

La gestion d'un risque majeur : l'inondation

ETIENNE Hélène, GETTVERT Florian, LAFOUGE Marie

SOMMAIRE

Introduction	p.1
Objectifs pédagogiques	p.2
Contexte	p.2
Missions	p.3
1. Gestion du risque inondation, Scénario n°1	p.4
2. Gestion du risque inondation, Scénario n°2	p.8
3. Gestion du risque inondation, Scénario n°3	p.10
4. Actions-clé débloquées	p.12
Conclusion	p.13

INTRODUCTION

Les événements naturels d'origine atmosphérique comme les inondations ou les orages, sont en France et dans les départements d'outre-mer (DOM) les plus dommageables. D'ailleurs, les inondations constituent le principal risque naturel rencontré en France :

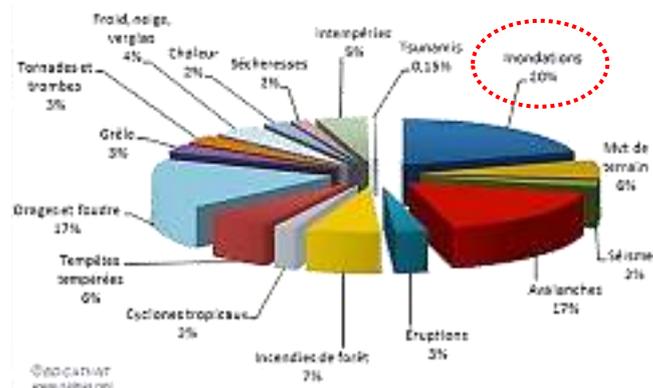


Fig.1 : Répartition des catastrophes en France et dans les DOM par type d'aléa entre 2001 et 2010

Il faut savoir qu'elles font environ 20 000 victimes par an dans le monde.

En France, plus de 30% des communes à des degrés divers sont concernées par le risque inondation. Ce risque concerne deux millions de Français et les dégâts causés par les inondations représentent environ 80% du coût des dommages imputables aux risques naturels¹.

Cet hiver, la Bretagne a atteint son record de pluie depuis 1959² avec de nombreuses villes touchées par des inondations comme Quimperlé :



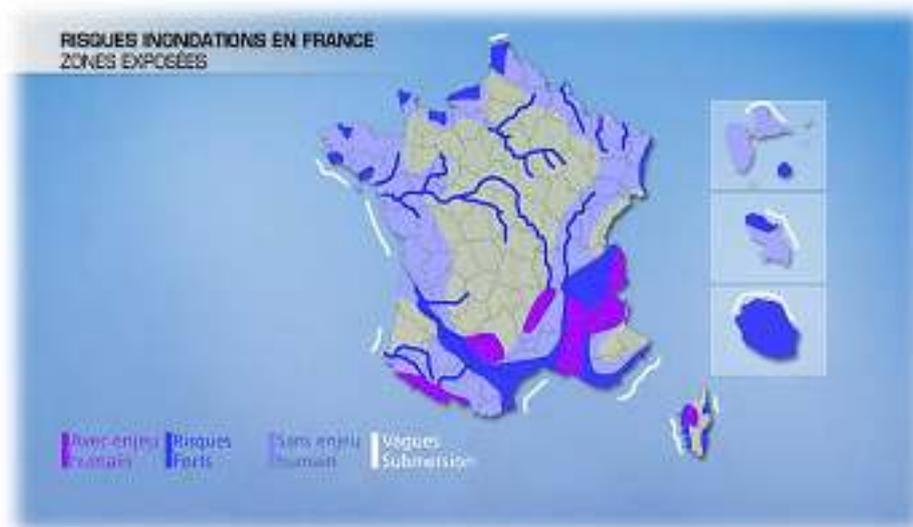
Crues à Quimperlé
Source : BFMTV, le 4 janvier 2014

¹ *Les inondations*, dossier d'information édité par le ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, août 2004

² Annonce faite par Météo-France dans son bilan climatique provisoire

D'autres régions de France présentent ce risque avec des réactions différentes selon le bassin versant et la pluviométrie.

Ces diverses inondations peuvent alors être répertoriées en crues lentes, rapides ou torrentielles ou encore en inondations littorales. Voici une carte simplifiée des zones soumises au risque inondation³ :



OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Le risque inondation pose donc de réelles problématiques territoriales actuelles. Le jeu *Stop disasters*⁴ permet de donner des notions de base sur l'aménagement d'un territoire soumis à ce risque majeur et d'aborder les actions de prévention qui peuvent être envisagées pour limiter les impacts tant matériels qu'humains.

A travers une approche territoriale fictive, ce rendu vise à montrer différentes méthodes de gestion de risque entreprises par chaque membre du groupe en tenant compte de la vulnérabilité et des enjeux actuels et à venir du territoire.

CONTEXTE

Le territoire d'étude est une ville d'Europe Centrale ou de l'Est (*Fig.2*) située dans une plaine, près d'une région montagneuse qui est souvent victime d'inondations. Les habitants de cette ville vivent principalement des industries de services et de production d'énergie.

³ Source : <http://actualite.meteoconsult.fr>

⁴ Jeu de simulations de catastrophes naturelles créé par l'ONU/ISDR
Site : <http://www.stopdisastersgame.org/fr/playgame.html>



Vue d'ensemble du territoire d'étude
(niveau : DIFFICILE)

Niveau de difficulté	FACILE	MOYEN	DIFFICILE
Taille de la carte	petite	moyenne	grande
Nombre d'habitants	446	470	514

MISSIONS

A la mission première de protection autant des personnes, des bâtiments que des moyens de subsistance face à la menace d'une inondation, il faut également penser et aménager le territoire à ses enjeux futurs : arrivée de nouveaux habitants, construction de nouveaux établissements publics, ... tout en ayant conscience du risque.

Selon le niveau de difficulté choisi, les missions sont différentes et les paramètres *Temps* et *Budget* alloués à la mission diffère comme le montre le tableau suivant :

Niveau de difficulté	FACILE	MOYEN	DIFFICILE
Taille de la carte	petite	moyenne	grande
Habitants actuels	446 hab.	470 hab.	514 hab.
Organiser l'hébergement de	550 personnes	700 personnes	750 personnes
Construire	1 hôpital + 1 école	1 hôpital + 2 écoles	2 hôpitaux + 2 écoles
Protection des points d'eau	couvrir les puits	couvrir les puits	couvrir les puits
Budget alloué	\$ 50 000	\$ 40 000	\$ 40 000
Temps de la partie	± 25 mn	± 20 mn	± 10 mn

Ainsi, notre rôle consiste à organiser et à construire un environnement plus sûr pour la population. On doit évaluer le risque d'une inondation et essayer de limiter les dégâts quand cette dernière frappera.

Trois scénarios ont été faits et la démarche suivie pour chacun d'entre eux est expliquée ci-après.

1. Gestion du risque inondation, *Scénario n°1*

Les inondations peuvent provoquer des risques à différents niveaux. A un premier niveau, les eaux peuvent provoquer des dégâts humains et matériels du fait de la force de la crue. Elles peuvent également provoquer des risques électriques et sanitaires (contamination des puits d'alimentation en eau, ...). Enfin, il peut y avoir des aggravations, par exemple, les inondations peuvent provoquer des coulées de boue ou l'effondrement de structures importantes qui vont eux-mêmes provoquer de nouveaux dégâts.

C'est pourquoi il est important de mettre en place des défenses à tous ces niveaux :

- ↳ plantations d'arbres et de roseaux en plaine inondable comme dispositif naturel pour absorber une partie de l'eau et limiter la violence des crues
- ↳ mise en place de dispositifs artificiels (murs, talus, enrochements, ...) pour briser la force de la crue et protéger des zones
- ↳ surélévation des appareils électriques dans les bâtiments présentant un risque élevé, ancrage des pylônes électriques sont des actions qui limitent le risque électrique et évitent les aggravations
- ↳ couvrir les puits diminue le risque de contamination des points d'eau
- ↳ mise en place de dispositifs anti-reflux pour les égouts permet de limiter les risques sanitaires
- ↳ construction de stabilisateurs de terrain pour limiter les aggravations comme les coulées de boue

De plus, une attention particulière doit être portée aux bâtiments et infrastructures importantes comme :

- les ponts qui sont utiles pour évacuer les personnes ou permettre l'arrivée des secours ;
- les hôpitaux qui peuvent pallier les risques en accueillant les blessés ;
- les écoles qui peuvent servir d'abri à la population tout comme les centres commerciaux, les églises ou les hôtels.

Il est donc judicieux de construire ces bâtiments plutôt dans les hauteurs, là où le risque inondation est plus faible.

Comparaison de deux situations



Si l'on compare les deux situations ci-dessus, on remarque que les bâtiments importants (école et hôpital), qui ont été construits sur les hauteurs, n'ont pas été touchés par les inondations. Des habitations ont également été construites sur les hauteurs afin d'accueillir la population car cet endroit présente moins de risques que la plaine inondable en contrebas. Il aurait été plus judicieux pour des raisons d'économie de budget de construire à cet endroit des habitations moins solide puisque le risque est nul et d'économiser le budget pour mettre en place de plus nombreuses infrastructures de défense.

Au niveau de ces illustrations, on remarque que le problème se trouve dans la zone en bas à droite où se trouvent deux grosses habitations, un centre commercial et un hôtel. On remarque que si mettre un mur à la droite de l'église suffit à arrêter l'inondation de la zone, en bas, mettre des talus est bien plus efficace pour contenir l'inondation car seul un des bâtiments a été touché dans la situation de gauche alors que tous ont été touchés dans la situation de droite. Pourtant, les dispositifs mis en place dans la situation de gauche restent insuffisants comme on peut le voir sur les images suivantes :



Sur ces images, on voit que l'eau a contourné les talus dans la situation de gauche en passant au niveau des rochers le long des centres commerciaux. Il aurait fallu continuer à encercler la zone en contournant les centres commerciaux. Dans la situation de droite, on a moins d'eau au niveau des centres commerciaux avec la mise en place des murs, mais ces murs ont plus servi à conduire l'eau vers l'hôtel et les habitations au-dessus qui n'étaient pas assez protégés. Dans les deux situations, les centres commerciaux n'ont pas

été touchés, il a suffi de les améliorer en les étanchéifiant et d'effectuer les protections sanitaires nécessaires.



Au niveau de ces illustrations, on voit que dans les deux cas la zone en bas à droite est plutôt bien isolée, même si l'eau arrive moins au contact des habitations dans la situation de gauche. Néanmoins, dans les deux cas il n'y a pas eu de dégâts dans cette zone. Pour ce qui est de la partie en haut à gauche, on remarque des problèmes au niveau de l'hôtel, qui se trouve au bord de l'eau, des problèmes au niveau des pylônes d'électricité qui n'ont pas été améliorés dans la situation de droite mais également au niveau des deux maisons qui se trouvent également très proches de l'eau.

Pour ce qui est des pylônes, il aurait suffi de les ancrer dans la situation de gauche pour ne pas avoir de problème. Pour l'hôtel, il a été entouré de roseaux et d'arbres dans la situation de gauche, mais pas dans celle de droite, et le bâtiment a eu toutes les améliorations possibles dans les deux cas. On remarque que les roseaux ont permis d'éloigner légèrement l'eau de l'hôtel dans la première situation, mais dans les deux cas l'hôtel a été assez 'solide' pour ne pas être abîmé. Dans le cas des maisons, la mise en place des talus dans la situation de gauche a été insuffisante, l'eau est arrivée du côté et les maisons sont abîmées. Dans la situation de droite ce problème a été pallié mais la mise en place du dispositif empêchant les coulées de boue à cet endroit est inutile, on aurait pu éviter de démolir les maisons à cet endroit puisque celles-ci auraient été protégées par les talus.



Dans ces deux situations, aucun bâtiment n'a été abîmé. On peut néanmoins remarquer que cette partie du village est bien mieux protégée dans la situation de droite, même si cela a nécessité la destruction de la maison derrière le pylône de droite pour la

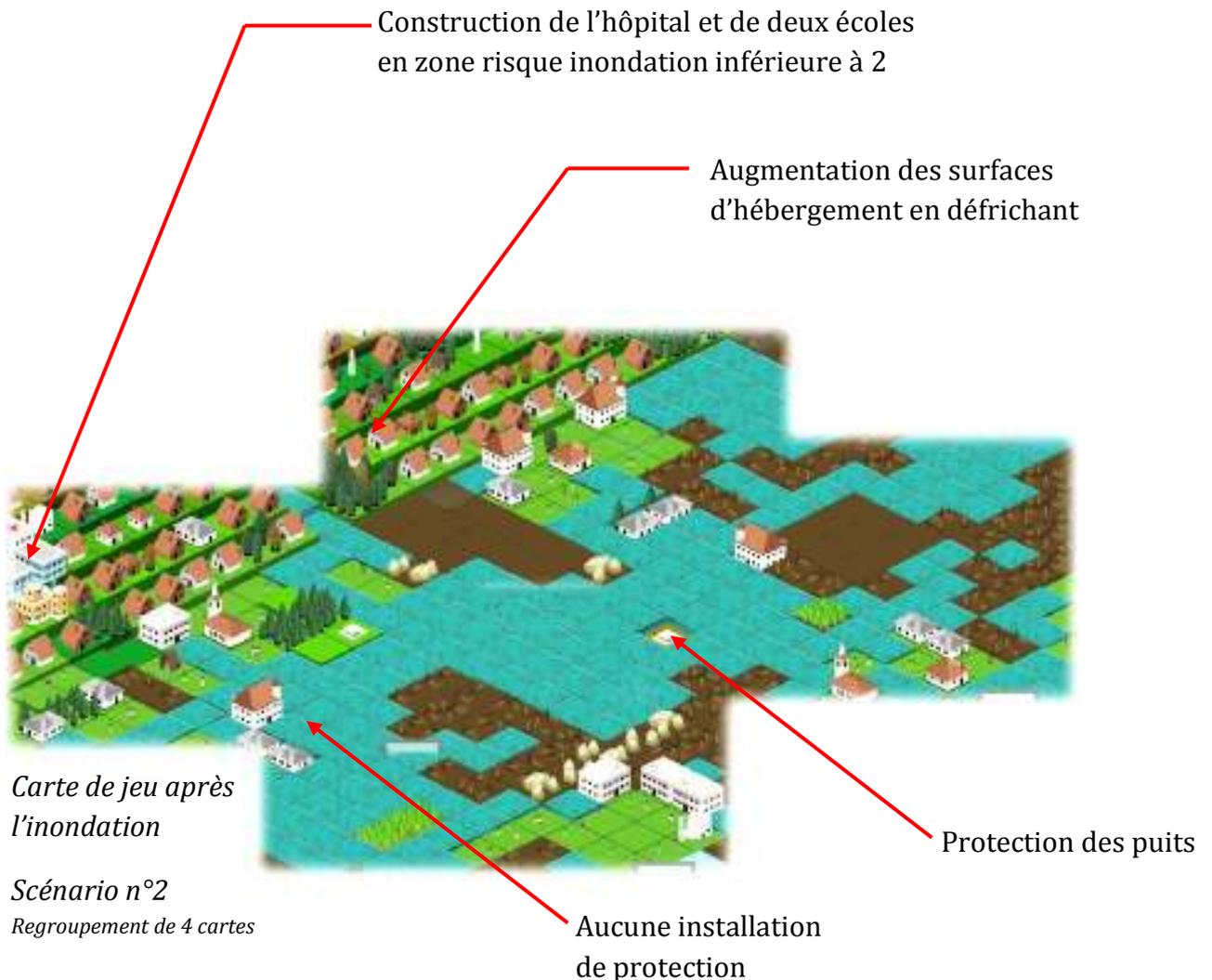
remplacer par un talus. La protection de droite a été très efficace, car il n'y a pas d'eau dans la zone, excepté en haut à droite. Il aurait peut-être fallu mettre en place deux talus supplémentaires qui seraient remontés le long des habitations et auraient isolés totalement la zone. Dans la situation de droite, on peut également remarquer que les roseaux ont bien absorbé l'eau de l'inondation, en effet, dans la situation de gauche, le sol à cet endroit est totalement imbibé et une crue un peu plus forte aurait pu abîmer les murs de protection.

RAPPORT DE MISSION		CONFIDENTIEL	
LOGEMENT ET DÉVELOPPEMENT			
BÂTIMENTS DÉTRUITS	0	TOTALITÉ DES DÉGÂTS	30
PERSONNES LOGÉES	552/550	PERTES HUMAINES	0
PERSONNES À L'ABRI	0	PERSONNES BLESSÉES	0
MISSIONS			
ÉCOLE CONSTRuite	RÉUSSIR	HÔPITAL CONSTRUIT	RÉUSSIR
SCÉNARIO DE LA MISSION : PROTÉGER LES POINTS D'EAU EN COUVRANT LES PUITIS :			
BONUS			
ACTION-CLÉ TROUVÉE	10	BUDGET RESTANT	96 500
SCORE FINAL : 75,490			continuer...

Mais dans tous les cas, la situation reste bien meilleure quels que soient les dispositifs mis en place lorsque l'inondation... ne se déclenche pas !

2. Gestion du risque inondation, *Scénario n°2*

Une autre méthode de gestion du risque inondation est présentée ci-dessous⁵ :



Dans ce scénario, la majorité des habitations avec une capacité de logement inférieure ou égale à trois situées dans la plaine inondable ont été détruites puis reconstruites sur les versants au nord. En effet, ces versants présentent un risque faible d'inondation. De même, les nouveaux logements de la ville ont été bâtis sur ce versant également. Il a fallu alors défricher une partie du versant pour pouvoir réaliser les logements. Les zones boisées ont alors été réaménagées dans les zones inondables, à proximité des cours d'eau.

⁵ Niveau de difficulté : MOYEN

En ce qui concerne les bâtiments restant dans la zone à fort risque inondation (zone de risque supérieure ou égale à 3), des dispositifs de protection ont été installés sur chacun des bâtiments : joints étanches, soupape anti-reflux des eaux d'égout, surélévation des appareils électriques et de chauffage, ... pour limiter les risques sanitaires et accidents.

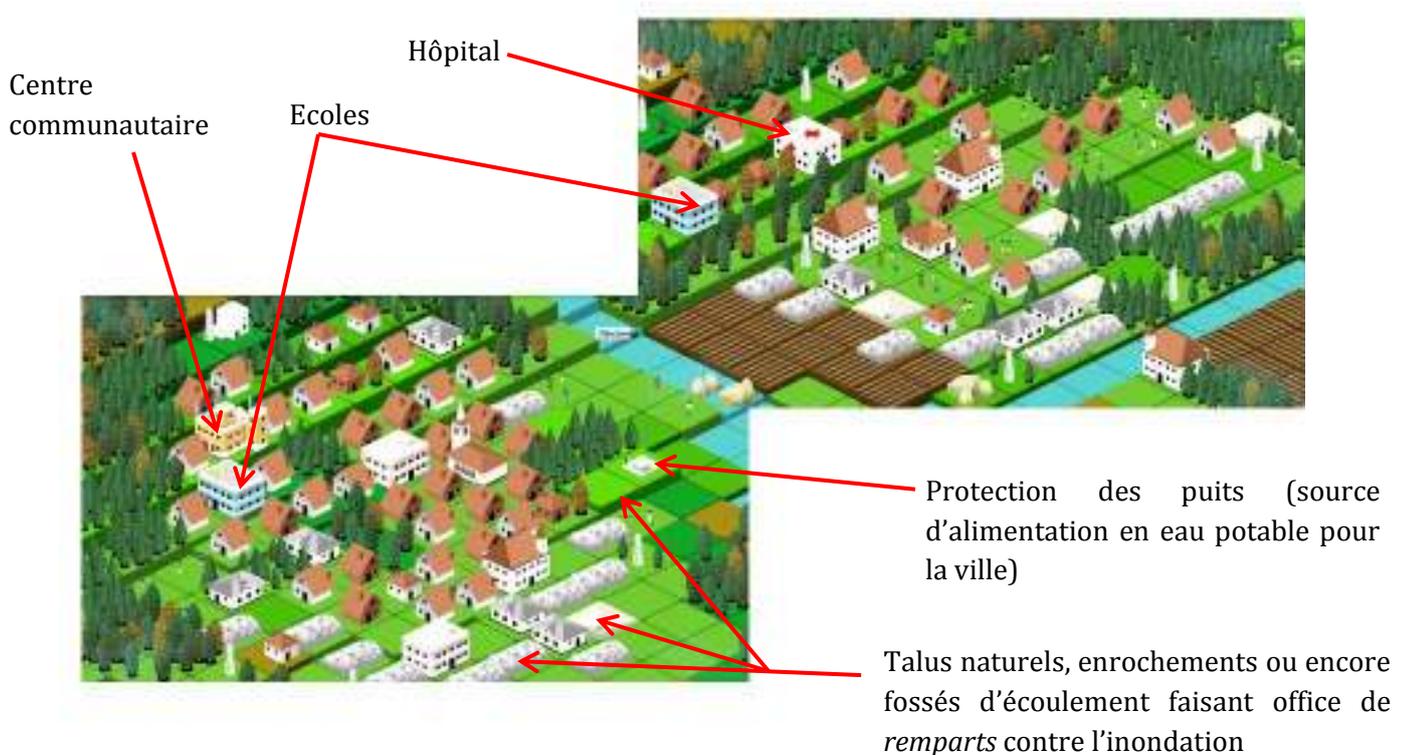
Tous les pylônes électriques dans la zone fortement inondable ont été détruits et/ou renforcés par ancrage et la centrale électrique a été réhabilitée pour se prémunir des inondations.

Enfin, aucune installation de protection de type talus n'a été réalisée : l'idée de ce scénario était de libérer la zone inondable de tous les bâtiments pour minimiser les enjeux humains, matériels et économiques. La crue n'était donc pas endiguée, la zone d'aléa était donc beaucoup plus incertaine puisqu'on ne « *contrôlait* » pas la crue cependant les enjeux au niveau de la zone était faible suite aux mesures explicitées ci-dessus, d'où de simples mesures de sécurité pour les bâtiments restant dans la zone inondable.

MISSION REPORT			
CLASSIFIED			
HOUSING AND DEVELOPMENT			
BUILDINGS DESTROYED	0	TOTAL DAMAGES	\$0
POPULATION INJURED	0	POPULATION KILLED	0
POPULATION SHELTERED	0	POPULATION HURED	0
MISSIONS			
SCHOOL BUILT	PASS	HOSPITAL BUILT	PASS
SCENARIO MISSION : PROTECT THE WATER SOURCES BY COVERING WELLS : PASS			
BONUS			
KEY FACTS FOUND	6	BUDGET REMAINING	\$1,320
FINAL SCORE : 37,090			continue...

3. Gestion du risque inondation, *Scénario n°3*

Dans ce dernier scénario ⁶, l'idée est de créer une ville protégée de l'inondation comme des remparts protègeraient des assaillants. Il a fallu alors densifier la population à un endroit choisi, ici proche du centre communautaire déjà existant et protéger les habitants de l'inondation par des talus et des fossés d'écoulement. Les deux écoles et l'hôpital ont été placés dans une zone de risque 1 (risque faible) et on a densifié la ville autour de ces établissements publics également :

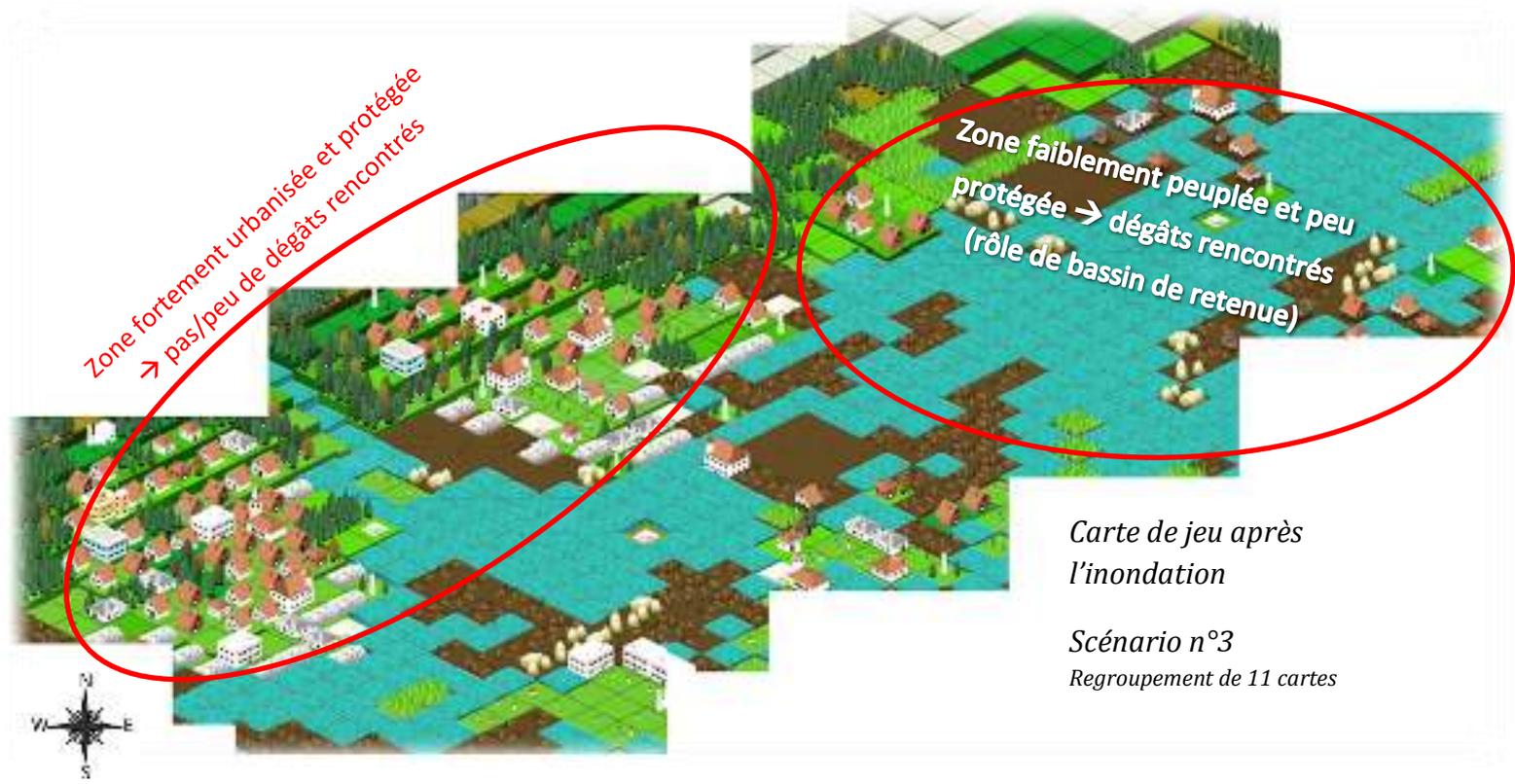


Le centre communautaire est doté du système de première alerte qui permet de prévenir la population (système radio, signal d'alerte local, etc.) et sert d'abri dans les plans d'évacuation. Les églises et autres bâtiments publics ont été équipés de dispositifs comme des soupapes anti-reflux des eaux d'égouts et des joints étanches pour limiter les risques sanitaires et pouvoir assurer l'abri d'un certain nombre d'habitants.

Les hôtels ont bénéficié de ces mêmes dispositifs car il assure l'hébergement de beaucoup de gens et sont une richesse économique et touristique pour le territoire. Les centres commerciaux ont également été équipés de ces dispositifs car la population dépend beaucoup des services qui y sont dispensés. De plus, les puits ont tous été protégés (pour éviter leur contamination et les risques de santé publique) puisqu'ils sont la source de l'approvisionnement en eau de la population.

⁶ Niveau de difficulté : MOYEN

Enfin, avec le budget et le choix d'aménagement fait, on accepte qu'il y ait des dégâts dans les zones peu protégées (à l'Est) et qu'il y ait des maisons qui soient inondées.



Carte de jeu après l'inondation

Scénario n°3
Regroupement de 11 cartes

Le scénario répond à nos prévisions. Le rapport de mission de ce troisième scénario suite à une inondation est positif. Ce bilan est néanmoins à modérer puisqu'il présente un nombre tout de même important de blessés. Cependant, il y a peu de pertes humaines et de bâtiments détruits et un coût relativement moindre pour les dégâts causés.

RAPPORT DE MISSION			
LOGEMENT ET DÉVELOPPEMENT			
BÂTIMENTS DÉTRUITS	26	TOTALITÉ DES DÉGÂTS	\$12 800
PERSONNES LOGÉES	700/701	PERTES HUMAINES	0
PERSONNES À L'ABRI	80	PERSONNES BLESSÉES	123
MISSIONS			
ÉCOLE CONSTRuite	RÉUSSIR	HÔPITAL CONSTRUIT	RÉUSSIR
SCÉNARIO DE LA MISSION : PROTÉGER LES POINTS D'EAU EN COUVRANT LES PUIITS			
BONUS			
ACTION-CLÉ TROUVÉE	10	BUDGET RESTANT	300
SCORE FINAL : 60,740			CONTINUER...

4. Actions-clé débloquent

Au cours du jeu, différentes actions-clé ont pu être identifiées durant la progression du jeu (une action-clé n'a cependant pas été *trouvée*) :

N°	Catégorie	Intitulé de l'action-clé
1	Défenses	Les zones humides naturelles, les plaines inondables et les forêts constituent une excellente protection naturelle en cas d'inondation car elles peuvent absorber de grands volumes d'eau. La conservation des plaines inondables et des zones humides contribue pour beaucoup à la prévention des inondations car elles aident à répartir ou à réduire la force destructrice des crues et minimiser les impacts des inondations.
2	Bâtiments	Les bâtiments doivent être implantés et construits en fonction du paysage et des caractéristiques d'un fleuve ou du risque d'inondation. Les structures situées loin des zones dangereuses et installées en hauteur ont davantage de chance de résister aux inondations. Certains facteurs économiques peuvent néanmoins inciter les gens à construire au bord de l'eau.
3	Défenses	Barrages et réservoirs, digues et fossés, bassins de retenue, canaux d'évacuation de crues et autres murs de protection peuvent aider à réduire l'ampleur des inondations dans certaines circonstances. Tous ces équipements coûtent néanmoins très cher et peuvent perturber l'environnement naturel. S'ils sont correctement construits, ils peuvent limiter les forces destructrices des crues.
4	Evacuation	Les plans d'évacuation sont cruciaux pour sauver des vies. Ils peuvent être simples, comme indiquer la plus rapide d'évacuer, d'aller vers les hauteurs, ou plus élaborés, comme les exercices d'urgence organisés par les dirigeants locaux ou les fonctionnaires gouvernementaux.
5	Défenses	Il est important de protéger les puits et les autres sources locales d'eau potable de toute contamination car les inondations apportent souvent des matières toxiques, des eaux d'égouts, des déchets d'animaux, du pétrole et des produits chimiques.
6	Bâtiments	Dans une zone où les inondations sont courantes, construisez si possible de façon à et avec les matériaux permettant de résister ou de détourner les forces destructrices des crues.
7	Non identifiée	---
8	Modernisation des bâtiments	Installez des maisons, écoles et autres bâtiments publics importants au-dessus des niveaux probables d'inondation. C'est un moyen efficace d'augmenter la sécurité des personnes et de protéger les bâtiments de sérieux dégâts.
9	Evacuation	Quand une évacuation est annoncée, les gens vont se mettre à l'abri dans le bâtiment du centre communautaire. Les plans d'évacuation doivent comporter certaines précautions à prendre pour les personnes âgées, les enfants et les personnes handicapées, et prévoir

		des réserves d'eau et de nourriture, des sanitaires et autres installations d'hébergement, en nombre suffisant. Des écoles, un stade ou d'autres bâtiments publics situés en lieu sûr doivent être réquisitionnés pour servir d'abri d'urgence.
10	Bâtiments	Outre leur mission pédagogique et médicale, les écoles et les hôpitaux peuvent parfaitement servir de lieux de rassemblement et d'abri. Comme chaque membre de la communauté sait comment s'y rendre rapidement, ces infrastructures doivent toujours être construites en lieu sûr et être protégées le mieux possible.
11	Défenses	Les inondations peuvent déclencher d'autres catastrophes telles que coulées de boue, effondrements de ponts ou provoquer des incendies inaccessibles donc incontrôlables. Il est indispensable de protéger les infrastructures cruciales de ces risques potentiels secondaires.
12	Evacuation	Les gens doivent être informés des risques naturels existants dans leur région afin de pouvoir identifier les premiers signes annonciateurs et fuir vers des endroits plus sûrs. Ecouter les informations météorologiques locales et régionales, avoir une bonne connaissance de ce qu'il faut faire quand des alertes ou avertissements d'inondation sont émis, peut sauver des vies.
13	Bâtiments	Les caves et sous-sols des bâtiments sont plus particulièrement inondables. Les appareils électriques importants ou chers, les systèmes électriques et de chauffage doivent être situés au-dessus des niveaux probables d'inondation.
14	Défense sanitaire	Les inondations peuvent faire remonter, par les canalisations, les eaux d'égouts dans les maisons en créant des risques sanitaires supplémentaires. L'installation de soupapes anti-reflux d'égout peut aider à réduire ce risque au minimum.
15	Défenses	Construire en plaine inondable est risqué et doit être soigneusement planifié. Tous les efforts pour détourner les fleuves ou canaliser les écoulements d'eau créent généralement des risques d'inondation supplémentaires. Mieux vaut laisser les plaines inondables non construites, comme zones de loisirs, réserves naturelles, terre agricoles ou pâturages.

CONCLUSION

Aujourd'hui, des outils d'urbanisme permettent de limiter ces risques d'inondation. Les communes se dotent de plus en plus de Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI) en vue de restreindre les zones constructibles et de minimiser ainsi les enjeux.

Néanmoins, malgré le risque, la commune doit continuer à se développer. Ainsi, une prévention du risque et des mesures protectrices et/ou réductrices peuvent être réalisées comme dans les divers scénarios présentés ci-dessus afin d'informer, d'alerter et de pouvoir évacuer le plus vite possible la population lors d'une inondation.