



Simulation de Prévention
pour les Risques d'Inondation

« S-PRI est une opportunité pour rénover, organiser et hiérarchiser la politique de prévention des inondations en France et de responsabiliser les différents acteurs. »

Réalisé par :

François LEPAN, Jonathan MATHIEU, Benjamin ALLAERT

Introduction

Suite aux évènements catastrophiques provoqués par les inondations en Vendée et récemment à Lourdes, le ministère de l'écologie nous a contacté afin de mettre en œuvre un logiciel permettant de sensibiliser la population française aux risques d'inondation.

La solution mise en œuvre devra répondre à plusieurs critères :

- ◆ Etre accessible sur tout le territoire français : l'utilisateur doit pouvoir simuler et visualiser une inondation à l'endroit où il se situe
- ◆ Etre ergonomique et facile à utiliser : d'un simple clic, il est possible d'obtenir un rendu visuel très réaliste.
- ◆ Travailler avec des données en temps réel : récupérer les données des organismes comme la météo afin de prévenir des risques d'inondation.
- ◆ Planifier des plans d'évacuation et aider les secours : des groupes d'intervention doivent pouvoir simuler des situations pour secourir les habitants et sécuriser les habitations.
- ◆ Simuler des inondations historiques : anticiper les inondations à l'aide des données qui ont eu lieu dans le passé. Permet de construire des structures pour empêcher de nouveau ces catastrophes.

Ce document présente les solutions mise en œuvre pour répondre à ce besoin. D'abord une présentation des différentes solutions existantes, ensuite les moyens techniques utilisés pour simuler une inondation. Afin que la simulation soit parfaite, il faut savoir comment obtenir des données en temps réel, et permettre de les rassembler dans un logiciel. Pour finir, un ensemble de scénario d'usage pour comprendre l'utilisation du Projet.

Contexte

Le risque d'inondation est le premier risque naturel en France. En 2008, on ne dénombre pas moins de 16 134 communes, soit 5,1 millions de Français, victimes d'une inondation.

Depuis une cinquantaine d'années, les dommages provoqués par les inondations sont de plus en plus importants. Ce phénomène se produit à cause du fort développement urbain dans les zones inondables.

En France, trois inondations majeures ont eu lieu entre 1997 et 2007 (1999, 2002 et 2003), causant 60 victimes et entraînant 3,2 M€ de dommages. En Europe, plus de 100 grandes inondations ont eu lieu entre 1998 et 2008, causant la mort de plus de 700 personnes.

Dans la nuit du 27 au 28 février 2010, la tempête Xynthia a touchée la Vendée. Cette catastrophe a provoqué la destruction de 35 000 hectares de terres agricoles, du réseau ERDF privant d'alimentation électrique jusqu'à 1,2 millions de foyers et a causé la mort de 29 personnes.

L'objectif du ministère de l'écologie est de réduire le nombre de victime et les dommages provoqués en sensibilisant les français aux risques d'inondation. Pour cela, l'application doit permettre de toucher l'ensemble de la population, et aider à mettre en place des plans d'évacuations.

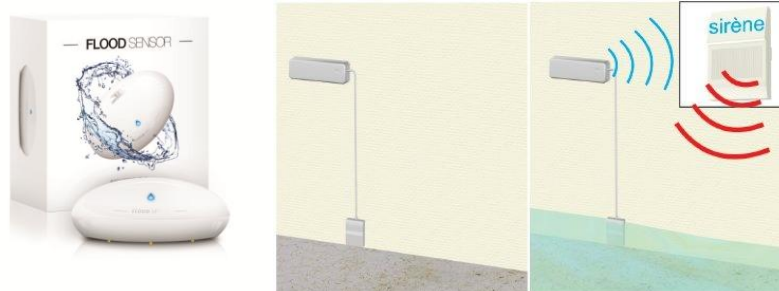
Le projet S-PRI est une solution permettant de répondre à ce besoin en améliorant la connaissance et l'information du public sur les risques d'inondation.

Etat de l'art

En ce qui concerne la position du projet S-PRI parmi les solutions voisines, il n'y a aucun autre produit répondant à ce besoin. Ce projet est totalement innovant dans le domaine de la réalité virtuelle.

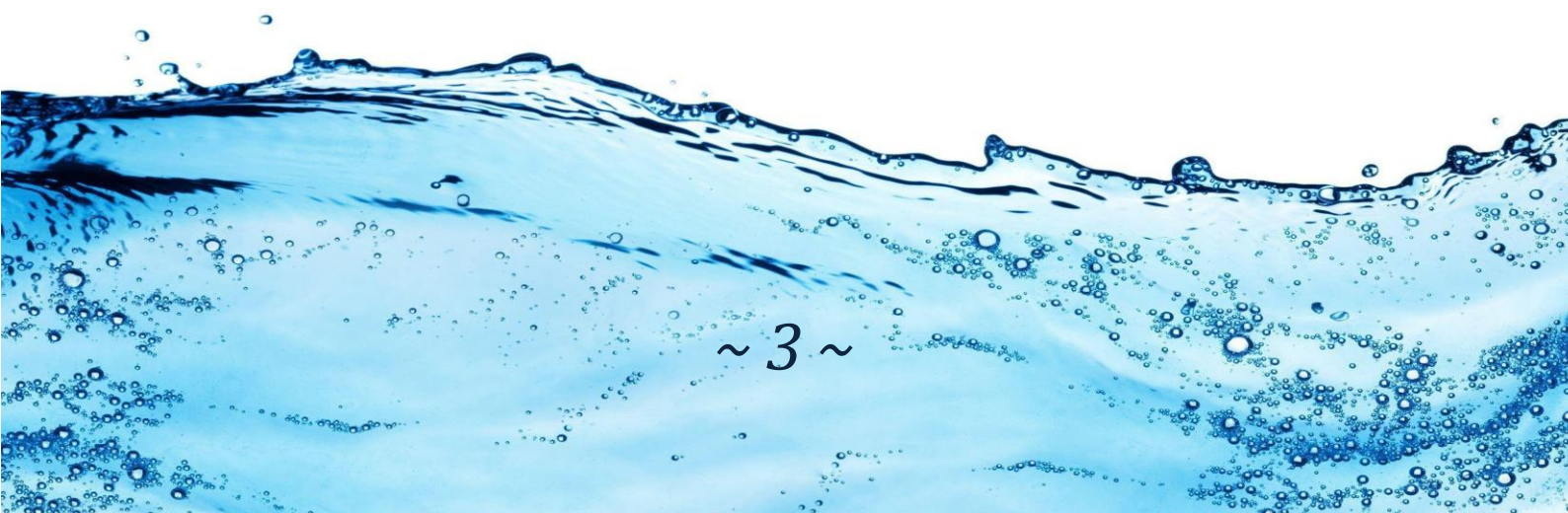
Certaines entreprises créent en ce moment des dispositifs de détection de l'inondation. Cependant, l'intérêt de notre projet consiste à prévenir les habitants sur les dangers envisageables alors que les dispositifs sur le marché indiquent lorsqu'une inondation se produit, ou bien de faire face à l'inondation.

Voici les produits que l'on peut trouver sur le marché actuel (exemple Fibaro) :



Lorsqu'un français achète un détecteur d'inondation, celui-ci entend une sirène quand le détecteur est au contact de l'eau. Quand la sirène du détecteur retenti, l'habitant a deux options :

- ◆ Faire face à l'inondation, ce qui met en danger sa vie et provoque des dommages sur son immobilier.
- ◆ Evacuer les lieux, ce qui peut provoquer un effet de panique si l'ensemble du voisinage fait de même et ralenti les secours par la même occasion.



Ressources Matérielles

Afin de garantir l'accès aux informations à tous, plusieurs techniques d'immersion et de rendu visuel seront disponibles. Cela va de la simple application gratuite ne nécessitant aucun frais à la salle de projection.

◆ *Application Smartphone/Tablette*

Pour cette technique, seul un Smartphone peut être nécessaire. Elle ne permet certes pas une grande immersion mais rend l'application ouverte à un grand nombre d'utilisateur. En effet, les outils déjà implémentés comme le GPS, le gyroscope, l'altimètre... rend l'utilisation de l'application possible avec un rendu visuel simple.



💧 *Lunettes de réalité augmentée*

Une autre technique consisterait à utiliser des lunettes de réalité augmentée. De cette manière on garderait la mobilité de l'application tout en augmentant l'immersion et la qualité du rendu visuel. De plus cette technologie permettrait d'appliquer un niveau d'eau virtuel, dans le monde réel, permettant ainsi de voir le terrain réel immergé virtuellement.

Les menus et options pourraient toujours se faire via un Smartphone ou une tablette gardant ainsi la simplicité d'interaction de ces dernières technologies.

Afin que les lunettes puissent communiquer avec le terminal il est nécessaire qu'elles soient équipées d'une technologie Bluetooth, ou lié directement au Smartphone.

Certes cette technique offre plus d'avantages que la précédentes mais son prix n'est pas accessible à tous. La solution serait donc que les mairie prêtent ou louent les lunettes aux particuliers souhaitant les utiliser. Cependant cette technique conviendrait parfaitement aux professionnels de l'immobilier.



💧 *Salle de réalité virtuelle*

La dernière technique offre le meilleur rendu et la meilleure immersion. En effet, elle consisterait en une salle de projection ainsi qu'un Smartphone ou une tablette pour naviguer dans les menus ou se déplacer dans le monde virtuel.

La salle de projection permettrait d'occuper la majeure partie du champ de vision voire la totalité (écran 360° par exemple). Les visites de groupes seraient aussi possibles offrant par exemple la possibilité de faire des démonstrations de scénario catastrophes à des secouristes ou des préventions pour les écoles.

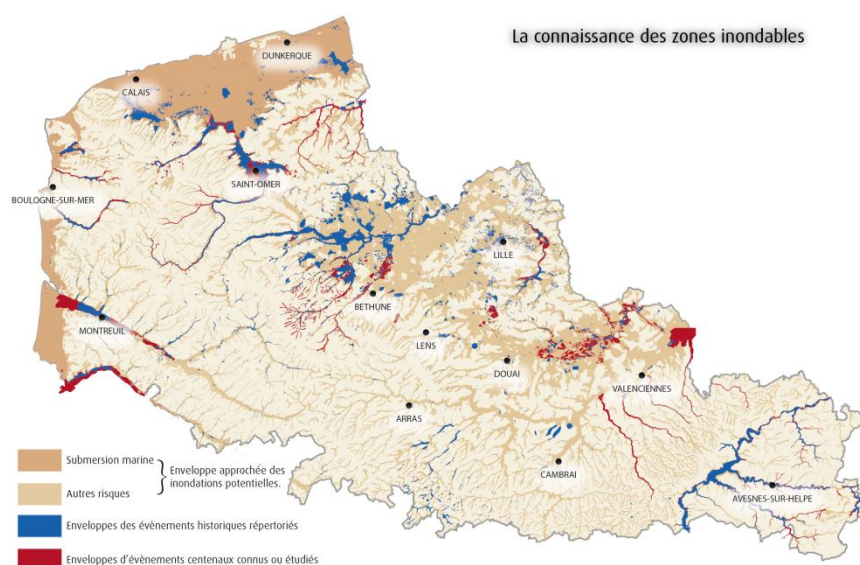
Quant au terminal il permettrait de se déplacer où l'on veut sans être obligé de revenir à un endroit précis dans la salle pour changer d'option ou se déplacer virtuellement.

La démonstration serait alors organisée par un « capitaine » qui gérerait les déplacements et les options. Cette technique est naturellement très coûteuse et ne serait donc disponible qu'aux mairies ou organisations les plus fortunées.

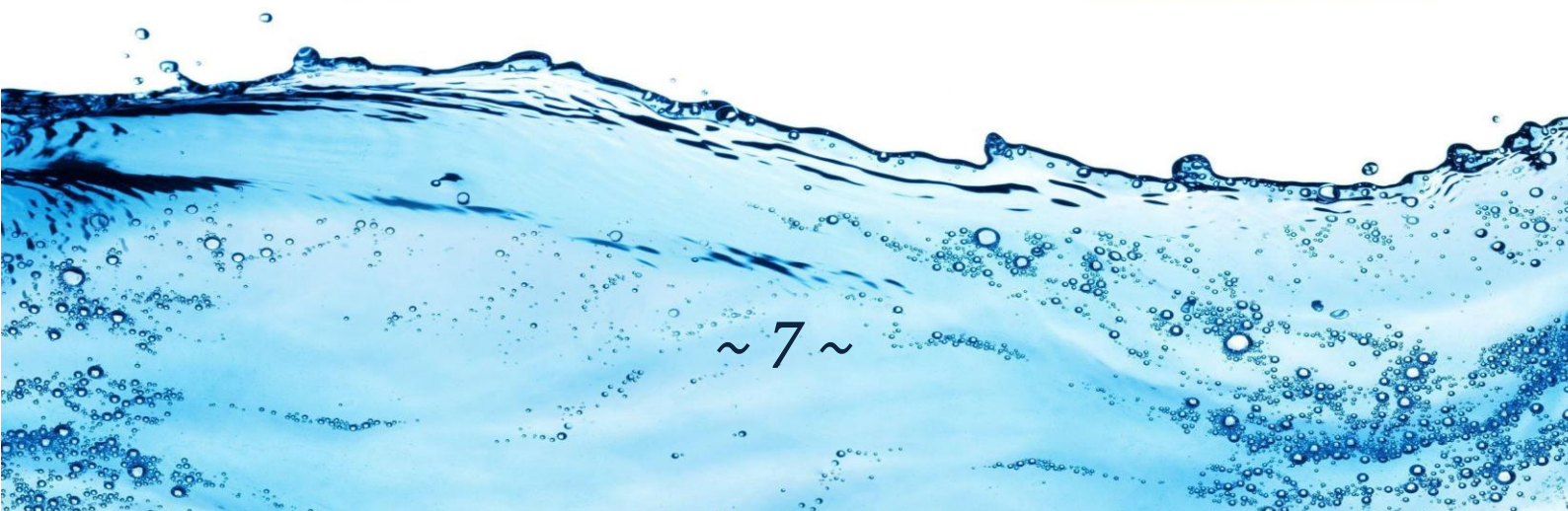
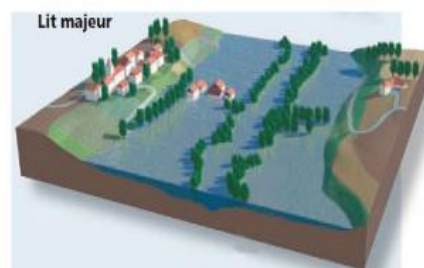
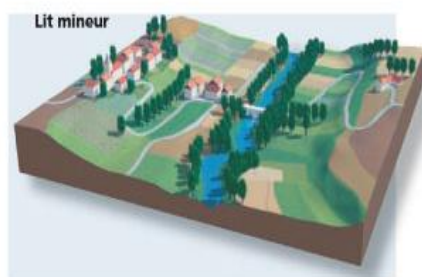
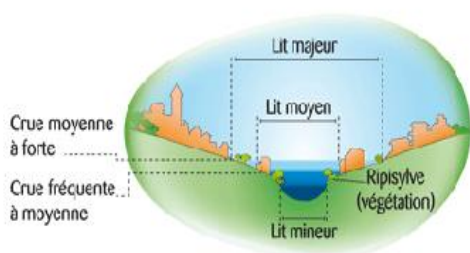


Collecte des données

Actuellement, Le ministère du développement durable élabore un atlas cartographiant l'ensemble des zones inondables du territoire français. Cet atlas a pour objectif d'élaborer des actions de préventions pour les services de l'Etat et est mis à disposition du public afin d'informer la population des risques possible d'inondation.



L'exemple de l'atlas indique simplement la hauteur du terrain en fonction du niveau de la mer. Les schémas suivant illustrent les conditions d'inondation pour les zones à risques.



Voici une méthode permettant d'anticiper la montée des eaux. Le calcul n'est sans doute pas d'une précision rigoureuse, mais peut donner une bonne idée du risque potentiel d'une marée sur la commune. Prenons l'exemple du 28 février 2010 :

- le niveau de la marée, en pleine mer : 6m18

FEVRIER 2010											
Date		Matin					Après-midi				
		Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur	Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur
dim	28	102	4h18	6.18m	10h43	0.42m	108	16h43	6.11m	22h58	0.40m

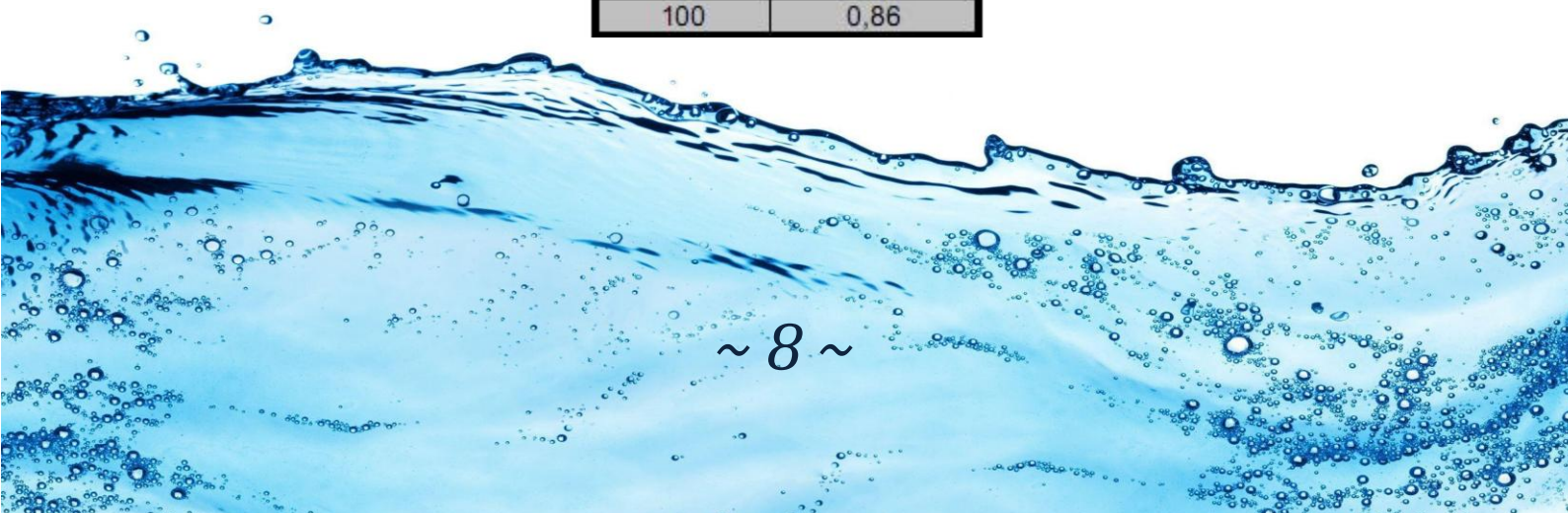
- la pression atmosphérique : 970Hpa
Ce qui implique une majoration de l'hauteur de l'eau de 43cm

Pression (Hpa)	Majoration hauteur d'eau (m)
970	0,43
975	0,38
980	0,33
985	0,28
990	0,23
965	0,48
970	0,43

- Prise en compte du vent moyen : 96km/h
Ce qui implique une majoration de l'hauteur de l'eau de 80cm

HEURE	NEB.	TEMPS	TEMP.	HUMIDEX	IRE	PRECIP.	PRESSION	VAR. SUR 3H	HUMIDITE		VISI	VENT		
									HR	P. ROSEE		DIR.	MOYEN	RAFALES
04h00 UTC 06h00 CEST			6,6°C	6,6	0,7			stable	63%	°C		ONO/290°	96 km/h	133 km/h

Vent (Km/h)	Majoration hauteur d'eau (m)
85	0,62
90	0,69
95	0,77
100	0,86



~ 8 ~

Ce qui nous amène au calcul suivant :

Marée + surcote liée à la pression + surcote liée au vent =
 $6\text{m}18 + 0\text{m}43 + 0\text{m}80 = 7\text{m}61$

A ce résultat, il suffit de soustraire la hauteur du terrain donnée par les cartes, ce qui fait 26cm en Vendée le jour de la tempête Xynthia.

On remarque par le biais de ce calcul, qu'il n'est pas facile d'anticiper les risques d'inondation avec le nombre de paramètre à prendre en compte.

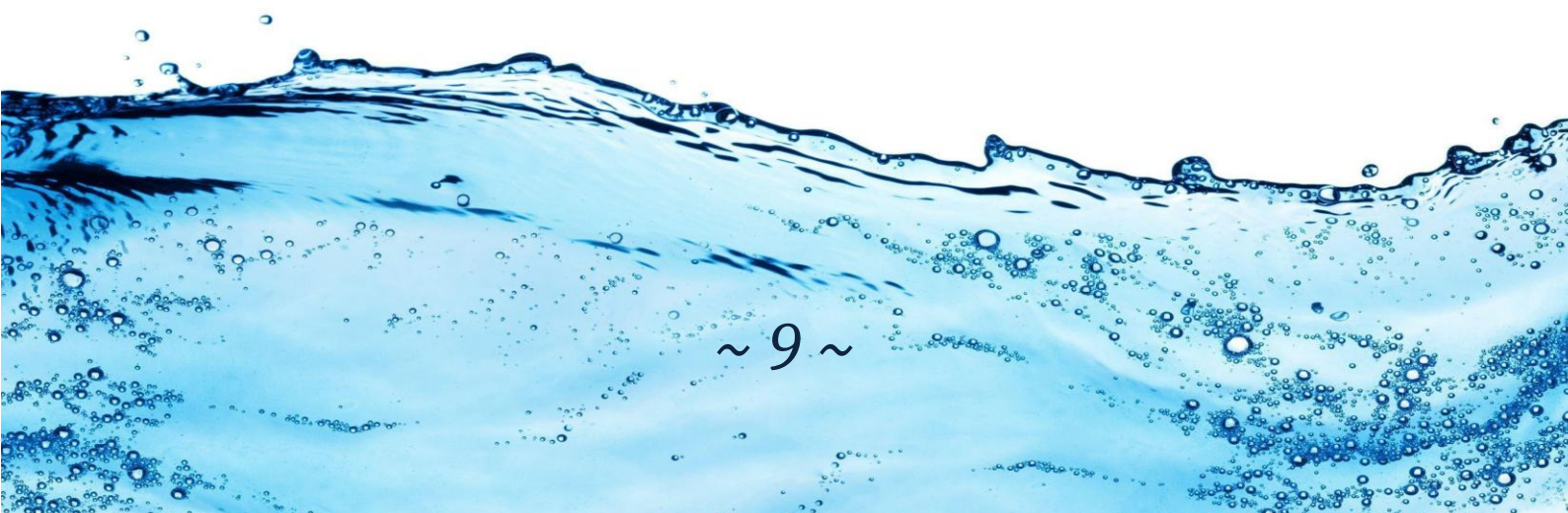
Afin d'obtenir toutes les données permettant de calculer le niveau d'eau prévu, il faut rassembler un bon nombre d'information. De plus, ces informations ne se situent pas au même endroit car chaque organisme fournit des données d'un domaine particulier.

En ce qui concerne le niveau de la marée, on peut obtenir les informations sur le site du SHOM (service hydrographique et océanographique de la Marine).

Pour obtenir la pression atmosphérique, et le vent moyen, il suffit d'aller sur le site de la météo. Toutes les informations sont disponibles gratuitement sur internet.

Afin d'avoir les historiques des inondations, il suffit d'aller sur le site du ministère de l'écologie nommé « cartorisque ». A l'aide de cartes d'inondation, il répertorie toutes les anciennes inondations. L'encyclopédie Wikipédia permet également de récupérer des dates importantes, principalement sur les inondations de la Seine depuis 1910.

Le projet S-PRI permet de regrouper les différentes informations récoltées dans les organismes afin de simuler une inondation et d'immerger le spectateur dans une situation d'inondation.



Financement

Depuis 1995, diverses mesures de réduction de la vulnérabilité et de prévention des risques sont financées par le Fond de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM). Ce fond est alimenté par les régimes d'assurances des particuliers contre les catastrophes naturelles (le prélèvement représente environ 120 millions d'euros en 2009).

Les aides financières de l'État permettent aux collectivités couvertes par un plan de prévention des risques inondation le financement de 50 % des études, 25 % des travaux de protection, 40 % des travaux de prévention.

Dans le cadre d'une implantation du projet dans toutes les communes de France, Il est envisageable de trouver un arrangement financier avec la collaboration du FPRNM.

Le projet S-PRI est avant tout un simulateur de prévention qui ne demande aucun investissement envers les utilisateurs. Les missions de prévention ne sont pas créées à des fins lucratives, ce qui permet l'égalité de l'information pour tous.

Logiciels

💧 Visualiser le niveau d'eau

S-PRI donne à l'utilisateur plusieurs actions possibles. L'objectif principal consiste à visualiser le niveau d'eau grâce à un système de réalité virtuelle. Le principe est de donner à l'utilisateur, le droit de modifier à sa guise le niveau de l'eau. De ce fait, il peut visualiser les conséquences de l'eau sur son environnement si elle atteint la hauteur indiquée.



L'application se compose d'une barre d'outils donnant la possibilité à l'utilisateur de modifier le niveau d'eau. Lorsque celui-ci clique sur l'icône « goutte », l'icône devient verte et un scroll apparaît, ce qui lui permet d'augmenter ou de réduire le niveau de l'eau.

Etant donné que l'affichage n'est pas très grand sur Smartphone, on fait en sorte que le menu disparaît s'il n'y a pas de contact avec l'écran dans un délai de 10 secondes.

💧 Anticiper dans le temps

Ensuite, S-PRI envisage de projeter l'utilisateur à travers le temps afin qu'il puisse voir les dégradations futures. A l'aide d'un curseur, il pourrait avancer la simulation sur une dizaine d'année afin d'anticiper les futurs climats dû au réchauffement climatique.



La projection dans le temps peut être très utile lorsque les médias annoncent un risque de grande marée ou de forte pluie dans une région. Grâce à S-PRI, la personne peut visualiser ce qui est annoncé par la météo.

Dans certain cas, où le risque est très important, l'application peut sensibiliser les habitants de la commune à suivre un plan d'évacuation afin de réduire les dommages. Si l'utilisateur n'a pas reçu l'information par les médias, il est envisageable de créer une alerte sur son Smartphone.

💧 *Revivre les anciennes inondations*

Pour finir, le projet S-PRI peut simuler des inondations historiques. A l'aide des informations sur les anciennes crues et des grandes inondations, il est possible de revivre ces moments.

On met à disposition une frise chronologique (scroll) avec l'ensemble des données récoltés, puis on applique le niveau d'eau. Cette spécificité peut être utile pour comprendre ce qui s'est produit et anticiper les inondations de demain.

Lorsque l'icône historique n'est pas grisée, cela signifie qu'il y a des informations historiques sur le lieu où l'utilisateur se situe. Il peut alors sélectionner l'une des dates disponibles.



Dans le cas ci-dessus, l'utilisateur a décidé de revivre l'inondation de la gare Saint Lazare de 1910. Le logiciel récupère les informations de cette journée et applique le niveau d'eau adéquate.

💧 *Salle de projection et lunette*

L'interface Smartphone nécessite de faire apparaître les boutons d'interaction sur le même écran qui permet de visualiser la scène. Lorsque l'on travaille dans une salle de projection ou que l'on utilise des lunettes de réalité augmentée, le Smartphone devient uniquement une interface de menu.

Dans les salles de projections, le Smartphone est dirigé par une seule personne. Celle-ci modifie la scène à l'aide du Smartphone et l'affiche se fait directement sur l'écran de projection.

De même lorsque l'utilisateur s'équipe de lunette, le logiciel détecte automatiquement la paire de lunette et adapte l'interface du Smartphone. Celui-ci devient alors un simple menu.



💧 Interface Web

L'interface web permet de simuler des inondations sans devoir être sur un lieu précis. L'idée est d'associer une application comme Google Street View avec le projet S-PRI.

L'intérêt de collaborer avec Google permettrait d'accroître la renommée du projet et également utiliser toutes les données et les images de Google.

Dans le même principe que l'application Smartphone, l'utilisateur choisit le lieu où il désire faire la simulation. Ensuite il peut utiliser la barre d'interaction avec les mêmes boutons que sur mobile.

De ce fait, l'interface reste identique sur l'ensemble des supports, ce qui facilite la prise en main de l'application, et que tous les utilisateurs peuvent obtenir le même niveau d'information.



Scénario d'usage

Après la tempête Xynthia, la France a subi de lourds dégâts, principalement en Vendée. Voici comment la catastrophe aurait pu être évitée à l'aide du projet S-PRI.

La famille Shepard composée de trois enfants vit en Vendée. Le père de famille est un homme d'affaire qui se déplace souvent pour son travail. Deux jours avant la tempête, il est en déplacement dans le sud de la France.

La veille de la catastrophe, il entend aux informations que la Vendée est en alerte orange pour des risques d'inondation. N'étant pas sur place, il regarde ce qu'il peut arriver à l'adresse de son domicile. Pour cela, il clique sur l'alerte de l'application, qui enregistre automatiquement les données de météo France. Ensuite il lance la simulation et voici ce qu'il voit :



Automatiquement, il contacte sa famille pour les avertir de l'inondation. Ses enfants n'étant pas conscient du danger, pensent que leur père se fait du souci pour rien. Cependant, l'un des enfants décide d'installer l'application S-PRI sur sa tablette.

Une fois l'application installée, il se positionne devant sa maison et lance la simulation correspondant à l'alerte de météo France. Il sélectionne l'outil « Temps » et se projette 5 heures plus tard. Voici ce qu'il obtient :



En montrant la simulation à ses frères, la famille décide de déplacer le mobilier à l'étage afin de préserver le plus de bien. Ensuite, ils quitteront la région.

La région est en état d'alerte orange, de ce fait, la mairie contacte les pompiers pour préparer les plans d'évacuation. La caserne se rassemble dans la salle de projection pour visualiser les dégâts et décider de la marche à suivre pendant la catastrophe.



Le capitaine dirige l'environnement à l'aide d'un Smartphone mis à disposition dans la salle. Il saisie les informations de l'alerte et visualise la ville inondée.

Il remarque avec ses collègues, qu'une partie de la ville sera totalement immergée, ils devront donc secourir toutes cette partie avant le début de l'intempérie.

A l'aide de S-PRI, les habitants sont prévenu à l'avance ce qui permet de réduire le nombre de perte humaine, de plus, les secours peuvent planifier les plans d'évacuation bien à l'avance.

Conclusion

De nos jours, il est impressionnant qu'aucune application de simulation des risques d'inondation ne soit commercialisée. Pourtant, les risques d'inondations sont très importants sur le territoire Français et dans le monde entier. L'inondation est l'une des catastrophes qui enregistre jusqu'à maintenant le plus grand nombre de dégât.

Il existe un nombre très important de données sur internet, qui sont enregistrées en temps réel par des organismes comme la météo. Afin de calculer les risques d'inondation, il ne suffit pas de vérifier le niveau de son terrain en fonction du niveau de la mer. Il faut prendre en considération une multitude de paramètre pour être certain de ce qui va se produire. Malheureusement, il n'y a aucun organisme qui enregistre ou regroupe toutes les informations nécessaires.

S-PRI permet de rassembler toutes ces données dans un simulateur. A l'aide d'outils simple, comme une tablette ou un Smartphone, il est possible de simuler et de sensibiliser la population aux risques de l'inondation. Le logiciel n'étant pas très compliqué à mettre en place, il peut facilement s'adapter à tout type de support (web, android, iphone...).

Le projet permet de répondre à un sujet d'actualité auquel personne n'a encore répondu. S'il permet de sauver des vies, il est grand temps d'invertir dans le projet S-PRI !