

FLOOD AR

Géovisualisation 3D, réalité virtuelle et réalité augmentée au service de la sensibilisation du public au risque d'inondation

Méthodologie

Consortium universitaire



Ce projet est cofinancé par l'Union Européenne, la CNR et l'Etat



Sommaire

Objectif du présent document	3
1. Vue d'ensemble de la méthode mise en œuvre dans le cadre du projet FLOOD AR	4
2. Description des différentes étapes de production des visuels	7
2.1. Modélisation 3D automatisée du territoire à partir de données géoréférencées.....	7
2.2. Représentation 3D des données hydrauliques	8
2.3. Ajout des points de repères.....	9
2.4. Exports vers des interfaces mobiles.....	9
3. Comment mettre en œuvre le projet ?	12

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.
Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



Projet FLOOD AR

Le projet *FLOOD in Augmented Reality* (FLOOD AR) a pour objectif de faciliter la sensibilisation au risque d'inondation des habitants en zone inondable. Ce risque est souvent sous-estimé par les riverains habitant près d'un fleuve ou d'une rivière : dans les cas du Rhône et de la Saône, des sondages réalisés par l'institut BVA en 2006, 2009 et 2013 sur la perception du risque d'inondation des populations riveraines du Rhône montrent qu'en l'absence de crues majeures, un sentiment de sécurité peut s'installer chez les riverains des fleuves et rivières. Il est donc important de développer la conscience et la connaissance du risque d'inondation et de la vulnérabilité des territoires auprès des riverains et usagers de ces territoires.

Le projet FLOOD AR propose des supports visuels géo-numériques 3D innovants pour présenter et expliquer le risque d'inondation aux personnes concernées afin qu'elles comprennent mieux comment le risque pourraient affecter leur territoire. Ces supports visuels peuvent être consultés de manière interactive sur des supports multiples (notamment tablettes et smartphones) afin d'élargir la diffusion possible de l'information sur le risque, permettant notamment la consultation in situ lors de ballades ou événements de sensibilisation sur les bords du fleuve.

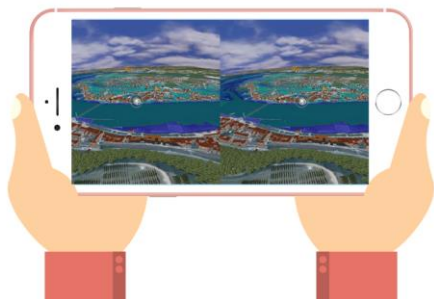


Figure 2: Dispositif sur smartphone pour visualisation immersive dans un casque de réalité virtuelle



Figure 1: Dispositif sur tablette

L'utilisation de visuels 3D interactifs peut améliorer la compréhension du déroulement d'une crue, en montrant la manière dont l'inondation affecte un territoire en volume, dans l'espace ainsi que dans le temps. Ces visuels peuvent compléter les cartographies réalisées pour des objectifs principalement réglementaires (par exemple pour l'élaboration des Plans de prévention des risques d'inondation) et qui donnent une information essentiellement statique (règlement ou hauteur d'eau

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



maximum pour la crue prise pour référence) sans montrer explicitement où et comment se déroule la montée des eaux.

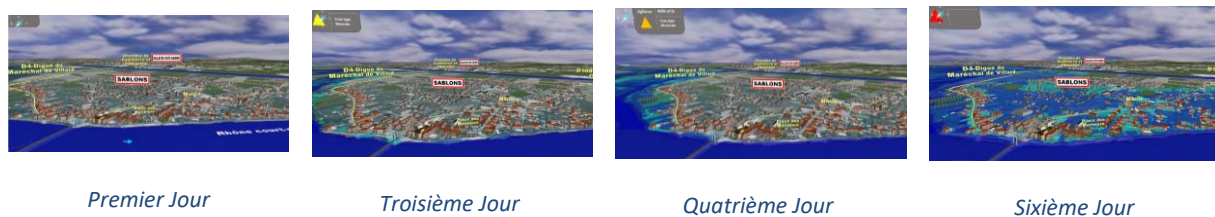


Figure 3: Evolution d'une crue dans le temps

Réalisés à partir de bases de données géoréférencées du Référentiel à Grande Echelle de l'Institut Géographique National (IGN), ce type de visuels 3D peut être produit sur n'importe quel territoire français, à condition de disposer de données hydrauliques relatives aux crues affectant ce territoire. Cela permet d'avoir des représentations adaptées à chaque situation locale et aux particularités du territoire, assurant la reproductibilité de la démarche FLOOD AR.

Le projet a permis de développer des méthodes et outils pour répliquer la démarche, et de produire un retour d'expérience de l'utilisation expérimentale de ces dispositifs sur un territoire rhodanien, le territoire de compétences du Syndicat mixte du Rhône court-circuité Loire Ardèche Isère et Drôme - SMIRCLAID. Des expérimentations avec les riverains du Rhône sur ce territoire ont été menées en juin et septembre 2016 lors d'événements de sensibilisation.

Objectif du présent document

Ce document est un des livrables du projet FLOOD AR. Il synthétise les méthodes et outils utilisés pour la production des dispositifs visuels expérimentés auprès des riverains du Rhône en juin et septembre 2016.

Ces dispositifs sont des visites virtuelles interactives visualisables sur des terminaux mobiles. Selon l'appareil utilisé, la visite est différente. Dans le cas d'une visualisation sur tablette, il s'agit d'une vue générale sur un ouvrage ou sur la commune pour permettre à l'utilisateur de voir l'étendue spatiale des débordements et de la montée des eaux lors d'une crue. La visualisation sur smartphone permet l'utilisation d'un casque de réalité virtuelle afin d'immerger l'utilisateur dans une scène modélisée en 3D représentant un lieu emblématique de la commune.



Figure 4: Utilisation des outils smartphone et tablette in-situ

1. Vue d'ensemble de la méthode mise en œuvre dans le cadre du projet FLOOD AR

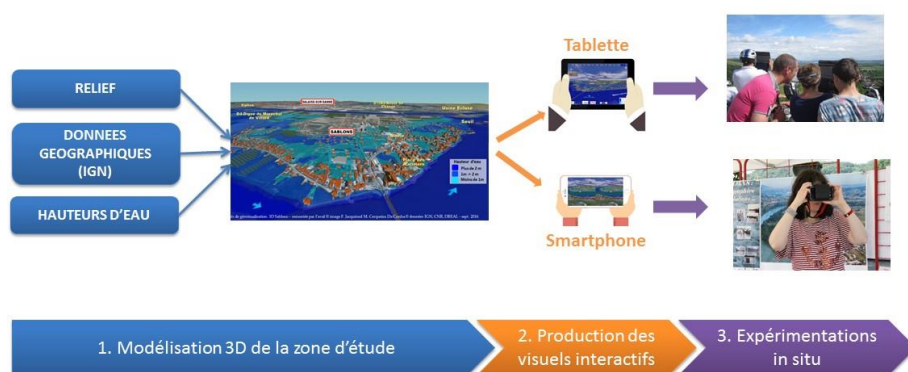


Figure 5: Schéma de la démarche générale

La première étape de production de la maquette consiste en la création du socle 3D en regroupant les différentes bases de données nécessaire à sa création ; ces données sont ensuite vérifiées, modifiées et mises à jour si besoin à l'aide d'un logiciel SIG.

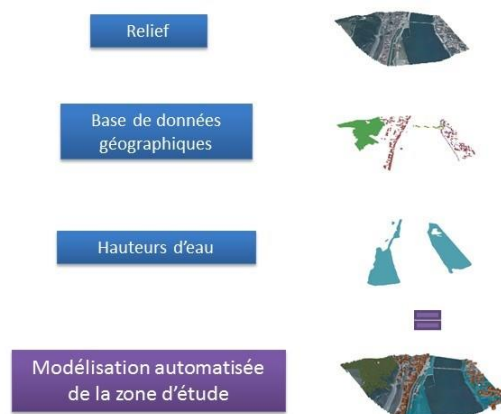


Figure 6: Schéma de l'étape 1: la modélisation automatisée de la zone d'étude

Dans un second temps, il faut modéliser en 3D certains points de repères qui sont nécessaires pour que l'utilisateur reconnaisse facilement le territoire modélisé. Le cas échéant, il faut également modéliser les différentes scènes 3D (lieux publics connus des riverains) qui seront visualisées sur smartphone avec le casque de réalité virtuelle. Pour ce faire, il faut utiliser un logiciel de modélisation 3D (cf. tutoriel en annexe 1) ainsi qu'un logiciel de retouche photo pour adapter les différentes textures des objets.

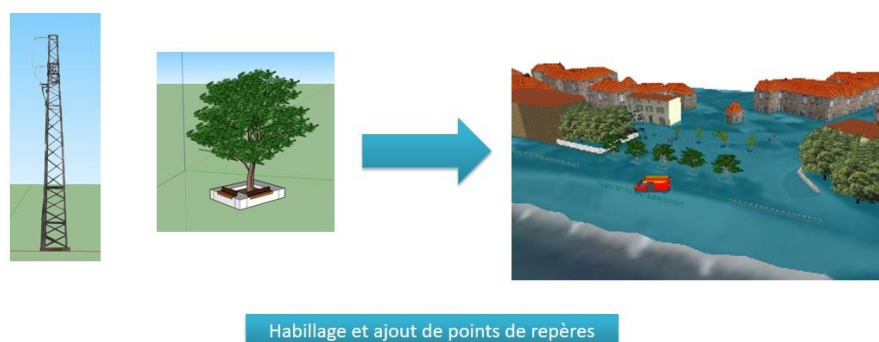


Figure 7: Schéma de l'étape 2: l'habillage et l'ajout de points de repères

Une fois le socle 3D préparé ainsi que les objets et les scènes 3D modélisés, il est possible de passer au maquettage 3D dans un logiciel SIG dédié à la 3D. La génération de la maquette 3D permet de générer les différentes captures nécessaires à la production de la visite virtuelle interactive (cf. le tutoriel en annexe 2).

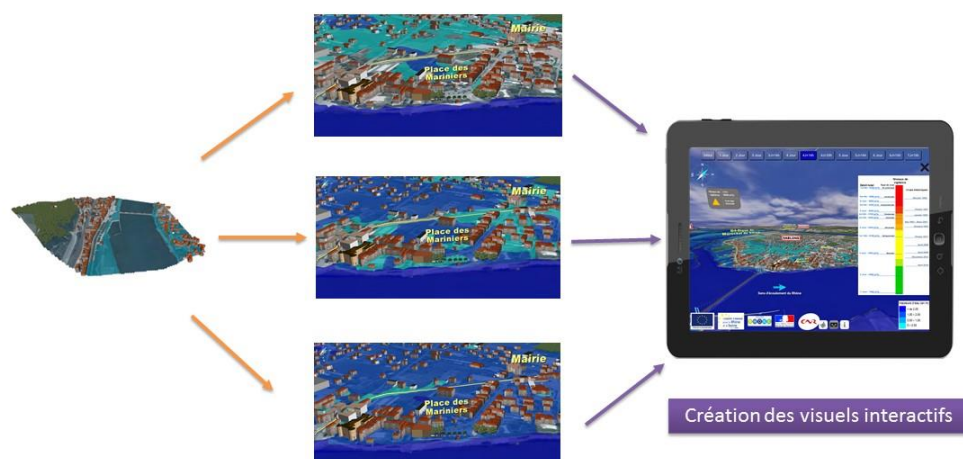


Figure 8: Schéma de l'étape 3: la création des visuels interactifs

Une fois ces étapes réalisées, il est possible de générer les visuels interactifs (cf. tutoriel en annexe 3).

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



2. Description des différentes étapes de production des visuels

2.1. Modélisation 3D automatisée du territoire à partir de données géoréférencées

Les données de l'IGN et plus précisément la BD TOPO (base de données topographique) et la BD ORTHO (photographie aérienne à 50 cm de résolution) ont servi de socle afin de créer et d'habiller la maquette 3D utilisée pour le projet. Les couches vectorielles sont visualisables sur n'importe quel logiciel SIG et contiennent différentes informations comme l'altitude et/ou la hauteur des objets de la base. Ces informations d'altitude et de hauteur servent à faire apparaître le relief, les bâtiments en 3D ou bien la végétation présente sur ledit territoire.

Parmi les couches présentes dans la BD TOPO de l'IGN, seules certaines couches ont été utilisées car utiles pour le projet :

- « Bâti indifférencié » qui regroupe tout le bâti de plus de 20m² ne possédant pas de fonction particulière.
- « Bâti industriel » regroupant tout le bâti de plus de 20m² à caractère industriel, commercial ou agricole.
- « Bâti remarquable » qui regroupe tout le bâti de plus de 20m² possédant une fonction autre qu'industrielle
- « Construction légère » regroupant toutes les structures légères non attachées au sol par l'intermédiaire de fondations mais aussi tous les bâti quelconque ouvert au moins sur un côté.
- « Zone végétation » qui regroupe tout l'espace végétal naturel ou non différencié selon le couvert forestier.

Un des intérêts de ces données est qu'elles sont déjà prêtes pour l'utilisation 3D avec la valeur d'altitude (du Z) pour chaque polygone, permettant ainsi l'extrusion des bâtiments de manière automatique. La présence de la donnée d'altitude fait gagner énormément de temps à l'utilisateur.

Cependant, il faut souvent faire certaines modifications pour adapter les bases de données à l'utilisation voulue, par exemple sur la végétation afin qu'elle ne cache pas l'inondation, mais aussi faire attention à ce que les bases de données des bâtiments soient à jour (notamment en faisant attention aux constructions récentes et/ou démolitions qui ne sont pas obligatoirement répertoriées dans la base de données) et que l'information sur la hauteur des bâtiments soit réellement renseignée, ce qui n'est pas forcément le cas même s'il y a bien un polygone prévu pour tel ou tel bâtiment.

Ces vérifications et/ou modifications géomatiques peuvent prendre du temps, en fonction de la superficie du territoire à modéliser.

L'utilisation de levés LIDAR, s'ils sont disponibles, peut aider dans cette tâche, car la modélisation automatisée à partir des données IGN ne donne qu'une vision schématique du territoire. Avec des données LIDAR, il est possible d'avoir la hauteur précise de tous les bâtiments présents sur le territoire, voire la forme des toits, au moment du passage du drone mais aussi la hauteur de la végétation. Cette technologie permet de gagner en précision, mais nécessite un traitement particulier et a un certain coût (coût de l'acquisition des données si elle n'existe pas). La photogrammétrie par drone pourrait permettre également d'obtenir automatiquement un modèle de base 3D précis (attention à la structuration de la donnée produite en objets distincts et identifiés dans ce dernier cas). Néanmoins, la modélisation à partir des données de l'IGN peut suffire pour une lecture du paysage et de la morphologie du territoire à l'échelle d'une ou plusieurs communes.

2.2. Représentation 3D des données hydrauliques

L'objectif de FLOOD AR est d'éveiller ou de réveiller la conscience du risque chez les habitants en zone inondable en leur montrant le déroulement d'une crue dans l'espace et le temps. Pour ce faire, il est nécessaire de générer des données hydrauliques temporelles, c'est-à-dire de déterminer des enveloppes inondables et des hauteurs d'eau par pas de temps pour le déroulement d'une crue modélisée prise pour référence.

De nombreuses données temporelles ont été générées dans le cadre du projet (25 pas de temps environ pour une crue de type bi-centennale, soit une cartographie des hauteurs d'eau toutes les 8h). Lors de la construction des dispositifs de sensibilisation, et après concertation avec les spécialistes de la DREAL, seulement un certain nombre d'entre eux ont été retenus afin de montrer le déroulement de la crue de manière pédagogique. Il ne fallait pas qu'il y ait trop de pas de temps à explorer afin d'éviter un trop plein d'information : seuls les pas de temps les plus pertinents pour le déroulement de la crue ont été choisis et commentés pour être décrits par les médiateurs qui utilisaient les dispositifs visuels comme support d'illustration et d'explication lors des événements de sensibilisation.



Quatrième jour, 20h



Cinquième jour, 16h



Septième jour, 16h

Figure 9: Différents pas de temps montrant différentes hauteurs d'eau

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



2.3. Ajout des points de repères

La modélisation de certains points de repères est également nécessaire car ils permettent à l'utilisateur de se repérer dans l'espace. La modélisation des ouvrages hydrauliques est importante car il s'agit à la fois d'éléments emblématiques du paysage local et d'éléments structurants pour la gestion du fleuve. Leur modélisation en 3D permet également d'expliquer leurs rôles vis-à-vis des crues et parfois de démentir certaines idées préconçues sur leur rôle en cas de crue.

Pour les ouvrages il est nécessaire de passer par un logiciel de modélisation 3D. La création des ouvrages peut prendre un certain temps, en fonction de la complexité de leur architecture et de leur nombre sur le territoire. Une fois modélisés, les ouvrages sont ensuite intégrés dans la maquette 3D afin de lui donner plus de réalisme mais aussi pour pouvoir expliquer leurs fonctionnements hydrauliques en cas de crues.

D'autres objets ont dû être également modélisés car ils ressortaient visuellement dans le paysage et ne pouvait pas échapper à une modélisation 3D, comme le pont routier ou les grands pylônes électriques dans le cas de Sablons.

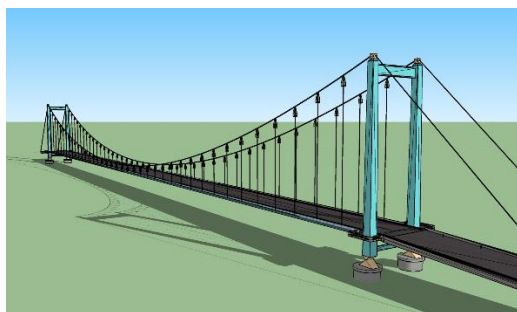


Figure 10: Pont routier de Sablons

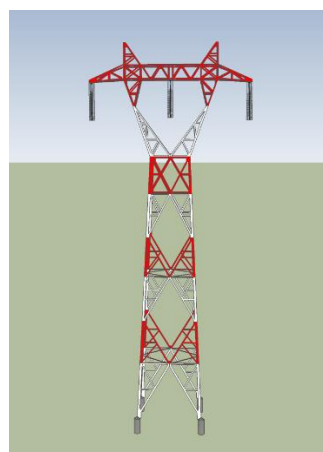


Figure 11: Pylône électrique

2.4. Exports vers des interfaces mobiles

Les visuels 3D sont visualisables sur des terminaux mobiles tels que des smartphones ou des tablettes mais il est également possible de les visualiser sur ordinateur grâce à une version web au format HMTL (visualisable avec n'importe quel navigateur web sans plugin). Grâce à ces différents types d'exports, il est possible d'interagir avec les modélisations 3D temporelles d'un territoire et d'une crue donnée de différentes manières.

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



Dans tous les cas, l'utilisateur peut faire défiler la crue dans le temps en choisissant le pas de temps qu'il souhaite afficher à l'écran ; il peut ainsi voir l'état initial de l'aléa et le comparer avec un état plus avancé de la crue ou inversement autant de fois qu'il le désire.



Figure 12: Menu avec lequel il est possible de changer de pas de temps pour voir défiler la crue dans le temps

Il peut aussi se déplacer dans la simulation à l'aide du zoom, des flèches de directions et de la souris pour la version web ou à l'aide de ses doigts et de l'écran tactile pour les versions tablette et smartphone.

Avec la version smartphone, il est également possible d'utiliser un casque de réalité virtuelle afin de s'immerger complètement dans une scène modélisée en 3D afin de se rendre compte de la montée des eaux à une échelle plus locale. Dans ce cas-là, l'utilisateur ne navigue plus avec ses doigts mais mets sa vue ainsi que son corps à contribution, réveillant alors des nouvelles sensations qui ne pourraient pas être provoquées avec une carte en 2D ou une visualisation 3D sur écran. Dans ce cas-là un pointeur au centre de l'écran permet de viser différents menus grâce aux mouvements de l'utilisateur.



Figure 13: Navigation dans les vues immersives

Les boutons de navigations permettent de passer d'un pas de temps à un autre quand ils sont pointés avec le viseur. Il est possible qu'avec certains casques, une manette puisse être utilisée pour naviguer entre les pas de temps.

Des informations supplémentaires peuvent être intégrées aisément aux interfaces de consultation sur dispositif mobile et tactile. Les dispositifs produits dans le cadre du projet FLOOD AR incluent des

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



informations sur le débit, le niveau de vigilance, le type de crue et la hauteur d'eau. Ces informations peuvent être consultées en même temps que la découverte de la maquette 3D, grâce à une légende ancrée sur l'écran et/ou à un « tableau de bord » qui varie en fonction du pas de temps affiché.

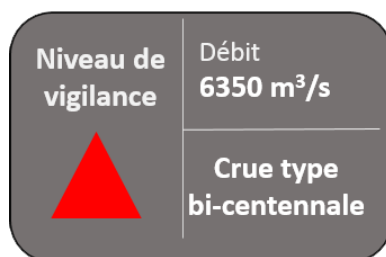


Figure 14: Tableau de bord

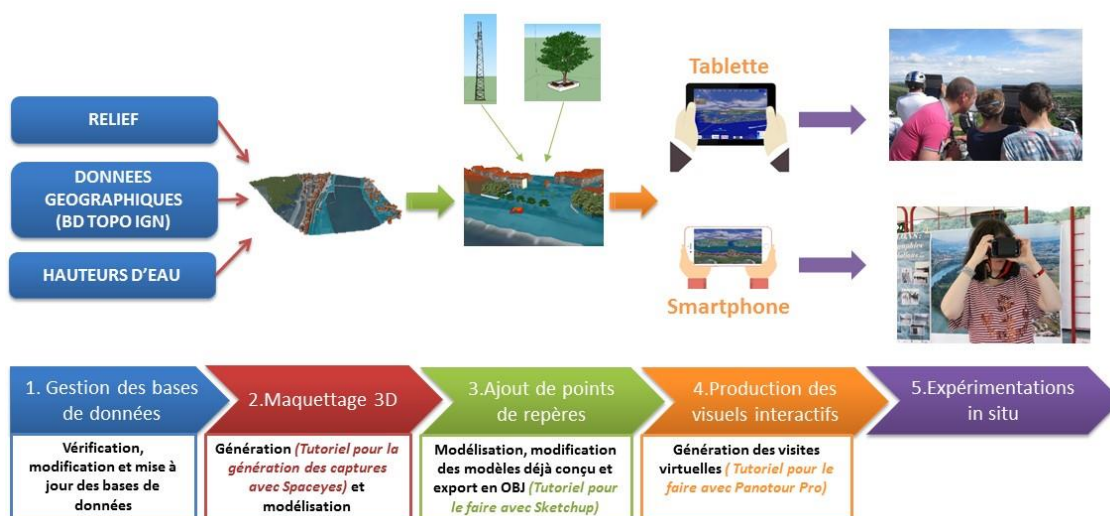


Figure 15: Aperçu du dispositif

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020

3. Comment mettre en œuvre le projet ?



3.1. Données nécessaires

Comme expliquer dans la partie précédente voici les données nécessaires pour mettre en œuvre le projet :

Les ressources nécessaires: les données

DONNÉES DÉCRIVANT LE TERRITOIRE	DONNÉES TEMPORELLES SUR LA CRUE
Relief des zones inondables, pour la représentation 3D Source: levés topographiques	Hauteur d'eau (par exemple par enveloppe) – pour chaque phase de la crue Source: modélisation hydraulique
Occupation du sol (bâti, routes, végétation) Source: BD TOPO IGN	Débits pour chaque phase de la crue Source : modélisation hydraulique
Photos prises sur le terrain, pour texturer des points de repères	Niveau de vigilance associés Source : services de l'Etat



Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



3.2. Outils utilisés

Les ressources nécessaires: matériel et logiciels

LOGICIELS

Un logiciel SIG, pour gérer les bases de données (édition, mise à jour)

Un logiciel de maquettage 3D pour modéliser le territoire en 3D à partir des BD géographiques

Un logiciel de modélisation 3D pour modéliser des points de repères du paysage local

Un logiciel de retouche photo pour texturer des points de repères du paysage local

Un logiciel de création de visite virtuelle pour créer les interfaces de consultation pour tablettes et smartphones

ET AUSSI....



Ordinateur, connexion internet, tablette et/ou smartphone pour les tests, appareil photo pour les photos sur site (modélisation des points de repères du paysage local)

Afin de mettre en place le projet FLOOD AR sur le territoire rhodanien du Syndicat mixte du Rhône court-circuité Loire Ardèche Isère et Drôme, il a été nécessaire d'utiliser plusieurs types de logiciels :

- Un logiciel SIG : par exemple Arcgis (payant) ou Qgis (gratuit)
- Un logiciel de modélisation 3D : par exemple Sketchup (gratuit mais limité pour certaines fonctions ; la version payante offre pour plus de facilité pour certaines opérations)
- Un logiciel d'édition d'images : par exemple Photoshop (payant), Photofiltre (gratuit) et/ou GIMP (gratuit)
- Un logiciel de maquettage 3D : par exemple Spaceyes (payant)
- Un logiciel de création de schémas (pour les tableaux de bord notamment) : par exemple Powerpoint (payant) ou LibreOffice (gratuit) ou Inkscape (gratuit)
- Un logiciel de création de visite virtuelle : par exemple Panotour Pro (payant)

Pour la vérification et la modification des bases de données cela se fait avec l'outil SIG utilisé, tandis que les logiciels de modélisation 3D et d'édition d'images ont été choisis pour modéliser les objets et ensuite les texturer. Les logiciels d'édition d'images ont notamment servi à recadrer les photos, ou à effacer des éléments en trop. Tous les objets modélisés avec Sketchup ont été géolocalisés puis exportés dans un format 3D pour intégration à la maquette 3D, comme cela est expliqué dans le premier tutoriel en annexe 1.

Le logiciel de maquettage 3D Spaceyes 3D (logiciel propriétaire et payant) a été mobilisé pour modéliser la maquette en 3D, à l'aide des bases de données géo-numériques décrits ci-dessus. Le logiciel de traitement d'image libre et gratuit GIMP a été utilisé pour redimensionner les captures du

Projet mené par l'UMR « Environnement, Ville, Société », composante ISTHME (Université de Saint-Etienne) - Projet financé par l'Union Européenne (fonds FEDER), le volet « Inondations » du Plan Rhône, la Compagnie nationale du Rhône.

Géovisualisations 3D est co-financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Rhône-Saône 2014-2020



ciel utilisées pour la visite interactive et grâce à PowerPoint, il a été possible de créer facilement des « tableaux de bords » qui permettent de conserver à l'écran les informations concernant la crue (le logiciel libre et gratuit LibreOffice peut également être mobilisé pour cette tâche). Ces « tableaux de bords » ainsi que tous les objets 3D modélisés sont intégrés au logiciel de maquettage 3D avant la génération finale des captures qui sont utilisées pour la production de la visite virtuelle (la génération des captures finales est expliquée dans le deuxième tutoriel annexe 2).

A l'aide de Panotour Pro (logiciel propriétaire et payant), les visites virtuelles interactives ont été générées, comme cela est expliqué dans le tutoriel numéro trois annexe deux. Le logiciel met à disposition certaines fonctionnalités qui permettent à l'utilisateur d'interagir avec la maquette ; d'autres fonctionnalités qui n'ont pas obligatoirement été utilisées pour ce projet, sont également disponibles comme le fait de pouvoir visualiser un diaporama, ajouter une piste sonore ou même regarder une vidéo. Chaque visite peut donc être personnalisée en fonction des besoins de chaque territoire et de chaque événement de sensibilisation. Des équivalents gratuits existent pour la création de visites virtuelles, Panotour Pro a été choisi ici pour ses fonctionnalités avancées et l'application correspondantes fournie et maintenue par l'éditeur du logiciel qui permet la visualisation des visites virtuelles sur tablettes et smartphones sous système d'exploitation iOS ou Android. Le troisième tutoriel en annexe 3 décrit l'ensemble des manipulations dans Panotour Pro pour créer des visites virtuelles.