations sont prévus dans des cadres scolaires et universitaires (IUT, BTS, classes préparatoires, Licences et Master) et des liens ont été pris avec des organismes intéressés (assureurs, collectivités...).

RÉFÉRENCES

- Ali, S., George, A., 2022. Fostering disaster mitigation through community participation- case of Kochi residents following the Kerala floods of 2018 and 2019. *Nat. Hazards* 111, 389–410. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05058-0>
- Castronova, E., Knowles, I., 2015. A Model of Climate Policy Using Board Game Mechanics. *Int. J. Serious Games* 2. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i3.77>
- CCR, 2023. Les catastrophes naturelles en France - Bilan 1982-2023. CCR, Paris.
- Cushman-Roisin, B., Rice Iii, N.J., Moldaver, M.A., 1999. A Simulation Tool for Industrial Ecology: Creating a Board Game. *J. Ind. Ecol.* 3, 131–144. <https://doi.org/10.1162/108819899569601>
- Ernst, L., de Bruijne, J.E., Booister, N., Tretjakova, D., van Weele, E., 2012. The flood control game as a means to improve crisis communication. *Compr. Flood Risk Manag. Res. Policy Pract.* 425.

- Fjællingsdal, K.S., Klöckner, C.A., 2020. Green Across the Board: Board Games as Tools for Dialogue and Simplified Environmental Communication. *Simul. Gaming* 51, 632–652. <https://doi.org/10.1177/1046878120925133>
- Forrest, S.A., Kubíková, M., Macháč, J., 2022. Serious gaming in flood risk management. *WIREs Water* 9, e1589. <https://doi.org/10.1002/wat2.1589>
- Kosa, M., Spronck, P., 2018. What tabletop players think about augmented tabletop games: a content analysis, in: *Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games*. Presented at the FDG '18: Foundations of Digital Games 2018, ACM, Malmö Sweden, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1145/3235765.3235782>
- Magnuszewski, P., Królikowska, K., Koch, A., Pająk, M., Allen, C., Chraibi, V., Giri, A., Haak, D., Hart, N., Hellman, M., Pan, D., Rossman, N., Sendzimir, J., Sliwinski, M., Stefańska, J., Taillieu, T., Weide, D.M., Zlatar, I., 2018. Exploring the Role of Relational Practices in Water Governance Using a Game-Based Approach. *Water* 10, 346. <https://doi.org/10.3390/w10030346>
- Rotenberg, M., 2015. *Les Jeux de Société - essai sur la production d'un outil d'analyse autour des mécaniques de jeu*.
- Sauve, L., Renaud, L., Gauvin, M., 2007. Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage. *Rev Sc Éduc* 33, 89–107. <https://doi.org/10.7202/016190ar>
- Slinger, J.H., Cunningham, S.C., Kothuis, B.L.M., 2023. A co-design method for including stakeholder perspectives in nature-based flood risk management. *Nat. Hazards* 119, 1171–1191. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06139-y>
- Terriot, K., Grégoire, J., Loarer, E., 2017. Les évaluations auto et hétéro-rapportées sont-elles des alternatives à la mesure psychométrique classique de l'intelligence ? *Revue de 25 ans de recherche. Bull. Psychol.* 550, 275–289. <https://doi.org/10.3917/bupsy.550.0275>
- Terti, G., Ruin, I., Kalas, M., Láng, I., Cangròs i Alonso, A., Sabbatini, T., Lorini, V., 2019. ANYCaRE: a role-playing game to investigate crisis decision-making and communication challenges in weather-related hazards. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 19, 507–533. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-507-2019>