PPRI DES PIEDS DE COTEAUX DES WATERINGUES

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction Départementale des Territoires et de la Mer Pas-de-Calais

Méthode de réalisation de la phase aléa historique

PHASE 1

Livrable

L1

Table des matières

INTRODUCTION : de l'intérêt de la phase historique....6

Partie - 1 Méthodologie de collecte des données....10

1.1 Les informations que l'on cherche à collecter....11
1.2 Les différentes sources de données exploitables....13
1.2.1 Collecte des données historiques....13
1.2.2 La collecte des données « enjeux »....22
1.2.3 Les enquêtes de terrain....23
1.3 La plate-forme cartographique : un outil dynamique de recueil des témoignages....28
Partie - 2 Hiérarchisation et fiabilisation des données....30

2.1 Utilisation d'une base de données bibliographique et géographique....31
2.2 La hiérarchisation des données à l'intérieur de la base....32
2.2.1 Base de données bibliographique....32
2.2.2 Base de données SIG....35
2.2.3 Lien entre les parties spatiale et bibliographique de la base de données....40
2.3 La fiabilisation des informations collectées....42
Partie - 3 Exploitation synthétique des données récoltées....44

3.1 Les fiches repères de crue....45
3.2 Les cartographies d'aléas historiques....47
3.2.1 Les modes de représentation des informations historiques....47
3.2.2 Reconstitution numérique des contours d'inondation....48
3.2.3 Exemples de cartes synthétisant les phénomènes historiques....53
3.3 Les cartographies de fonctionnement hydraulique....57
3.4 Une première version de la cartographie des enjeux....59
3.4.1 Les types d'enjeux à prendre en compte....59
3.4.2 Exemples de cartes synthétisant les enquêtes enjeux....59
3.5 Les synthèses communales....62
Annexes....64

Index des illustrations

Figure 1: Méthodologie globale de réalisation de la phase 1.....9
Figure 2: Base de données Gallica.....17
Figure 3: Extraction de la base "CatNat" pour la commune de Calais 18
Figure 4 : Distribution des arrêtés CatNat par commune sur le territoire des pieds de coteaux des Wateringues.....19
Figure 5 : Article en ligne de la voix du Nord.....20
Figure 6: Vidéo d'inondation à Polincove au cours de la crue de novembre 2009 (Source : TF1, http://www.wat.tv/video/dernieres-images-inondations-1yewg_2i6xp_.html).....21
Figure 7 :Tablette numérique qui sera utilisée sur le terrain avec SIG embarqué.....27
Figure 8 : Plate-forme cartographique du PPRI ruissellement du bassin versant de la Lys (Source : PROLOG-INGENIERIE).....28
Figure 9: Exemple d'architecture de la partie bibliographique de la base de données utilisée pour le PPRI de la Rhonelle.....32
Figure 10 : Exemple d'architecture de la partie spatiale de la base de données tiré du PPRI de la Rhonelle 35
Figure 11 : Lien entre base bibliographique et base SIG, ce lien permet la retranscription cartographique de l'information historique via un tableur (sources images : internet).....41
Figure 12 : Exemple de fiche repère de crue (Source : PPRI NO Lille).....46
Figure 13 : Exemple de codification des témoignages et laisses d'inondation ponctuels.....47
Figure 14 : Reconstitution des emprises inondées (étape1).....49
Figure 15 : Reconstitution des emprises inondées (étape2).....51
Figure 16: Illustration des problèmes liés à une discontinuité de la ligne d'eau sur un profil en long de cours d'eau.....53
Figure 17 : Cartographie synthétique des phénomènes de ruissellement historiques à Halluin, Neuville-en-Ferrain et Roncq (Source : PPRI NO Lille).....54
Figure 18 : Cartographie synthétique des crues historiques à Thiant-sur-Ecaillon (Source : PPRI de

l'Ecaillon).....55
Figure 19 : Cartographie synthétique des crues historiques à l'échelle du bassin versant de l'Ecaillon (Source : PPRI de l'Ecaillon).....56
Figure 20 : Cartographie synthétique du fonctionnement hydraulique/morphologique du bassin versant de la Lys (Source : PPRI NO Lille).....58
Figure 21: Carte d'occupation des sols simplifiée du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues (Source : SIGALE).....60
Figure 22 : Cartographie des enjeux ponctuels de gestion de crise et de la vulnérabilité du bâti à Douchy-les-Mines (Source : PPRI de la Selle).....61
Figure 23 : Exemple de la synthèse communale de la commune de Thiant-sur-Ecaillon (Source : PPRI de l'Ecaillon).....63

Index des tables

Tableau 1.1: Inventaire des études antérieures (au 15 avril 2015).....14

Tableau 1.2 Inventaire des sources de données exploitables pour la collecte des enjeux.....22

Tableau 2.1: Architecture type de la table attributaire des couches SIG (les champs situés sous la ligne rouge sont propres à une information géoréférencée au sein de la partie spatiale de la base de données).....39

Tableau 2.2 Indice de fiabilité des informations historiques collectées.....43

INTRODUCTION : de l'intérêt de la phase historique

Introduction

Le présent livrable est consacré à la description de la méthodologie de réalisation de la phase aléa historique, constitutive de la phase 1 « Connaissance du territoire, des événements historiques et des enjeux » dont les objectifs sont :

- **la collecte, la hiérarchisation et la fiabilisation des données historiques** relatives aux inondations ayant pris place au sein du territoire du bassin versant (débordement, ruissellement et remontée de nappe). Ces informations permettront de construire les cartes d'aléas historiques pour les principaux événements recensés ;
- **la délimitation des enjeux PPRI ainsi que la classification et l'identification des enjeux de gestion de crise.**

Cette phase de recherche d'informations (historiques ou liées aux enjeux) est primordiale pour la suite de l'étude, en effet :

- du point de vue de la **compréhension globale du fonctionnement hydraulique du bassin versant**, ces données autoriseront une meilleur appréhension de la dynamique de formation de crues, du fonctionnement des ouvrages (stations de pompage, écluse, vanne, …), des hétérogénéités en termes d'ampleur des dégâts, des spécificités propres aux zones rurales (ruissellement agricole) et urbanisées (ruissellement urbain) :
- d'un point de vue **technique**, ces informations vont permettre de valider le comportement du modèle hydraulique qui sera construit pendant la phase 2 « Méthode et qualification de l'aléa de référence du PPRI ».
- du point de vue de **la concertation**, et c'est un point primordial, les enquêtes qui seront menées auprès des élus, et donc indirectement auprès de la population, vont leur permettre de s'approprier la démarche PPRI, d'en être des acteurs à part entière dès le début de la procédure et donc, de mieux l'accepter. En effet, notre retour d'expérience montre que certains acteurs locaux reprochent souvent aux bureaux d'étude « *de ne pas venir sur le terrain* » ou encore « *de ne pas les avoir consulté alors qu'ils détenaient des informations sur les inondations passées* ». Le principe d'une concertation transparente et « alimentée » en continu, tout au long de l'étude, est un des objectifs principaux du PPRI. De plus, la prise en compte de leurs informations ou remarques est un gage de précision pour les modélisations hydrauliques mises en place dans la suite de l'étude ;
- enfin, en termes de **réactivation de la mémoire du risque**, ces enquêtes devraient nous permettre de retrouver la trace d'épisodes historiques passés, parfois oubliés, d'une ampleur très rarement observée. L'objectif est donc de confronter les élus et la population à la vulnérabilité de leur territoire face aux inondations (et notamment d'expliquer pourquoi les discours du type « *on n'a jamais vu un tel niveau d'eau à cet endroit donc ce n'est pas possible* » ne sont pas valides) et de les sensibiliser à la notion de crue de référence centennale[1].

1 La crue centennale est une crue dont la probabilité d'occurrence est de 1% chaque année. Globalement, la

Le présent rapport est divisé en trois parties :

- un premier chapitre décrit les méthodes de collecte des données, en distinguant le volet historique et le volet enjeux, qui seront utilisées en phase 1 ainsi que le déroulement des enquêtes de terrain;
- la seconde partie explique comment ces données seront hiérarchisées et fiabilisées au sein d'une base de données globale;
- enfin, la dernière section s'attache à décrire la manière dont les données collectées seront exploitées afin de présenter des rendus synthétiques et didactiques à l'échelle du bassin versant mais aussi de chaque commune impactée.

Le synoptique ci-dessous illustre la démarche globale de réalisation de la phase 1 et notamment l'articulation entre les différentes étapes.

probabilité d'observer une crue centennale sur une période de 100 ans est de 2/3

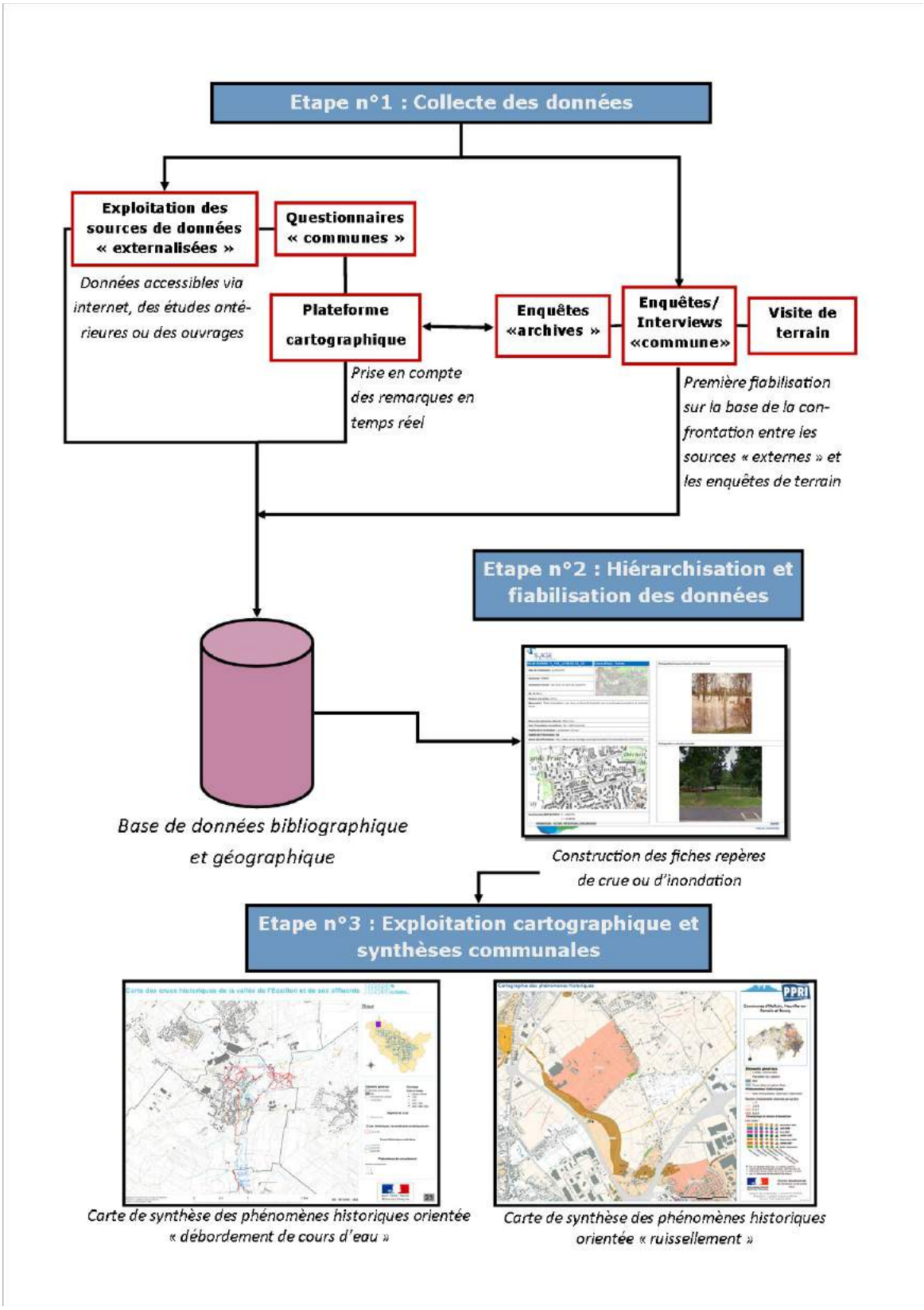


Figure 1: Méthodologie globale de réalisation de la phase 1

Partie - 1 Méthodologie de collecte des données

1.1 Les informations que l'on cherche à collecter

La phase 1 doit permettre de collecter et de valoriser plusieurs types d'informations :

- d'un point de vue historique :
  - ➔ **des mesures historiques,** que ce soit de débits ou de hauteurs d'eau, relevées pendant les épisodes de crue au droit de stations de mesure, d'échelle limnimétrique, d'écluse ou de station de pompage;
  - ➔ **des témoignages d'inondations historiques**, quantitatifs ou qualitatifs, ponctuels ou surfaciques, géo-référencés ou non, liés à un débordement du cours d'eau, des phénomènes de ruissellement, des débordements du réseau d'assainissement et éventuellement des phénomènes de remontée de nappe ;
  - ➔ **des informations sur le fonctionnement hydraulique du bassin versant** pendant l'inondation : axes préférentiels d'écoulement pour les phénomènes de ruissellement, fonctionnement des stations de pompage, présence d'embâcles, ponts submergés ou en charge, présence de végétation entravant le libre écoulement des eaux ;
  - ➔ **des informations sur les modifications du lit de la rivière, des canaux ou des ouvrages** au cours du temps, qu'il s'agisse d'un recalibrage, d'actions de curage, d'ajouts ou de modifications d'ouvrages, etc ;
  - ➔ **des informations sur la morphologie du territoire**: délimitation entre le lit mineur et le lit majeur des cours d'eau, localisation des remblais naturels ou artificiels, localisation des points bas ou cuvettes ;
  - ➔ **une estimation des dommages** associés à une crue : dommages économiques, durée de l'inondation, nombre de personnes évacuées, temps de redémarrage des activités après la crue ;
- du point de vue des enjeux :
  - ➔ **un premier recensement des enjeux dit « PPR »,** soit la caractérisation du territoire en termes d'occupation des sols et d'usage ;
  - ➔ **un premier recensement des enjeux de gestion de crise** présents sur le territoire, que ce soit des enjeux stratégiques (mairie, gendarmerie, centre de secours), des enjeux sensibles (écoles, hôpitaux, maisons de retraite) ou d'enjeux présentant un risque pour l'environnement ;
  - ➔ les **projets** en cours ou projetés à proximité des cours d'eau et des axes de ruissellement mais aussi dans les zones de production et les zones de friches industrielles.

L'objectif de cette étape de collecte est de permettre une reconstitution la plus fine possible des épisodes d'inondation passés, notamment de leurs emprises et des désordres hydrauliques (dysfonctionnement d'ouvrages par exemple), humains et économiques qu'ils ont déclenchés. Le recensement des enjeux doit pour sa part permettre d'appréhender la vulnérabilité et les potentialités du territoire en termes de gestion de crise ainsi que de distinguer les zones bâties des zones agricoles et/ou naturelles.

Le caractère géographique des informations ou des données collectées est un paramètre essentiel du travail de phase 1. C'est pourquoi les informations recueillies seront autant que possible reportées sur une carte (par l'intermédiaire d'une base de données géographiques dont le principe est décrit au chapitre 2.1) dans l'optique de visualiser concrètement l'amplitude d'une crue, les quartiers touchés, les enjeux présents sur le bassin versant et de confronter les données « géographiquement » proches pour juger de leur fiabilité.

Il est évident que la densité d'informations collectées ne sera pas homogène selon :

- **l'occupation des sols** : en effet, par retour d'expérience, la quantité d'informations récoltées est plus importante au droit des zones « historiquement » urbanisées que pour les anciennes zones rurales ou naturelles du bassin versant ;
- **la date de l'épisode historique** : on s'attend à recueillir plus de données pour un événement récent que pour un événement très ancien. Cela s'explique par la multiplicité croissante des moyens de diffusion de l'information (photos, vidéos, réseaux sociaux, internet), médias qui n'existaient pas ou peu il y a seulement un demi-siècle de cela. De manière générale, on peut distinguer deux périodes : avant et après la seconde guerre mondiale.

Il faut néanmoins garder à l'esprit que la densité d'information ne conditionne pas l'ampleur d'un événement. En d'autres termes, avoir peu d'informations sur une inondation passée ne signifie pas que celle-ci a eu peu d'impact. Dans une certaine mesure, l'information historique est toujours lacunaire et c'est pourquoi, si cette approche est nécessaire, elle n'est pas suffisante pour caractériser le risque à l'échelle du bassin versant. D'autres approches sont nécessaires comme la modélisation hydraulique.

1.2 Les différentes sources de données exploitables

Les sources mobilisées pour la recherche et la collecte d'informations historiques ou liées aux enjeux sont globalement intangibles (à quelques exceptions près) quel que soit le territoire étudié. La démarche de recherche de données s'effectue en deux temps :

- **une analyse bibliographique** de l'ensemble des sources dites « externalisées », c'est à dire les sources dont on dispose déjà au moment du lancement de l'étude ou auxquelles on peut accéder « facilement et directement » via les médias communs (internet, bases de données officielles). Cette première analyse a l'avantage d'avoir un rayon de recherche très large, sans a priori, et va également permettre d'orienter la seconde étape ;
- **des enquêtes de terrain**, qui se décomposent en trois actions :
  - des ***enquêtes auprès des archives*** départementales, locales (journaux, compte-rendu de conseils municipaux, archives du diocèse, etc) ;
  - des ***rencontres avec les acteurs locaux***, à savoir les élus des différentes communes du bassin versant, les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI), l'Institution Interdépartementale des Wateringues (IIW), les Sections des Wateringues ou encore les Voies Navigables de France (VNF) afin de recueillir leurs témoignages et des données complémentaires ;
  - des ***visites de terrain***, soit une reconnaissance exhaustive du bassin versant, afin de visualiser sur le terrain les témoignages collectés par ailleurs, de fiabiliser certaines informations en les confrontant à la réalité du terrain ou de repérer les enjeux présents en bordure du cours d'eau. Idéalement, une partie de ces visites seront réalisées avec des élus ou les services techniques communaux qui possèdent la connaissance locale du territoire.

1.2.1 Collecte des données historiques

1.2.1.1 Études antérieures et en cours

La première étape consiste à exploiter les différentes études antérieures réalisées sur le périmètre d'étude. Cette analyse permettra en effet une première appropriation des caractéristiques physiques du bassin versant des pieds de coteaux, de son fonctionnement hydraulique (avec notamment la spécificité locale de la plaine des Wateringues et la distinction entre les problématiques de débordement, de ruissellement et de remontée de nappe et) et de l'historique de son urbanisation.

Elle permettra également de recenser les différents aménagements qui ont été mis en œuvre et de les dater. Ce dernier point est particulièrement important puisque l'impact d'une crue est lié, au delà de l'intensité du phénomène pluvieux à son origine, à l'état d'aménagement du lit mineur et du lit majeur au moment de sa survenue.

Dans la mesure où plusieurs crues historiques seront simulées par le modèle hydraulique afin de valider son comportement, il sera important que ce dernier soit représentatif de l'état du bassin versant tel qu'il était à l'époque.

Ces études contiennent également des informations (débits, hauteurs d'eau et pluies mesurés, fonctionnement des stations de pompage et des vannages, photographies) sur les épisodes d'inondations historiques marquants, pour les trois types d'aléas auquel est soumis le territoire d'étude. Ces informations nous permettront d'orienter nos recherches dans les autres sources historiques.

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des études fournies à ce jour par la DDTM62. Une analyse de ces dernières au travers de fiches synthétiques mettant en évidence le périmètre, les objectifs ainsi que les principaux résultats de l'étude est présentée en annexe 3.

Tableau 1.1: Inventaire des études antérieures (au 15 avril 2015)

Titre	Source	Année
PPRI de la Hem		2014
Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique en région Nord-Pas-de-Calais	DHI	2013
Étude hydraulique de caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans le secteur des Wateringues	Hydratec	2013
Évaluation des conséquences des évolution climatiques prévisibles sur l'évacuation des crues dans le territoire des Wateringues à moyen et long terme	STUCKY	2008
Étude des solutions pour améliorer l'évacuation des crues dans les bassins de l'Aa et de la Lys	BRL INGENIERIE	2007
Synthèse des études	STUCKY	2007
Étude des solutions pour améliorer l'évacuation des crues dans les bassins de l'Aa et de la Lys	SOGREAH	2003-2004
Étude d'optimisation du fonctionnement des ouvrages hydrauliques de l'Institution des Wateringues	STUCKY	1999

Le Programme d'Actions de Prévention contre les Inondations (PAPI) du delta de l'Aa, porté par le Pôle Métropolitain Côte d'Opale (PMCO), est actuellement en cours de réalisation. Les documents produits dans le cadre de cette étude seront récupérés et analysés.

1.2.1.2 Stations de mesure hydrométriques et pluviométriques

Excepté quelques jaugeages ponctuels et relativement anciens effectués par la DREAL au sein du secteur d'étude, le bassin versant des pieds de coteaux est dépourvu de station hydrométrique et donc de chroniques de débit continues.

Il existe en revanche, un certain nombre de stations de mesures de débit appartenant à la DREAL sur le bassin versant de l'Aa, à savoir :

- les stations hydrométriques de Tournehem-Guémy et Recques-sur-Hem sur la Hem ;
- les stations hydrométriques de Fauquembergues, Lumbres et Wizernes sur l'Aa ;
- la station hydrométrique de Lumbres sur le Bléquin.

Les débits de crues obtenus à partir de la méthode SHYREG seront aussi disponibles.

On dispose également de plusieurs sources de données pluviométriques sur et à proximité du bassin versant, notamment :

- les stations pluviométriques de Saint-Omer, de Bourthes et de Fauquembergues, exploités par la DREAL Nord Pas-de-Calais ;
- les stations pluviométriques Météo-France de Calais-Marck, Bainghen, Nielles-les-Bléquin et Dunkerque ;
- le réseau de pluviomètres géré par l'IIW (Bierne et Guînes).

Au stade la phase 1, ces données seront uniquement utilisées pour caractériser les événements pluvieux à l'origine des inondations historiques identifiées. En phase 2, si une modélisation hydrologique de type pluie-débit est retenue (voir livrable L7), elles pourront être directement exploitées comme pour produire les conditions aux limites du modèle.

1.2.1.3 Ouvrages de la plaine des Wateringues

La plaine des Wateringues est composée de rivières et/ou canaux et de différents types d'ouvrages tels que des stations de pompage, des vannes, des écluses ou des siphons.

De nombreuses informations figurent dans « l'étude hydraulique de caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans le secteur des Wateringues » réalisée par Hydratec. Le modèle hydraulique ainsi que les données (limnimétriques, débits de pompage, …) utilisés dans le cadre de cette étude seront récupérées auprès de la DREAL Nord-Pas-de-Calais (Maître d'Ouvrage).

De plus, dans le cadre du PAPI du delta de l'Aa, le modèle hydraulique sera actualisé.

Pour la présente étude concernant les pieds de coteaux, les services suivants seront contactés :

- l'IIW pour les données sur les stations de pompage des Pierrettes et de Calais ;
- VNF pour les données (limnimétriques et bathymétriques) sur les canaux.

Pour les stations de pompage gérées par les Sections des Wateringues, l'étude réalisée par Hydratec donne un grand nombre de précisions sur leur fonctionnement et leur gestion. De plus, le lot 3 du PAPI du delta de l'Aa est consacré à la concertation et à l'identification des stations de pompage stratégiques. Les Sections seront éventuellement contactées une fois toutes ces données analysées.

1.2.1.4 Recherche des événements anciens (pré-1945)

Les informations sur les crues anciennes voire très anciennes sont évidemment plus lacunaires que pour les épisodes récents.

Néanmoins plusieurs sources de données permettent d'en retrouver la trace :

- **Les ouvrages historiques** tel que l'ouvrage de Maurice Champion sur les crues en France depuis le VIe siècle[2]. Rédigé en 1858, ce livre permet de retrouver des informations sur les crues des grands cours d'eau français.
- **Les archives nationales et la BNF** : la base de données Gallica disponible en ligne (qui intègre également les archives des Ponts et Chaussées) permet par simple recherche par mots-clés de retrouver la trace des inondations passées, remontant parfois jusqu'au Moyen-Age. Les informations peuvent être très précises avec l'identification des rues inondées. Cependant, le nom des rues ayant évolué avec le temps, il sera nécessaire d'exploiter les données cartographiques anciennes (carte de Cassini, cadastre napoléonien) pour en retrouver la localisation exacte. La figure page suivante présente l'interface de la base de données Gallica.

2 Maurice Champion ; « Les inondations en France depuis le Vième siècle » ; 1858

Figure 2: Base de données Gallica

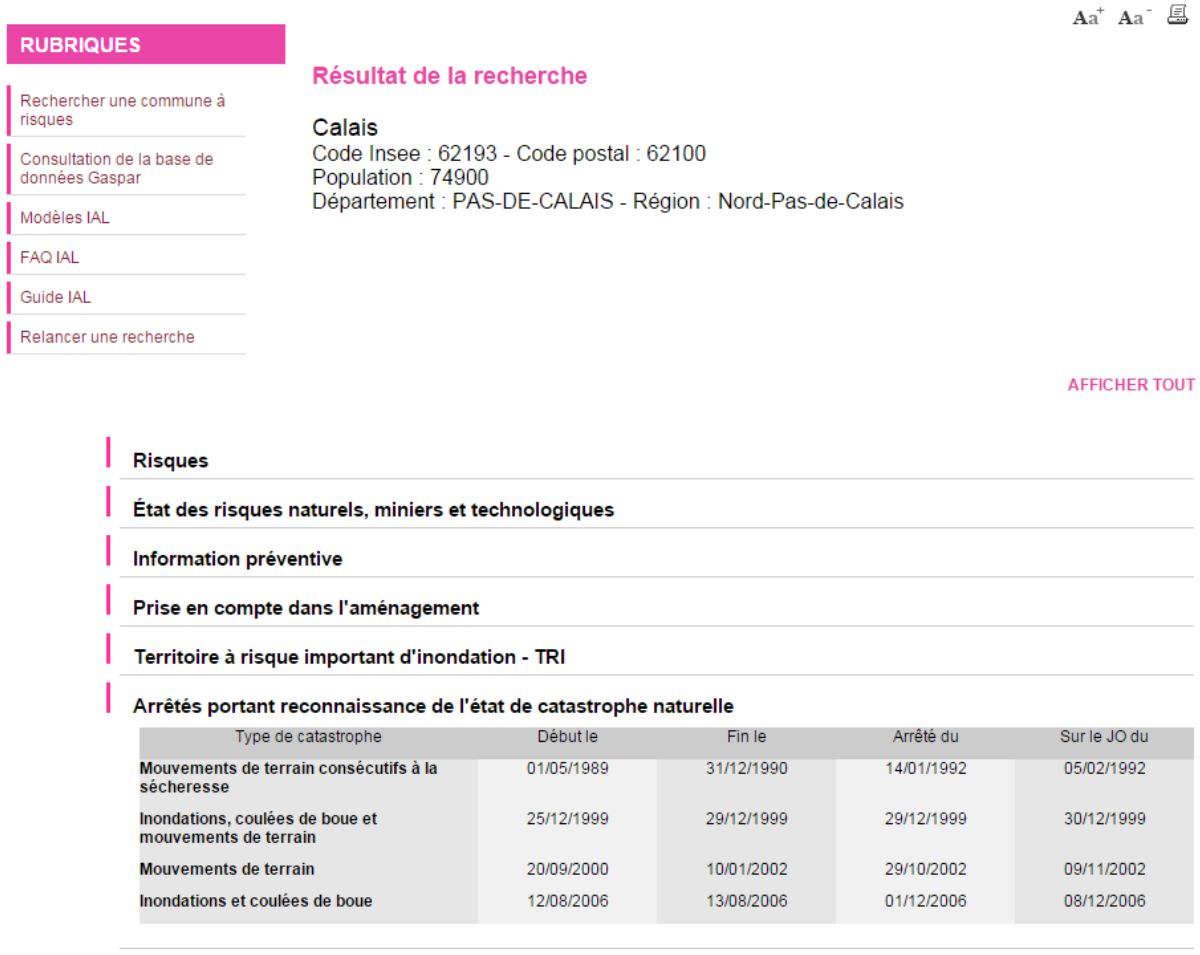
- **les archives départementales du Pas-de-Calais** : il s'agit d'une source de données incontournable qui contient les archives des ponts et chaussées (créées après la Révolution) et des données plus anciennes relatives aux cours d'eau, aux moulins et travaux en rivière. Comme le signale Maurice Champion dans son ouvrage[3] : «*les archives du département du Nord et du Pas-de-Calais contiennent de nombreux documents relatifs aux rivières et canaux, se rapportant au XVIIIe siècle et provenant des intendances de Flandre, Hainaut et de Picardie* ». Dans la mesure où le bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues est constitué de la Hem, rivière relativement petite, d'un réseau hydrographique dense (plaine des Wateringues) ainsi que du marais de Guînes, ce travail de recherche, qui ne peut être effectué que sur place, aux archives départementales du Pas-de-Calais à Arras sera long et demandera d'exploiter les sources pour toutes les communes du bassin versant.

3 Maurice Champion ; « Les inondations en France depuis le Vième » ; 1858 ; page CXIX

1.2.1.5 Recherche des événements récents (post-1945)

Les épisodes post-seconde guerre mondiale sont mieux documentés que les précédents. L'évolution des technologies de communication permet de collecter beaucoup plus de données sous des formats divers et variés (articles de presse, photos, vidéos) :

- **la base de données « CatNat »**, disponible en ligne sous http://www.prim.net/ permet d'avoir accès pour chaque commune du bassin versant à la liste des arrêtés de catastrophes naturelles liées à phénomènes d'inondation et/ou de coulées de boues récents (depuis le début des années 1980). Ces informations seront donc extraites de la base de données et compilées pour :
  - détecter d'éventuels épisodes historiques complémentaires ;
  - apprécier l'hétérogénéité du territoire face au risque.



RUBRIQUES

- Rechercher une commune à risques
- Consultation de la base de données Gaspar
- Modèles IAL
- FAQ IAL
- Guide IAL
- Relancer une recherche

Résultat de la recherche

Calais
Code Insee : 62193 - Code postal : 62100
Population : 74900
Département : PAS-DE-CALAIS - Région : Nord-Pas-de-Calais

AFFICHER TOUT

Risques

État des risques naturels, miniers et technologiques

Information préventive

Prise en compte dans l'aménagement

Territoire à risque important d'inondation - TRI

Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	31/12/1990	14/01/1992	05/02/1992
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Mouvements de terrain	20/09/2000	10/01/2002	29/10/2002	09/11/2002
Inondations et coulées de boue	12/08/2006	13/08/2006	01/12/2006	08/12/2006

Figure 3: Extraction de la base "CatNat" pour la commune de Calais

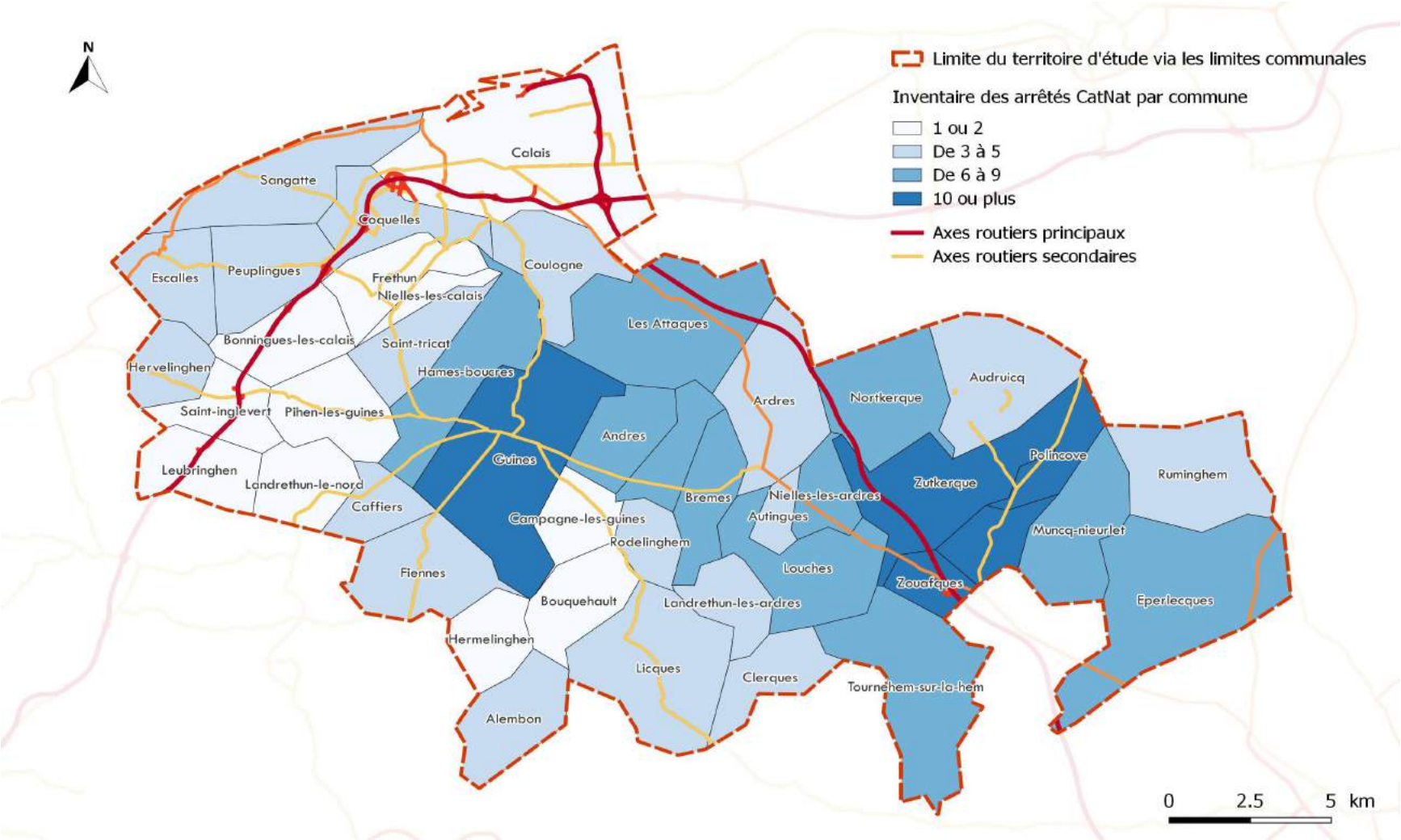


Figure 4 : Distribution des arrêtés CatNat par commune sur le territoire des pieds de coteaux des Wateringues

- **les articles de presse :** la référence en matière de presse locale est le quotidien « la Voix du Nord » dont les éditions de Calais et Saint-Omer couvrent le territoire du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues. Les archives numérisées du quotidien (accessible par abonnement) ne remontent que jusqu'au 5 février 2004. L'exploitation des archives papiers est donc plus pertinente et sera réalisée au cours des enquêtes archives en phase 1.

  A noter néanmoins qu'un certain nombre d'informations et de témoignages peuvent être exploitées par l'intermédiaire des sites d'informations en ligne, notamment :

  - le site internet de « la Voix du Nord » (www.voixdunord.fr) ;
  - France-info (articles en ligne et éventuellement ressources audio) ;
  - les archives des journaux Nord Matin et Nord Littoral

Actualité Saint Omer

Huit jours après les inondations l'eau demeure à Nortkerque

PUBLIÉ LE 08/12/2009 À 05H04

Plus d'une semaine après les inondations alors que sept pompes sont en action

Huit jours après les inondations l'eau demeure à Nortkerque

- A +

pour rejeter dans le canal de Calais, l'eau qui en était sortie, des terres sont toujours inondées à Nortkerque. La colère monte notamment contre les Voies navigables de France. VNF est accusée de ne pas avoir fait baisser le niveau d'eau dans le canal. Les communes du bassin versant de la Hem, qui ne cotisent pas aux wateringues, sont aussi dans le collimateur de Bruno Voituriez, président de la première section des wateringues.

Jean-Marie Mooren, agriculteur, est installé au bord du canal de Calais, au bout de la rue Droite. Sur les trente-deux hectares qu'il exploite, quatorze sont sous l'eau depuis plus de huit jours. « L'eau est montée petit à petit à partir du samedi 28 novembre , raconte-t-il. Depuis dimanche, grâce à la première section des wateringues qui a prêté sept pompes, on évacue l'eau au canal, mais, il en reste encore. » Une huitième pompe était attendue hier dans la journée.

De mémoire de riverains ou d'habitants résidant dans la commune depuis de nombreuses années comme Maurice Butor, maire, ou son adjoint à la voirie, Gilbert Thomas, on ne se souvient pas que le canal ait débordé un jour.

Heureusement, aucune maison n'a dû être évacuée, même si une semaine après les inondations, on ne peut toujours pas rejoindre celle de Jean-Marc Mainvis, située à quelques dizaines de mètres du canal, à pied sec. « À trois centimètres près, sa maison n'a pas été inondée, contrairement à son sous-sol qui a souffert, notamment son chauffe-eau », détaille Maurice Butor.

Figure 5 : Article en ligne de la voix du Nord

- **les supports vidéos disponibles sur internet** : pour les événements récents, notamment les épisodes de ruissellement et de coulée de boues dans les rues de Guînes, fin septembre 2007, ou encore les débordements des canaux de Guînes et Ardres fin novembre 2009, un certain nombre de vidéos sont disponibles en libre accès sur internet. Ces vidéos sont extrêmement utiles pour se rendre compte de visu de l'intensité d'un événement et pour reconstituer l'emprise des inondations. Le SDIS 62 sera également contacté, afin de savoir s'il possède une base de données de vidéo des interventions réalisées en période de crue, et de connaître le cas échéant, les modalités de récupération de ces données en début de phase 1.

Figure 6: Vidéo d'inondation à Polincove au cours de la crue de novembre 2009 (Source : TF1, http://www.wat.tv/video/dernieres-images-inondations-1yewg_2i6xp_.html)

- **les documents produits à l'échelle des communes** que ce soit :
  - les dossiers communaux élaborés pour les demandes de classement « CatNat » suite à une crue ou un épisode de ruissellement ;
  - les documents d'informations sur le risque comme par exemple les Documents d'Information Communaux sur les Risques Majeurs (DICRIM) : la ville de Calais possède par exemple son propre DICRIM téléchargeable sur internet[4].

Toutes les sources mentionnées précédemment sont externalisées, c'est-à-dire accessible via internet ou des documents transmis par la DDTM62 en début d'étude. Néanmoins, le retour d'expérience des PPRI réalisés sur les bassins versant voisins montrent que les enquêtes de terrain sont une étape incontournable de la collecte des informations historiques (voir chapitre 1.2.3.3.)

4 Source : http://www.calais.fr/IMG/pdf/dicrim_calais.pdf

1.2.2 La collecte des données « enjeux »

Le recensement des enjeux doit permettre de construire en phase 3 « reprise de l'aléa de référence, enjeux PPRI et enjeux de gestion de crise, zonage réglementaire et règlement » :

- la cartographie des **enjeux dits « PPR »**, soit la distinction, à l'échelle de la zone inondable des Parties Actuellement Urbanisées (PAU) et des Zones d'Expansion des Crues (ZEC). Ces cartes pourront intégrer sur certaines communes (si cela est pertinent) une zone supplémentaire de Centres Urbains (CU)[5] ;
- la cartographie des **enjeux de gestion de crise** (qu'ils aient un rôle stratégique, qu'ils soient particulièrement vulnérables ou qu'ils présentent un risque pour l'environnement) ;
- la cartographie de **la vulnérabilité du bâti** face au risque inondation (en se basant sur la présence ou non d'un étage-refuge, sur la présence d'une surélévation du premier plancher ou non).

La méthodologie fine de caractérisation des enjeux « PPR » et de classification des enjeux de gestion de crise est décrite en détail dans le livrable 2 consacré à la méthode de détermination des enjeux.

Le travail à réaliser en phase 1 consiste à exploiter l'ensemble des sources de données disponibles (que ce soit au format SIG, adresse, photographie) pour mener de front la collecte des enjeux « PPR » et des enjeux de gestion de crise. Une première base de données « enjeux » sera ainsi constituée et sera enrichie par les informations complémentaires que pourront nous fournir les acteurs locaux et par des visites de terrain (voir chapitre suivant).

On peut déjà à ce stade identifier différentes sources de données qui seront exploitées durant la phase 1 :

Tableau 1.2 Inventaire des sources de données exploitables pour la collecte des enjeux

Source de données	Contenu	Type d'enjeux concernés
BD Parcellaire (mise à jour en février 2015)	Parcelles, bâti ; Limites administratives, enjeux	PPR et gestion de crise
Ortho-photographie (2009 et 2012)	Photographies aériennes de la zone d'étude	PPR et gestion de crise
BD Foncière – DGI 2013	Parcelles, bâti ; Limites administratives, enjeux	PPR et gestion de crise
BD CARTO	Réseau routier, réseau de voies ferrées, équipement	PPR et gestion de crise
BD Topographique	Zone d'activité, transports, … .	PPR et gestion de crise

5 La définition et la caractérisation des Centres Urbains est donnée dans le livrable 2

Source de données	Contenu	Type d'enjeux concernés
Base ERP du SDIS	Établissement Recevant du Public	Gestion de crise
Base de données FINESS	Établissements sanitaires et sociaux	Gestion de crise
Base de données MENJVA	Établissements scolaires	Gestion de crise
Base de données BASOL	Sites pollués	Gestion de crise
Open Street Map (en confortement)	Bâtiments ou édifices particuliers	Gestion de crise
Base Permanente des Équipements (BPE)	Statistiques de l'INSEE donnant le niveau d'équipement par commune	Gestion de crise

Les différents enjeux collectés via ces différentes sources de données seront intégrés et hiérarchisées au sein d'une base de données géoréférencées (dont le principe est défini dans la partie 2).

Une première cartographie de ces enjeux sera également réalisée en vue des enquêtes de terrain.

1.2.3 Les enquêtes de terrain

Les enquêtes de terrain constituent la deuxième étape du livrable 3 « Collecte et organisation des données liées aux inondations ». Elles doivent permettre :

- de compléter la connaissance de l'historique des inondations par débordement de cours d'eau, par phénomènes de ruissellement ou de remontées de nappes sur le territoire étudié ;
- de compléter et de fiabiliser le recensement des enjeux présents sur le bassin versant Ce recensement comprend également la connaissance des projets d'urbanisme devant être réalisés à court ou moyen terme par les communes dans ou à proximité des zones secteurs inondables et dans les zones de production.

Nous avons prévu d'organiser les enquêtes de terrain la deuxième quinzaine du mois de juin.

1.2.3.1 Étape préliminaire

En amont des enquêtes de terrain, les différentes communes et EPCI du bassin versant seront contactées afin:

- de les informer du déroulement de la phase 1 du PPRI, de ses objectifs et de fixer un rendez-vous avec les élus, les services techniques ou tout autre personne travaillant sur la gestion du risque inondation à l'échelle communale (les contacts initiaux se feront préférentiellement par téléphone puis par courriel [6]) ;
- de leur soumettre un questionnaire sur les inondations historiques ayant touchées leurs communes et sur les enjeux présents sur leur territoire. Ces questionnaires présentent un double avantage :
  - envoyés avant les rencontres avec les élus, ils leur permettront de s'approprier les informations recherchées et leur donneront le temps de les collecter et de rassembler l'ensemble des documents qui pourront être utiles à l'élaboration de la phase 1 ;
  - ils permettront d'enrichir les bases de données historiques et enjeux et ainsi d'orienter les investigations lors de la visite de terrain ;

  Ces questionnaires intégreront une carte de travail (dédiée aux phénomènes historiques et aux enjeux) afin que les élus puissent reporter directement sur une carte les informations dont ils disposent relativement à ces deux thématiques.

  Un exemple de modèle type de questionnaire « historique et enjeux » est présenté en annexe 1[7]. Ce questionnaire (qui sera décliné en version papier et numérique) ne saurait se substituer aux rencontres des élus dont le déroulement est décrit ci-après.

6 Un fichier de suivi des communes contactées et des rendez-vous fixés sera mis en place en parallèle afin d'identifier rapidement les communes n'ayant pas fourni de réponses et de faire éventuellement intervenir la DDTM62 ou les acteurs locaux (PMCO et SYMVAHEM notamment) pour faciliter les prises de rendez-vous

7 Cet exemple de questionnaire permet d'avoir un aperçu des thématiques et des informations recherchées. La forme de ce dernier sera retravaillée pour la rendre plus opérationnelle et plus pédagogique

1.2.3.2 Enquêtes « archives »

Comme expliqué précédemment, certaines archives ne sont pas accessibles directement depuis internet. Il est ainsi prévu d'aller consulter sur place plusieurs catégories d'archives qui souvent livrent des informations « inédites » sur les phénomènes d'inondation passés.

Dans le détail :

- les archives du quotidien « La Voix du Nord » (édition de Calais et de Saint-Omer) seront consultées (et également celles de Nord Matin et Nord Littoral si cela est pertinent). Au préalable, une première synthèse des événements historiques recensés sur le territoire sera établie sur la base de l'analyse bibliographique décrite précédemment. Cet inventaire permettra d'orienter le choix des plages de dates des articles de presse à analyser en détail ;
- les archives départementales du Pas-de-Calais à Arras seront également consultées avec l'objectif de compléter la connaissance des épisodes pré-1945 ;
- d'autres archives pourront être exploitées « sur place », par exemple les archives du Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale (PMCO) si cela s'avère pertinent.

D'un point de vue méthodologique, les articles ou documents pertinents seront systématiquement photographiés, nommés sur une norme du type « SOURCE_DATE » et intégrés à la base de données globale décrite dans la partie suivante. Les informations géolocalisées seront reportées sur une carte.

1.2.3.3 Rencontres avec les acteurs locaux

Cette étape est primordiale puisqu'elle constitue la première rencontre entre le bureau d'études et les élus des communes du bassin versant. Ces rencontres doivent permettre d'interroger directement la mémoire locale du risque, représentée par le maire, le service risque ou les services techniques d'une commune.

Dans le détail, les points suivants seront abordés lors de ces discussions :

- le bureau d'études rappellera succinctement les différentes étapes de la procédure PPRI et présentera les objectifs de la phase 1 (en insistant sur le rôle indispensable des acteurs locaux de par leur connaissance des événements passés et des enjeux présents sur le territoire) ;

- sur la base du questionnaire envoyé avant la rencontre et d'une carte de travail préparée par le bureau d'études (qui intégrera l'ensemble des informations historiques collectées à la date de la rencontre), une discussion autour des différents phénomènes d'inondations historiques connus pourra s'engager. Globalement, tous les sources faisant référence ou illustrant des inondations seront recherchées quelle que soit leurs formes (sachant qu'un certain nombre de ces données sera déjà présent dans les dossiers communaux fournis par la DDTM62 en début d'étude) :
    - photographies ;
    - témoignages écrits ;
    - témoignages oraux ;
    - cartes postales ;
    - inventaire de dommages ;
    - documents de synthèse sur des crues particulières établis par la commune ;
    - cartes avec report des zones inondées.
- sur la base du questionnaire envoyé avant la rencontre et d'une carte de travail préparée par le bureau d'études (qui intégrera l'ensemble des enjeux collectées à la date de la rencontre), une discussion autour des principaux enjeux présents sur le territoire de la commune pourra s'engager (que ce soit des enjeux stratégiques, sensibles ou économiques). Ces enquêtes « enjeux » ont aussi pour objectif de recenser les projets d'aménagements futurs portés par les communes et qui pourraient être impactés par le futur zonage réglementaire du PPRI.

Pour chacune de ces rencontres, un compte-rendu sera rédigé et l'ensemble des informations collectées sera intégré dans la base de données globale.

1.2.3.4 Visites de terrain

Les visites de terrain consisteront en une reconnaissance du linéaire des différents cours d'eau et canaux ainsi que des axes de ruissellement présents sur le territoire d'étude, afin d'observer les zones historiquement touchées, de repérer les enjeux présents au sein de l'emprise inondable, et plus globalement d'appréhender le fonctionnement hydraulique global du bassin versant et d'évaluer la vulnérabilité du bâti.

D'un point de vue méthodologique, l'importance du territoire à couvrir amène à rechercher une optimisation des moyens techniques mis en place pour la collecte, la caractérisation et la mobilisation postérieure des données récoltées.

Ainsi, les visites de terrain seront réalisées à l'aide d'une tablette numérique incluant un GPS, un appareil photo numérique et un SIG embarqué (QGIS Android ou Géopaparazzi) qui permet :

- un gain de temps considérable quant à l'acquisition des données puisqu'un enjeu repéré est immédiatement répertorié sous format SIG via la tablette avec la bonne position géographique grâce au GPS
- un gain également en termes de qualité puisque la tablette limitera le risque d'erreurs de saisie et supprimera l'étape du report des informations depuis un support cartographique vers le SIG.

  L'établissement d'un reportage photographique via la tablette permet également de disposer automatiquement d'une couche de localisation des prises de vue avec indication de l'angle de vue via la boussole interne de la tablette.

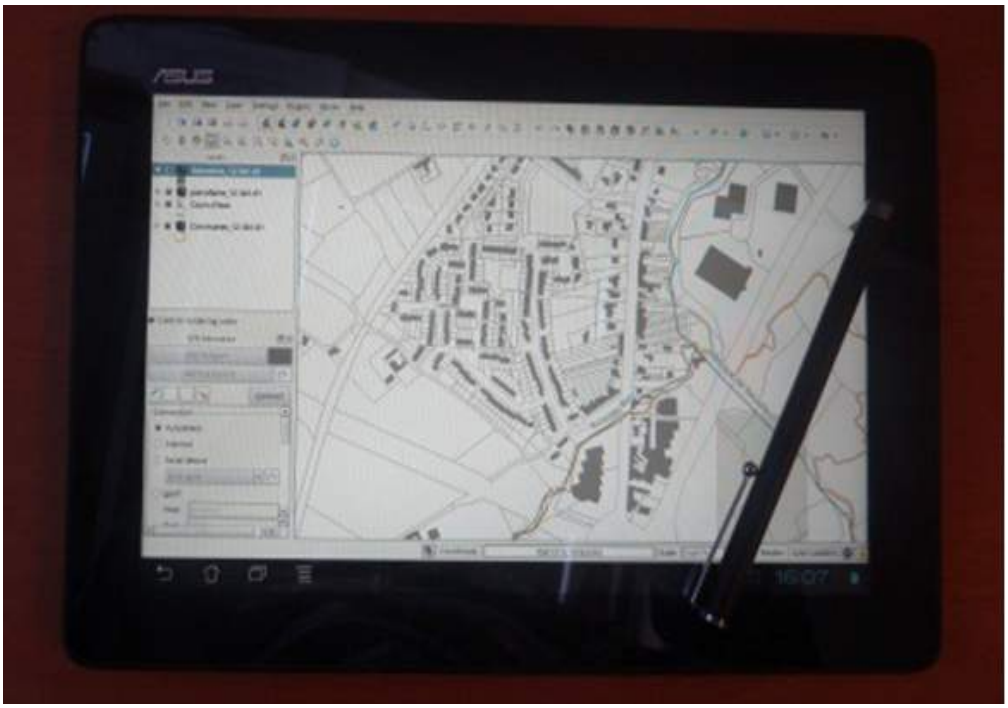


Figure 7 :Tablette numérique qui sera utilisée sur le terrain avec SIG embarqué

1.3 La plate-forme cartographique : un outil dynamique de recueil des témoignages

Nous proposons également de mettre en place un outil dynamique de partage et d'acquisition des informations liées aux différentes phases de la procédure PPRI : **une plate-forme cartographique en ligne**[8].

Cette plate-forme, accessible au moyen d'une connexion internet et d'identifiants, permet de diffuser les différentes couches cartographiques produites dans le cadre de l'étude et de se déplacer dynamiquement sur la carte afin d'observer les zones d'intérêt.

Les couches diffusées sur cette plate-forme seront directement reliées à la base de données SIG ce qui signifie que dès qu'une couche est mise à jour dans le SIG, elle est également mise à jour sur la plate-forme et vice et versa.

Ainsi, les couches SIG des repères historiques et des enjeux pourraient dès la phase 1 être consultées en temps réel par les acteurs du comité technique ainsi que par les acteurs institutionnels de l'étude qui auront également la possibilité de laisser des commentaires directement sur la plate-forme pour, par exemple, ajouter un témoignage historique ou un enjeu, signaler une erreur, préciser une information. Il sera de plus possible d'éditer automatiquement des cartographies des différentes thématiques depuis la plate-forme.

Figure 8 : Plate-forme cartographique du PPRI ruissellement du bassin versant de la Lys (Source : PROLOG-INGENIERIE)

8 Construit à partir d'un serveur cartographique et d'un serveur de base de données PostGis, le lien avec les projets QGIS étant pris en charge par le plugin LizMap

L'utilisation d'une telle plate-forme représente une plus-value importante en termes:

- **de réactivité** : comme expliqué précédemment chaque mise à jour des couches SIG produites sera répertoriée automatiquement sur la plate-forme ;
- **d'exhaustivité dans la collecte des données** : en multipliant les médias permettant aux acteurs locaux de transmettre leur connaissance du territoire (questionnaires d'enquête, rencontre en personne, plate-forme cartographique), on vise ainsi à récolter et à recouper le maximum d'information ;
- **d'efficacité dans la validation et le suivi de l'historique de modifications des données** : en effet, les couches de travail pourront être visualisées par la DDTM62 en continu via la plate-forme dont les outils d'annotations dynamiques permettront un traitement plus rapide des remarques ou propositions de modifications.

Le manuel d'utilisation de la plate-forme cartographique en ligne mise en place pour le PPRI ruissellement du bassin versant de la Lys est présenté en annexe 2.

Partie - 2 Hiérarchisation et fiabilisation des données

La collecte des données (historiques ou liées aux enjeux) représente le « cœur » du travail à réaliser durant la phase 1. Mais pour que cette dernière soit efficace, et notamment pour que la masse d'informations récoltées puisse être concrètement réutilisée lors des phases suivantes (notamment en phase 2 pour le calage du modèle hydraulique), il est nécessaire de mettre en place une procédure de stockage, de hiérarchisation et de validation des données cohérente au sein d'une base de données unique.

2.1 Utilisation d'une base de données bibliographique et géographique

Pour chaque information collectée, on peut globalement distinguer :

- sa source, sa date, le type de document (article de presse, étude, photographie, etc) et sa thématique générale (historique, enjeux, aléa). Ces données de référencement de base vont permettre de classer l'information au sein de la base de données ;
- sa localisation, plus ou moins précise (au bâtiment, à la rue, au quartier ou à la commune), qui permet de la situer sur une carte.

Cette double caractérisation, **bibliographique et géographique**, des données collectées sera mise en valeur au sein d'une **base de données géo-référencée unique**. Cela signifie que chaque document source, intégré dans la base, sera associé à une couche SIG (points, lignes ou polygones) qui permettra de visualiser sur une carte la localisation des informations tirées de ces-dits documents (dans la mesure où cette localisation est fournie). L'objectif de l'approche proposée est que les utilisateurs de la base de données puissent interagir avec elle via les différents projets cartographiques qui seront construits (déclinés par thématique – historique, aléa, enjeux) ainsi que que par une recherche classique par mots clés dans les sous-dossiers de la base[9].

L'architecture globale de la base de données géo-référencée est présentée sur les figures pages suivantes. Cette dernière est construite de manière à pouvoir être transmise directement et très facilement à la DDTM62 par simple envoi compacté (dans la base, les données SIG et bibliographiques s'insèrent volontairement «sous » les projets cartographiques QGIS pour que les liens depuis ces derniers vers les différents documents et couches géographiques soient conservés une fois la base transmise).

9 Cette fonctionnalité sera bien entendu disponible dans la mesure où certains documents ne pourront pas être géolocalisés.

2.2 La hiérarchisation des données à l'intérieur de la base

2.2.1 Base de données bibliographique

La partie bibliographique de la base de données bibliographique sera structurée en cinq thématiques principales. Celles-ci sont décomposées en sous-thématiques détaillées dans le présent livrable.

La figure suivante illustre la structure générale de la partie bibliographique de la base de données.

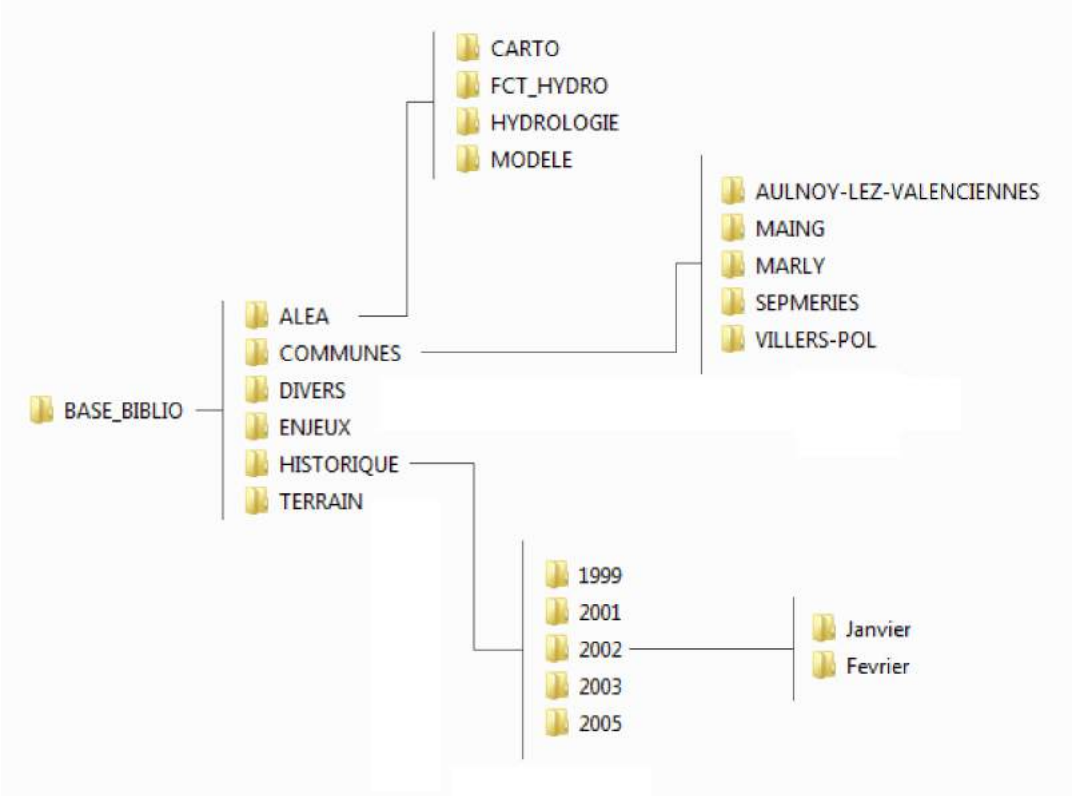


Figure 9: Exemple d'architecture de la partie bibliographique de la base de données utilisée pour le PPRI de la Rhonelle

2.2.1.1 La thématique « ALEA »

La thématique **« ALEA »** se décompose en quatre sous-parties, à savoir :

- **« CARTO » :** regroupe l'ensemble des éléments cartographiques propres à la définition de l'aléa au sein du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues. Au sein de ce dossier, on trouvera notamment le PAC (Porter À Connaissance) cartographiant le fonctionnement hydraulique du territoire d'étude ;

- **« FCT_HYDRO » :** les études et les informations utiles à la compréhension du fonctionnement hydraulique du territoire d'étude sont collectées au sein de cette sous-thématique (études hydrauliques antérieures et en cours, études d'ouvrages, etc.) ;

- **« HYDROLOGIE » :** ici, on trouvera les rapports de Météo France ou de la DREAL sur l'état des précipitations non liées directement à un événement historique (ces derniers étant classés au sein de la thématique « HISTORIQUE »). De plus, les éléments propres aux caractéristiques hydrologiques du territoire d'étude (jaugeages, carte des stations de mesures, données limnimétriques, marégrammes, RADAR, etc.) y sont intégrés. Les données de la Banque Hydro et de la DREAL, notamment propres aux débits historiques des cours d'eau, sont également stockées dans cette sous-thématique ;

- **« MODELE » :** les données utiles à la construction du modèle hydraulique qui se fera en phase 2 sont stockées ici. On y retrouve notamment, les données propres aux profils des cours d'eau.

2.2.1.2 La thématique « COMMUNES »

Au sein de cette thématique, on retrouve l'ensemble des documents fournis au format informatique par les communes lors des entretiens menés au cours de la campagne de terrain . Un dossier spécifique a été crée par commune lorsque nécessaire. Il s'agit principalement de plans locaux (PLU, POS, anciens cadastres, PCS, etc.), de photographies réalisées sur le terrain en compagnie des interlocuteurs rencontrés, ou encore de vues relatives aux phénomènes historiques.

2.2.1.3 La thématique « DIVERS »

Comme son nom l'indique, la thématique « DIVERS » regroupe diverses données n'ayant pu être stockées au sein d'autres thématiques de par le manque de lien direct qu'elles présentent avec celles-ci. On retrouvera principalement des documents tels que :

- des vues 3D non géolocalisées d'ouvrages en place sur le territoire d'étude ;

- des articles de presses généraux relatifs aux divers cours d'eau et canaux appartenant au secteur d'étude ;

- etc.

Cette thématique regroupe également l'ensemble des données a priori inexploitables, telles que les cartographies ne disposant ni de légende, ni de date.

2.2.1.4 La thématique « ENJEUX »

Cette thématique ne regroupera que peu de documents, les principaux éléments liés aux enjeux étant stockés au sein de la partie spatiale de la base de données.

2.2.1.5 La thématique « HISTORIQUE »

Cette thématique regroupe l'ensemble des éléments propres à chaque événement historique s'étant déroulé au sein du territoire d'étude.

On retrouvera principalement :

- des articles de presse (Voix du Nord, Nord Littoral);
- des informations anciennes collectées au sein des archives nationales (base de données Gallica) et des archives départementales d'Arras et Dainville principalement ;
- des données fournies par les communes rencontrées (photographies, plans, arrêtés CatNat, etc.) ;
- des rapports de Météo France ou de la DREAL sur l'état de la pluviométrie avant et/ou pendant l'événement ;
- l'ensemble des documents fournis par la DDTM 62, relatifs aux différents phénomènes d'inondation (débordement de cours d'eau, ruissellement, remontée de nappe).

Comme illustré sur la Figure 9 ces informations sont répertoriées par année, puis par mois de l'événement lorsque plusieurs inondations se sont déroulées au cours de la même année.

Un dossier nommé « EVENEMENTS_ANCIENS_NON_DATES » sera inséré au sein de cette thématique, et regroupera l'ensemble des informations collectées relatives aux inondations, n'ayant pu être associées à un événement daté.

2.2.1.6 La thématique « TERRAIN »

Ici, sera rangé l'ensemble des photographies prises lors de la campagne de terrain prévue la seconde quinzaine du mois de juin.

2.2.2 Base de données SIG

La partie spatiale de la base de données sera structurée en huit thématiques décomposées en sous thématiques abordées dans cette partie. L'ensemble des données géographiques y seront stockées.

La figure suivante illustre la structure générale des données SIG au sein de la base de données.

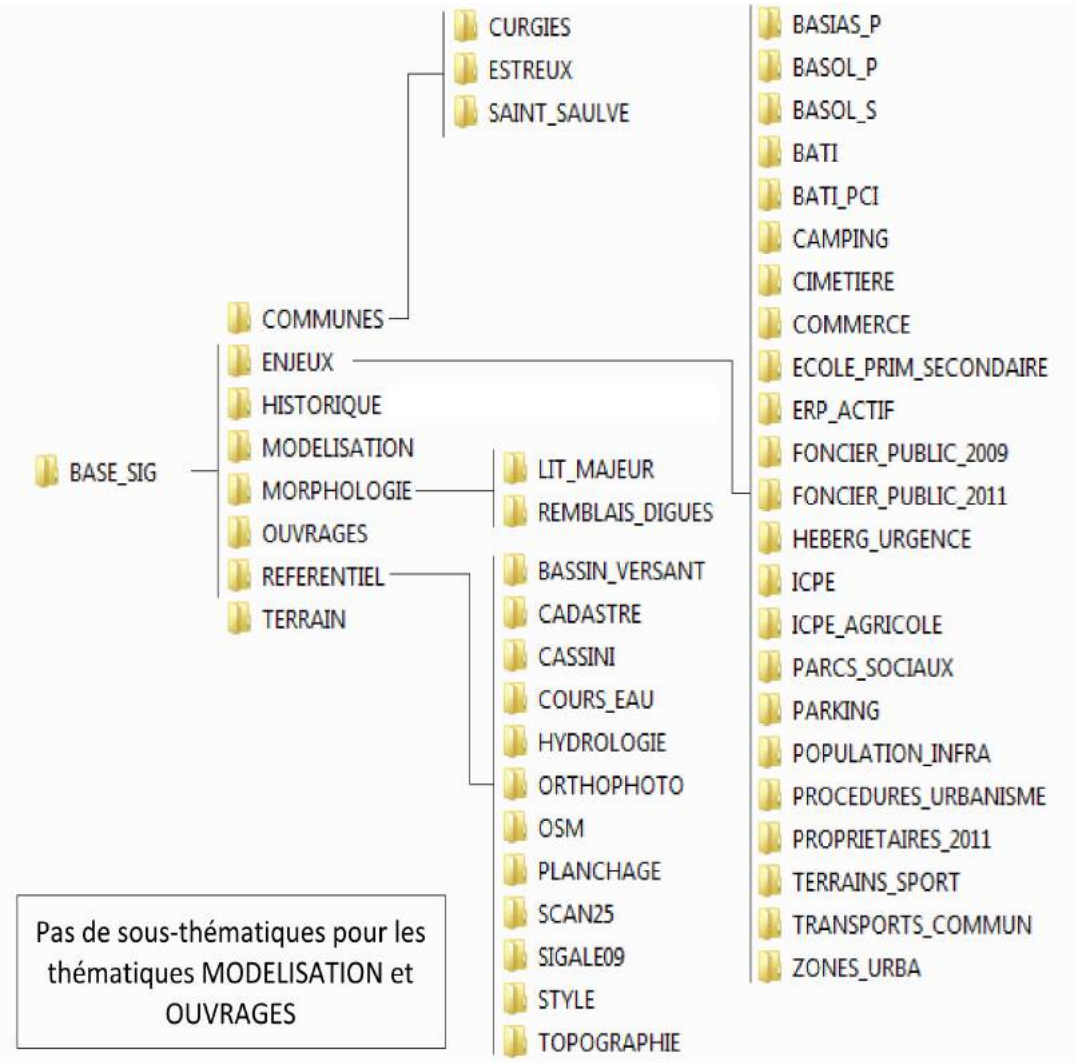


Figure 10 : Exemple d'architecture de la partie spatiale de la base de données tiré du PPRI de la Rhonelle

2.2.2.1 La thématique « COMMUNES »

Cette thématique regroupera l'ensemble des données issues des diverses études antérieures fournies par la DDTM 62.

2.2.2.2 La thématique « ENJEUX »

La thématique « ENJEUX » regroupera les données SIG inventoriées dans la base cadastrale DGI (Direction Générale des Impôts) jugées utiles pour la présente étude. Ces données fournies par la DDTM 62 à l'échelle communale, seront compilées pour ne conserver qu'une couche SIG par typologie d'enjeu propre au territoire d'étude. Chaque couche compilée sera rangée au sein d'une sous-thématique présentant le même nom (Cf. Figure 10).

Cette thématique sera complétée par la suite si nécessaire, notamment à l'aide de bases de données accessibles en ligne (telles que la BD Finess, la BD Eaux Résiduaires Urbaines, etc.), ayant été téléchargées mais non stockées au sein de la base de données, et des bases de données d'organismes comme le SDIS (base ERP) et la CCI de région Nord de France (base des entreprises).

2.2.2.3 La thématique « HISTORIQUE »

Cette thématique amenée à évoluer, sera composée des éléments suivants :

- la couche SIG retraçant l'ensemble des arrêtés CatNat propres au territoire d'étude ;
- les couches SIG retranscrivant l'ensemble des éléments issus de l'analyse des données bibliographiques. Ainsi, on retrouve deux couches SIG distinctes, à savoir :
  - « HISTORIQUE_LIGNE » : composée d'éléments linéaires, cette couche SIG retranscrit à la fois les rues ayant été impactées par les différents événements historiques, mais également les limites ayant été atteintes par les eaux ;
  - « HISTORIQUE_POINT » : composée d'éléments ponctuels, cette couche SIG retranscrit à la fois des informations qualitatives (enjeu touché pour telle ou telle crue), mais également des informations quantitatives (niveau d'eau atteint pour tel ou tel événement).

C'est par l'intermédiaire de ces deux couches SIG que les informations historiques tirées des différents documents classés dans la base de données bibliographique seront spatialisées.

Chaque information historique géolocalisée possédera un identifiant unique construit de la manière suivante :

1. l'identifiant commence par la lettre « P » pour la couche « HISTORIQUE_POINT » et par la lettre « L » pour la couche « HISTORIQUE_LIGNE ». Il s'agit de la seule distinction dans la composition de l'identifiant entre ces deux couches SIG ;
2. les trois premières lettres de la commune propre à l'information géolocalisée ;
3. un numéro unique ;
4. l'année de l'événement ;
5. les premières lettres du mois de l'événement (trois ou quatre selon les mois).

2.2.2.4 La thématique « MODELISATION »

Cette thématique regroupera les données SIG qui seront exploitées pour la constitution du modèle hydraulique en phase 2.

2.2.2.5 La thématique « MORPHOLOGIE »

La thématique « MORPHOLOGIE » recensera les couches SIG décrivant notamment les éléments de topographie du territoire ayant une influence sur le fonctionnement hydraulique du bassin versant, comme par exemple : les remblais, les talus, les limites du lit majeur, etc.

2.2.2.6 La thématique « OUVRAGES »

Comme son nom l'indique, cette thématique sera composée d'une unique couche SIG regroupant l'ensemble des ouvrages recensés sur les lits mineurs des cours d'eau et des canaux au sein du basson versant des pieds de coteaux de Wateringues. Pour chaque ouvrage, seront indiqués dans la table attributaire :

- les fichiers sources le caractérisant (coupes, plans, cartes) ;
- les photographies prises sur le terrain.

NB : Ces différents documents seront tous rangés dans la partie bibliographique de la base de données.

2.2.2.7 La thématique « REFERENTIEL »

Cette thématique regroupera toutes les couches SIG qui serviront de référence au cours de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues (notamment les éléments constitutifs du fond de plan des cartographies : cadastre, réseau hydrographique, occupation des sols, etc). Les éléments relatifs aux symbologies des couches, devant être conservées de manière homogène dans l'ensemble des rendus, pourront notamment y être stockées.

Ces données sont néanmoins évolutives (mise à jour régulière du cadastre) et peuvent être alimentées au cours de l'étude.

2.2.2.8 La thématique « TERRAIN »

Elle sera constituée de deux couches SIG (« L_TERRAIN » et « P_TERRAIN »), cette thématique retranscrira l'ensemble des éléments ponctuels et linéaires observés directement sur le terrain au cours de la campagne à venir.

Il s'agit majoritairement d'informations utiles à la compréhension du fonctionnement hydraulique du territoire d'étude qui y sont recensées comme :

- les débordements préférentiels ;
- les zones d'accumulation ;
- les ouvrages ;
- etc.

Mais également plus ponctuellement, d'enjeux ou de zones à enjeux, stratégiques, sensibles, ou potentiellement inondables. Les informations relevées durant les entretiens avec les élus locaux seront notamment référencées au sein de ces couches, comme à titre d'exemple, les projets urbains futurs.

Ces informations seront le plus souvent reliées à des photographies prises sur place.

2.2.2.9 Exemple d'architecture type de la table attributaire des couches SIG

Un exemple de la structuration type qui sera appliquée aux tables attributaires des différentes couches SIG produites est fourni en prenant l'exemple de la couche des repères d'inondation qui sera créée au cours de la phase 1 à partir des données historiques collectées :

Tableau 2.1: Architecture type de la table attributaire des couches SIG (les champs situés sous la ligne rouge sont propres à une information géoréférencée au sein de la partie spatiale de la base de données)

Champ	Description du champ
Nom source	Nom du fichier source
Thématique	Thématique abordée (présentées au sein de la partie 1)
Chemin du fichier	Chemin ou est stocké le fichier source au sein de la base de données
Date événement	Date de l'événement
Type événement	Type de l'évènement (ruissellement, débordement, etc.)
Occurrence	Occurrence de l'événement (décennal, centennal, etc.)
Gravité	Gravité de l'événement renseigné
Localisation	Information utile sur la localisation de l'information traitée (rue, cours d'eau, etc.)
Commune	Commune propre à l'information traitée
Quartier	Quartier propre à l'information traitée
Commentaire	Description de l'information. Le plus souvent tiré du document traité
Retranscris sous SIG	Retranscris au sein de la couche SIG "L_HISTORIQUE" ou "P_HISTORIQUE" (1 : oui, 0 : non)
ID	Identifiant unique
Géométrie	"Ligne" ou "Point"
Fiabilité du repère	Fiabilité de l'information renseignée (décrite au sein du livrable 1.1)
Commentaire fiabilité	Commentaire liée à la fiabilité du repère
Hauteur repère (en m)	Hauteur du repère (en mètres)
COTE TN	Cote du terrain naturel propre au repère
Cote inondation (en m NGF)	Cote de l'inondation (en mètres Nivellement Général de la France)
Repère de crue	L'information sert de repère de crue quantitatif (1 : oui, 0 : non)
Photo événement	Chemin ou est stockée la photographie de l'événement, au sein de la base de données (plusieurs photographies possibles)
Photo actuelle	Chemin ou est stockée la photographie actuelle propre à l'évènement, au sein de la base de données (plusieurs photographies possibles)
Date mise à jour	Date de mise à jour de l'information
Opérateur	Initiales de l'opérateur ayant rentré l'information
Version	Versionnement de l'information rentrée par l'opérateur

A noter que les projets QGIS seront configurés pour que, lorsque l'on clique sur les liens inscrits dans la table attributaire d'un objet (champs SOURCE_CHEMIN, PHOTO_EVE ou PHOTO_ACT), les documents ou photographies correspondant s'ouvrent directement en parallèle de la carte.

2.2.3 Lien entre les parties spatiale et bibliographique de la base de données

Les parties spatiale et bibliographique de la base de données présentées respectivement au sein de la section 2.2 seront directement interconnectées à l'aide de deux éléments distincts à savoir ;

- les identifiants uniques des couches SIG « L_HISTORIQUE » et « P_HISTORIQUE » ;
- un outil tableur répertoriant l'ensemble des informations historiques collectées au sein des sources bibliographiques. Chaque information géolocalisée est associée à l'identifiant unique correspondant cité précédemment.

Aussi, grâce à une jointure via les identifiants uniques présents à la fois au sein des parties bibliographique et spatiale de la base de données, on visualise rapidement les informations propres aux éléments ponctuels ou linéaires reportés au format SIG (Cf. figure page suivante).

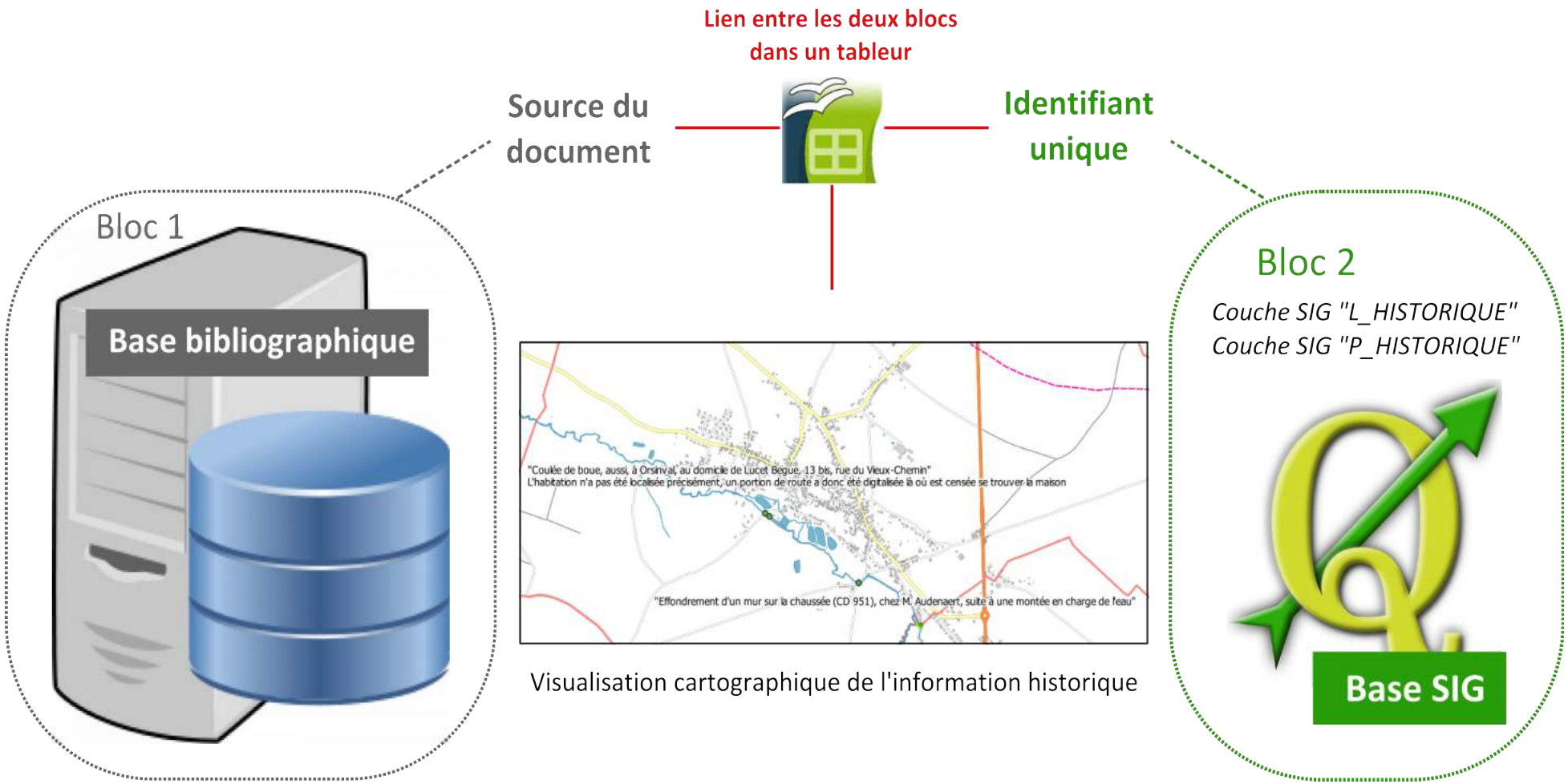


Figure 11 : Lien entre base bibliographique et base SIG, ce lien permet la retranscription cartographique de l'information historique via un tableur (sources images : internet)

2.3 La fiabilisation des informations collectées

Le recoupement des différentes sources de données, historiques ou liées aux enjeux, permettra de réaliser une première fiabilisation en retenant les informations des sources les plus précises (en cas de doublons sur les enjeux par exemple) ou à l'inverse en écartant les informations divergentes.

L'ensemble des données historiques collectées durant la phase 1, qui seront intégrées à la base de données géoréférencée, se verra également affecter un indice de fiabilité afin de juger de sa représentativité. En effet, l'objectif principal de la compilation de ces informations historiques est, outre la connaissance précise des phénomènes historiques ayant impactés le bassin versant, de permettre la validation du modèle hydraulique qui sera construit en phase 2 sur la base de repères de crue passés. Il est donc nécessaire que ces repères soient jugés fiables pour être exploités à une telle fin.

Plusieurs critères sont pris en compte pour définir la fiabilité d'un repère d'inondation :

- **son origine** : s'agit il d'un repère de référence déjà connu des services de l'état, des communes ou l'information provient t-elle d'un témoignage oral, d'une photographie ou d'un rapport ?
- **la nature de l'information fournie** : cette dernière est elle quantitative (niveau d'eau mesuré ou délimité sur une photo, témoignage) ou uniquement qualitative ? (délimitation de la zone inondée sans notion de cote ou de hauteur d'eau) ;
- l'information transmise est-elle **géolocalisée** au bâtiment, à la rue, au quartier ou à la commune ?
- Le **recoupement** entre les différentes sources d'information est-il cohérent ou certaines divergences sont-elles mises en évidence ?

Sur la base de ces différents questionnements, un indice de fiabilité sera affecté à chaque repère d'inondation (qu'il soit ponctuel, linéaire ou surfacique) à partir de la grille d'analyse suivante :

Tableau 2.2 Indice de fiabilité des informations historiques collectées

Indice de fiabilité	Description	Interprétation en termes de calage du modèle hydraulique
1 - FIABLE	Repère de crue officiel ou information quantifiée, géolocalisée et confirmée par plusieurs sources de données différentes	Repères fiables au niveau desquels le modèle doit reproduire les niveaux d'eau historiques sans marge d'incertitudes
2 - UTILISABLE	Information quantifiée et géolocalisée unique (non confirmée par plusieurs sources de données), repères quantifiés reconstitués à partir d'un média (photos, vidéos)	Repères au niveau desquels le modèle doit reproduire les niveaux d'eau historiques en gardant à l'esprit que ceux-ci sont soit reconstitués à partir d'un média, soit ne sont pas confirmés par d'autres sources de données. Ils induisent donc une certaine marge d'incertitude
3 - INDICATIF	Information non quantifiée ou seulement qualitative, géolocalisation grossière (à la rue ou au quartier)	Informations à utiliser d'un point de vue qualitatif, pour vérifier que le modèle reproduit bien les phénomènes sans quantification précise
4 - ECARTE	Information aberrante ou divergente par rapport à d'autres sources de données	Informations inexploitables
5 – A CONFIRMER	Information dont la fiabilité est à confirmer par une analyse complémentaire	Informations inexploitables tant qu'elles ne sont pas confirmées

A noter que l'indice de fiabilité affecté aux informations historiques n'est pas figé et peut être amené à évoluer au cours de la phase 1 en fonction des données récoltées et surtout en fonction du retour d'expérience des acteurs locaux (élus, syndicats, services de l'état). A cet effet, la plate-forme cartographique en ligne, en permettant à ces acteurs de compléter ou de commenter les informations cartographiées, est un outil central pour la consolidation de la base de données historiques.

Partie - 3 Exploitation synthétique des données récoltées

L'ensemble des données collectées au cours de la phase 1 (qu'elles soient historiques, liées aux enjeux présents sur le territoire ou plus globalement à la compréhension globale du fonctionnement hydraulique du bassin versant) permettront de construire différents documents de synthèse dont l'objectif est de restituer de manière pédagogique et opérationnelle les connaissances acquises au cours de la phase.

On distingue deux types de documents :

- les fiches synthétiques repères de crue ;
- les cartographies synthétiques : ces dernières seront produites à l'échelle communale (une carte par commune au 1/5 000e sur fond cadastral) et à l'échelle du bassin versant (une carte générale au 1/25 000e sur fond SCAN25).

3.1 Les fiches repères de crue

On désigne par **repères de crue** l'ensemble des témoignages ou informations historiques qui sont à la fois quantifiés (information sur le niveau atteint par l'inondation) et jugés assez fiables pour être utilisés en vue du calage du modèle hydraulique en phase 2. Ainsi, un témoignage d'inondation uniquement qualitatif n'est pas un repère de crue.

Pour ces repères de crue, des fiches synthétiques seront générées à partir des données SIG et seront ensuite intégrées dans un cahier de repères de crue. C'est sur la base de ce cahier de repères de crue qu'un levé géomètre fin devra être réalisé au cours de la phase 1 afin de fiabiliser la côte d'inondation de référence au droit du repère pour caler le modèle hydraulique sur des niveaux les plus précis possibles (des points de repères à priori intangibles seront relevés : cote trottoir[10], cote muret, cote fenêtre).

Ces fiches repères (voir un exemple à la page suivante) contiendront à minima :

- un plan de localisation du repère (vue générale + un zoom sur le repère)
- les informations sur sa localisation : commune, rue ;
- le commentaire associés au repère ;
- l'indice de fiabilité du repère ;
- la hauteur d'eau mesurée, reconstituée ou indiquée au niveau du repère ;
- le niveau du terrain naturel au droit du repère (basé sur le Modèle Numérique de Terrain s mis à jour à partir des levés géomètres en cours phase 1) ;
- la cote de référence de l'inondation au droit du repère, exprimée en m NGF ;
- les photographies historiques de l'inondation (ou article de presse) au droit du repère si elles existent ;
- les photographies actuelles de la zone d'implantation du repère.

10 Concernant les trottoirs (et également les chaussées), notre expérience sur les bassins versants de la Selle et de l'Ecaillon montre que des modifications de leurs niveaux ont pu avoir lieu au cours du temps (re-goudronnage, etc). Il fait donc appréhender ces informations avec précaution et dans la mesure du possible considérer des points de repères qui ont peu de chance d'avoir évoluer au cours du temps.

REPERE n° HALL_1998_01

Date de l'événement : 06/06/1998

Commune : HALLUIN

Rue : Molinas-Colbras

Nature du désordre : Ruissellement

Observation :

quartier Molinel-Colbras

Niveau de submersion observé : 50 cm d'eau sur la voirie et jusqu'a 1m50 dans les caves

Cote d'inondation reconstituée : 19.02 m NGF

Fiabilité : 2 sur une échelle de 2 (estimation fiable) à 4 (estimation peu fiable)

Source des informations : VDN - 7-8/06/1998

Coordonnées Lambert 93 : 708130.399/ 7075863.738

Localisation : bv PPRi ruissellement NO Lille

Photographie/coupure de presse de l'événement

Photographie en situation actuelle

Figure 12 : Exemple de fiche repère de crue (Source : PPRI NO Lille)

A titre de remarque :

- dans un souci de simplification, on parlera également de repère de « crue » pour les repères associés aux phénomènes d'inondation par ruissellement ou par remontée de nappe, en veillant à bien distinguer les phénomènes en jeu ;
- le génération des fiches repères étant liée aux données SIG, il sera possible de régénérer facilement l'ensemble des fiches en cas de modifications ultérieures ou suite au levé géomètre.

3.2 Les cartographies d'aléas historiques

L'ensemble des informations historiques collectées seront retranscrites par l'intermédiaire de cartes synthétiques du fonctionnement historique du bassin versant.

3.2.1 Les modes de représentation des informations historiques

On retrouvera sur les cartes historiques différents type d'informations:

- les témoignages ponctuelles d'inondation seront figurés sous forme de points dont :
  - la couleur pourra renseigner sur l'épisode historique concerné ;
  - la forme pourra renseigner sur l'origine de l'inondation : débordement de cours d'eau, ruissellement, remontée de nappe et éventuellement débordement depuis les réseaux d'assainissement ;

  Un exemple de codification de ces témoignages ponctuels est présenté sur la figure ci-dessous :

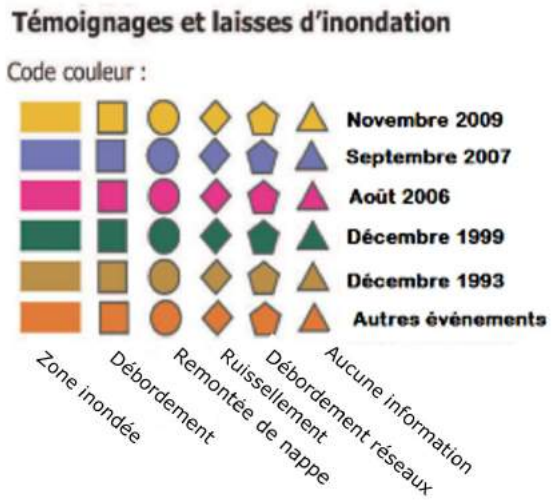


Figure 13 : Exemple de codification des témoignages et laisses d'inondation ponctuels

- les ponts submergés seront également identifiés et codifiés en fonction de leur fréquence de submersion ;
- les surfaces historiquement inondées (à l'échelle d'une rue ou d'un quartier) seront cartographiées sous forme de polygones dont la couleur renseignera là encore sur la date de l'épisode concerné ou sur la fréquence d'inondation de la zone ;
- les axes d'écoulements ou de ruissellement historiques seront figurés sous forme de lignes ;
- les contours historiques des crues historiques seront également représentés à partir :
  - de photographies ou de cartes montrant l'extension de l'inondation ;
  - d'une reconstitution de l'emprise inondée sur la base des repères de crue historiques (cette approche est décrite au chapitre suivant).

Ces cartographies permettront :

- d'identifier les phénomènes d'inondation marquant à l'échelle de chaque commune du bassin versant et notamment de bien délimiter les secteurs fréquemment inondés et donc particulièrement vulnérables ;
- de mettre en évidence des hétérogénéités en termes d'exposition au risque à l'échelle du bassin versant ;
- de vérifier la pertinence des résultats des modélisations hydrauliques des épisodes historiques qui seront réalisées en phase 2.

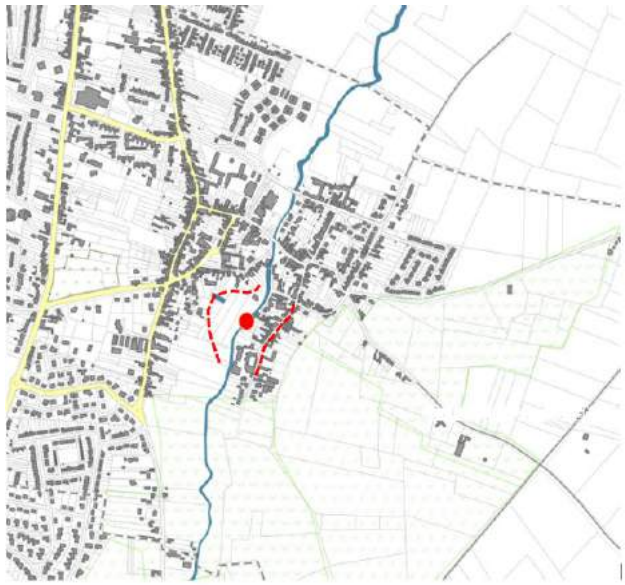
3.2.2 Reconstitution numérique des contours d'inondation

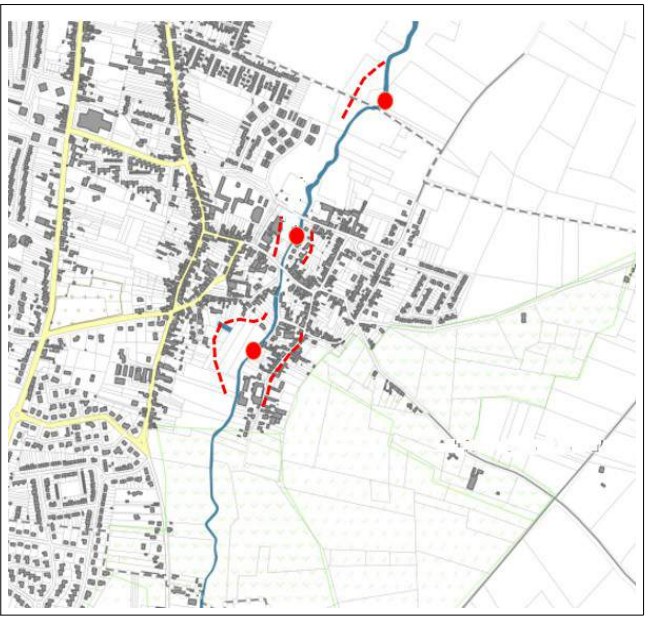
Les repères de crues ponctuels, qui renseigneront pour une crue donnée sur le niveau atteint par les eaux, pourront permettre dans certains cas de reconstituer des emprises inondées sur la base du croisement entre le niveau d'eau historique et l'altimétrie du terrain naturel (intégrée dans le Modèle Numérique de Terrain).

Les illustrations qui suivent illustrent la procédure de reconstitution de ces emprises inondées[11] :

11 Les exemples présentés sont purement illustratifs et n'ont aucune valeur en termes de résultats. Il s'agit simplement de bien comprendre la méthodologie qui sera mise en place lors de la phase 1

Figure 14 : Reconstitution des emprises inondées (étape1)

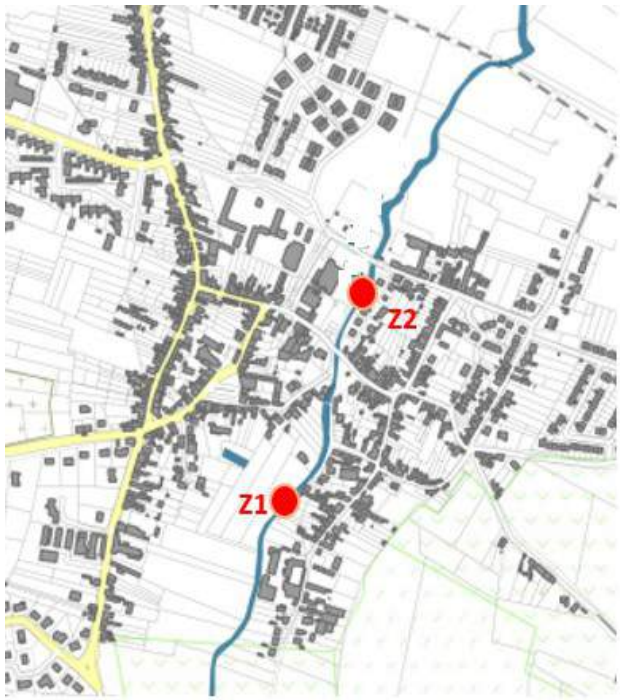
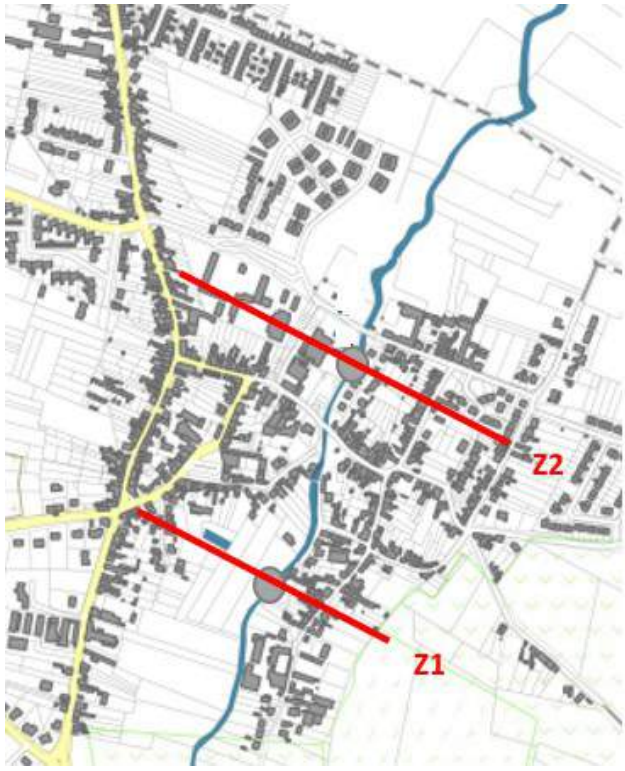
En 1 point donné, on dispose de la cote d'inondation atteinte pour une crue historique	
Cette information ponctuelle permet, par comparaison entre la cote d'inondation et l'altimétrie du terrain naturel de reconstituer localement au droit du repère de crue l'extension de l'inondation en rive gauche et en rive droite du cours d'eau	

On peut réaliser l'étape précédente au niveau de chaque repère de crue créant ainsi une emprise morcelée (puisque reconstituée localement au droit de chaque repère) de la crue historique étudiée	

Cette représentation morcelée de l'extension de l'inondation n'est pas la plus opérationnelle. On aimerait en effet pouvoir visualiser sur les cartes, lorsque la densité d'informations historiques le permet, une emprise continue.

Cette reconstitution continue des limites d'une inondation est possible sur certains tronçons du cours d'eau à partir de la méthodologie décrite ci-dessous :

Figure 15 : Reconstitution des emprises inondées (étape2)

Sur un tronçon du cours d'eau, on dispose d'au minimum deux (ou plus) repères de crue fournissant les niveaux d'eau historique	
Au niveau de chacun de ces repères est créée une ligne perpendiculaire au cours d'eau et s'étendant sur l'emprise morphologique de ce dernier. Dans ces lignes sont reportés les niveaux d'eau historiques des repères correspondants	

On réalise une interpolation entre ces lignes pour recréer une surface d'eau historique qui couvre bien l'emprise morphologique du cours d'eau	
Enfin en croisant cette surface d'inondation avec le Modèle Numérique de Terrain (MNT), on délimite l'emprise réelle de la crue historique étudiée	

La méthodologie décrite ci-dessus ne pourra être appliquée que sous certaines conditions :

- les repères de crues utilisés pour l'interpolation ne devront pas être trop distants les uns des autres et appartenir à un tronçon de cours d'eau homogène d'un point de vue morphologique ;
- sur le linéaire interpolé, aucun ouvrage ou rupture de pente ne devra venir perturber la ligne d'eau ce qui fausserait les résultats de l'approche proposée tel qu'illustré ci-dessous.

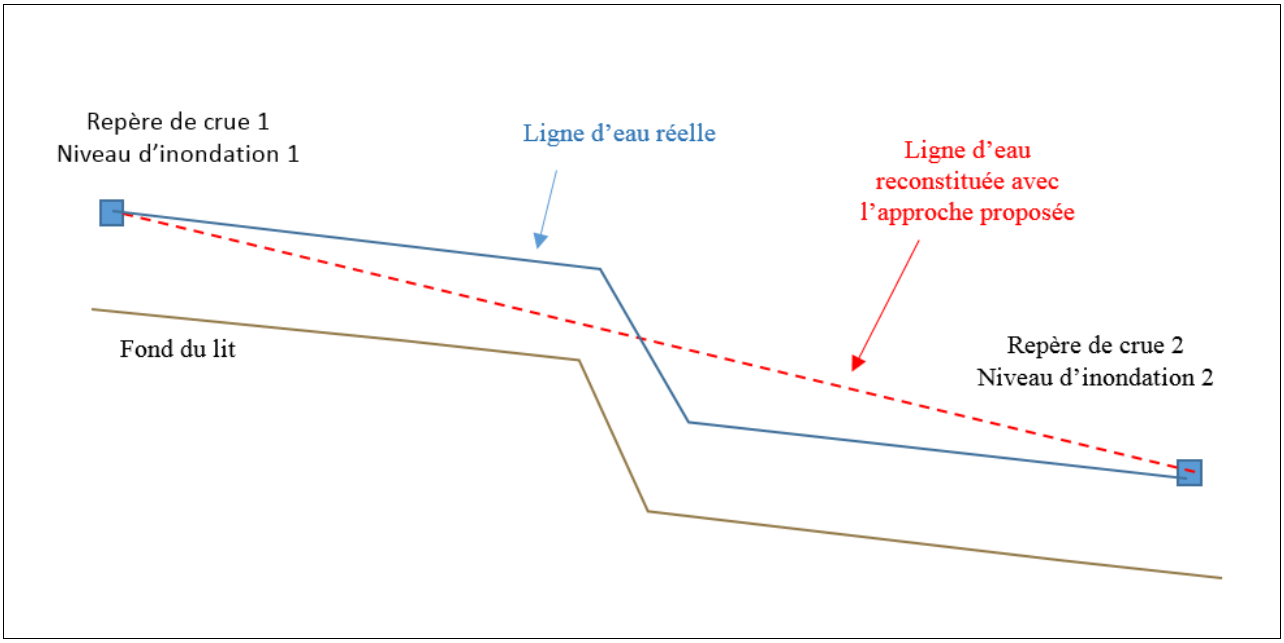


Figure 16: Illustration des problèmes liés à une discontinuité de la ligne d'eau sur un profil en long de cours d'eau

Les secteurs sur lesquels il est possible de mettre en place la méthode de reconstitution de l'emprise inondée par interpolation de la surface d'eau seront identifiés précisément sur la base de l'ensemble des informations historiques collectées et de la connaissance précise du fonctionnement hydraulique du cours d'eau.

3.2.3 Exemples de cartes synthétisant les phénomènes historiques

Les illustrations des pages suivantes présente des exemples de cartographies synthétiques des inondations historiques pour des phénomènes de débordements de cours d'eau, des phénomènes de ruissellement et de remontées de nappes (sachant que les trois phénomènes seront pris en compte dans le cadre du présent PPR) à l'échelle communale et à l'échelle du bassin versant.

Les cartes qui seront produites en fin de phase 1 seront similaires à ces exemples avec une adaptation aux particularités locales du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues.

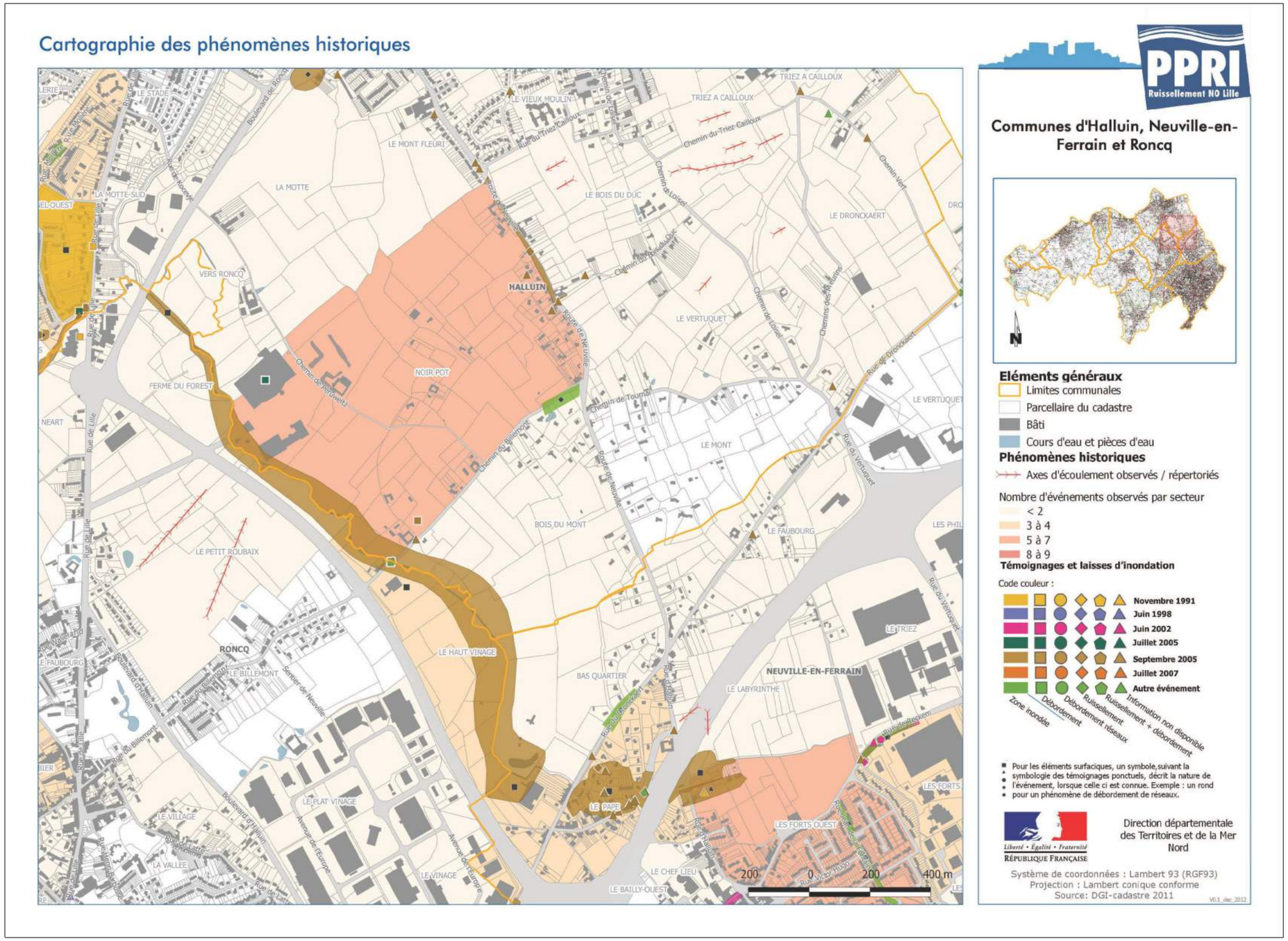


Figure 17 : Cartographie synthétique des phénomènes de ruissellement historiques à Halluin, Neuville-en-Ferrain et Roncq (Source : PPRI NO Lille)

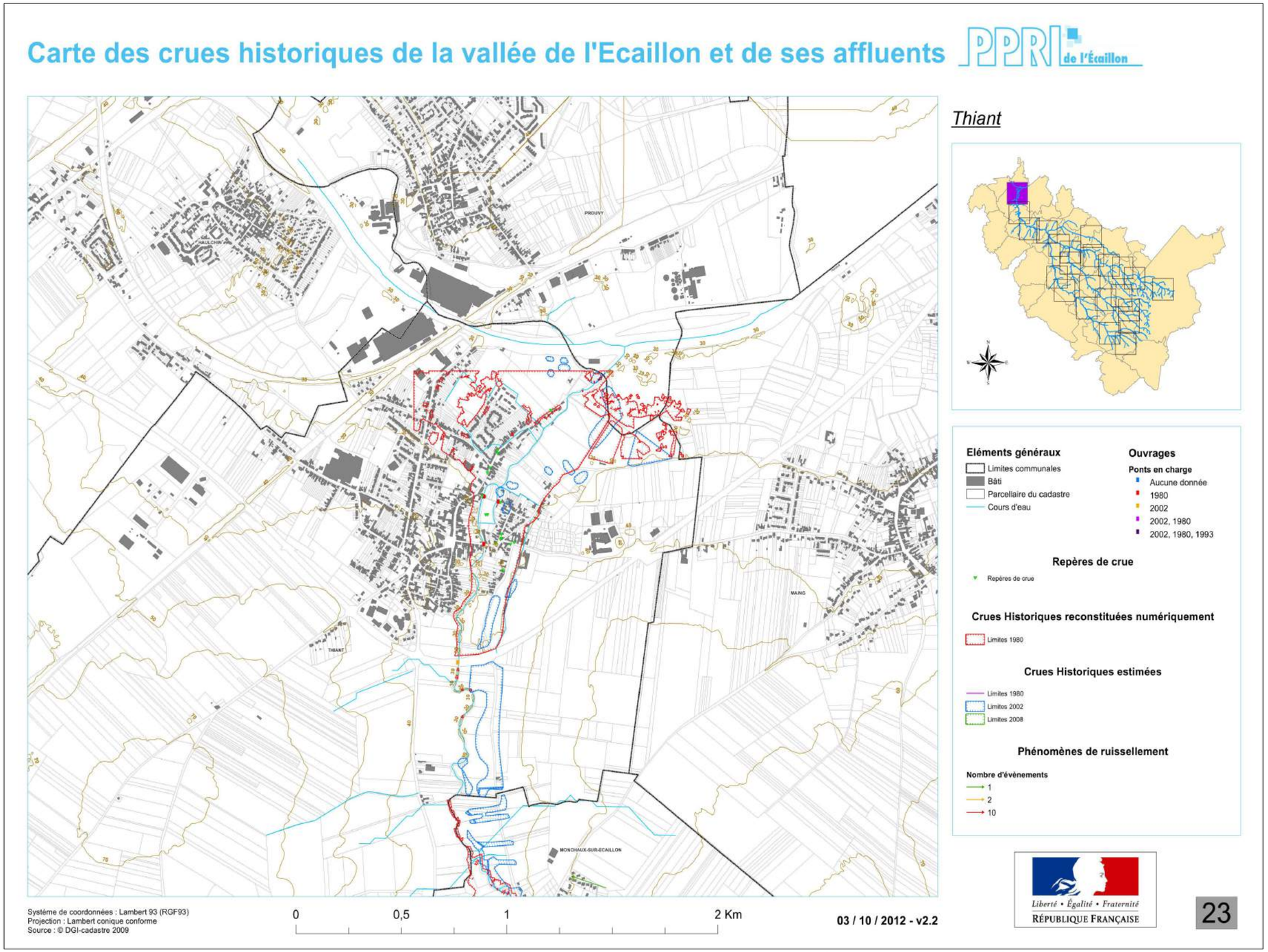


Figure 18 : Cartographie synthétique des crues historiques à Thiant-sur-Ecaillon (Source : PPRI de l'Ecaillon)

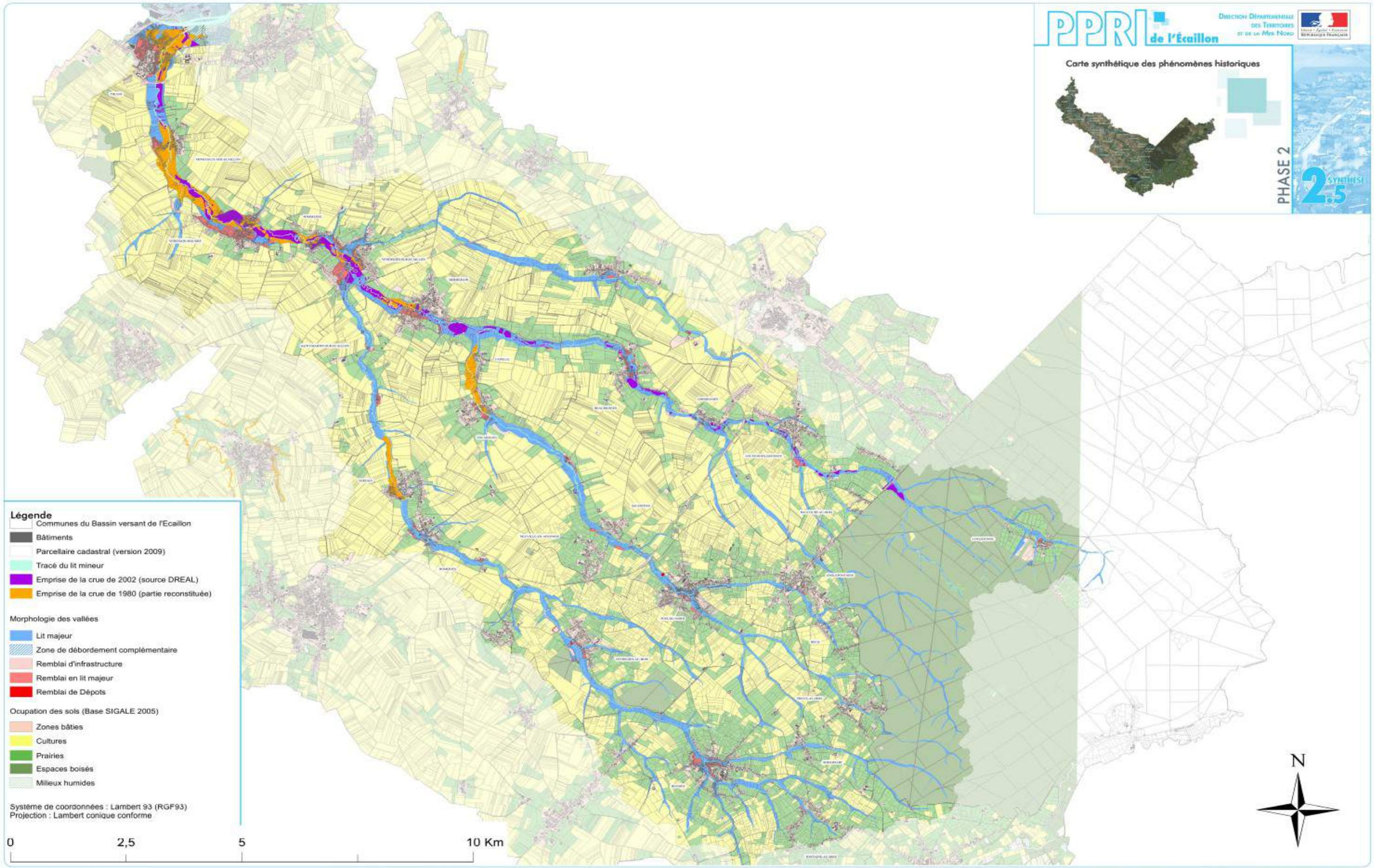


Figure 19 : Cartographie synthétique des crues historiques à l'échelle du bassin versant de l'Ecaillon (Source : PPRI de l'Ecaillon)

3.3 Les cartographies de fonctionnement hydraulique

Les informations collectées et analysées pendant la phase 1 (notamment les études antérieures et en cours) ainsi que les visites de terrain permettront également de dresser des cartographies du fonctionnement hydraulique du bassin versant reprenant les éléments suivants :

- les axes d'écoulement préférentiels sur les coteaux et dans la plaine des Wateringues (ruissellement, canaux et cours d'eau) ;
- les zones potentielles de remontée de nappe ;
- les ouvrages différenciés par type (ponts, seuils, vannes, buses, stations de pompage, etc), en particulier les stations de pompage de la plaine des Wateringues ;
- les remblais artificiels significatifs qu'ils concernent des infrastructures bâties (remblais d'une usine ou d'un lotissement) ou de transport (remblais d'une voie ferrée ou d'une autoroute) ;
- les sous-bassins versants et les casiers hydrauliques rattachés aux stations de pompage.

Un exemple de cartographie est fourni page suivante.

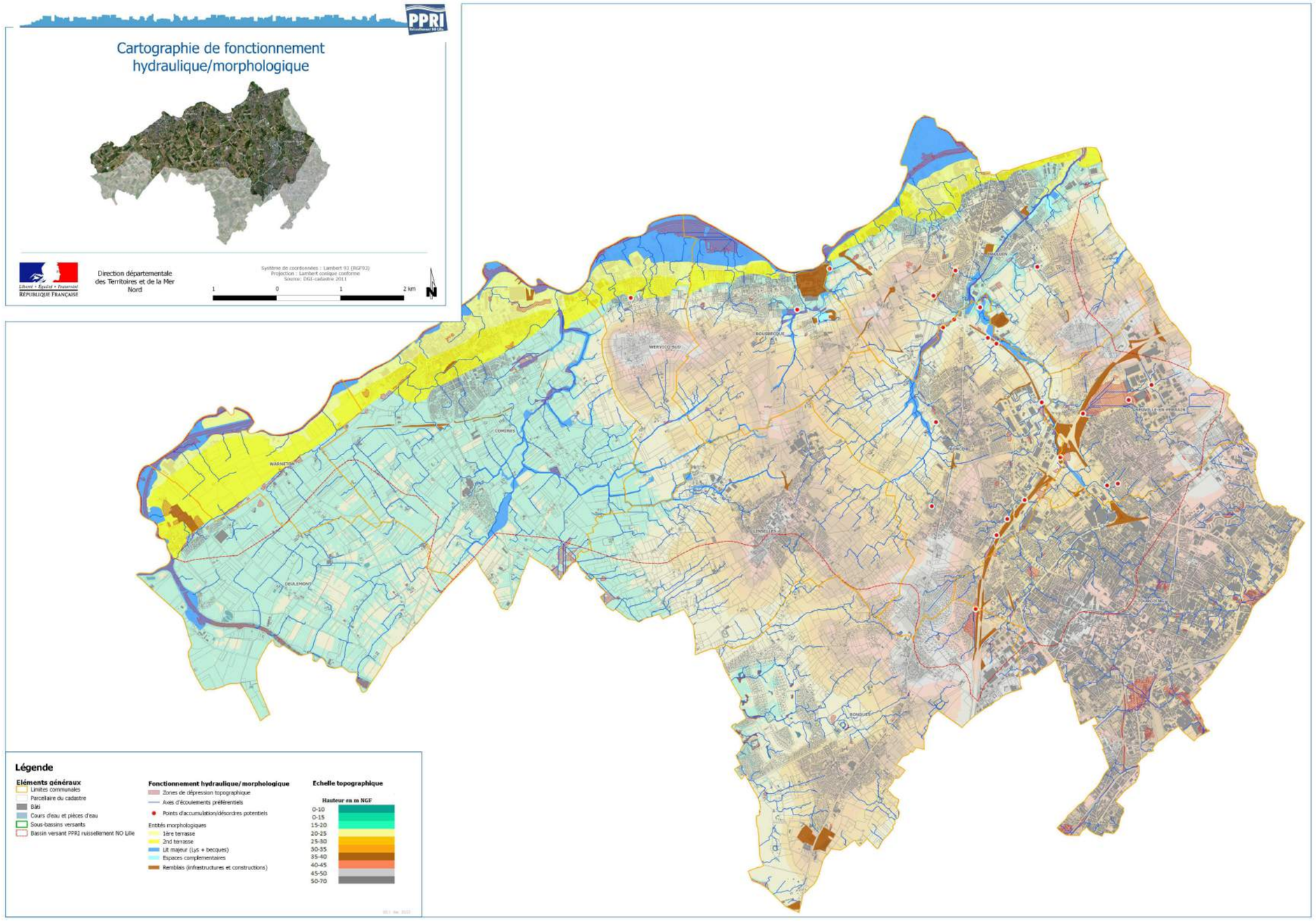


Figure 20 : Cartographie synthétique du fonctionnement hydraulique/morphologique du bassin versant de la Lys (Source : PPRI NO Lille)

3.4 Une première version de la cartographie des enjeux

3.4.1 Les types d'enjeux à prendre en compte

Les types d'enjeux à prendre en compte dans le cadre du présent PPR sont définis précisément dans le livrable L2 relatif à la méthode de détermination des enjeux, travail qui sera réalisé lors de la phase 3 de l'étude PPRI. Globalement, deux types d'enjeux sont à considérer :

- **les enjeux dits « PPR »** qui traduisent l'occupation du sol du bassin versant. Au stade de la phase 1, cette occupation des sols sera cartographiée à partir des informations contenues dans la base de données parcellaire ;
- **les enjeux dits de gestion de crise** qui doivent permettre d'identifier les enjeux ponctuels stratégiques en termes de gestion de crise (par exemple les mairies, les écoles, les maisons de retraites, les usines, etc).

Ainsi les cartes d'enjeux présentées à l'issue de la phase 1 intégreront l'ensemble des données collectés par l'intermédiaire des sources de données disponibles et de la phase d'enquête auprès des communes (questionnaire et rencontres). Elles permettront:

- de visualiser l'occupation des sols du bassin versant en distinguant nettement les aires urbaines, agricoles et naturelles, elles mêmes divisées en plusieurs sous-catégories ;
- de représenter les enjeux de gestion de crise collectés durant la phase;
- de représenter la vulnérabilité du bâti sur la base des informations contenues dans la base de données parcellaire et des visites de terrain ;
- de disposer d'une carte regroupant l'ensemble des projets d'urbanisme visés à court ou moyen termes.

En revanche, la délimitation fine des enjeux « PPR » (zones homogènes puis PAU/ZEC et éventuellement Centres Urbains) et la définition de la méthode de classification des enjeux ponctuels seront réalisées lors de la phase 3.

3.4.2 Exemples de cartes synthétisant les enquêtes enjeux

Les illustrations pages suivantes donnent des exemples de cartes d'occupations des sols, de localisation des enjeux ponctuels (ces derniers étant distingués en fonction de leur rôle dans la gestion de crise et de leur type) et d'évaluation de la vulnérabilité du bâti. L'ensemble de ces informations seront regroupées sur une seule carte par commune et à l'échelle du bassin versant.

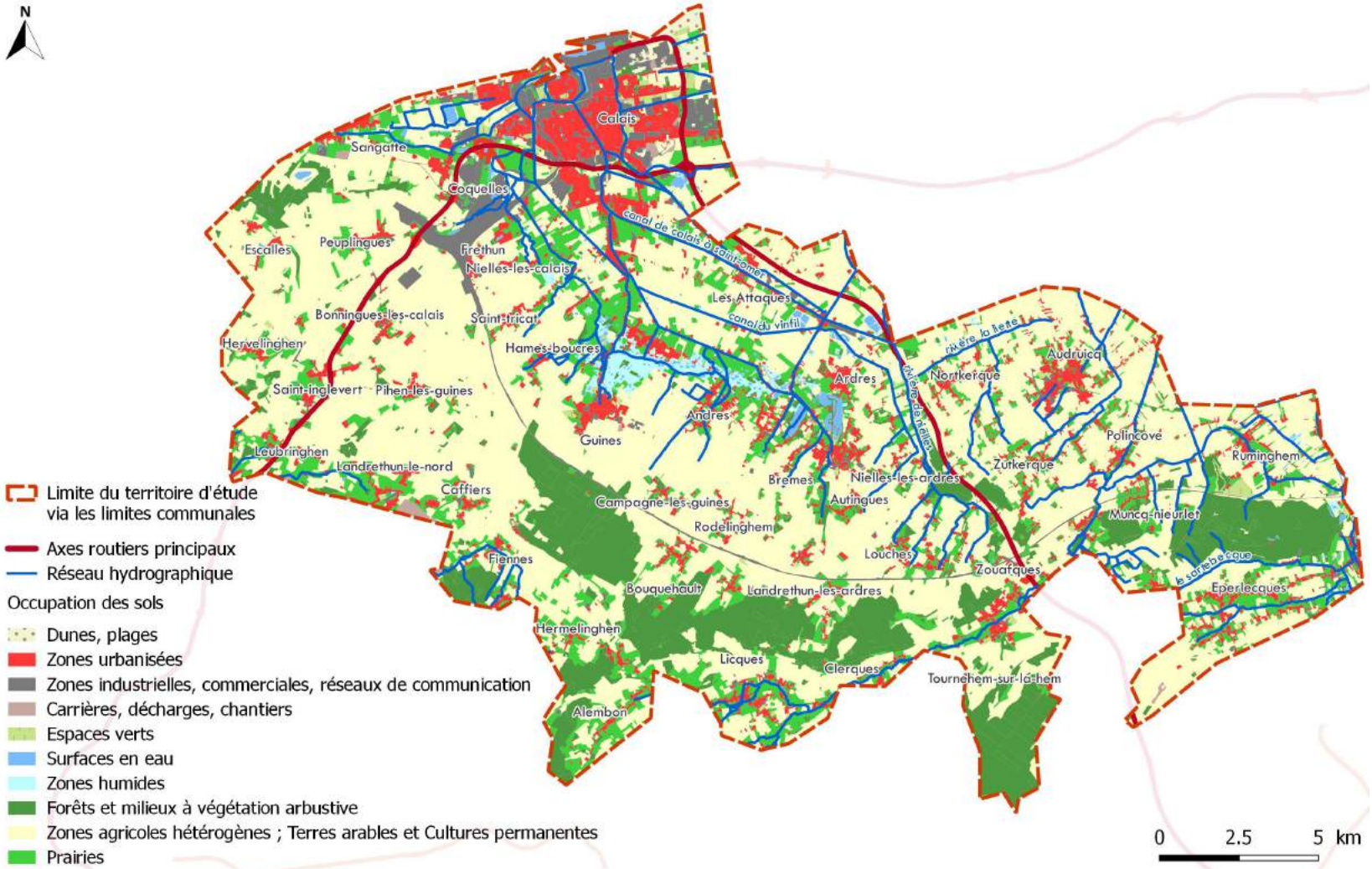


Figure 21: Carte d'occupation des sols simplifiée du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues (Source : SIGALE)

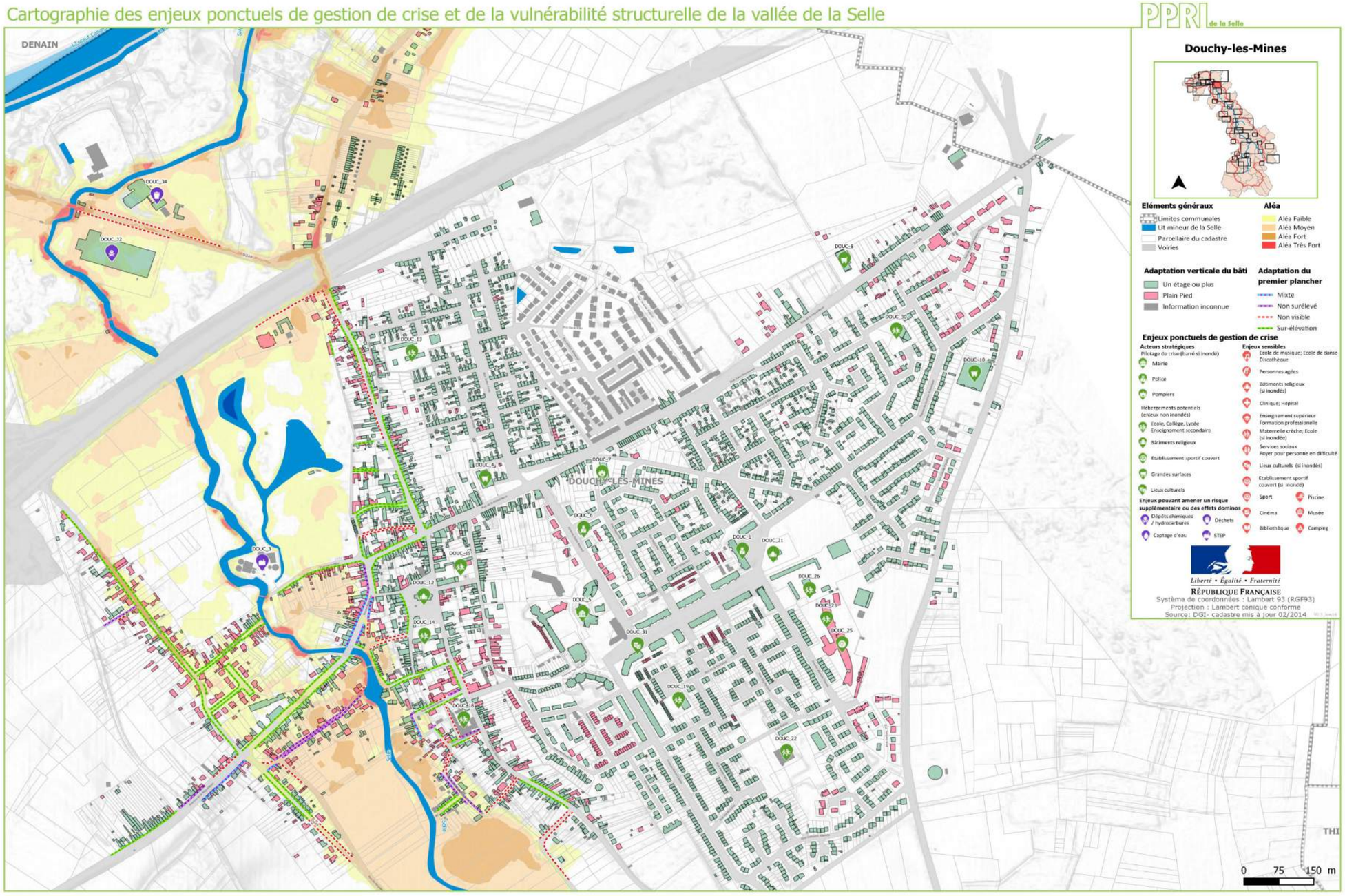


Figure 22 : Cartographie des enjeux ponctuels de gestion de crise et de la vulnérabilité du bâti à Douchy-les-Mines (Source : PPRI de la Selle)

3.5 Les synthèses communales

Les synthèses communales constitueront le document opérationnel de référence pour les communes puisqu'elles regrouperont dans un seul et même document les différentes thématiques étudiées dans le cadre du PPRI avec les cartographies produites et des commentaires explicatifs. Ainsi, à l'issue de la phase 1, ces synthèses intégreront pour chaque commune les éléments suivants :

- une analyse de l'historique de construction du bâti ;
- l'analyse des crues historiques ;
- l'analyse du fonctionnement hydraulique du bassin versant ;
- la caractérisation de l'occupation des sols, le premier recensement des enjeux ponctuels et une pré-évaluation de la vulnérabilité du bâti.

Ces synthèses sont évolutives, elles seront enrichies avec les différentes thématiques abordées lors des phases suivantes de l'étude : « Méthode et qualification de l'aléa de référence du PPRI » (phase 2), « Reprise de l'aléa de référence, enjeux PPRI et enjeux gestion de crise » (phase 3).

Figure 23 : Exemple de la synthèse communale de la commune de Thiant-sur-Ecaillon (Source : PPRI de l'Ecaillon)

Annexes

Annexe 1 : Modèle de questionnaire d'enquête auprès des communes sur l'historique des inondations et les enjeux

Questionnaire d'enquête

Historique des inondations et enjeux présents sur le territoire de votre commune

La phase 1 de la procédure d'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation des pieds de coteaux des Wateringues a pour objectif de retracer **l'historique des inondations** sur le territoire de votre commune et d'identifier également les **enjeux** présents à proximité des zones potentiellement inondables, le long des cours d'eau.

Le questionnaire d'enquête ci-dessous doit nous permettre de mettre à profit **votre connaissance locale** du fonctionnement des inondations dans votre commune, des désordres constatés par le passé ainsi que des enjeux régulièrement touchés.

Plus vos informations, commentaires et explications seront nombreuses, plus la reconstitution du fonctionnement hydraulique du bassin versant et des crues historiques (débordement, remontée de nappe) ou des phénomènes de ruissellement sera précise. Ce document nous servira de base de discussion lorsque nous viendrons vous rencontrer en personne au cours de la deuxième quinzaine du mois de juin 2015.

Une fois remplis, ces questionnaires sont à renvoyer au bureau d'étude PROLOG-INGENIERIE à l'adresse suivante :

PROLOG-INGENIERIE
11, rue Auguste Lacroix
69003 Lyon

Merci d'avance pour votre participation

A / Renseignements

Nom et Prénom	
Organisme ou commune	
Fonction	
Coordonnées (téléphone et adresse courriel)	
Date de réponse au questionnaire	

B / Les inondations historiques sur votre commune

Pouvez-vous lister les crues historiques ou phénomènes de ruissellement connus sur votre territoire (année, mois, jour) ?	
Pour ces différentes crues ou phénomènes de ruissellement, pouvez-vous nous indiquer :	
→ leur durée ?	
→ une estimation de leurs dommages économiques ?	
→ une liste des enjeux touchés par type : entreprises, commerces, Etablissement Recevant du Public (ERP), réseaux d'énergies ?	
→ les routes coupées et ponts submergés ?	
Pour ces différentes crues ou phénomènes de ruissellement, avez-vous eu des coupures d'électricité ou de téléphone ?	
Comment avez-vous été prévenus de l'arrivée des crues ou phénomènes de ruissellement récents ?	

C / Les documents relatifs au risque d'inondation sur votre commune

Disposez-vous de cartes montrant les limites des inondations passées sur votre territoire ? Et si oui lesquels ?	
Disposez-vous de repères de crues? Disposez-vous des cotes de ces différents repères ?	
Disposez-vous de gravures, photographies, cartes postales anciennes représentant les inondations passées sur votre territoire ?	
Disposez-vous de textes anciens relatant les inondations survenues sur votre commune ?	
Pouvez-vous nous fournir une liste de personnes ressources ayant une bonne connaissance des inondations que nous pourrions contacter pour recueillir des informations ?	
Avez-vous d'autres informations ou documents complémentaires sur les phénomènes d'inondation anciens ? (ouvrages, destructions, moulins, etc) ?	
Le risque d'inondation est-il déjà pris en compte dans votre PLU ou POS ? Existe-t-il des zones indexées « i » ?	

D/ L'évolution de votre commune :

Disposez-vous de cartes anciennes de votre territoire ? (cadastre napoléonien, plans anciens)	
Disposez-vous de photographies anciennes de votre territoire ?	
Pouvez-vous nous retracer l'histoire et les évolutions de vos ouvrages et réseaux (destructions, reconstructions, date, origine, plans anciens)	
Disposez-vous sur le territoire de votre commune d'ouvrages de stockage des eaux pluviales (bassin de rétention) ? Si oui êtes-vous en mesure de nous fournir des plans et les spécifications de ces derniers ?	
Pouvez-vous nous lister les opérations de curage réalisées dans les 30 dernières années ?	
Quels sont les aménagements récents réalisés sur votre territoire en bordure ou dans la zone inondable ?	
Pouvez-vous nous lister les projets envisagés à court ou moyen terme sur votre territoire à proximité des cours d'eau ? (type de projet, échéance, localisation précise à reporter sur la carte ci-après)	
Disposez-vous d'une version numérique du plan de votre réseau d'assainissement ? Si non, pouvez-vous nous indiquer les coordonnées des géomètres ayant réalisé ces plans ?	

E / Votre commune et la gestion de crise

Pouvez-vous nous lister sur votre commune les enjeux :	
→ stratégiques, c'est à dire qui servent à piloter la crise lors d'une inondation (mairie, gendarmerie, poste de police, centre de secours, poste EDF et téléphonique) ?	
→ recevant un public sensible (écoles, hôpitaux, maisons de retraite, crèches) ?	
→ présentant un risque pour l'environnement ou en termes de sur-accident (usines, alimentation en eau potable, zones de stockage, décharges)	
Disposez-vous sur votre territoire d'ERP hors zone à risque (salle des fêtes, gymnase, établissements scolaires, dortoirs, hôtels) ?	
Si oui pouvez-vous estimer leur capacité d'accueil et de fourniture de repas chaud ?	

Annexe 2 : Notice d'utilisation de la plate-forme cartographique en ligne

Notice d'utilisation de la plate-forme cartographique en ligne

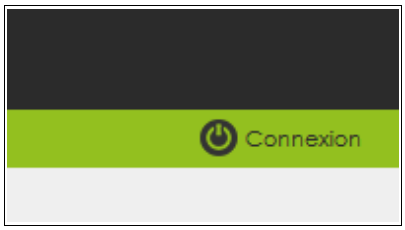
PROLOG INGENIERIE

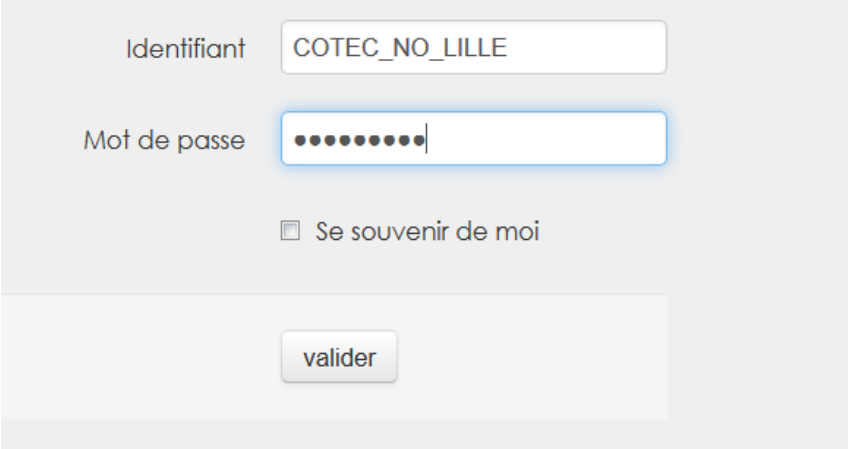
11, rue Auguste Lacroix – 69 003 LYON
Téléphone 04.72.44.67.68
E-MAIL : KOCH@PROLOG-INGENIERIE.FR

1/Connexion à la plate-forme

La plate-forme est disponible à l'adresse suivante : cassini.prolog-ingenierie.fr.

Pour accéder à la carte, cliquez sur « Connexion » en haut à droite de la fenêtre puis entrer l'identifiant et le mot de passe qui vous ont été attribués et ensuite valider.





Vous voyez alors apparaître le projet «Cartographie du PPRI ruissellement de NO-Lille», cliquez sur « voir la carte » pour y accéder.

2/ Utilisation des outils de la carte

Une fois sur la carte, vous pouvez vous déplacer sur celle-ci en maintenant le clic-gauche sur la carte et en déplaçant le curseur de la souris, zoomer à l'aide de la molette de la souris.

Au sein de la plate-forme cartographique, on appelle « couche » l'ensemble formé par des entités de même nature. Une carte est ainsi formée de la superposition de plusieurs couches .

Les couches produites durant l 'étude, à savoir :

- l'aléa fonctionnel ;
- les enjeux de gestion de crise ;
- la vulnérabilité du bâti ;
- les enjeux PPR

ne **sont visibles que pour un niveau de zoom inférieur au 1/10 000e**. Ainsi, si vous êtes à un niveau de zoom supérieur (par exemple au 1/18 000e), vous ne pouvez pas activer et donc voir ces couches.

Plusieurs fonctionnalités sont disponibles pour :

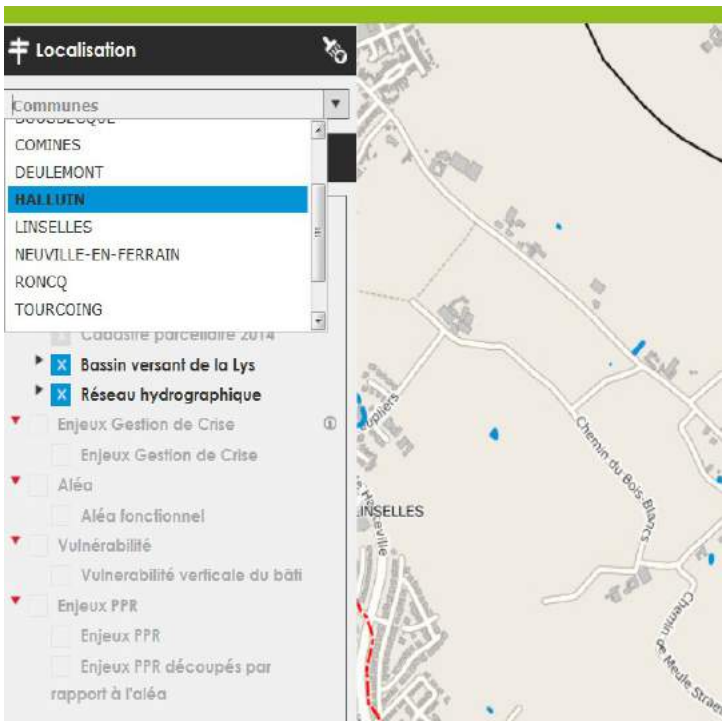
- gérer l'affichage des différentes couches
- gérer la zone visible de la carte et le niveau de zoom
- faire une recherche et éditer des cartes

2.1 <u>Gestion de l'affichage des couches :</u>

Ces fonctionnalités sont accessibles sur la partie gauche de l'écran

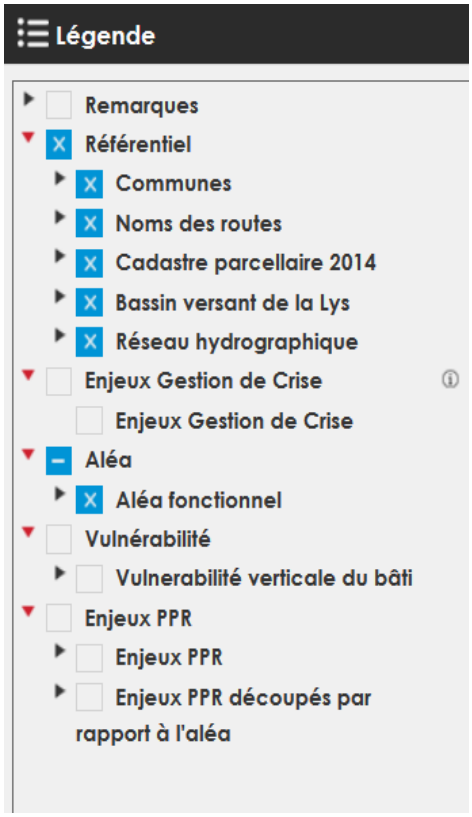
- <u>Liste déroulante des noms de communes :</u>

La liste déroulante des noms de communes vous permet de choisir la commune qui vous intéresse et ainsi de recadrer automatiquement la vue sur les limites de la commune choisie.



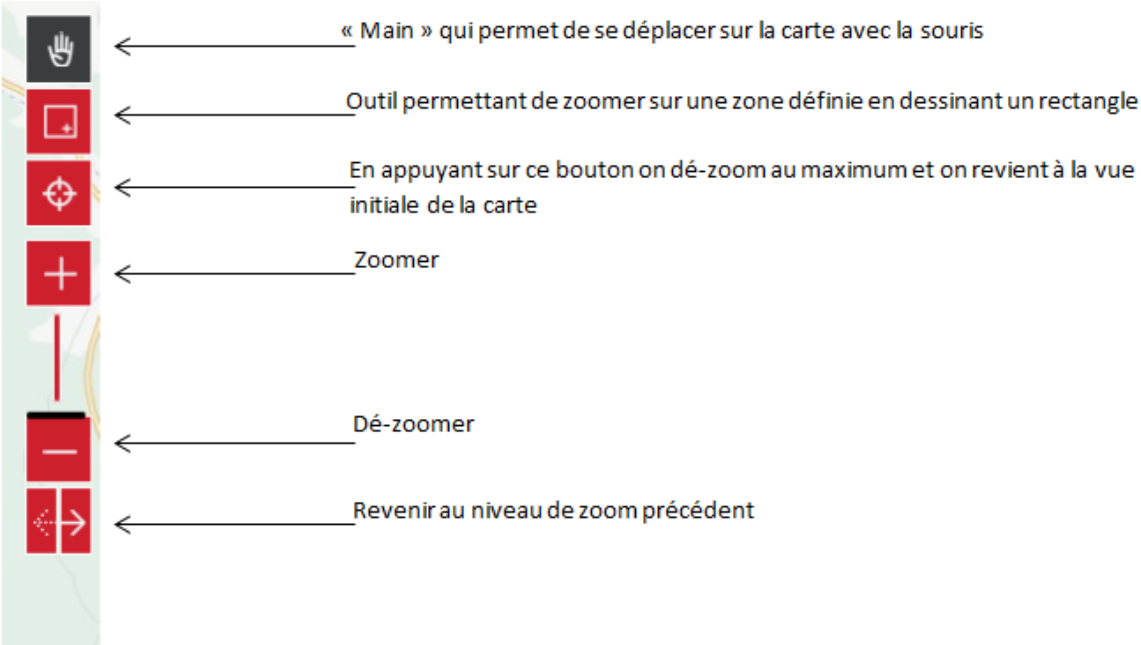
- <u>Légende de la carte :</u>

Sous la liste déroulante de communes se trouve la légende de la carte avec les couches qui sont utilisées. Vous pouvez, si vous le désirez, choisir d'afficher ou non une ou plusieurs couches en cliquant sur le carré bleu à gauche du nom des couches. Pour les réactiver, il faut cliquer à nouveau sur ce même carré.



2.2 Gestion de la zone visible de la carte et du niveau de zoom :

Ces fonctionnalités sont accessibles sur la partie droite de l'écran



En bas à droite de l'écran se trouve également un petit encart indiquant l'échelle de visualisation de la carte et les coordonnées (X, Y en système de projection RGF93) du point sur lequel se trouve votre souris sur la carte.

2.3 Recherche et édition de cartes :

Ces fonctionnalités sont accessibles sur la partie haute de l'écran

- Rechercher une adresse :

L'outil

permet de saisir une adresse et ainsi de centrer directement la carte sur celle-ci.

- <u>Outils de base:</u>

L'outil permet de revenir à l'écran d'accueil de la plate-forme.

L'outil permet de passer la carte en mode plein écran.

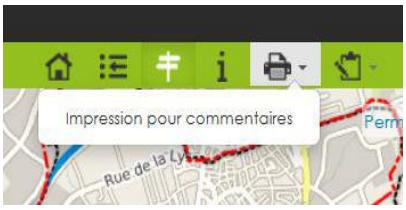
L'outil permet de désactiver la liste déroulante des communes mentionnée précédemment.

L'outil permet de visualiser les informations de base du projet.

L'outil

permet de se déconnecter de la plate-forme.

- <u>Imprimer une carte pdf avec les couches produites durant l'étude :</u>

En appuyant sur le bouton 

, puis sur « Impression pour commentaires », vous ferez apparaître un rectangle rose pré-dimensionné que vous pourrez déplacer sur la zone que vous voulez imprimer et pour lequel vous pourrez changer directement l'échelle de la carte que vous souhaitez imprimer (bien entendu en changeant l'échelle de la carte, vous changerez également la taille du rectangle rose d'impression) :

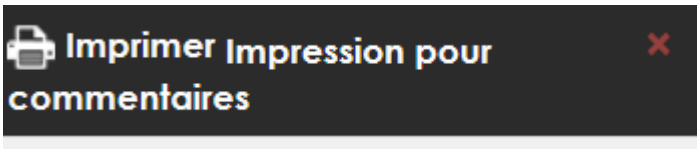
Une fois que le rectangle est bien positionné, appuyer sur « imprimer » en haut à gauche de l'écran :

Un nouvel onglet de votre navigateur Internet va alors s'ouvrir avec la carte en pdf que vous pouvez enregistrer, imprimer en papier, annoter et nous renvoyer par courrier ou mail si vous avez des remarques ou si avez remarqué des incohérences dans les différentes couches (aléa, enjeux, vulnérabilité) produite au cours de l'étude.

Si vous utilisez cet outil d'impression, n'oubliez pas de nous renvoyer les documents imprimés pour que nous puissions prendre en compte vos remarques.

Remarque : pour utiliser l'outil impression nous vous conseillons de vous placer aux niveaux de zoom les plus fins de (1/10 000e ou 1/5 000e) qui vous permettront de bien visualiser les différentes couches.

Si vous voulez annuler l'impression, il vous suffit de cliquer sur la croix rouge en haut à droite du rectangle d'impression



Si vous rencontrez des problèmes d'utilisation de la plate-forme et pour tout autre question, contacter PROLOG-INGENIERIE par mail (koch@prolog-ingenierie.fr) ou par téléphone au 04.72.44.67.62

Annexe 3 : Synthèse des études antérieures

PPRI DES PIEDS DE COTEAUX DES WATERINGUES

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction Départementale des Territoires et de la Mer Pas-de-Calais

Synthèse des études antérieures

CALAIS 11

ÉLAN

VOIX DU NORD
15 août 2006

Quand la solidarité s'organise autour des sinistrés

de plus précieux qu'un voisin pour assister les habi-dans l'épreuve ?

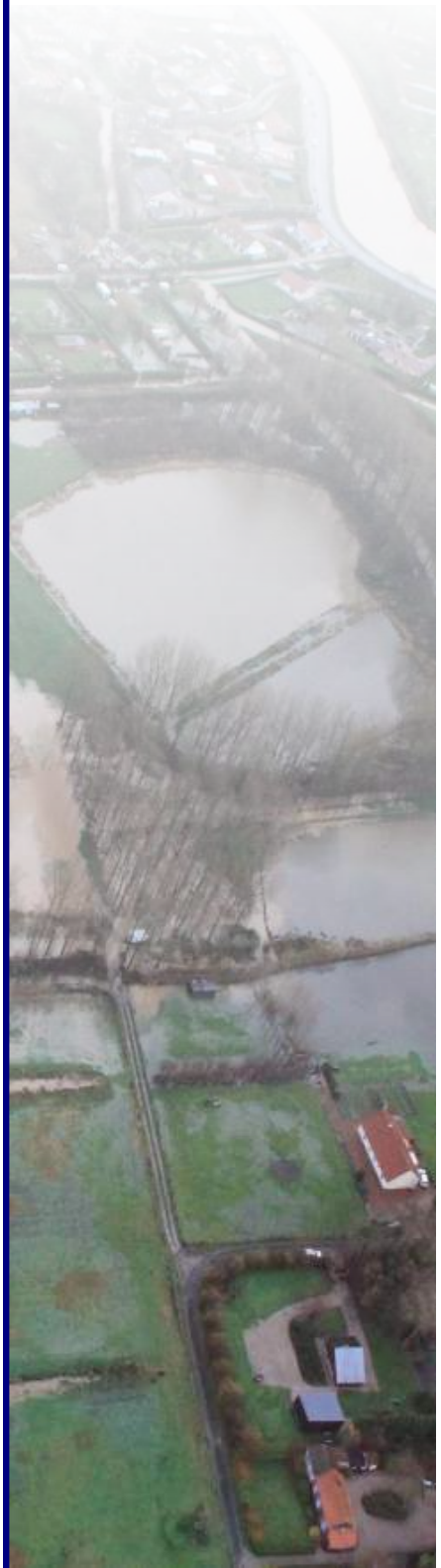
ni dans chaque maison, un voisin traverse la rue et se dirige vers e inondée. « Besoin d'un coup de main ? » Sans attendre la ré-le voilà qui écope et se mêle aux sinistrés. Il pleut des cordes, le noyé, la lutte contre les éléments semble dérisoire, mais on se sakinnement réchauffé.

ne n'est pas bonheur reproduite ici et là, spontanément, dans les s traversés par des torrents d'eau et de boue. Du voisinage, d'un

1 Les agriculteurs ont mis leurs tracteurs à contribution
2 Véhicule sous les eaux à Ambrès
3 De très nombreux sous-sols ont été inondés
4 L'eau dévalant des champs a déversé des torrents de boue dans les habitations
5 À Rodelinghem, l'eau est montée violemment
6 À Rodelinghem, Guy Vasseur, premier adjoint, est intervenu chez M et Mme Biérard
7 Les locaux de l'entreprise Tempo, spécialisée dans la climatisation et le chauffage, ont été ravagés par les eaux
8 La Rivierette ou fleuve, à Andres ?

agriculteur ou d'un élu, les sinistrés ont reçu une assistance bienfai-trice sous forme de pompe à eau, de sacs de sable, de ballots de paille ou de seaux. La lutte contre la montée des eaux n'a pas toujours été victorieuse, mais l'opposition fut belle et généreuse.
Après le délugé, le coup de main n'a pas faibli. Une serpillière, un ra-clot et de l'huile de coude pour nettoyer la boue et faire sécher ce qui peut l'être.
Chacun se jauge(rait) dès circonstances douloureuses qui favorisent les dons de générosité. Mais dans l'adversité, ils ne sont que plus pré-cieux. Merci voisin ! ■ P.M.

PHASE 1



Titre du document : Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la vallée de la Hem

Auteur : SAFEGE

Date : 2001-2002

Maître d'ouvrage : DDTM du Pas-de-Calais

Secteur d'étude :

La zone d'étude couvre l'ensemble des 13 communes suivantes :

- Audrehem
- Bonningues-lès-Ardres
- Clerques
- Hocquinghen
- Licques
- Muncq-Nieurlet
- Zutkerque
- Nordausques
- Polincove
- Rebergues
- Recques-sur-Hem
- Tournehem-sur-la-Hem
- Zouafques

Cadre et objectif :

Dans le but d'établir le PPRI de la vallée de la Hem, le bureau d'études SAFEGE a été mandaté par la DDTM62 afin de réaliser une étude comportant les phases suivantes :

- ✓ *Phase 1 :* Cartographie de l'aléa et des enjeux, avec une étude hydrologique, la définition des enjeux ainsi que l'étude des enjeux et aléa.
- ✓ *Phase 2 :* Elaboration du PPRI (documents réglementaires)

Synthèse :

Phase 1 :

L'étude hydrologique de la vallée de la Hem conduit aux résultats suivants :

Station	Q (10 ans)	Q (100 ans)	Q1999	Q oct-nov2000	Qnov2000
Guémy	18 m³/s	25m³/s	19.5 m³/s	20.2 m³/s	20.7 m³/s

Tableau 3 : récapitulatif des débits centennaux, décennaux et historiques

Les épisodes des hautes eaux font généralement suite à des épisodes pluvieux de période de retour de 2 ans environ.

	Décembre 1999	Q oct-nov2000	Novembre 2000
Période de retour	17 ans	21 ans	27 ans

Tableau 4 : Période de retour des crues historiques

L'écart observé entre l'intensité des épisodes pluvieux et les débits en résultant s'explique par la saturation des sols en eaux, fortement dépendante des conditions pluvieuses antécédentes.

L'aléa inondation pris en compte au sein de l'étude SAFEGE résulte des deux phénomènes suivants : le ruissellement et le débordement de cours d'eau.

La détermination des enjeux au sein du territoire a en partie été effectuée par le biais d'enquêtes sur les inondations passées. Les événements de 1998, 1999 et 2000 ont fait l'objet de ces enquêtes, les éléments remarquables (au niveau de notre secteur d'étude) de ces dernières sont listés ci-dessous :

- ✓ Les débordements les plus significatifs se produisent à l'aval, où les espaces sont essentiellement agricoles. Les zones résidentielles les plus fréquemment touchées sont les communes de Polincove, Recques-sur-Hem.
- ✓ <u>Dégât d'habitations – évacuations</u>
    - o Polincove : 20 habitations touchée (2000), 1 évacuation, dégâts caves et garages ;
    - o Clercques : 2 habitations ;
    - o Zouafques : habitations aux lieux dits « la Recousse », « la Placette » (en particulier le Moulin)
    - o Zutkerque : habitations rue de l'Oudrecq
    - o Recques-sur-Hem : habitations au « Vrolant »
    - o Tounehem-sur-Hem : 5 habitations
    - o Licques : 5 habitations au « Cahen »
- ✓ Activités économiques touchées :
    - o Licques : la supérette et la boucherie
    - o Zouafques : une entreprise de carburants et combustibles
    - o Tournehem-sur-Hem : le moulin « Delzoide »
- ✓ Bâtiments publics touchés :
    - o Zouafques : la Poste
- ✓ Loisirs :
    - o Tournehem-sur-Hem : Camping de Guémy
- ✓ Activité agricoles à Muncq-Nieurlet et Polincove
- ✓ Voiries impraticables
- ✓ Détérioration des berges suite au passage des eaux à Polincove, Zouafques, Recques-sur-Hem et Tournehem-sur-Hem.

Phase 2 :

Les documents réglementaires du PPRI approuvé en décembre 2014 sont listés ci-dessous :

- ✓ Note de présentation, document au sein duquel est décrit notamment le bassin versant de la Hem, **l'aléa de référence correspondant à la crue centennale de novembre 1998 (débit estimé 25 m^3/s), affiné sur certains secteurs par la crue exceptionnelle des 12 et 13 août 2006.** L'aléa défini dans l'Atlas prend en compte :
    - o Les débordements de la Hem
    - o Les remontées de nappe phréatique
    - o Le ruissellement (analyse géomorphologique)
- ✓ Règlement
- ✓ Les cartes d'aléa, d'enjeux, de zonages réglementaires 1 et 2.

Critique : Peu d'information sur les modèles numériques utilisés pour définir l'aléa.

Utilité pour l'étude :

- ✓ Les enquêtes effectuées auprès des communes ;
- ✓ L'aléa de référence ;
- ✓ L'atlas du PPRI.

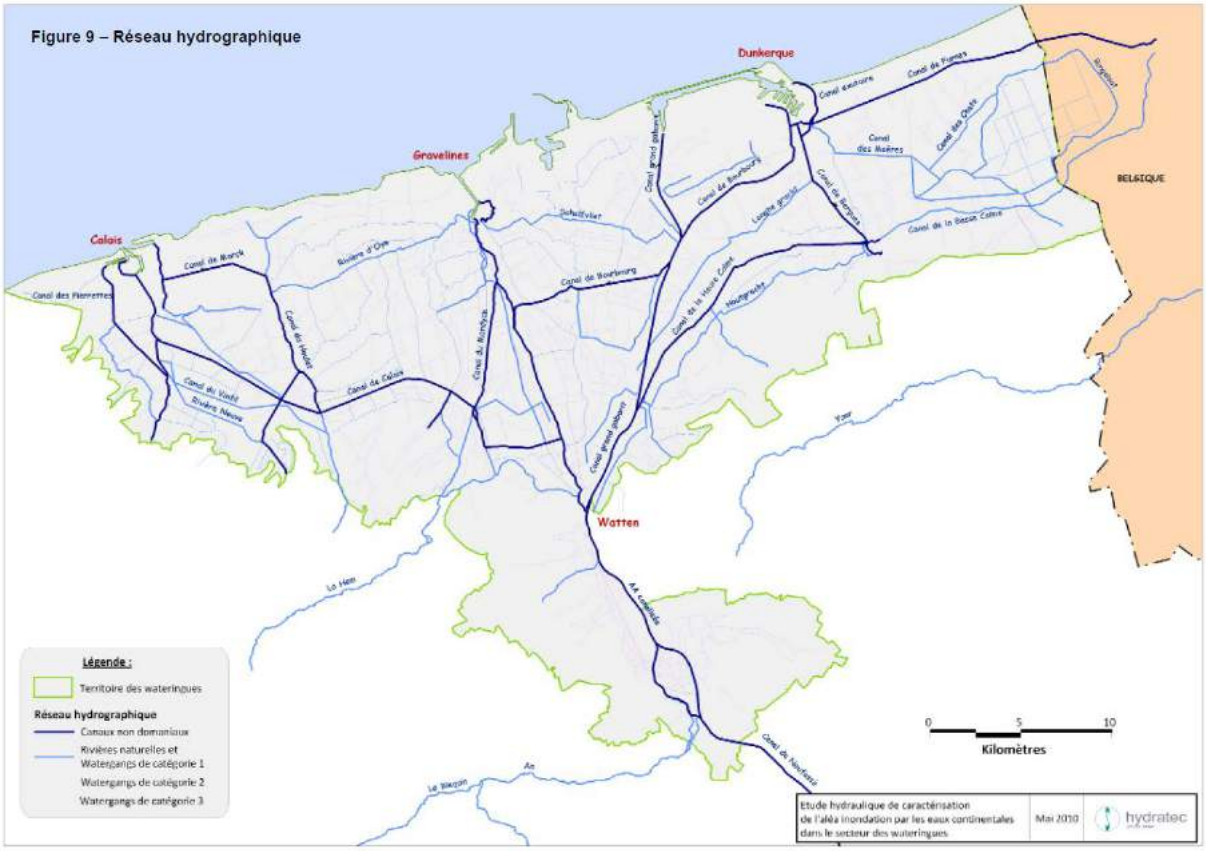
Titre du document : Etude hydraulique de caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans le secteur des Wateringues

Auteur : HYDRATEC

Date : 2013

Maître d'ouvrage : DREAL Nord-Pas-de-Calais

Secteur d'étude :



Localisation du secteur d'étude (zone grise) (Source : HYDRATEC)

Cadre et objectif :

D'une superficie de 850 km^2, le vaste territoire des Wateringues dont l'altitude avoisine le niveau de la mer est fortement vulnérable au risque d'inondation provenant à la fois de la mer et des eaux continentales. La saturation de plus en plus fréquente des ouvrages hydrauliques assurant la protection et la sécurité du territoire, inquiète les services publics ainsi que les gestionnaires des ouvrages hydrauliques. Les potentielles causes avancées par les acteurs du territoire sont les suivantes :

- ✓ Forte urbanisation et modifications des pratiques agricoles augmentant le ruissellement ;
- ✓ Changement climatique à l'origine d'une hausse du niveau de la mer ainsi que de la fréquence d'évènements extrêmes.

Cette étude constituée de 6 étapes a pour principal objectif « la caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans les Wateringues », en tenant compte de l'incidence du changement climatique sur le niveau de la mer et du possible dysfonctionnement des ouvrages d'évacuation.

- ✓ *Etape 1 :* compréhension du fonctionnement hydraulique global du secteur d'étude, collecte et analyse des données, définition de l'outil et des données complémentaires nécessaires ;
- ✓ *Etape 2 :* construction et calage du modèle ;
- ✓ *Etape 3 :* compréhension approfondie du fonctionnement hydraulique du secteur d'étude, en particulier par valorisation du modèle hydraulique construit et calé lors de l'étape 2 ;
- ✓ *Etape 4 :* définition des hypothèses et des scénarios de base ;
- ✓ *Etape 5 :* simulation et caractérisation de l'aléa inondation dans les Wateringues pour les scénarios de base ;
- ✓ *Etape 6 :* mise à disposition du modèle constitué et formation à son exploitation.

Synthèse :

Etape 1 : suite à une collecte de données d'envergure autorisant une première compréhension du fonctionnement hydraulique du territoire d'étude, les auteurs ont pu déterminer l'approche la plus pertinente pour représenter ce dernier par le biais d'une modélisation numérique. Le modèle hydrologique retenu est fondé sur une **approche pluie-débit** de deux types :

- ✓ Un modèle simple basé sur méthode du simple réservoir linéaire pour l'intérieur des Wateringues ;
- ✓ Un modèle prenant en compte la saturation progressive des sols pour les bassins versants de la Hem et de l'Aa.

Le modèle hydraulique développé est un modèle unidirectionnel dont les spécificités varient en fonction de la nature de l'écoulement y prenant place :

- ✓ Une modélisation filaire pour les écoulements principaux ;
- ✓ Une modélisation à casier « classique », ou **« spécifique » tenant compte des possibles remontés de nappe**, pour les zones d'accumulation des écoulements ;
- ✓ La modélisation des ouvrages d'évacuation à la mer (gravitaire et par pompage).

Etape 2 : le modèle a été calé à l'aide de l'événement de novembre 2009 et validé à l'aide de l'épisode de crue de décembre 2006. L'analyse approfondie de l'événement de 2009 « a permis de mettre en évidence des coefficients d'apport très élevés de la plaine des Wateringues compris entre 40 et 70 % selon les secteurs », explicables par la faible capacité de rétention des sols et par le drainage effectué par les watergangs.

Etape 3 : suite au développement du modèle numérique, une analyse hydrologique approfondie a été menée dans le but d'affecter à chaque sous-système une période de retour caractéristique au-delà de laquelle des désordres sont à craindre. Les résultats de l'étude au niveau du secteur du Calaisis sont synthétisés au sein du tableau ci-après.

Sous système	Période de retour maximale[1] (ans)			Sous bassin versant - Part de volume stocké pour une crue centennale (%)[2]
	Capacité de l'exutoire seul	Capacité de stockage + capacité de l'exutoire[1]		
		Stockage canal principal	Stockage canal principal + réseaux secondaires	
Marck	10 à 20	20 à 50	50 à 100	-
Calais	5 à 10	10 à 20	20	25 %
R. Neuve/Pierrettes	<2	<2	<2	-

1 : Il est ici rappelé qu'une crue d'hiver est en règle générale constituée d'une succession de plusieurs événements pluviométriques de 1 à 2 jours. Lors d'une crue d'hiver il est donc fort possible que le volume effectivement stockable (dans le canal principal et réseaux secondaires) soit inférieur aux valeurs ici publiées. Ces valeurs sont à considérer comme un maximum.
2 : cette colonne récapitule la différence, pour une crue centennale, entre le volume généré par les différents sous bassin versants, et celui rejoignant effectivement le canal principal (limitation des apports liée à la capacité des stations de pompage présentent à l'exutoire de certains sous bassins versants).

Une analyse de sensibilité de la réponse hydraulique en période de hautes eaux en fonction de différents paramètres a également été menée et fournie les éléments suivants au niveau de notre secteur d'étude :

- ✓ l'influence de la marée et des surcotes sur les canaux du Calaisis hormis pour le canal de Marck est inférieure à 3 cm ;
- ✓ l'influence du vent est notable sur les canaux s'écoulant dans la direction est-ouest et donc notamment sur le canal de Calais ;
- ✓ l'influence de la pluie conditionne quant à elle l'ensemble des niveaux obtenus sur les canaux et réseau du secteur de l'étude. Il s'agit du facteur principal conditionnant les niveaux de l'aléa.

Etape 4 : cette étape présente la méthode de calcul de l'aléa inondation ainsi que les résultats obtenus pour différents scénarios. Outre le scénario de référence permettant de définir une enveloppe de crue de référence pour une crue d'occurrence centennale, ce chapitre met en évidence les facteurs ayant une incidence sur les risques d'inondation :

- ✓ les paramètres hydrologiques : pluie, débits de crue en provenance de l'Aa, de la Hem et des collines de l'Artois et des Flandres ;
- ✓ les paramètres hydro-climatiques : marées, surcotes, vent ;
- ✓ les paramètres d'évolution hydro-climatique : évolution attendue du niveau moyen de la mer, et surcotes dans les décennies à venir ;
- ✓ les facteurs technologiques : indisponibilité des équipements électromécaniques des ouvrages d'évacuation.

Etape 5 : un panel de scénarios a été défini en fonction de différents paramètres (pluie, élévation du niveau marin, aléa technique) dans le but d'effectuer une analyse comparative quant aux :

- ✓ Cotes maximales atteintes :
  - o <u>Canal de Marck, rivière d'Oye, Schekfvliet :</u> le rehaussement du niveau marin se répercute sur le niveau d'eau du Schelfvliet (+18cm), du canal de Marck (+16cm) et de la rivière d'Oye (+12cm). Les pannes partielles ne touchent pas le Schelfvliet mais entrainent une rehausse du niveau d'eau de la rivière d'Oye et du canal de Marck d'environ 10cm. En cas de panne électrique totale, la surélévation atteint 45cm sur la rivière d'Oye.
  - o <u>Rivière Neuve et canal de Calais :</u> le relèvement du niveau marin a peu d'impact sur le canal de Calais et sur la rivière Neuve, on enregistre une élévation de 3cm. Les pannes électriques ont un effet modéré sur le canal de Calais mais affectent davantage la rivière Neuve.
- ✓ Surfaces inondées et volumes débordés : le relèvement du niveau de la mer est visible sur le secteur de Calais-Pierrettes, sa surface inondée augmentant de 11%. Il est particulièrement sensible sur les secteurs de Marck-Oye et du Schelfvliet, leur surface inondée étant multipliée par trois. Les pannes électriques partielles ou généralisées ont en revanche un impact très faible sur notre secteur d'étude.

- ✓ Hauteur et durée de submersion : le canal de Calais est légèrement touché par la rehausse du niveau de la mer, en revanche le lit majeur du canal des Pierettes voit sa hauteur augmenter de 12 cm et sa durée de submersion de 4 jours. En ce qui concerne les pannes électriques, bien que le lit majeur du canal de Calais y soit peu sensible, les zones au nord de Nortkerque et d'Audruicq sont très touchées.

- ✓ Volumes pompés : le secteur de Calais et des Pierrettes voit son volume global pompé augmenter de 8% avec l'élévation du niveau moyen de la mer et son volume pompé par les ouvrages IIW de 25%. Il en est de même pour la capacité de pompage du secteur de Marck et d'Oye. Aussi une élévation du niveau de la mer de 40 cm par rapport à la situation actuelle entraine une augmentation de 25% du volume pompé.

Critique :

Le modèle développé au cours de l'étude ne permet pas de simuler :

- ✓ les submersions marines ;
- ✓ les débordements par remontées des niveaux des canaux dans les réseaux d'assainissement ;
- ✓ les phénomènes locaux d'accumulation et de stagnation sur les parcelles ;
- ✓ les inondations en pied de coteaux ;
- ✓ le ruissellement.

Hydratec précise aussi que « l'étendue du secteur d'étude a conduit à réaliser un certain nombre d'hypothèses simplificatrices par grands sous-secteurs, et ne permet pas d'exploiter finement les résultats du modèle à l'échelle de la parcelle, en ce qui concerne la cartographie des zones inondables ».

Utilité pour l'étude :

- ✓ analyse très fine de la crue de 2009 ;
- ✓ analyse historique bien que peu poussée ;
- ✓ analyse hydrologique des Wateringues ;
- ✓ analyse approfondie du fonctionnement hydraulique des Wateringues ;
- ✓ fiches détaillées de gestion des ouvrages ;
- ✓ modélisation hydraulique de notre secteur d'étude ;
- ✓ cartes des sections des Wateringues.

Titre du document : Evaluation des conséquences des évolutions climatiques prévisibles sur l'évacuation des crues dans le territoire des Wateringues à moyen et long terme

Auteur : STUCKY

Date : Avril 2008

Maitre d'ouvrage : Institution Interdépartementale Nord-Pas-de-Calais pour la réalisation des ouvrages généraux d'évacuation des crues de la région des Wateringues

Secteur d'étude :

Wateringues, Dunkerquois, Calaisis, système Aa- canal à grand gabarit

Cadre et objectifs :

La présente étude résulte de la volonté de l'Institution Interdépartementale des Wateringues à définir des orientations de la politique d'aménagement à mettre en œuvre pour protéger au mieux le territoire des inondations. Elle s'articule autour de trois axes principaux à savoir :

- ✓ *Partie 1 :* la quantification de l'impact prévisible de l'évolution climatique sur la région des Wateringues et sur la mer du Nord à partir des données bibliographiques récentes ;
- ✓ *Partie 2 :* l'analyse détaillée des effets du changement climatique sur les conditions d'évacuation des crues dans le Dunkerquois ;
- ✓ *Partie 3 :* l'évaluation des modifications attendues sur l'évacuation des crues par les autres systèmes hydrauliques des Wateringues (delta de l'Aa, **systèmes hydrauliques du Calaisis**).

Synthèse :

Partie 1 : Cette partie met en évidence que bien que de nombreuses articles récents autorisent une meilleure compréhension des effets du changement climatique (évolution des températures, tendances pluvieuses, élévation du niveau de la mer), ces derniers restent insuffisants pour en déduire à titre d'exemple des estimations de leurs conséquences (i.e. débits de crues, marées extrêmes…). Aussi, dans le but de tester les incidences sur l'évacuation des crues dans les Wateringues, l'hypothèse relative à une remontée du niveau moyen de la mer de 30 cm à l'horizon 2050 a été formulée.

La vulnérabilité du territoire face aux inondations serait d'avantage liée au risque de non-évacuation des eaux continentales, plus particulièrement lors des marées de mortes eaux, qu'au risque de rupture d'ouvrage de protection du littoral au niveau du secteur des Wateringues. En effet l'évacuation des crues dépend des limites de capacité des exutoires, variables en fonctions des conditions de marée qui peuvent perturber ou encore empêcher le tirage gravitaire.

En conclusion, il apparaît qu'au niveau du secteur des Wateringues, les situations les plus critiques à l'horizon 2050 seront les conjonctions de crues avec des marées de mortes eaux affectées par la remontée de la mer.

Partie 2 : NON ABORDEE CAR ELLE N'APPARTIENT PAS A NOTRE SECTEUR D'ETUDE.

Partie 3 : Une augmentation du niveau de la mer de 30 cm conduit aux résultats suivants :

- ✓ La rivière Neuve et son dispositif d'évacuation de crues apparaît comme étant le plus sensible à cette augmentation au niveau du secteur du Calaisis. Afin de limiter les dégâts, l'étude préconise « un accroissement des volumes de compensation […] avec en complément éventuel la création d'une station de pompage à l'exutoire » ;
- ✓ Les équipements du canal de Marck et de la rivière d'Oye drainant la plaine agricole côtière sont jugés comme étant suffisants pour éviter une aggravation des risques d'inondation à l'horizon 2050.

Critique : aucune information technique sur notre secteur d'étude

Utilité pour l'étude : faible (influence du niveau marin)

Titre du document : Etude des solutions pour améliorer l'évacuation des crues dans les bassins de l'Aa et de la Lys – Evaluation des enjeux et étude des solutions de gestion des eaux alternatives ou complémentaires à la création d'un nouvel exutoire à la mer

N.B. : La fiche suivante a été faite à partir de celle réalisée lors de « Etude hydraulique de caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans le secteur des Wateringues », réalisée en décembre 2013 par Hydratec.

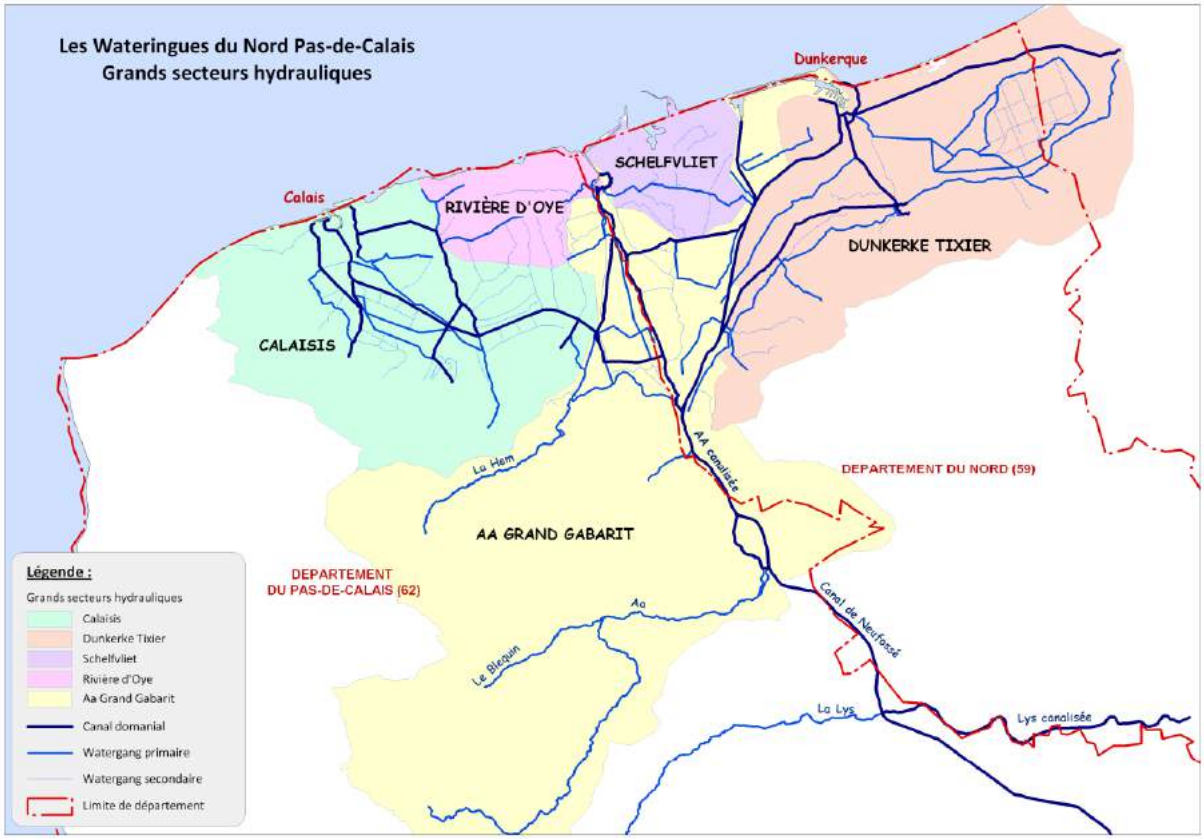
Auteur : BRL

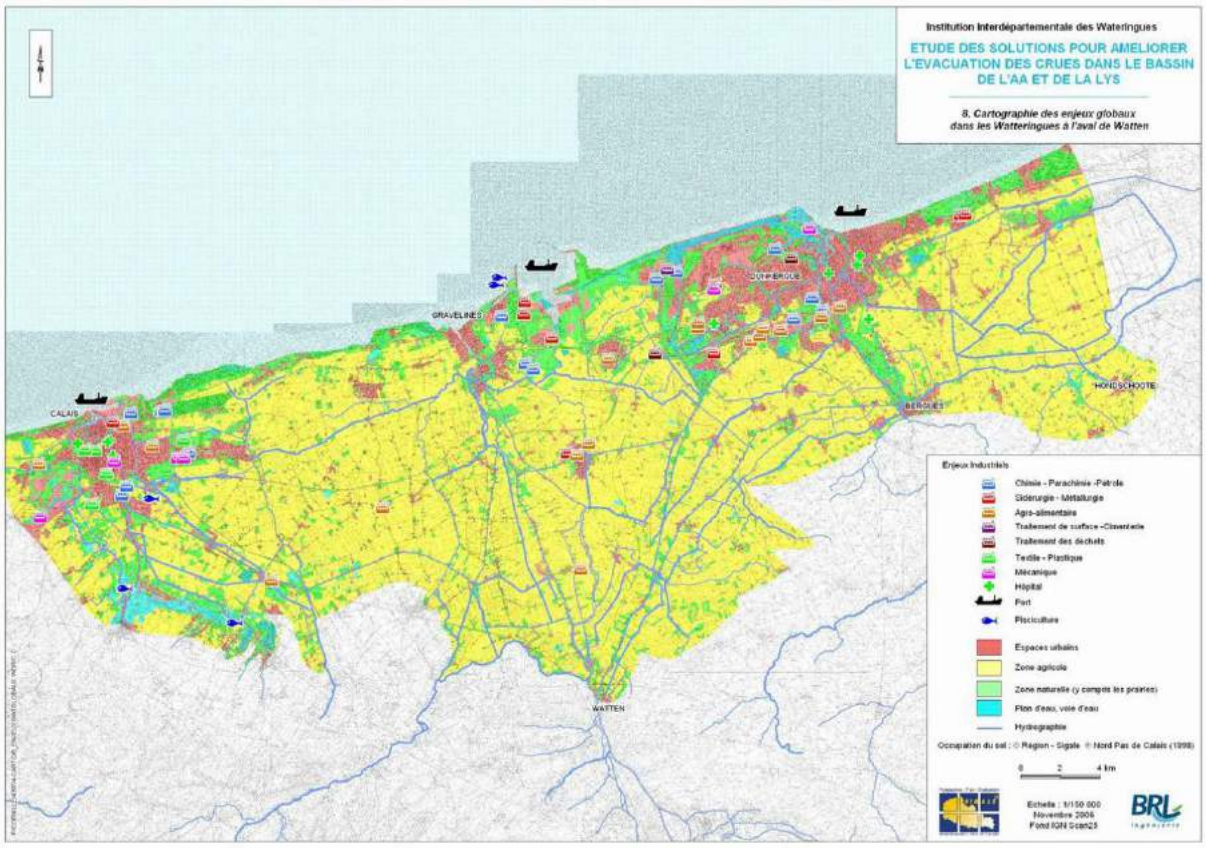
Date : Octobre 2007

Maitre d'ouvrage : Institution Interdépartementale des Wateringues Nord-Pas-de-Calais

Etude obtenue auprès de : DREAL Nord Pas-de-Calais

Secteur d'étude :





Cadre et objectifs :

A l'issue d'une étude d'optimisation du fonctionnement des ouvrages (STUCKY, 1999), deux objectifs ont été retenus :

- ✓ à court terme, procéder aux travaux de réhabilitation et de modernisation des ouvrages et optimiser les procédures de gestion ;
- ✓ à moyen terme, définir les aménagements complémentaires et leur gestion garantissant une capacité d'évacuation en rapport avec les enjeux actuels de lutte contre les inondations.

Les travaux de réhabilitation vont bientôt s'achever et une étude des solutions pour améliorer l'évacuation des crues dans les bassins de l'Aa et de la Lys, finalisée en janvier 2005, a dégagé plusieurs actions et orientations à mettre en œuvre.

Devant l'importance des investissements et des difficultés techniques permettant d'atteindre les objectifs de capacité d'évacuation fixés, le Maître d'Ouvrage souhaite disposer de réflexions complémentaires permettant d'argumenter et de justifier ses choix.

C'est dans ce contexte qu'est lancée l'étude des solutions de gestions alternatives ou complémentaires à la création d'un nouvel exutoire à la mer, étude articulée en trois parties :

- ✓ *phase 1 :* évaluer les enjeux exposés aux inondations sur le territoire des Wateringues, mais aussi sur le bassin versant de la Lys ;
- ✓ *phase 2 :* analyser les possibilités et l'intérêt de la gestion raisonnée des stations de pompage des Sections de Wateringues lors des situations de crise ;
- ✓ *phase 3 :* préciser les possibilités et l'intérêt de la création de zones d'expansion des crues en relation avec les axes hydrauliques principaux.

Synthèse :

Depuis la réalisation des grands aménagements hydrauliques, il y a une trentaine d'années, aucune crue débordante et dommageable majeure n'a été constatée sur le territoire des Wateringues. Mais les évènements pluvieux intenses se multiplient, des situations de plus en plus tendues apparaissent face à la saturation des réseaux. Les crises ont toujours pu être gérées, mais en faisant parfois appel à des ouvrages de « secours » comme les pompes Bergeron à Mardyck. Un dysfonctionnement de quelques ouvrages, une marée haute et une crise plus aigüe peuvent apparaître.
Le système semble donc avoir atteint ses limites et devant les perspectives d'évolution climatique (phénomènes pluvieux intenses plus fréquents et montée du niveau de la mer), il s'est avéré crucial d'évaluer les enjeux en zone inondable afin de mettre en place une stratégie de prévention durable et adaptée.

La *phase 1* définit ainsi les enjeux humains et économiques sur le territoire. Face à ces enjeux, BRL propose un certain nombre de solutions :

- ✓ garantir et de sécuriser la situation existante ;
- ✓ réaliser des aménagements dégageant une capacité d'évacuation supplémentaire ;
- ✓ Le transfert de la Lys vers l'Aa lors d'une crue centennale de la Lys permettrait de réduire de 70 % les dégâts occasionnés aux logements et aux cultures entre Aire sur la Lys et Merville. Les impacts seraient également très bénéfiques dans le Béthunois et en Belgique, mais ils n'ont pas pu être évalués dans le cadre de cette étude ;
- ✓ adopter une gestion raisonnée des pompages des Sections ;
- ✓ réaliser des zones d'expansion des crues (ZEC) pour compléter les interventions et réduire des dysfonctionnements et inondabilités locales pour des pluies décennales.

La *phase 2* étudie les possibilités de gestion raisonnée des stations de pompages sur les deux systèmes hydrauliques Aa – Grand gabarit et Canal de Calais, où ce type de solution alternative présente un intérêt, de par l'importance des débits pompés par les Sections.
Les objectifs sont de :

- ✓ valider l'intérêt de ce type de gestion ;
- ✓ hiérarchiser les stations en fonction des possibilités d'arrêt et de l'efficacité attendue ;
- ✓ définir des principes de gestion opérationnelle pouvant être mis en œuvre ;

L'analyse des volumes de stockage disponibles dans les watergangs montre que l'arrêt des pompages des Sections de Wateringues pendant une pluie modérée et sur une courte durée (pendant la durée d'un cycle de marée haute) peut être envisagée sans préjudice majeur sur les territoires concernés. L'impact sur l'inondabilité des terres agricoles est limité.
Si ces arrêts interviennent lors d'une pluie importante et dans la durée, les zones inondées seront plus importantes et le ressuyage assez long.
Cette solution n'est cependant pas suffisante pour faire face à une situation difficile. C'est une solution de gestion de crise, dont la mise en œuvre opérationnelle est très délicate.
Les modalités de mise en œuvre proposées reposent sur l'interruption des pompages les plus efficaces en premier et sur une répartition géographique équilibrée des arrêts afin de répartir les impacts sur l'inondation des terres agricoles.
Cette solution pose, à l'instar de la sur-inondation dans des Zones d'Expansion de Crues (ZEC), la question de l'indemnisation des préjudices lorsque le préfet décidera par mesure d'urgence de mettre en œuvre une interruption temporaire et partielle des pompages.

Lors de la *phase 3,* une analyse des ZEC potentielles retenues par SOGREAH a été effectuée, sachant que l'aménagement de ces sites doit répondre à l'objectif de soulager le système d'évacuation général, en stockant les volumes de crues de manière à retarder et amortir la pointe de débit. L'impact se traduit par l'inondation ou la sur-inondation de la zone d'expansion de crue.

Ainsi, il s'agit dans la phase 3 de l'étude de préciser la faisabilité et l'intérêt de ces aménagements, ainsi que les contraintes associées et leur impact.
La phase 3 est décomposée en deux parties :

- ✓ la première partie est une analyse des contraintes ;
- ✓ la deuxième phase consiste à mettre en évidence l'intérêt de chaque aménagement dans le dispositif global de gestion et d'évacuation des crues dans les Wateringues.

Au niveau du secteur d'étude correspondant au bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues, il apparaît que :

- ✓ la ZEC de Hames représente un investissement limité pour un soulagement significatif du réseau d'évacuation général de la rivière Neuve. Les contraintes de niveau haut du stockage, liées aux habitations riveraines, restent toutefois à préciser à l'aide de levés topographiques du site ainsi que la compatibilité avec le PLU en cours de révision de la commune de Fréthun ;
- ✓ le sur-stockage dans les bassins d'Eurotunnel représente un soulagement significatif du réseau d'évacuation général de la rivière Neuve, à condition que la pluviométrie locale n'ait pas déjà saturé les capacités de stockage sur le site. La limitation des rejets peut être envisagée en gestion de crise ponctuelle, après concertation entre les gestionnaires ;
- ✓ en ce qui concerne les indemnisations des préjudices agricoles subis dans le cadre d'une sur-inondation des sites, les modalités restent à définir en concertation avec les concernés, et en s'appuyant sur des expériences existantes dont certaines ont aujourd'hui abouti.

Utilité pour l'étude :

- ✓ cartographie des enjeux ;
- ✓ analyse de la gestion hydraulique des stations de pompage des sections ;
- ✓ étude de différentes zones d'expansion de crues.

Titre du document : Etude des solutions pour améliorer l'évacuation des crues dans les bassins de l'Aa et de la Lys

N.B. : La fiche suivante a été faite à partir de celle réalisée lors de « Etude hydraulique de caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans le secteur des Wateringues », réalisée en décembre 2013 par Hydratec.

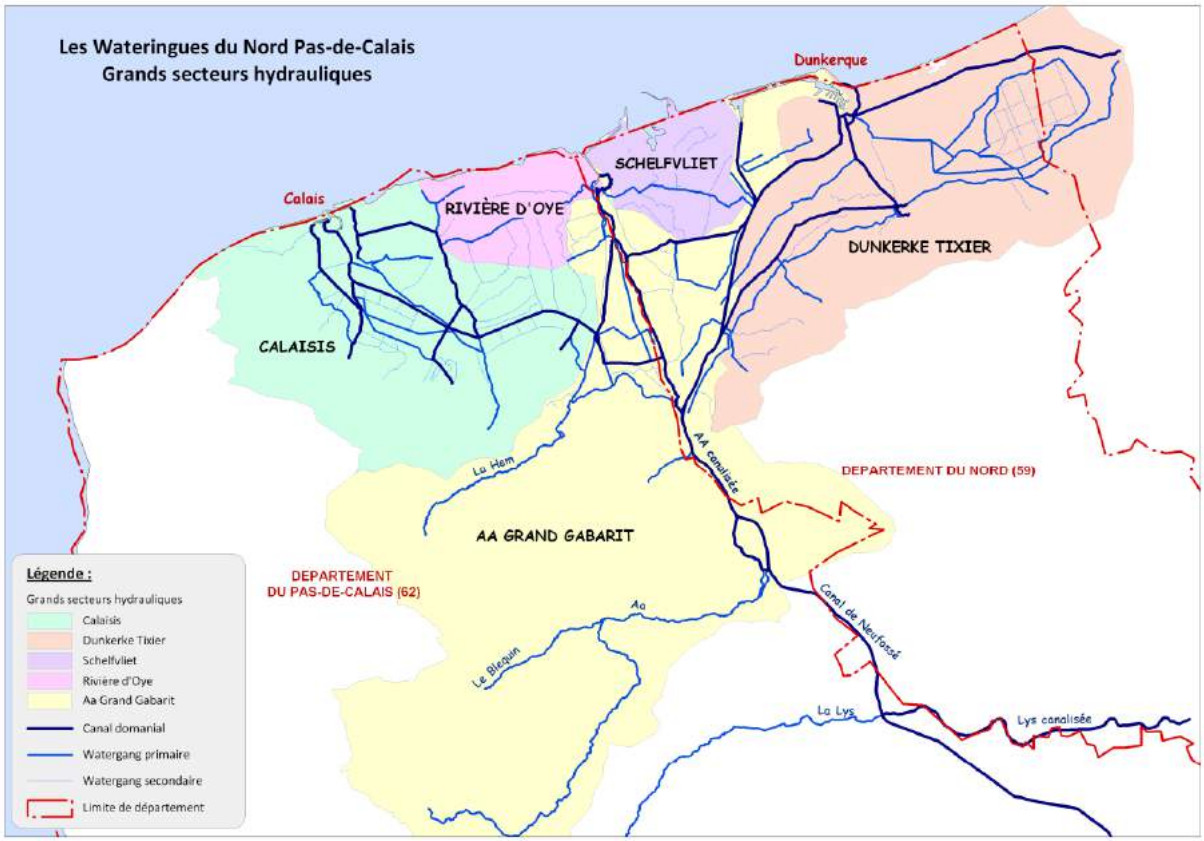
Auteur : SOGREAH

Date : 2003 - 2004

Maitre d'ouvrage : Institution Interdépartementale des Wateringues Nord-Pas-de-Calais

Etude obtenue auprès de : DREAL Nord Pas-de-Calais

Secteur d'étude :



Cadre et objectifs :
Suite aux épisodes de crue de 1999 et 2000, l'Institution des Wateringues a souhaité avoir une vision d'ensemble des opérations à engager dans les années à venir, en vue d'améliorer l'évacuation des crues. Elle a donc souhaité disposer d'une étude globale approfondie visant à lui ouvrir des axes de réflexion quant à la politique d'aménagement à suivre sur les Wateringues.

L'accent est mis en priorité sur une approche quantitative des problématiques soulevées par les études antérieures pour répondre aux questions récurrentes suivantes :

- ✓ Quelles sont les capacités de transit des grands axes hydrauliques ?
- ✓ L'amélioration de l'hydraulicité du système passe-t-elle :
  - o par une optimisation des interconnexions entre les mailles hydrauliques ?
  - o par une augmentation du gabarit des canaux ?
  - o par la création de nouveaux exutoires à la mer ?
  - o par la création de zones d'expansion des crues ?

L'étude comporte 3 phases :

- ✓ *la phase 1* concerne le diagnostic du fonctionnement actuel du réseau hydraulique des Wateringues.
- ✓ *la phase 2* est l'analyse des solutions d'aménagement envisageables réalisée sur la base des enseignements du diagnostic de phase 1.
- ✓ *la phase* 3 a pour objectif de définir le schéma global d'aménagement du territoire et de gestion du risque d'inondation.

Synthèse :

La phase 1 présente le diagnostic du fonctionnement actuel du réseau hydraulique des Wateringues. Celui-ci repose sur l'élaboration d'un modèle mathématique de propagation des écoulements de crue dans le lit mineur des principaux cours d'eau destiné à :

- ✓ définir les zones de débordement du lit mineur et les débits capables des différents biefs,
- ✓ mettre en lumière les nœuds hydrauliques singuliers et le rôle des ouvrages dans les dysfonctionnements du système.

Cinq modèles indépendants ont été développés dont deux localisés au niveau du bassin versant des pieds de coteaux des Wateringues, à savoir :

- ✓ modèle 1 : Rivière Neuve / Canal des Pierrettes ;
- ✓ modèle 2 : Canal de Calais bief Ouest.

Le diagnostic de la situation actuelle a permis de mettre en lumière les limitations du réseau hydraulique des Wateringues via un inventaire des insuffisances et des dysfonctionnements rencontrés sur les ouvrages de l'Institution, sur les canaux principaux, sur les modalités de gestion des eaux. Bien qu'il n'y ait pas eu d'inondation catastrophique depuis leur création, on constate aujourd'hui que le dimensionnement des ouvrages de l'Institution laisse peu de marge de sécurité et qu'il peut être considéré comme insuffisant à certains sites ; en outre, certains axes hydrauliques présentent un déficit de capacité lié à une insuffisance de gabarit ou à la présence de points bas sur les berges et qui peut localement être aggravé en cas de manque d'entretien.

La gestion des eaux en crue devient particulièrement délicate ; des situations de crise apparaissent en raison de dimensionnements trop justes de certains équipements et par insuffisance de moyens en cas de panne. Par ailleurs, la sensibilité et la tolérance aux inondations ont évolué, si bien que les débordements sont de moins en moins acceptés ; enfin, l'accroissement du drainage dans certains secteurs agricoles génère de nouvelles exigences de maîtrise des eaux.

Dès lors en *phase 2* de l'étude (Analyse des solutions envisageables), l'objectif retenu consiste à se prémunir contre un évènement de type décennal, sachant que cet objectif reste modeste en regard des schémas d'aménagement actuellement à l'étude sur d'autres grands bassins hydrologiques nationaux. Toutefois, il ressort que les insuffisances de capacité d'évacuation des eaux de crue sont très variables selon les secteurs et largement conditionnées par le type de sollicitations hydrologiques auxquelles ils sont soumis. L'analyse a également montré la dissociation qui existe dans les fonctionnements des différents axes hydrauliques du réseau des Wateringues ; de fait, les solutions d'interconnexion des nombreuses mailles du réseau afin de décharger ponctuellement certains secteurs fortement sollicités, même si elles peuvent présenter un intérêt secondaire ou de secours, n'apparaissent pas comme des solutions d'aménagement pérennes en raison notamment des problèmes de concomitance des crues qui limitent les possibilités de transferts entre secteurs.

La phase 3 résulte de l'analyse des possibilités d'amélioration du transit des crues du réseau des Wateringues. A la lumière du constat de capacités d'aménagement limitées pour la protection contre les inondations, mène à la conclusion suivante : l'aménagement du territoire doit être pensé dans le sens de la réduction de la vulnérabilité via :

- ✓ des interventions sur les quelques unités aujourd'hui exposées ;
- ✓ une maîtrise des enjeux afin de ne pas aggraver la vulnérabilité dans l'avenir ;
- ✓ dans la mesure du possible, une anticipation de l'aléa hydrologique pour limiter les risques (passant par exemple, par l'élaboration d'un système d'alerte).

Critique : L'étude concerne uniquement les principaux axes hydrauliques et n'analyse pas le fonctionnement hydraulique à l'échelle des sections de wateringues.

Utilité pour l'étude :

- ✓ Données topographiques utilisées pour la modélisation ;
- ✓ Analyse et diagnostic de la situation actuelle ;
- ✓ Identification des zones de débordement ;

Titre du document : Etude d'optimisation du fonctionnement hydraulique des ouvrages de l'Institution

N.B. : La fiche suivante a été faite à partir de celle réalisée lors de « Etude hydraulique de caractérisation de l'aléa inondation par les eaux continentales dans le secteur des Wateringues », réalisée en décembre 2013 par Hydratec.

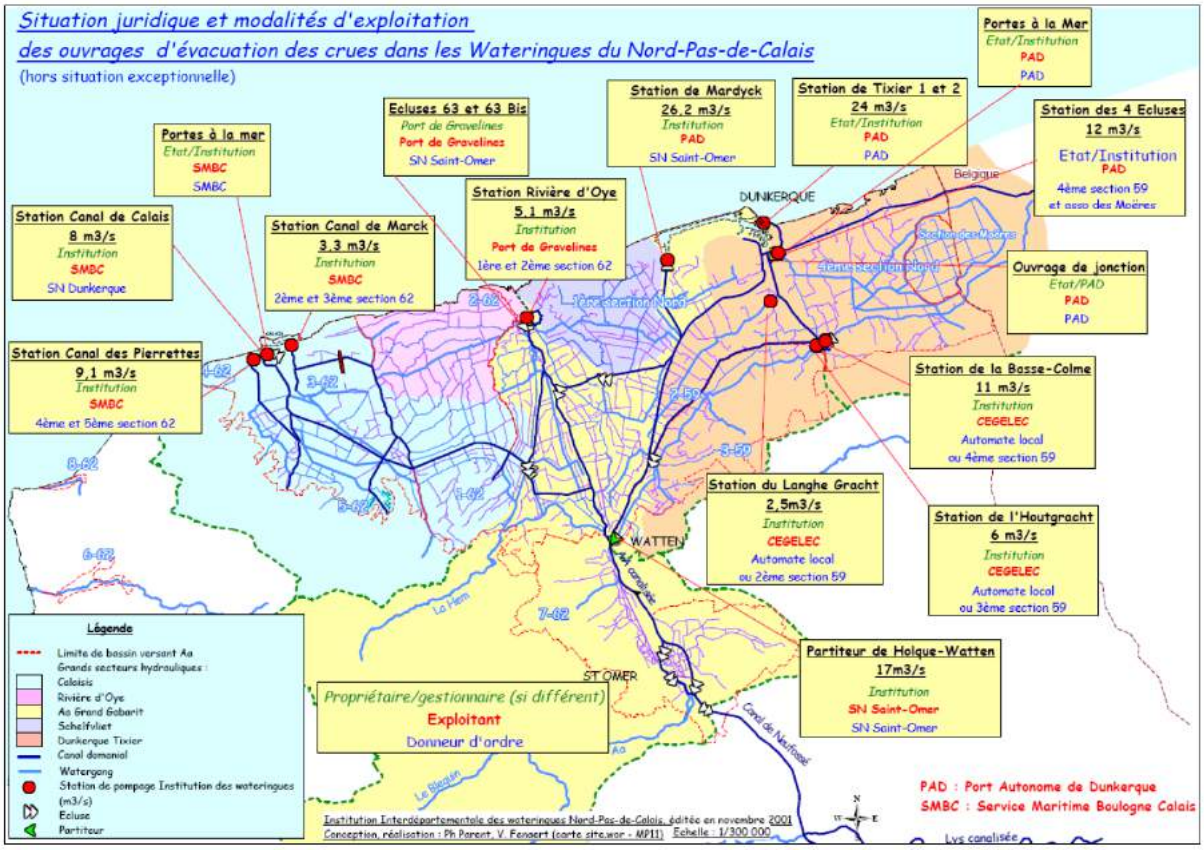
Auteur : STUCKY

Date : 1999

Maitre d'ouvrage : Institution Interdépartementale des Wateringues du Nord-Pas-de-Calais

Etude obtenue auprès de : DREAL Nord Pas-de-Calais

Secteur d'étude :



Cadre et objectifs : *Amélioration de la maintenance, l'exploitation et la gestion des ouvrages d'évacuation des crues*

En 2000, après plus d'une vingtaine d'années d'équipement et d'exploitation des ouvrages d'évacuation des crues de la région des Wateringues, l'Institution a souhaité engager un programme de modernisation, d'entretien et de gestion de ses ouvrages. Dans cette perspective, elle a confié à STUCKY « l'étude d'optimisation du fonctionnement des ouvrages de l'Institution ».

L'étude comporte 3 volets :

- ✓ lot 1 : amélioration de la maintenance préventive et modernisation des ouvrages ;
- ✓ lot 2 : amélioration de l'exploitation des ouvrages hydrauliques. Mise en place d'un système d'information à l'usage des acteurs en matière d'évacuation des eaux en période de crues ;
- ✓ lot 3 : amélioration des dispositifs de dégrillage des ouvrages.

Chaque lot est structuré de la manière suivante :

- ✓ phase 1 : diagnostic ;
- ✓ phase 2 : proposition d'actions ;
- ✓ phase 3 : définition des programmes d'actions à engager.

Synthèse :

Lot 1 : ce lot propose un état des lieux et un diagnostic de l'état actuel des ouvrages de l'Institution et plus particulièrement des trois stations de pompage de Calais :

  - o Pierrettes ;
  - o Canal de Calais ;
  - o Marck.

- ✓ La phase 1 propose un état des lieux ainsi qu'un diagnostic des ouvrages de l'Institution.
- ✓ La phase 2 propose un inventaire des améliorations à apporter aux ouvrages de l'Institution selon trois catégories répondant aux objectifs suivants :
  - o maintien ou restauration des performances initiales des installations ;
  - o amélioration de la fiabilité de l'exploitation ;
  - o robustesse face aux nouveaux besoins.

  Les travaux à engager sont quant à eux classés suivant 7 niveaux de priorité.
- ✓ La phase 3 est un guide pratique pour mettre en place un programme de maintenance préventive sur les ouvrages. Il rassemble une série de fiches types dans lesquelles sont inventoriées :
  - o les catégories des interventions à mener ;
  - o la périodicité des interventions ;
  - o une évaluation des coûts de fournitures et de main d'œuvre.

Lot 2 :

- ✓ La phase 1 : « diagnostic du fonctionnement hydraulique des Wateringues » fournit une vision précise des problèmes et des particularités du système d'évacuation des crues sur l'ensemble du territoire des Wateringues pour les aspects :
  - o fonctionnement hydraulique ;
  - o modalités d'exploitation ;
  - o information et communication.

  La synthèse du diagnostic propose une hiérarchisation des points forts et des points faibles, des contraintes et des enjeux, qui sont à la base de la définition des objectifs pour l'optimisation de la gestion des ouvrages de l'Institution.

- ✓ Les phases 2 et 3 : « Amélioration du système hydraulique, des procédures de gestion et du système d'information » listent des propositions concernant :
    - o les recommandations et les principes d'aménagement pour l'amélioration de l'évacuation des crues ;
    - o les recommandations pour améliorer les procédures de décision pour la gestion des ouvrages ;
    - o l'étude préliminaire d'un système d'information destiné au meilleur suivi et à une gestion concertée des ouvrages.
- ✓ Le lot 3 « Amélioration des dispositifs de dégrillage et des ouvrages de l'Institution » est consacré à l'amélioration des dispositifs de dégrillage des ouvrages de l'Institution. Les problèmes occasionnés par les déchets et leur accumulation au niveau des exutoires sont à l'origine de dysfonctionnements graves et génèrent de lourdes contraintes d'exploitation en l'absence d'équipements de dégrillage efficaces. STUCKY fait tout d'abord un diagnostic de la situation actuelle (phase 1) avant de faire l'inventaire hiérarchisé des travaux à engager par station (phase 2).

Critique : Seuls les ouvrages de l'Institution sont abordés au sein de l'étude.

Validité : Datant de 2000, l'étude nécessiterait d'être mise à jour (protocoles de gestion, équipement, coûts exprimés en francs, …)

Utilité pour l'étude :

- ✓ présentation très complète des ouvrages de l'Institution et du système d'évacuation des eaux des Wateringues à la mer ;
- ✓ liste des insuffisances et dysfonctionnements rencontrés sur les ouvrages de l'Institution et les canaux principaux ;
- ✓ modalités de gestion et d'exploitation des ouvrages ;
- ✓ propositions d'amélioration ;
- ✓ chiffrage des travaux à prévoir.