

**PPRI**

**Ruissellement NO Lille**



*Liberté • Égalité • Fraternité*

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

Direction Départementale des  
Territoires et de la Mer Nord

# Dossier synthétique à destination du COCON



**PHASE 2**

Livrable

**2.4**

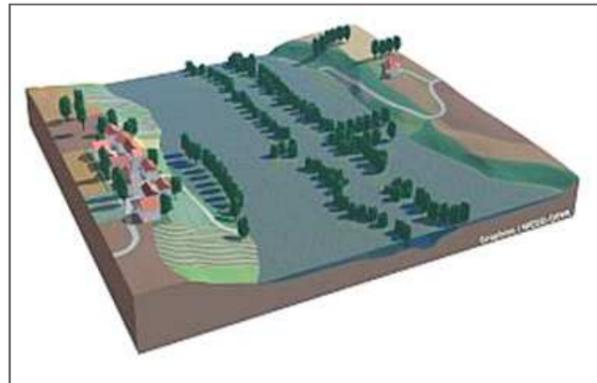


## NOTION DE RISQUES ET PPRI



### Qu'est ce que le risque ?

Le risque est la rencontre entre un aléa et des enjeux



**L'aléa** est un phénomène naturel qui rend compte du fonctionnement de la planète sur un territoire donné.

Son importance et sa fréquence ont des conséquences sur les enjeux situés sur ce même territoire.



**Les enjeux** sont les personnes, les biens, les activités ou l'environnement.

Ils seront plus ou moins affectés en fonction de leur vulnérabilité, et de leur importance en nombre dans la zone.



**Le risque** (inondation) survient, car l'aléa en se produisant impacte les enjeux de notre société qui sont installés dans un espace qui devrait être dévolu à la rivière. Le volume d'eau de la crue a besoin d'un espace pour s'étaler et s'écouler, et souvent cet espace colonisé par l'homme n'existe plus.



p.1 Notion de risques et PPRI

Rappels sur la notion de risque et la procédure PPRI

p.6 Partie I

Méthodologie d'analyse et de collecte des informations

p.8 Partie II

Synthèse sur les phénomènes historiques

p.13 Partie III

Caractérisation du bassin versant et de son fonctionnement hydraulique

p.19 Partie IV

Synthèse sur le risque inondation à l'échelle du bassin versant

p.20 Partie V

Méthode de détermination de l'aléa

Compléments

Cartographie des phénomènes historiques

Cartographie du fonctionnement hydraulique du bassin versant

Dossier synthétique par commune

## Les différents cas de figure

Sur le bassin versant de la Lys, versant nord de la Deûle, l'inondation peut prendre 3 formes distinctes :

L'inondation par **débordement**, soit de la Lys suite à une crue généralisée de cette dernière, soit des becques qui sillonnent le territoire du bassin versant. Ces becques se trouvent au niveau des points bas naturels (talwegs) des vallons et peuvent s'étendre en lit majeur en cas de pluies longues ou d'orages intenses



Le **ruissellement** est la circulation de l'eau qui se produit sur les versants en dehors du réseau hydrographique lors d'un événement pluvieux. Il est d'autant plus important que les terrains sont plus imperméables, le tapis végétal plus faible, la pente plus forte et les précipitations plus violentes.



Les inondations par **remontée de nappe** : dans ces cas, les zones basses du bassin versant sont concernées mais c'est la durée des précipitations, anormalement longue par rapport à d'autres épisodes pluvieux, qui permet de caractériser l'événement.



Ces trois formes d'inondations ont des conséquences différentes mais présentent les points communs suivants :

- Elles menacent la sécurité des biens et des personnes (pas seulement physiquement)
- Elles peuvent stopper l'activité économique, les services publics

**Ces inondations demandent donc à être étudiées précisément pour être réintégrées dans les pratiques communales locales. C'est la vocation du PPR.**

## Le phénomène de ruissellement

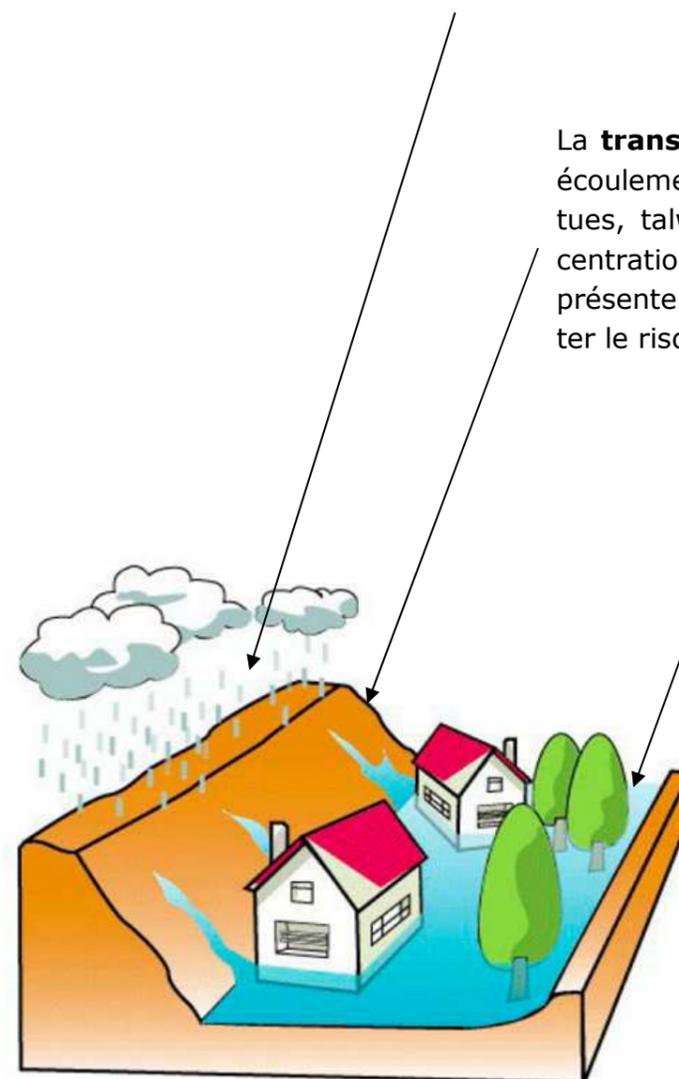
Ce phénomène est particulièrement complexe.

Trois mécanismes interdépendants influent directement sur son développement à l'échelle du bassin versant :

La **production** ou genèse du ruissellement au niveau des points hauts topographiques qui ne sont pas directement soumis au risque mais qui l'aggravent en initiant l'écoulement des eaux

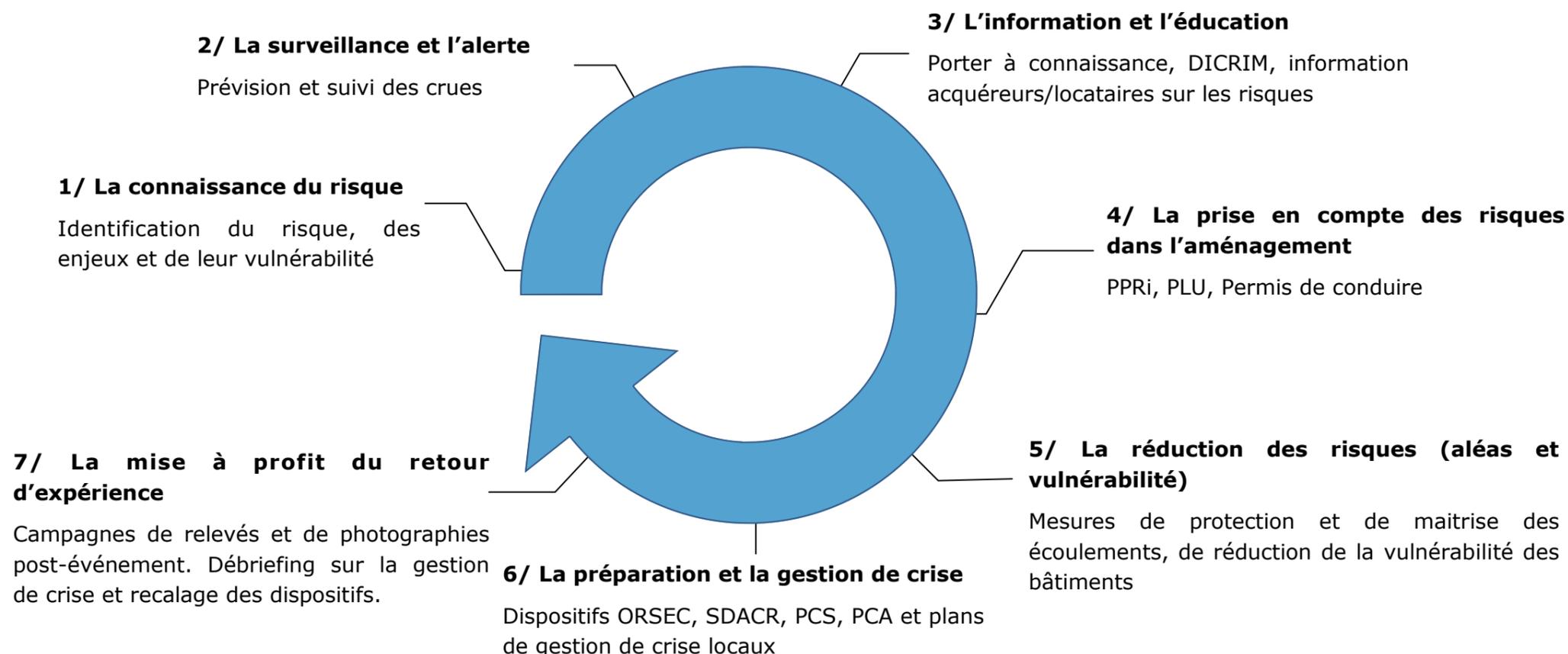
La **transmission** et l'**accélération** des écoulements au niveau des zones pentues, talwegs naturels ou axes de concentration des flux. Ces zones peuvent présenter de fortes vitesses et augmenter le risque vers l'aval

L'**accumulation** en pied de versant au niveau de points bas naturels (cuvettes) ou artificiels (remblais)



## Les principes et les outils de la gestion du risque

La gestion du risque s'articule autour de 7 notions fondamentales :



*Un épisode dit « centennal » a une possibilité sur 100 de se produire chaque année et non pas «risque de se produire tous les 100 ans»*

## Le Plan de Prévention du Risque d'inondations (PPRi)

### Qu'est ce que c'est ?

Le Plan de Prévention des Risques d'Inondations est un document d'urbanisme dont la vocation est de **réglementer les usages et l'aménagement des secteurs situés dans les zones inondables pour un épisode pluvieux de référence, à minimal d'occurrence « centennale »**

### Quels en sont les objectifs ?

La démarche PPRI a plusieurs objectifs, d'une part elle **contribue au travail de sensibilisation** au risque de par la longueur de la démarche (environ 5 ans), et par le **travail d'information et de concertation** qu'elle suppose durant toute durée de mise en œuvre.

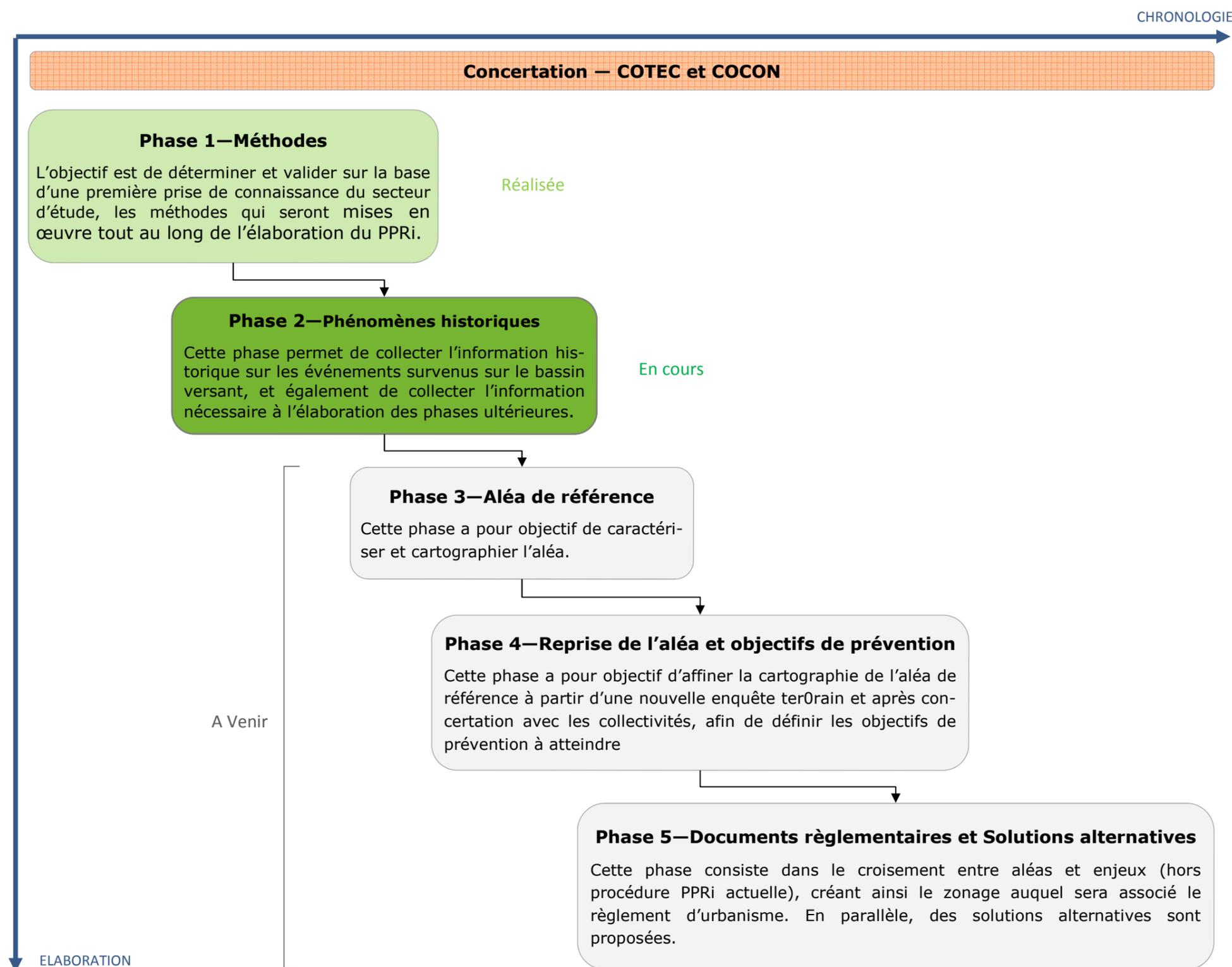
D'autre part, elle induit **des modifications réglementaires du droit des sols** et est donc un outil permettant aux acteurs locaux de construire un territoire moins vulnérable et plus adapté au fonctionnement naturel de leur secteur.

## Déroulement du PPRI

### La démarche générale



### Le phasage du PPRI



## Avancement de la procédure

### La phase n°1 du PPRI, réalisée

#### Objectifs de la phase n°1 :

L'objectif général de la phase était de préciser **les méthodologies** mises en œuvre dans la suite de la procédure.



#### Les documents produits :

- ◆ description de la méthode mise en œuvre pour réaliser les enquêtes d'archives et de terrain ainsi que les entretiens
- ◆ définition de la méthode de détermination de l'aléa appliquée en phase 3

### La phase n°2, en cours

Cette phase a permis de rassembler, par le biais d'enquêtes d'archives et de terrain, et par le biais d'entretiens, l'ensemble des informations relatives aux inondations survenues sur le bassin versant, de récolter les données nécessaires à la réalisation des phases ultérieures, et enfin de définir les éventuels besoins d'acquisition de données complémentaires.

Les éléments récoltés ont été synthétisés au sein de bases de données géographiques et bibliographiques, et retranscrits dans un ensemble de notes de synthèses et de cartographies qui visent à :

- lister les événements survenus sur le bassin versant qui ont généré des inondations et des désordres ;
- décrire la réponse du bassin versant lors de la survenue de précipitations importantes et identifier les zones soumises à des risques d'inondation ;
- adapter la méthode de détermination de l'aléa appliquée en phase n°3, à partir de la compréhension fine du fonctionnement hydraulique et en fonction de la qualité et de la quantité des données disponibles.

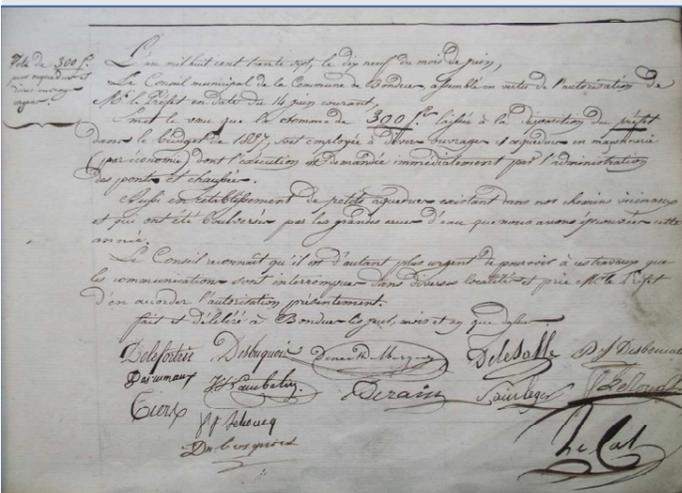
#### Les documents produits sont les suivants:

- une note sur la collecte et l'organisation des données relatives aux données historiques ;
- Une note sur l'analyse des données liées aux inondations ;
- Une note sur la méthode de réalisation de la phase n°3, reprise en fonction des éléments récoltés durant la phase n°2 ;
- Un ensemble de cartographies synthétiques représentant :
  - ◆ le fonctionnement hydraulique du bassin versant
  - ◆ les événements historiques (zones touchées, niveaux de submersion, fréquence de survenue des événements)

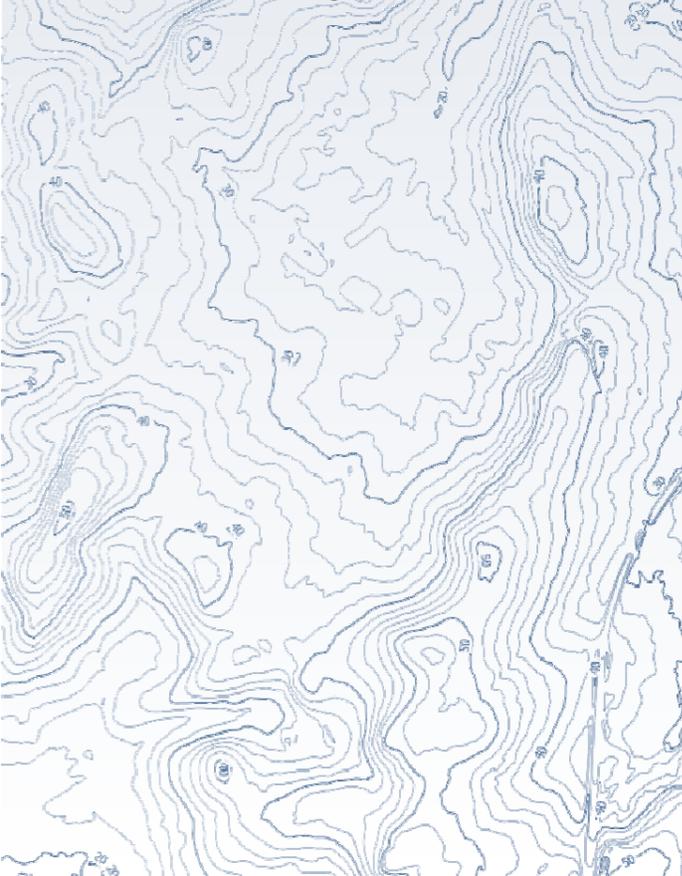


# Partie I

## MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ET DE COLLECTE DES INFORMATIONS



Compte-rendu d'un conseil municipal à Bondue faisant état de «crues de grandes eaux» en 1837



## La collecte d'informations, une étape clé de la procédure

### Intérêt de l'approche historique

**L'information historique est essentielle dans la prise de conscience du risque.**

D'une part elle permet de réactiver **la mémoire du risque**, afin d'exhumer le vécu des populations et la perception de l'aléa, qui évolue au cours du temps.

D'autre part, elle permet de paramétrer les outils de calculs (notamment les modèles mathématiques) et les analyses hydrologiques, permettant ainsi de définir ce qui est appelé, « l'aléa de référence », nécessaire à la construction de l'outil réglementaire qu'est le PPR. Cette partie garantit que le travail de

modélisation repose bien sur des situations vécues et observées à un moment donné par les populations.

L'information historique est la base sur laquelle se justifie la vulnérabilité du bassin versant de la Lys aux phénomènes d'inondation par ruissellement, leurs conséquences dommageables et la nécessité de la mise en œuvre du PPR.

**C'est pour cette raison que l'information collectée de la manière la plus exhaustive et la plus transparente possible.**

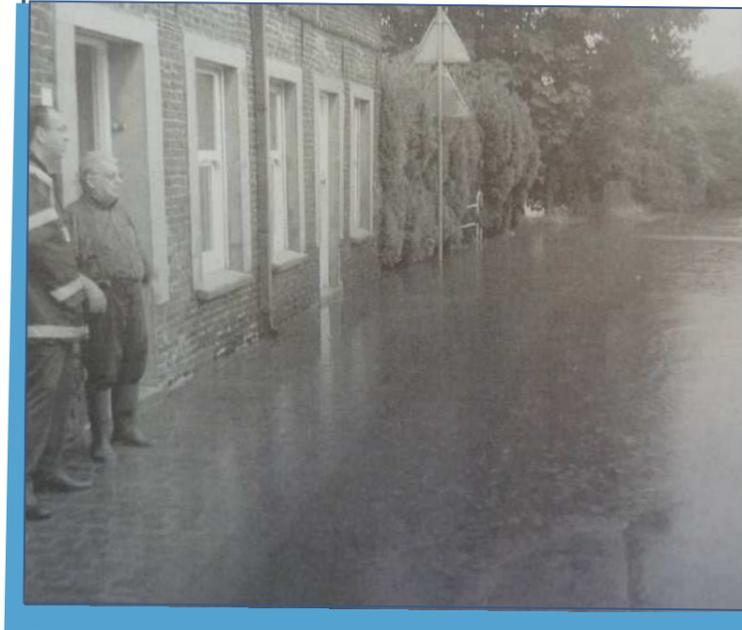
### Quelles sont les informations recherchées ?

Cette phase de collecte a pour objectifs de faire remonter la connaissance locale sur :

- **Les épisodes anciens de fort ruissellement ;**
- **Les inondations et dysfonctionnement particuliers ;**
- **Les dommages répertoriés ;**
- **La perception qu'ont** les élus du risque inondation, information qui permet ensuite d'adapter le discours dans la concertation sur le futur zonage réglementaire

L'exploitation des différentes sources d'informations vise à isoler :

- **Les photographies anciennes**, et notamment les illustrations exploitables dans le cadre de la reconstitution des repères d'inondations (hauteur d'eau, traces sur un mur, riverains inondés) ;
- **Des articles de presses** relatant la genèse de l'événement pluvieux, la survenue des inondations et la gestion des dommages ;
- **Des inventaires de dégâts** ou des déclarations de sinistres individuels (assurances)



## Mise en œuvre de la collecte des informations historiques

La collecte des informations sur les inondations historiques liées à des phénomènes de ruissellement, objet de la phase 2 du présent PPRI, s'est appuyée sur deux actions complémentaires :

- **Des enquêtes d'archives** permettant de mobiliser les ressources écrites et photographiques passées ;  
Les archives nationales (base de données Galica), départementales et communales ont été consultées ainsi que les archives papiers des journaux locaux (Voix du Nord, Echo du Nord) afin de retracer l'histoire des inondations passées.
- **Des entretiens** avec les acteurs locaux du risque inondation, dont les conclusions ont été synthétisées sous forme de compte-rendu.

## L'approche hydrogéomorphologique en complément de l'analyse historique

Afin d'améliorer la connaissance du territoire étudié et de la dynamique des écoulements, des enquêtes de terrains ont également été réalisées. L'analyse de terrain est basée sur une approche dite hydrogéomorphologique. Elle permet à partir des formes du relief, du paysage, des structures parcellaires, de la voirie et de la structure urbaine de dresser un portrait d'écoulement et de propagation des eaux

En complément, une analyse bibliographique des études précédemment menées sur le territoire du bassin versant a permis d'en compléter la connaissance hydraulique.

## Exploitation des données collectées

L'analyse de cet ensemble dense d'information a permis d'inventorier et de caractériser les phénomènes de ruissellement historiques ayant eu lieu sur le bassin versant et d'affiner la connaissance du fonctionnement hydraulique et morphologique de ce dernier. Ces éléments sont retranscrits via les atlas des phénomènes historiques et de fonctionnement hydraulique/morphologique à l'échelle de la commune.

Des cartes de fonctionnement globales à l'échelle du bassin versant ont également été réalisées ainsi qu'un cahier de repères d'inondations.

Enfin, lorsque les informations étaient suffisantes pour mesurer avec précision le niveau atteint par l'inondation, des fiches repères ont été produites, pour disposer d'un référentiel précis reflétant l'ampleur des phénomènes observés.

## Valoriser et pérenniser l'information récoltée

L'ensemble des données collectées durant cette phase 2 est stocké à la fois :



Via une base de données **bibliographique** qui permet de rechercher un document par mot clé



Via une base de données **spatiale** qui permet de visualiser sur une carte les désordres historiques dont on a recueilli un témoignage

**Ces deux bases de données seront enrichies tout au long de la procédure PPRI.**

Syndicats de rivières : le SIABNA et l'USAN

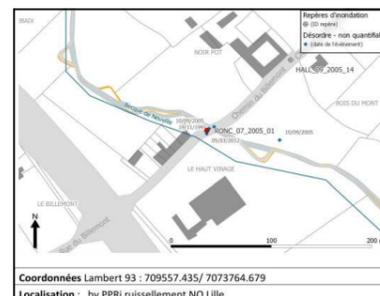
Populations

RESSOURCES

Elus locaux mairies

Services de Lille Métropole Communauté Urbain (LMCU) dont l'UTTA

REPERE n° RONC_07_2005_01	
Date de l'événement :	04/07/2005
Commune :	RONCQ
Rue :	Chemin du Billemont
Nature du désordre :	Débordement
Observation :	
Chemin du Billemont fermé car recouvert par 20 à 30 cm d'eau	
Niveau de submersion observé :	20 à 30 cm d'eau
Cote d'inondation reconstituée :	20.7 m NGF
Fiabilité :	2 sur une échelle de 2 (estimation fiable) à 4 (estimation peu fiable)
Source des informations : VDN - 05/07/2005	



Exemple de fiche où sont reportés les repères d'inondation

## Partie II

### SYNTHÈSE SUR LES PHÉNOMÈNES HISTORIQUES



Article de 1939 faisant état d'un orage violent sur Halluin (Source :Echo du Nord- archives départementales)

## Exploitation des données historiques

L'analyse des données historiques récoltées à l'échelle du bassin versant permet d'appréhender son fonctionnement hydraulique et d'identifier les secteurs soumis régulièrement à des inondations. La section suivante synthétise cette connaissance acquise au cours de la phase de collecte.

### Synthèse sur les phénomènes anciens

La trace d'inondation la plus ancienne retrouvée date de 1837 et concerne la commune de Bondues dont les habitants ont été touchés par de « grandes crues d'eau » d'après une délibération du conseil municipale de l'époque.

Excepté ce document, et un témoignage (journal Echo du Nord) d'inondation par ruissellement à Halluin en 1939, **aucune donnée historique ne remonte avant 1980.**

### Synthèse sur les phénomènes récents (post-1980)

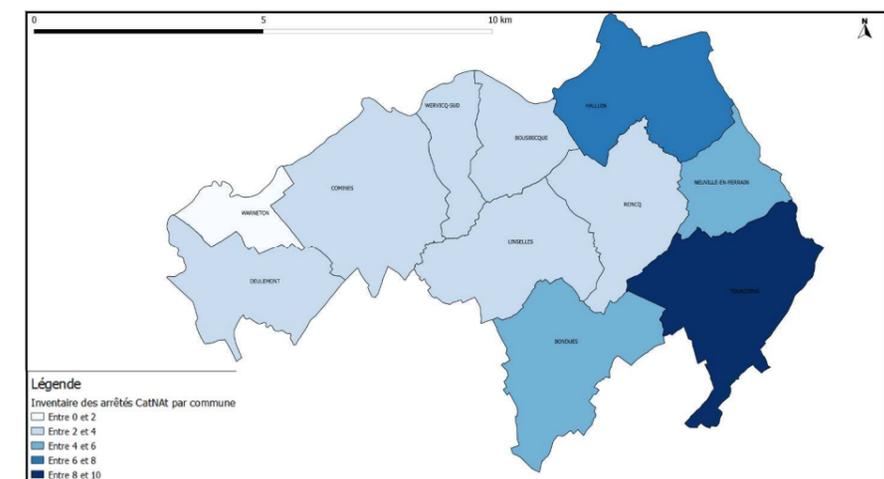
Le travail de collecte des information historique de phase 2 a permis de reconstituer l'histoire plus ou moins partiellement de 25 épisodes pluvieux sur le territoire du bassin versant.

On distingue :

- ▶ Les épisodes pour lesquels on sait simplement que certaines communes ont fait l'objet d'arrêtés Catnat
- ▶ Les épisodes pour lesquels on dispose de témoignages ou de documents permettant de géolocaliser les désordres (ces témoignages sont plus abondants au fur et à mesure du temps)

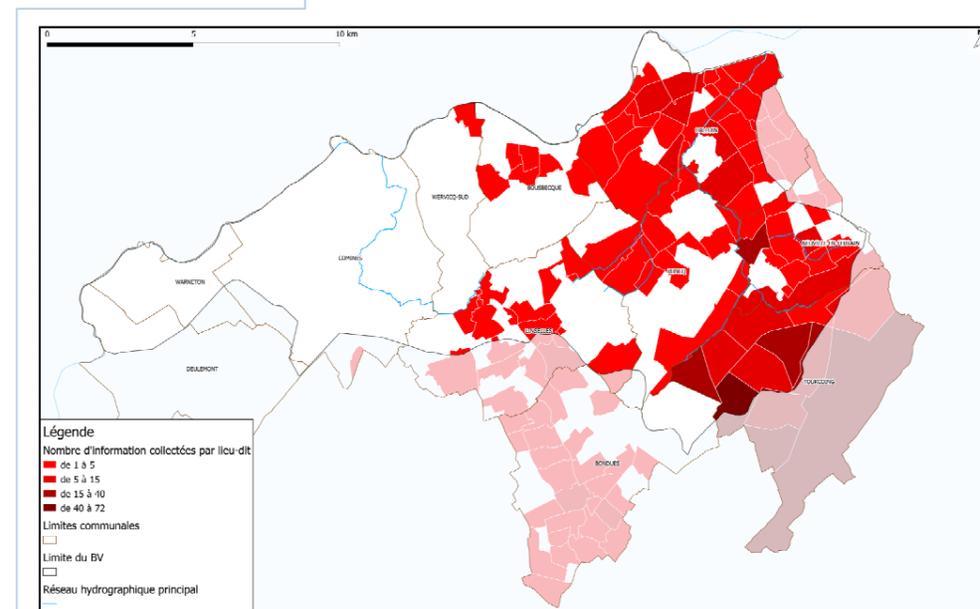
### Répartition des événements marquants

A l'échelle communale, le plus grand nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles touche la partie est urbanisée du bassin versant (Halluin, Neuville-en-Ferrain, Tourcoing)



A l'échelle du quartier, on observe également que la majorité des désordres recensés **géolocalisés** se trouvent sur l'axe Tourcoing, Neuville-en-Ferrain-Halluin.

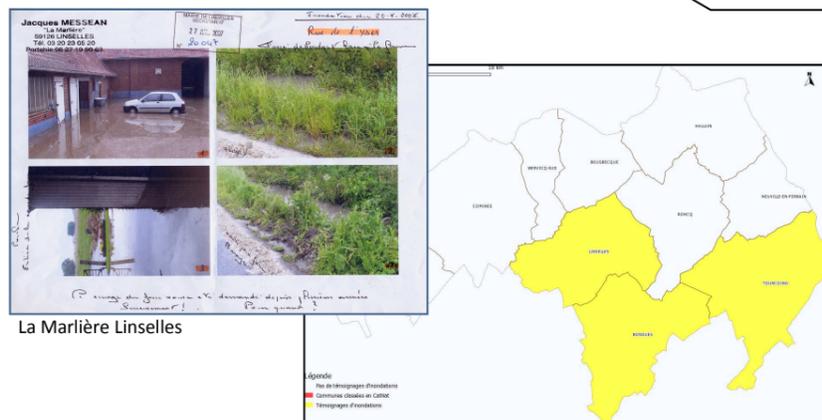
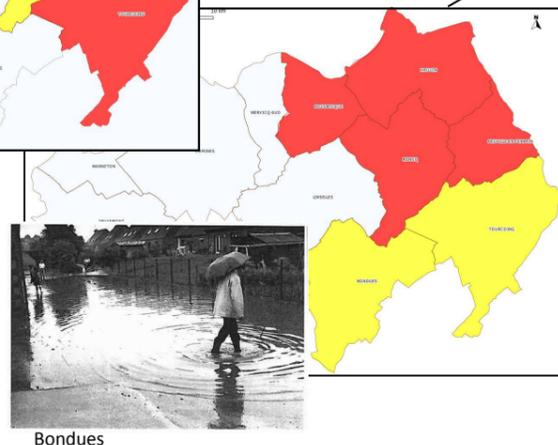
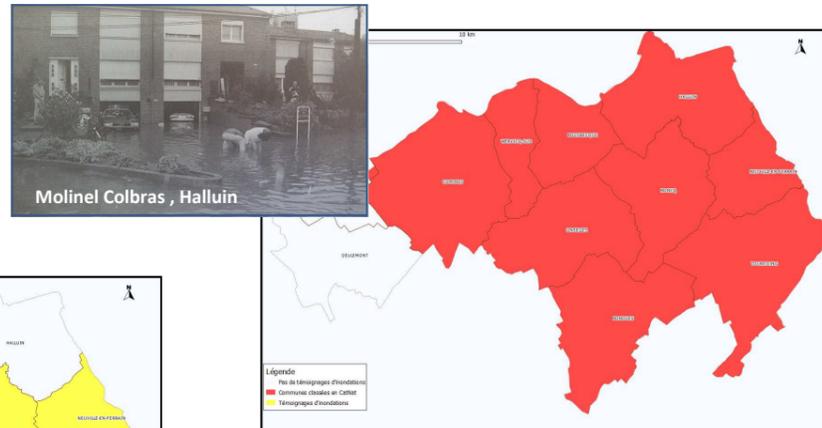
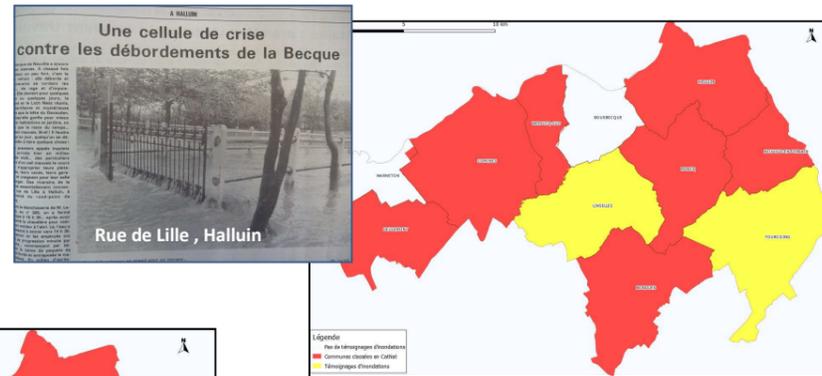
La connaissance des inondations est particulièrement dense au niveau des lieux dits du Molinel et du Noir Pot (Halluin), des Forts et au nord de la rue de l'Yser (Neuville) et des secteurs du Clinquet, de Malceuse-Egalité et de Bourgogne (Tourcoing)



## Inventaire des épisodes pluvieux historiques

Sur les 27 épisodes pluvieux reconstitués, 6 événements sont particulièrement marquants, de par leur caractère extrême et dommageable et la densité des informations collectées :

- **19 novembre 1991**
- **6 juin 1998**
- **14 juin 2002**
- **3-4 juillet 2005**
- **10 septembre 2005**
- **20 juillet 2007**



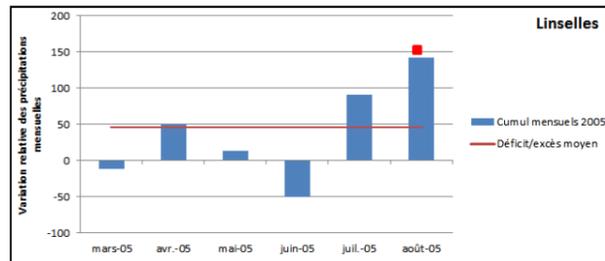
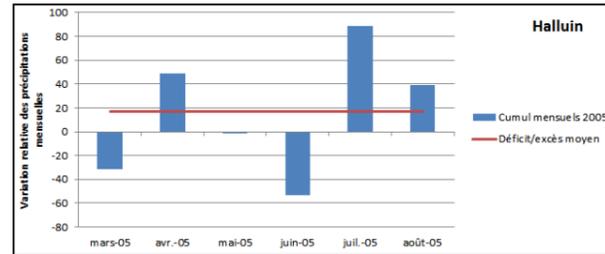
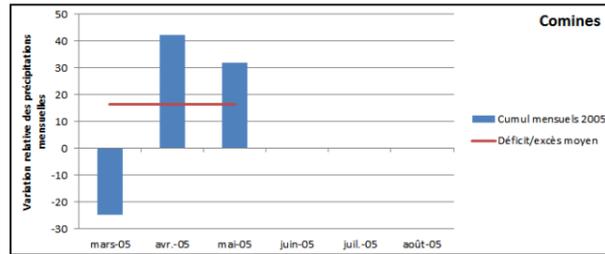
Les figures associées au tableau représentent les communes touchées par événements avec en rouge les communes classées en CatNat et en jaune les communes concernées par des inondations (mais sans CatNat)

Épisode	Nombre de communes touchées
1837	1 (Bondues)
24/08/1939	1 (Halluin)
24/07/1983	5
24/10/1984	3
17/07/1987	2
07/07/1989	1
30/07/1991	1
<b>19/11/1991</b>	<b>9</b>
24/07/1993	2
17/01/1995	2
07/06/1997	6
30/07/1997	1
<b>06/06/1998</b>	<b>9</b>
07/07/1999	4
14/08/1999	3
<b>24/12/1999</b>	<b>11</b>
3-5 /12/00	3
<b>14/06/2002</b>	<b>4</b>
29/06/2005	2
<b>04/07/2005</b>	<b>6</b>
<b>10/09/2005</b>	<b>6</b>
27/11/2005	1
<b>20/07/2007</b>	<b>3</b>
14/05/2008	1
26/01/2012	1
05/03/2012	3
05/07/2012	2

## Reconstitution d'un événement pluvieux (exemple de la pluie du 10/09/2005)

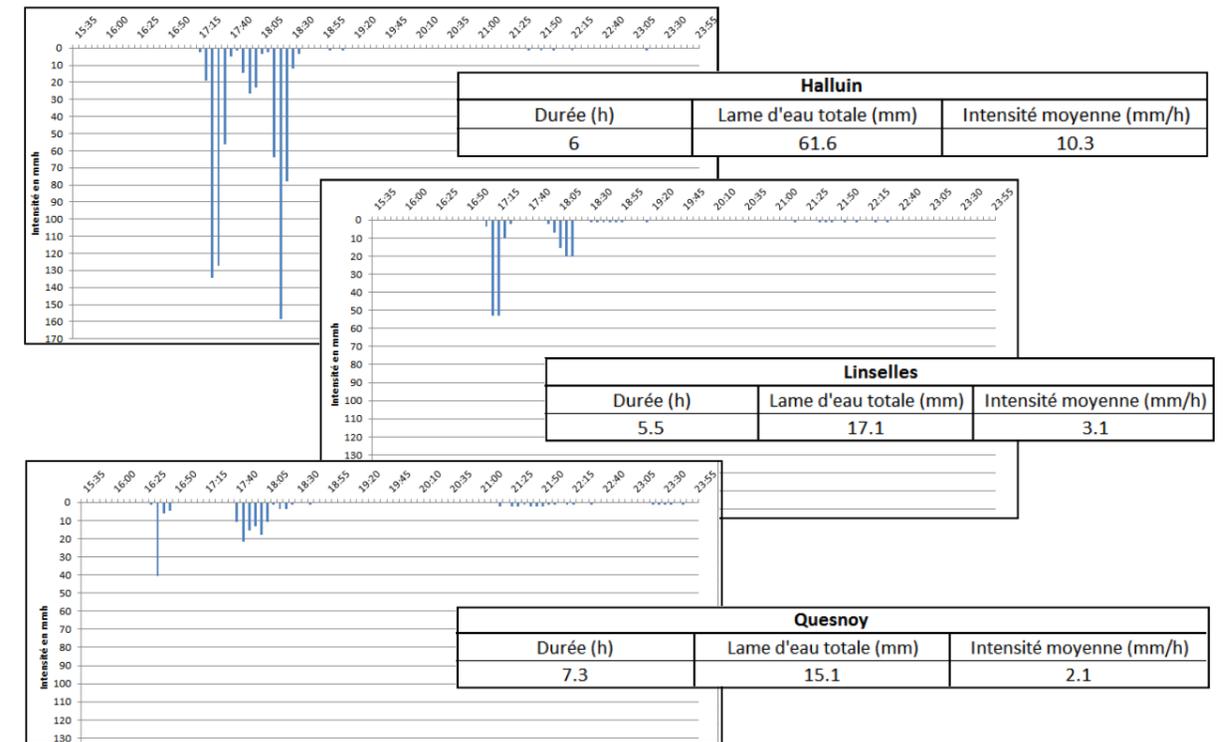
Les 6 événements les mieux documentés ont pu être reconstitués sous la forme de fiches synthétiques telles que celle présentée ci-contre, qui regroupent des informations sur la pluviométrie, le déroulement et les conséquences de ces événements intenses.

### Contexte climatique : état de saturation des sols avant l'événement

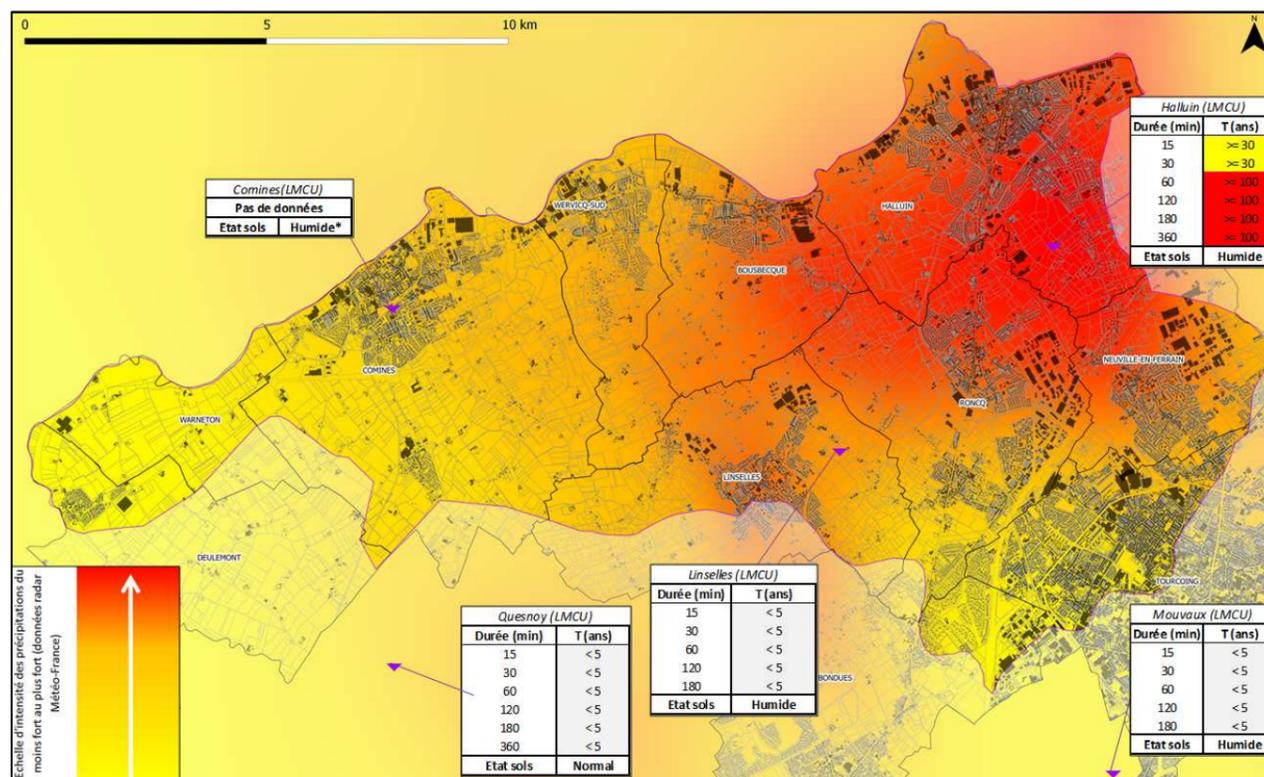


Les figures ci contre représentent le cumul mensuel moyen sur les 6 mois précédant l'événement pluvieux. Elles montrent qu'hormis sur la commune de Comines, le contexte pluviométrique avant l'événement est humide, conduisant à des sols humides voire potentiellement saturés.

### Caractéristiques et hiéogrammes de la pluie



### Hétérogénéité et période de retour de la pluie



### Genèse et description de l'événement

Des orages accompagnés de pluies violentes se sont abattus sur le territoire vers 17h30 le samedi 10 septembre. Un précédent orage était survenu dans la nuit du 9 au 10 apportant 15 mm de pluie en 30 minutes sans pour autant provoquer de dysfonctionnements des réseaux. Le second survenu le samedi a apporté 27,7 mm en 16 minutes, puis dans la demi-heure suivante 6,4 mm en 37 minutes. Une seconde averse apporte enfin 24,5 mm en 12 minutes (source : LMCU—Direction de l'eau et assainissement). L'événement s'inscrit dans un épisode plus important démarré la veille sur le Nord du Pas de Calais, le Boulonnais et la Flandre intérieure.

En peu de temps les bassins de rétention rue de Reckem sont rapidement remplis. Rue d'Halluin la montée des eaux se produit par la combinaison de 3 phénomènes : débordement des bassins, écoulement venant du pont de l'autoroute, « torrent » provenant du haut de la rue d'Halluin. En quelques minutes il n'est plus possible de franchir la rue d'Halluin au niveau de la Becque, 10 minutes plus tard, l'eau est sur la chaussée rue du Maréchal Leclerc, et allée des douves. 20 minutes plus tard ces rues se transforment en torrent et les eaux s'engouffrent dans de nombreuses habitations (Neuille en Ferrain). A Roncq, l'épisode conduira à des niveaux de submersion de l'ordre de 0,5 m d'eau dans le secteur de Dronckaert et le bas Quartier, ce qui fait dire au maire de la commune, en place depuis 1983 « qu'il n'a jamais rien vu de tel ». Des riverains indiquent donc que l'Autoroute a été un vecteur de transfert de l'eau. Un autre riverain, qui vit sur les bords de la Becque depuis 40 ans témoigne que les eaux sont montées très vite, son jardin a été transformé en piscine et ses poules noyées.

Cet épisode dont l'épicentre pluvieux est centré sur la commune d'Halluin a généré de nombreux dommages sur la partie est urbanisée du bassin versant (Halluin, Neuville-en-Ferrain, Roncq, Bondues, Bousbecque et Tourcoing).

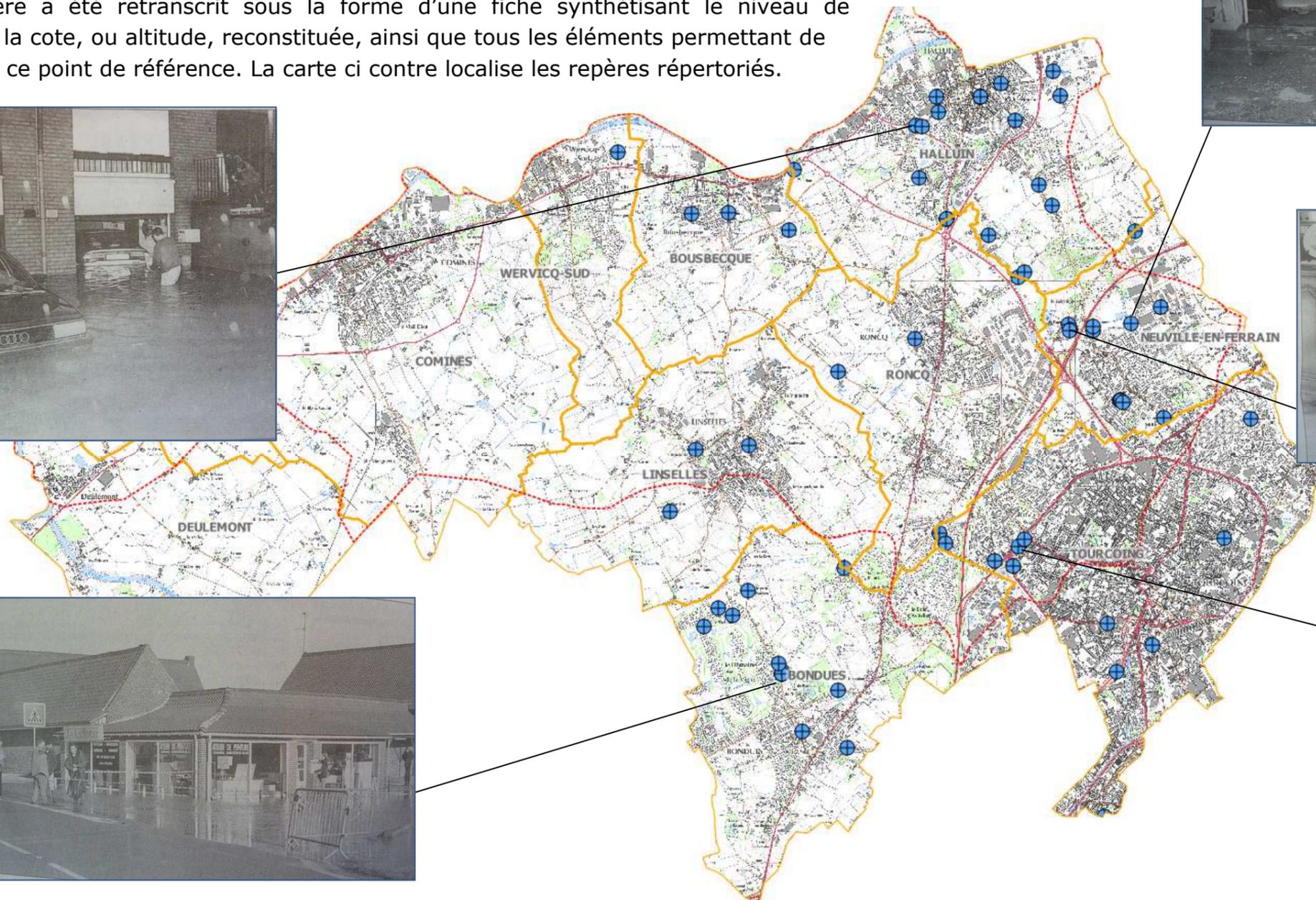
## Repères d'inondations

Recueillir des informations est vital pour améliorer la connaissance des crues anciennes ou récentes. Ce travail passe par la reconstitution de ce que l'on appelle des « repères de crues ». D'une part ces repères devront un jour être matérialisés dans les communes concernées pour perpétuer la mémoire collective de l'inondation, d'autre part ces éléments permettent de constituer une base de hauteurs servant de référence à la validation des outils numériques mis en œuvre en phase 3.

Au total 70 repères d'inondations (c'est-à-dire des marques d'inondation quantifiables) ont pu être reconstitués soit :

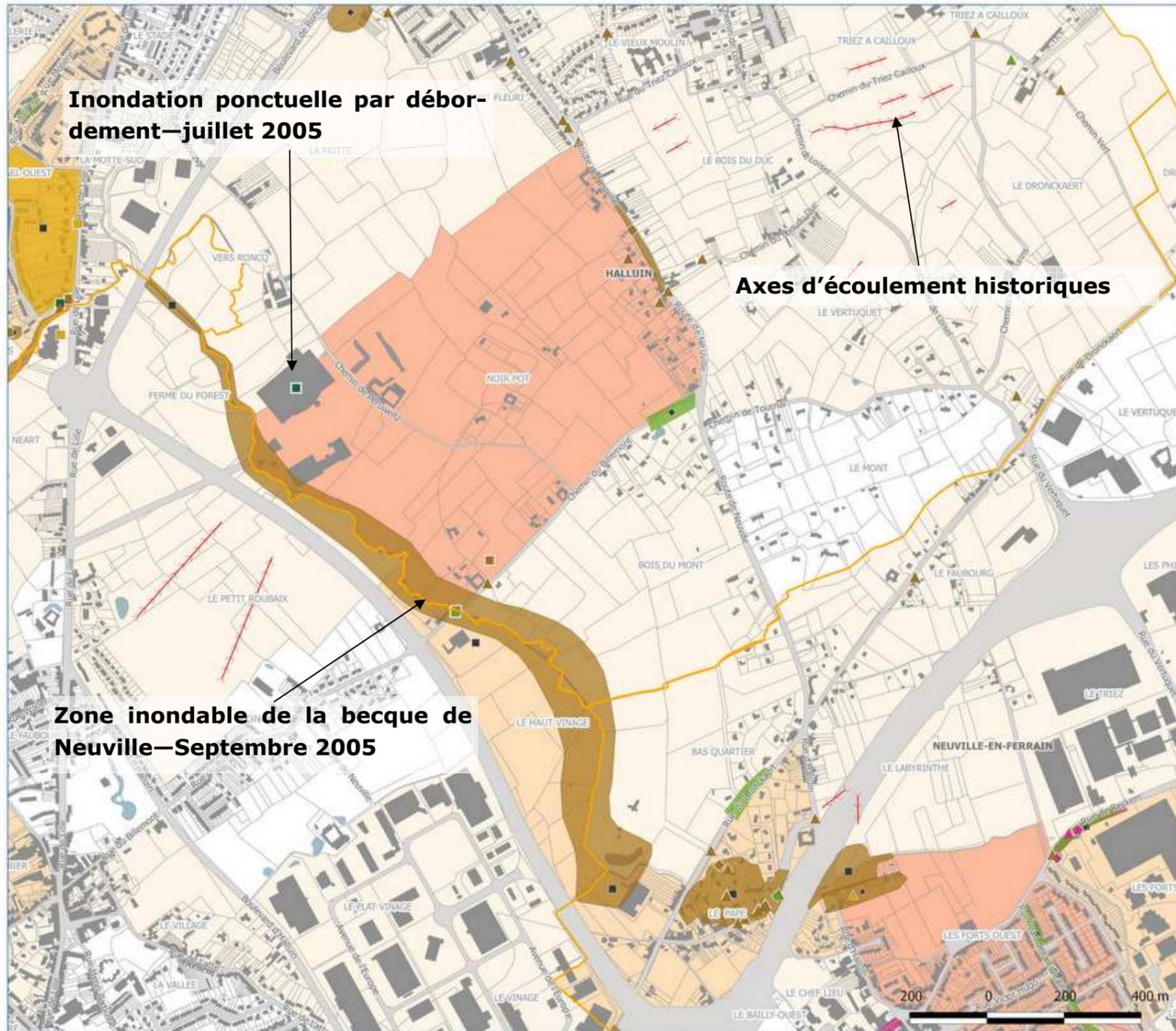
- À partir d'un témoignage écrit ou oral ;
- A partir d'une photographie, d'un article de presse.

Chacun de ces repère a été retranscrit sous la forme d'une fiche synthétisant le niveau de submersion observé, la cote, ou altitude, reconstituée, ainsi que tous les éléments permettant de localiser précisément ce point de référence. La carte ci contre localise les repères répertoriés.



# Cartographie des phénomènes historiques

Cartographie des phénomènes historiques



**Communes d'Halluin, Neuville-en-Ferrain et Roncq**

**Éléments généraux**

- Limites communales
- Parcellaire du cadastre
- Bâti
- Cours d'eau et pièces d'eau

**Phénomènes historiques**

- Axes d'écoulement observés / répertoriés

**Nombre d'événements observés par secteur**

- < 2
- 3 à 4
- 5 à 7
- 8 à 9

**Témoignages et laisses d'inondation**

Code couleur :

- Novembre 1991
- Juin 1998
- Juin 2002
- Juillet 2005
- Septembre 2005
- Juillet 2007
- Autre événement

Zone inondée  
 Débordement  
 Ruissellement  
 Ruissellement + débordement  
 Information non disponible

Pour les éléments surfaciques, un symbole suivait la symbolique des témoignages ponctuels, décrit la nature de l'événement, lorsque celle-ci est connue. Exemple : un rond pour un phénomène de débordement de réseaux.

Direction départementale des Territoires et de la Mer Nord  
 République Française  
 Système de coordonnées : Lambert 93 (RGF93)  
 Projection : Lambert conique conforme  
 Source : DGI-cadastre 2011

La cartographie suivante a été produite à l'échelle du bassin versant, pour synthétiser l'ensemble des informations disponibles sur les phénomènes historiques survenus.

Densité d'information par quartier

Distinction entre :

- Information ponctuelle ou linéaire (figuré)
- Nature de l'inondation (forme)
- Date de la pluie (code couleur)

## Partie III

### CARACTÉRISATION DU BASSIN VERSANT ET DE SON FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE



## Emprise et facteurs d'hétérogénéité du territoire

Le bassin versant de la Lys, versant Nord de la Deûle se situe au nord de l'agglomération lilloise, en rive droite de la Lys et inclut 11 communes : Halluin, Tourcoing, Neuville-en-Ferrain, Roncq, Bondues, Linselles, Bousbecque, Comines, Wervicq-sud, Warneton, Deûlemont.

L'analyse de ses différentes caractéristiques permettra d'aboutir à une compréhension fine de son fonctionnement hydraulique.

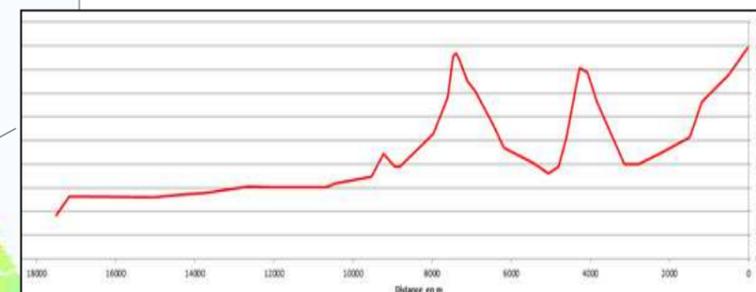
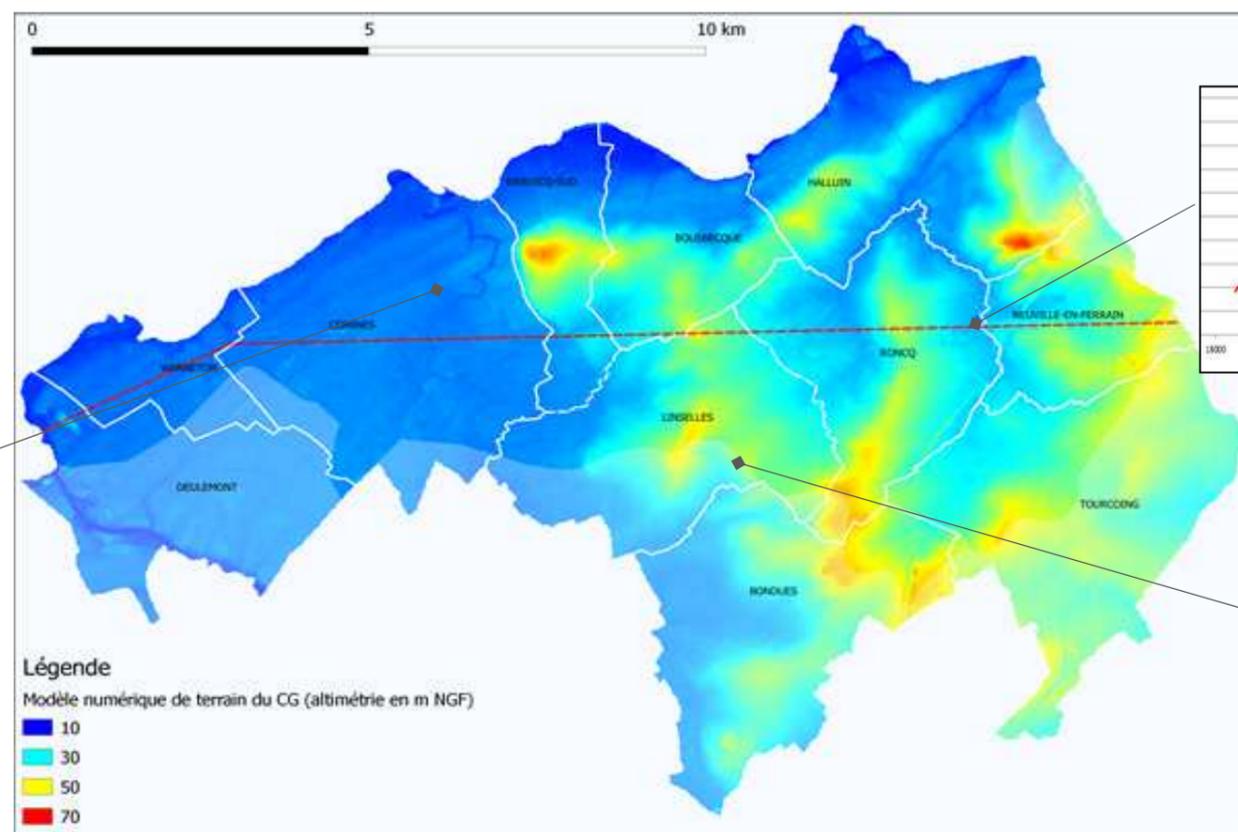
Le territoire du bassin versant est marqué par une triple disparité selon l'axe ouest-est du point de vue :

- De la topographie
- De l'occupation des sols
- Du fonctionnement hydraulique

### Topographie

La disparité en termes de topographique est très marquée sur le bassin versant, avec une partie ouest très plane tandis que le secteur est présente un relief plus marqué, représenté par les buttes de Linselles, Halluin et Tourcoing notamment.

Plaine de Comines avec la butte de Wervicq-sud en fond



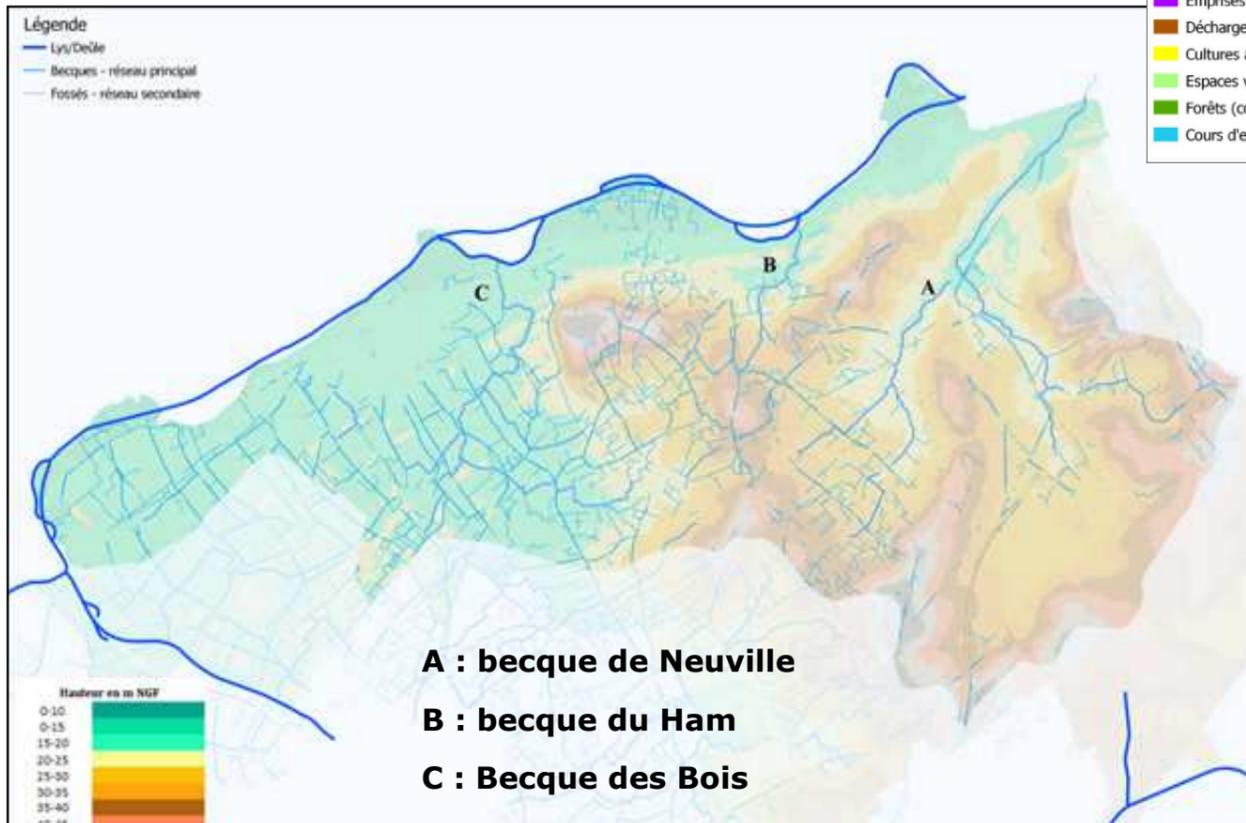
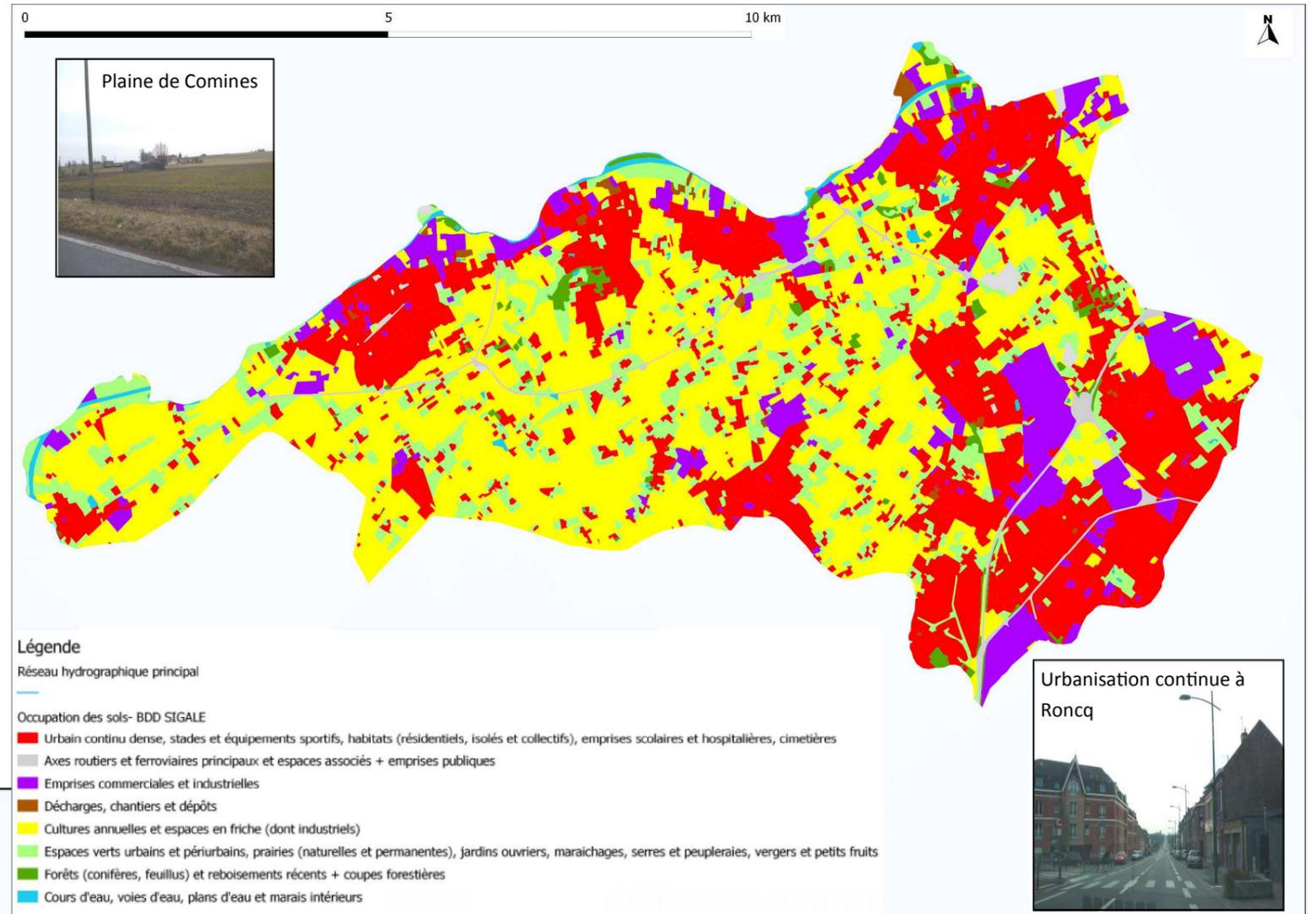
Butte de Linselles



## Occupation des sols

Le tissu urbain est beaucoup plus dense sur la partie est du bassin versant et le long de la Lys, alors qu'à l'ouest où les ilots urbains sont plus disséminés.

Type d'occupation du sol	Proportion à l'échelle du bassin versant (en %)
Zones urbaines et équipement associés	30,5
Voies de communication et emprises publiques	2
Emprises commerciales et industrielles	9
Décharges, chantiers et dépôts	0,5
Zones de cultures	40
Zones de prairies et de maraîchages	16
Zones forestières	1
Plans d'eau et cours d'eau	1



## Fonctionnement hydraulique

**Enfin, la troisième disparité majeure à l'échelle du bassin versant se situe au niveau de la dynamique pressentie des écoulements et de l'évacuation des eaux ruisselées** : le relief concentrera les écoulements dans les talwegs marqués à l'est du bassin versant et sera par conséquent favorable à la genèse de phénomènes de ruissellement, alors que les flux seront plus diffus sur les zones planes de la partie ouest.

A l'échelle du bassin versant, l'évacuation des eaux pluviales est assurée par un système composé de réseaux enterrés, de fossés et de becs, notamment la becque de Neuville et ses affluents, la becque du Ham et la becque des bois, représentées sur la cartographie ci contre.

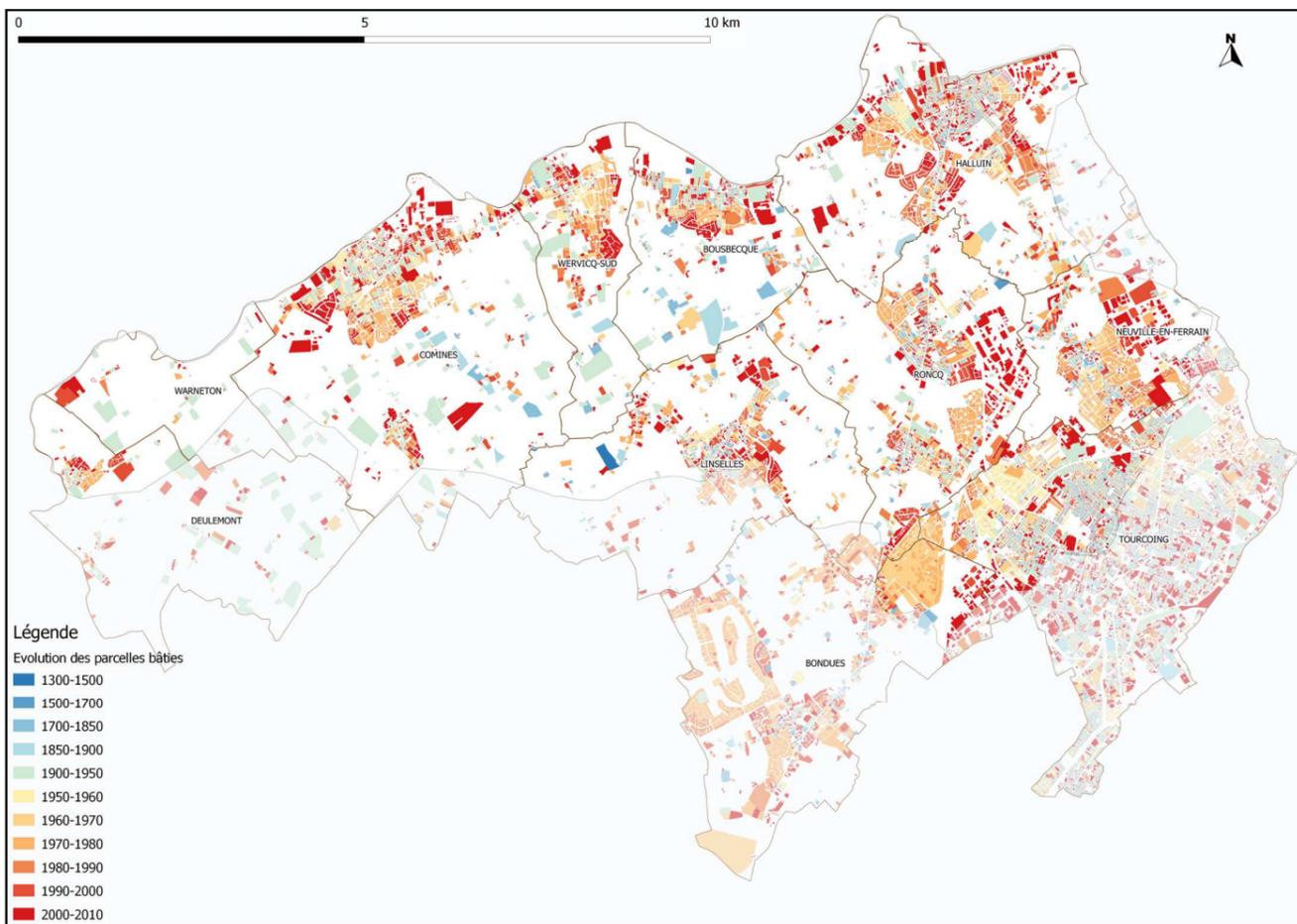
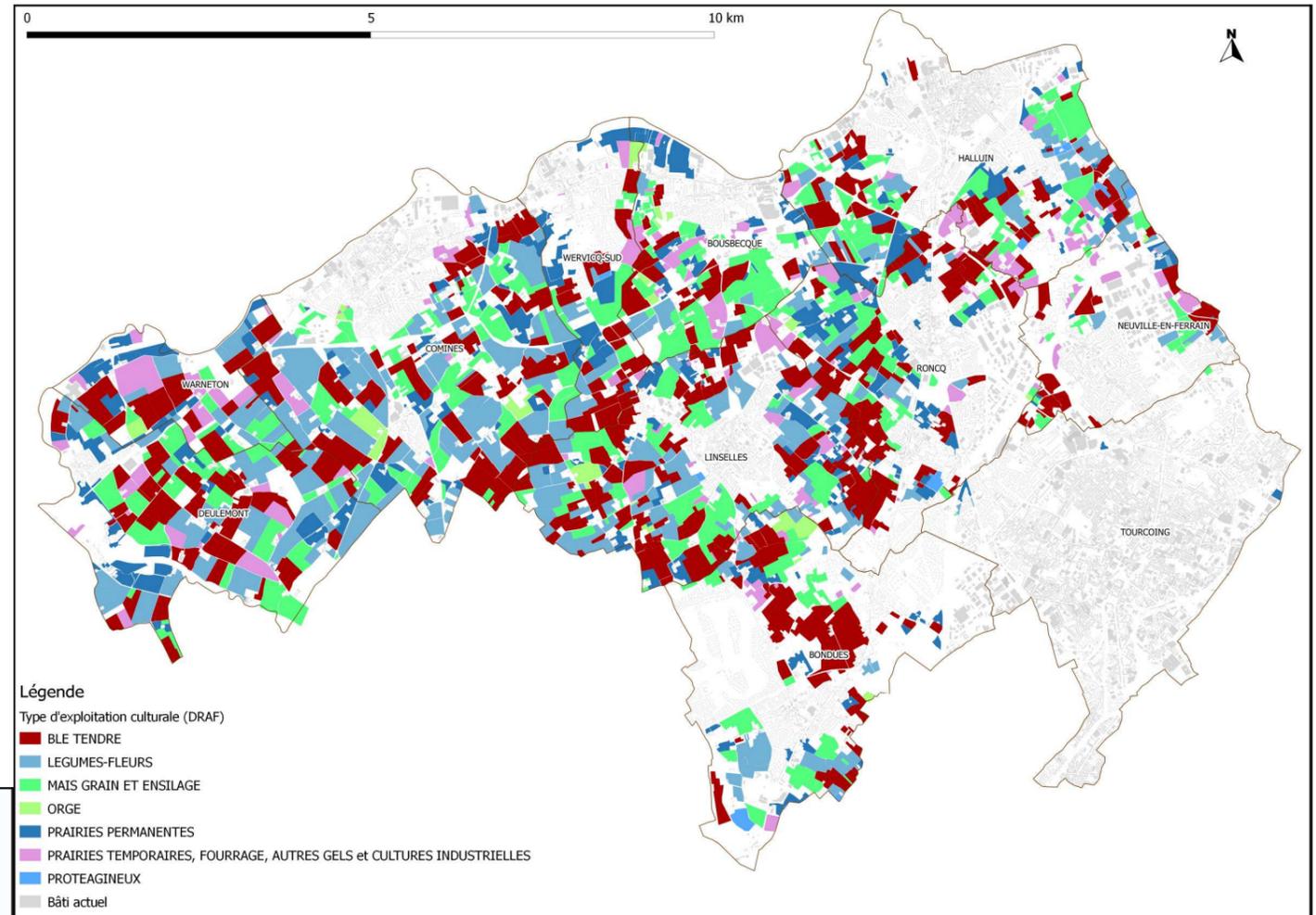
## Evolution du bâti et pratiques culturales

Globalement, en situation actuelle, en termes de cultures, on recense:

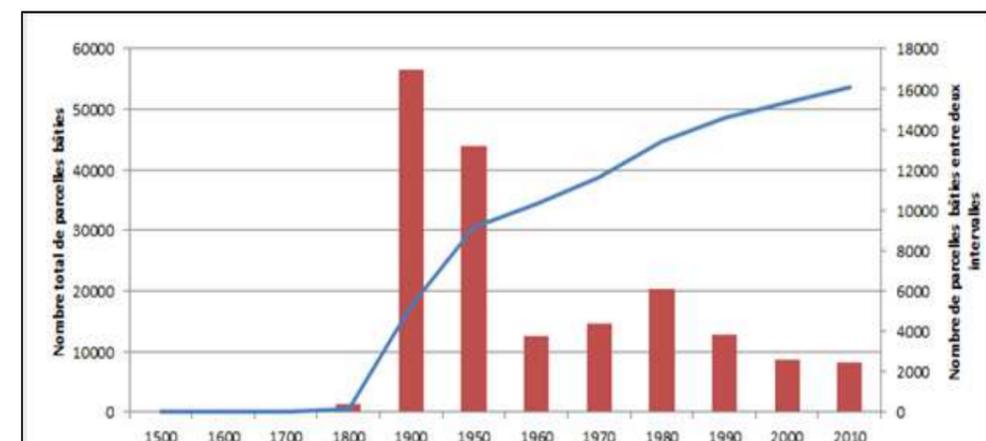
- Une majorité de surfaces dédiées à la culture du blé (céréales d'hiver) même si celles-ci sont plutôt localisées sur la partie ouest plane du bassin versant ;
- Entre 15 et 25 % de céréales de printemps (orge) qui ne participent pas à la lutte contre le ruissellement ;
- Les Surfaces Toujours en Herbes (STH), assurant la lutte contre le ruissellement représentent de 13 % (Comines) à 30 % (Bondues) des surfaces cultivées communales

**Ainsi globalement 40 % des terres cultivées sont dédiées à des types de cultures qui participent à la limitation du ruissellement.**

*Rappelons que par défaut, le contexte géologique du sous-sol (limons sableux et/ou argileux) limite l'infiltration et donc favorise le ruissellement de surface*



Si une première vague d'urbanisation a eu lieu entre 1900 et 1950, on note que le tissu urbain s'est fortement développée depuis les années 1960 sur les parties est du bassin versant et également le long de Lys avec un déplacement des constructions vers les points bas des vallons, à proximité des becques alors qu'historiquement les centres-bourgs étaient installés au niveau des points hauts, à l'abri des inondations.



## Contexte pluviométrique du bassin versant

### Hétérogénéité des pluies à l'échelle du bassin versant

L'observations des chroniques de pluies des cinq pluviomètres LMCU de Linselles, Halluin, Comines, Mouvaux et Quesnoy-sur-Deûle entre 1994 et 2011 permet de noter les points suivants :

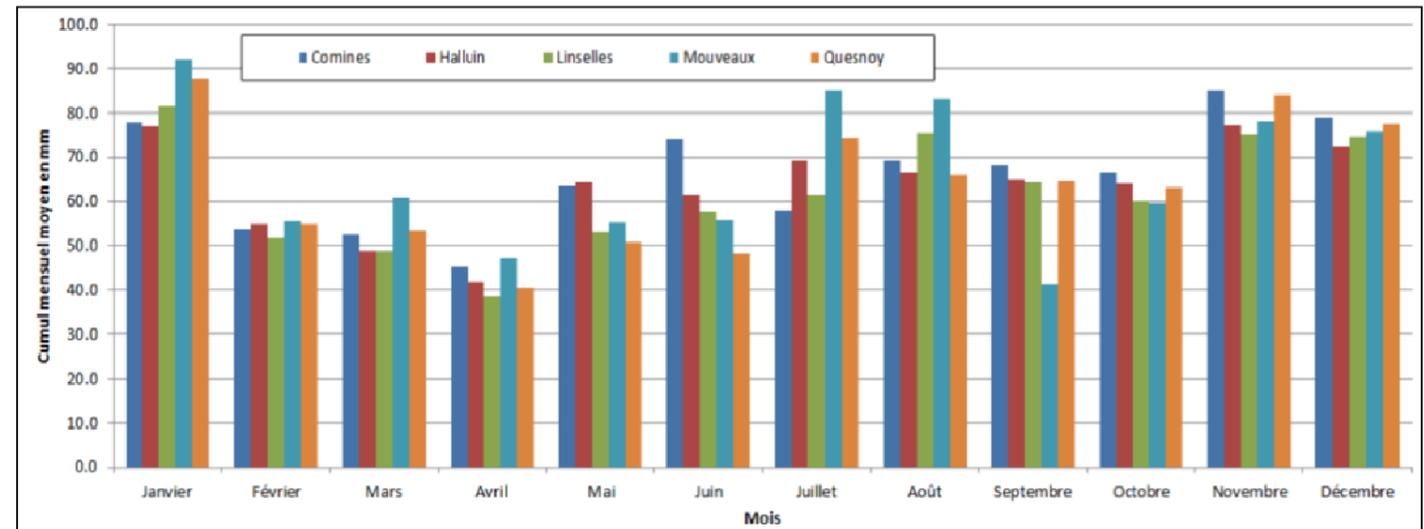
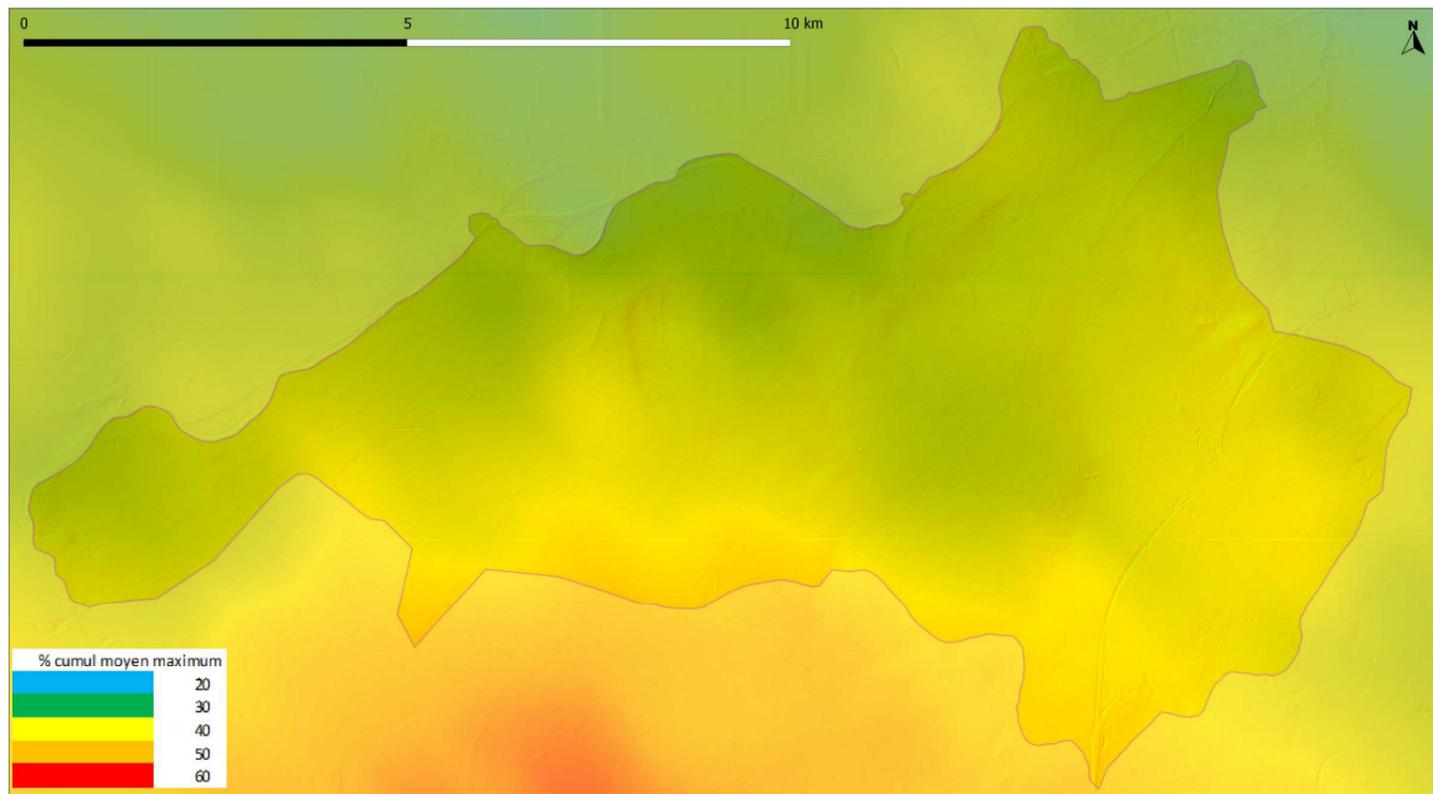
- La partie est urbanisée du bassin versant est la plus humide sur la période janvier-mai ainsi que durant les mois estivaux (juillet et août)
- Les pluies automnales sont en revanche plus abondantes sur la partie ouest du territoire

On peut également caractériser les mois :

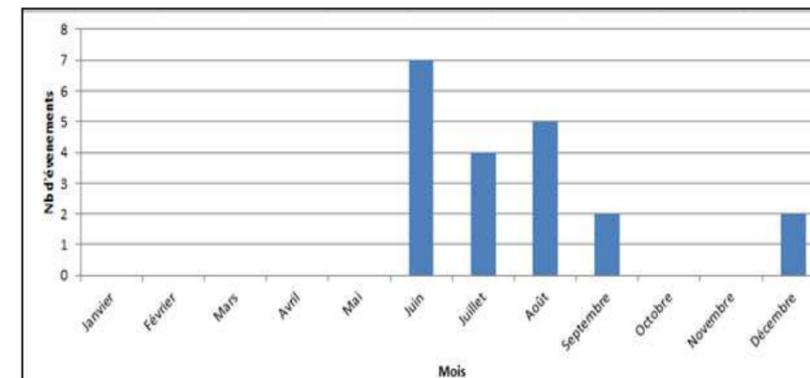
- À faible pluviométrie : février à mai
- À pluviométrie normale : juin, septembre et octobre
- Humides : janvier, juillet-août et novembre-décembre

L'illustration ci-dessous résulte d'un traitement statistique des données radar Météo-France de la station d'Abbeville pour 26 événements pluvieux entre 1997 et 2005.

On observe une hétérogénéité, en termes de cumuls, entre les zones de reliefs et les zones de plaines (25 % de précipitations en plus sur les premières en moyenne).



La distribution des épisodes de pluies historiques, compilés à partir des arrêtés de catastrophes naturels et des études précédentes (CETE) permet d'observer que la majorité des événements est centrée sur la **période estivale** (juin, juillet et août)



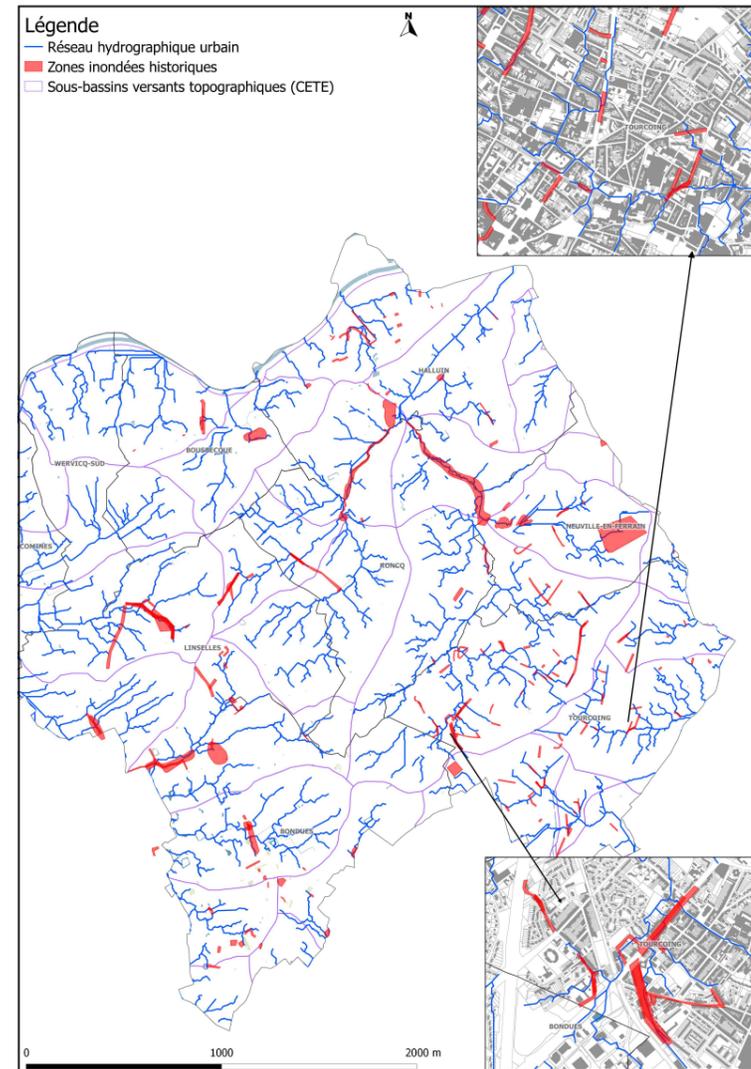
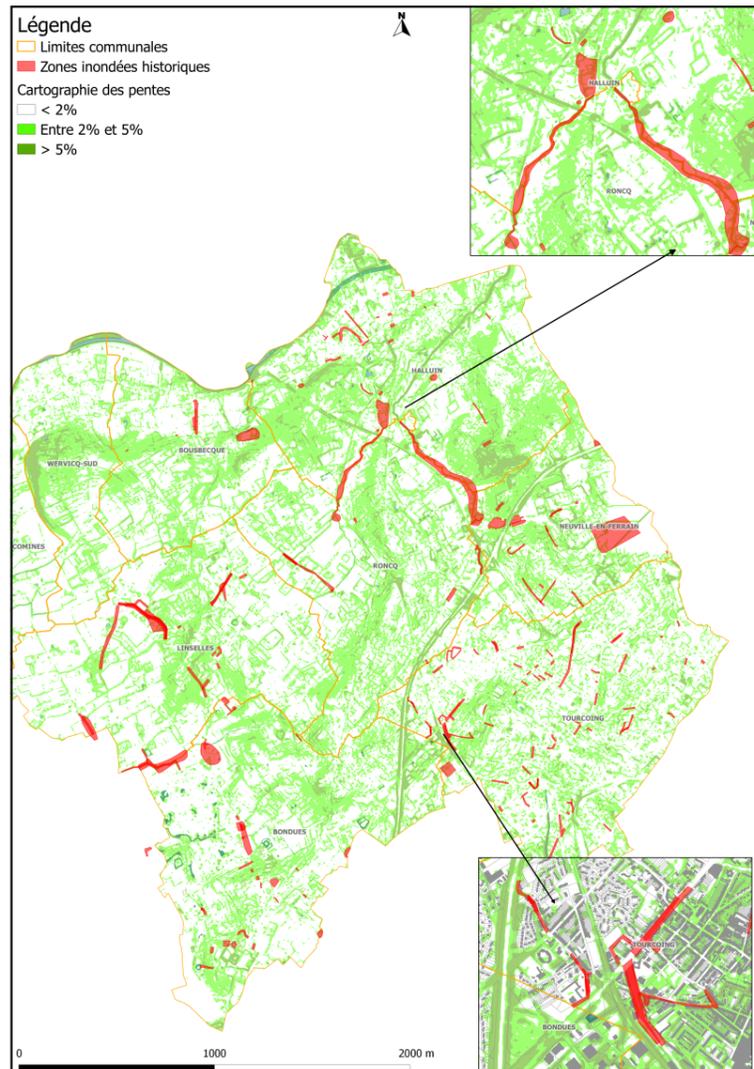
#### A retenir :

- La partie Est du bassin versant reçoit, en moyenne, environ 25 % de précipitations en plus que la partie ouest
- Les périodes humides sont regroupées sur les mois de juillet-août et la période de novembre à janvier
- La majorité des événements ayant provoqué des dommages est regroupée sur la période estivale, de juin à août.

## Lien entre les observations historiques et la topographie

La confrontation entre les **zones historiquement inondées** et les **déclivités du terrain naturel** montre que les désordres sont principalement localisés en contrebas des fortes pentes, dans les talwegs ou au niveau de dépressions du terrain naturel (« cuvettes »)

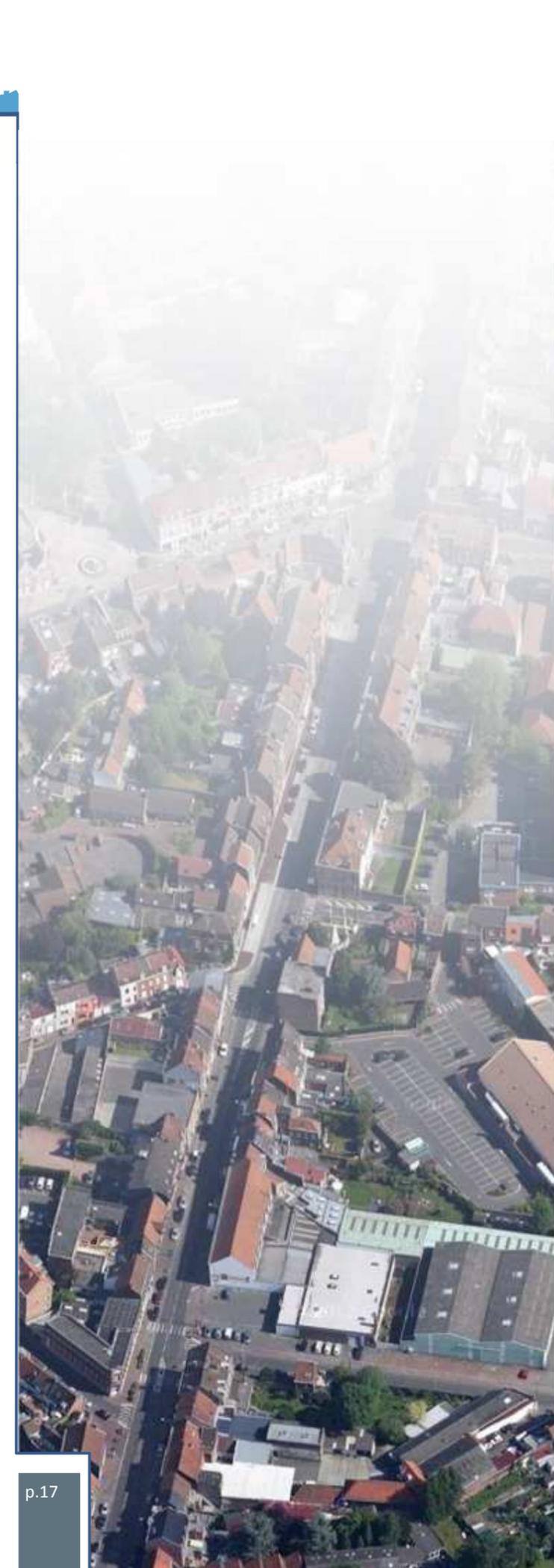
L'extraction du **réseau hydrographique urbain** à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) permet d'appréhender le chemin **préférentiel d'écoulement des eaux** dans les rues et de vérifier leur cohérence avec les zones inondées passées



Les autres unités morphologiques qui vont avoir un impact fort sur le risque d'inondation par ruissellement sont :

- Le réseau hydrographique naturel
- Les obstacles, naturels (remblais) ou anthropiques (voiries, ouvrages)
- Les zones de points sensible au risque de remontée de nappe
- Les zones d'influence des cours d'eau : lit mineur et lit majeur

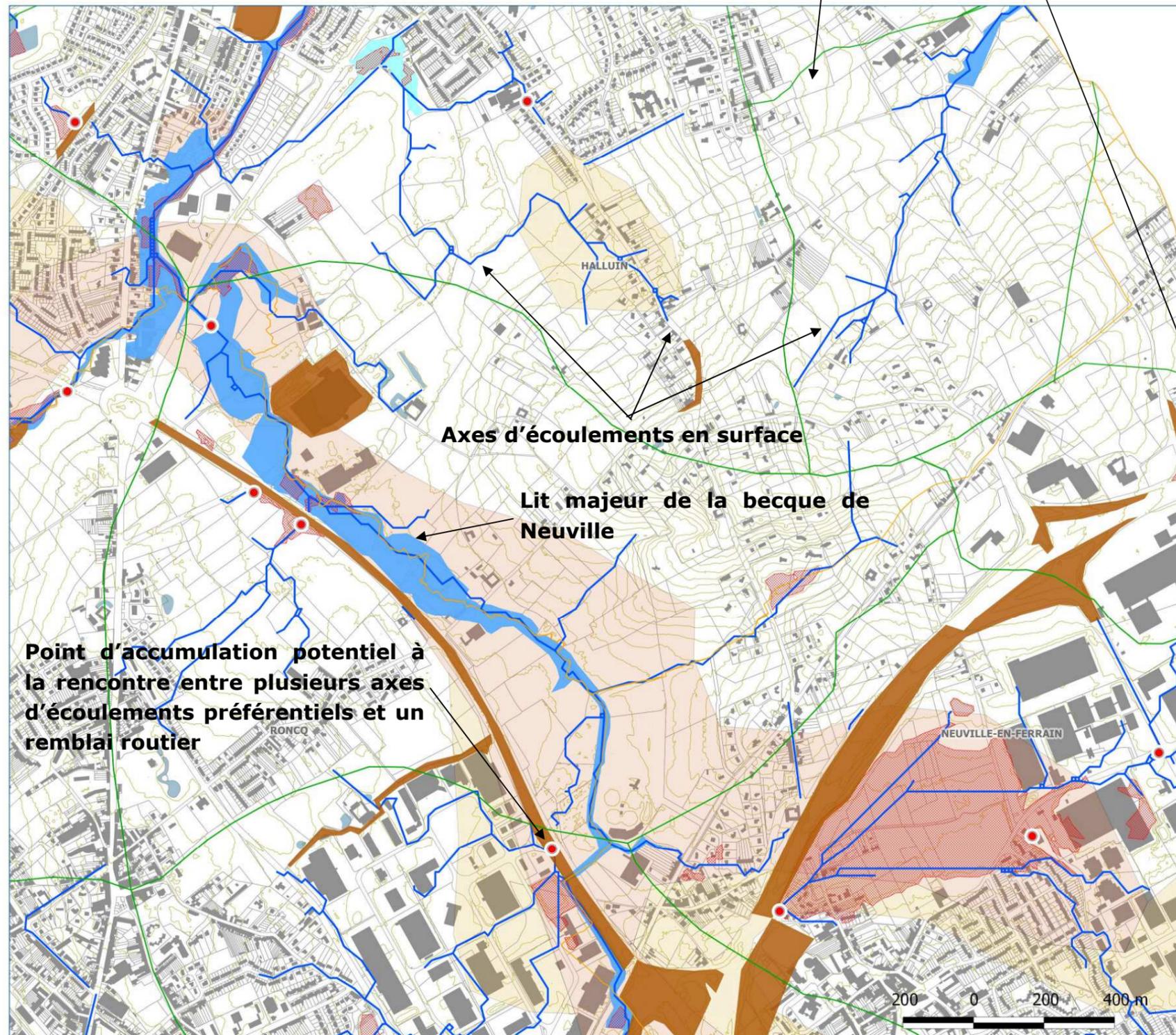
**L'ensemble de ces éléments est repris dans l'atlas cartographique de fonctionnement hydraulique et morphologique.**



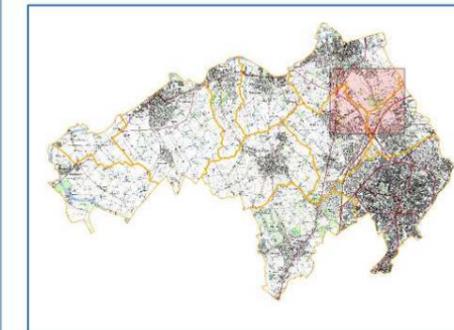
**Atlas de fonctionnement hydraulique/morphologique**

Cartographie de fonctionnement hydraulique/morphologique

Sous-bassins versants



Communes d'Halluin, Neuville-en-Ferrain et Roncq



**Eléments généraux**

- Limites communales
- Parcellaire du cadastre
- Bâti
- Cours d'eau et pièces d'eau
- Sous-bassins versants
- Courbes de niveaux - 2 m

**Fonctionnement hydraulique/morphologique**

- Risque de remontée de nappe (BRGM)
- Nappe sub-affleurante
  - Fort à très fort
  - Zones de dépression topographique
  - Axes d'écoulements préférentiels
  - Points d'accumulation/désordres potentiels
- Eléments morphologiques
- Lit majeur (Lys + becques)
  - Espaces complémentaires
  - Remblais (infrastructures et constructions)

La cartographie suivante a été produite à l'échelle du bassin versant, pour synthétiser l'ensemble des informations disponibles sur la morphologie du bassin versant et son fonctionnement hydraulique.

**Prise en compte  
du risque de re-  
montée de  
nappe**

## Partie IV

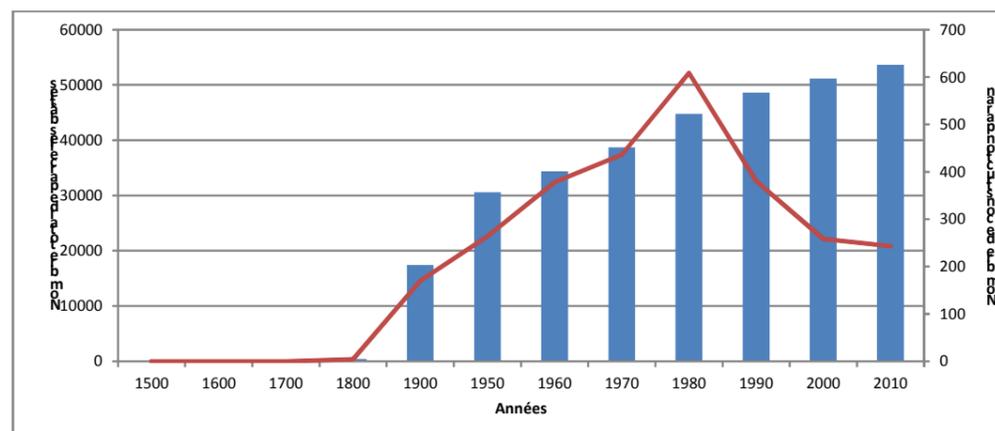
### SYNTHÈSE SUR LE RISQUE INONDATION À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT



## Un risque plus que jamais d'actualité

Le risque d'inondation par ruissellement est plus que jamais d'actualité dans la mesure il est directement lié à l'état d'imperméabilisation des sols et à la présence d'enjeux le long des axes de pentes, deux facteurs qui ont plutôt tendance à s'aggraver à mesure que le temps passe.

L'étude de l'évolution des parcelles bâties permet d'observer une initiation de l'urbanisation de la vallée entre 1850 et 1900 (en bleu) et son accélération très importante (en termes de nombre de constructions par an) jusqu'en 1980 (en rouge)



La vulnérabilisation récente du territoire est liée à un déplacement des constructions, et donc des enjeux, vers les points bas des vallons, à proximité des talwegs.

En termes de densité d'information récoltées, on observe une double hétérogénéité:

- **Spatiale** entre les communes est : Halluin (100 observations), Tourcoing (307 observations) et les communes de la partie ouest plane : Bousbecque (7 observations), Comines (1 observations) ;
- **Temporelle** avec à titre d'exemple sur la commune de Tourcoing respectivement 1, 5, 42 observations recensées pour les pluies des 19/11/91, 06/06/98 et 04/07/05

## La culture du risque

Au delà de la densité d'information récoltées, la présente phase d'enquêtes historique a permis de caractériser la culture du risque d'inondation par ruissellement à l'échelle du bassin versant:

- Mémoire des inondations par ruissellement pratiquement nulle avant 1980 même si la création des syndicats de la Lys-Deûle (USAN -1966) et de la becque de Neuville (SIABNA - 1958) semble indiquer que des problèmes d'inondations ont pu exister sur ces cours d'eau auparavant;
- Prise de conscience de la vulnérabilité du bassin versant par les autorités et la population au travers des épisodes très impactant qui se sont produits en novembre 1991, juin 1998 (et plus récemment 2005);

Au niveau des communes, les localités situées à l'est du territoire ont une culture du risque plus importante qu'à l'ouest, de par leur configuration topographique et urbanistique qui les rend plus vulnérable face au ruissellement. A titre d'exemple, la commune de Bondues a réalisé, dans le cadre de la semaine du développement durable 2011, une exposition à portée éducative sur l'eau intégrant un volet inondations et la commune de Roncq a pris le parti d'intégrer le risque d'inondation dans son Plan Communal de Sauvegarde (PCS) et à travers la réalisation d'un Document d'Information Communales sur les Risques Majeurs (DICRIM).

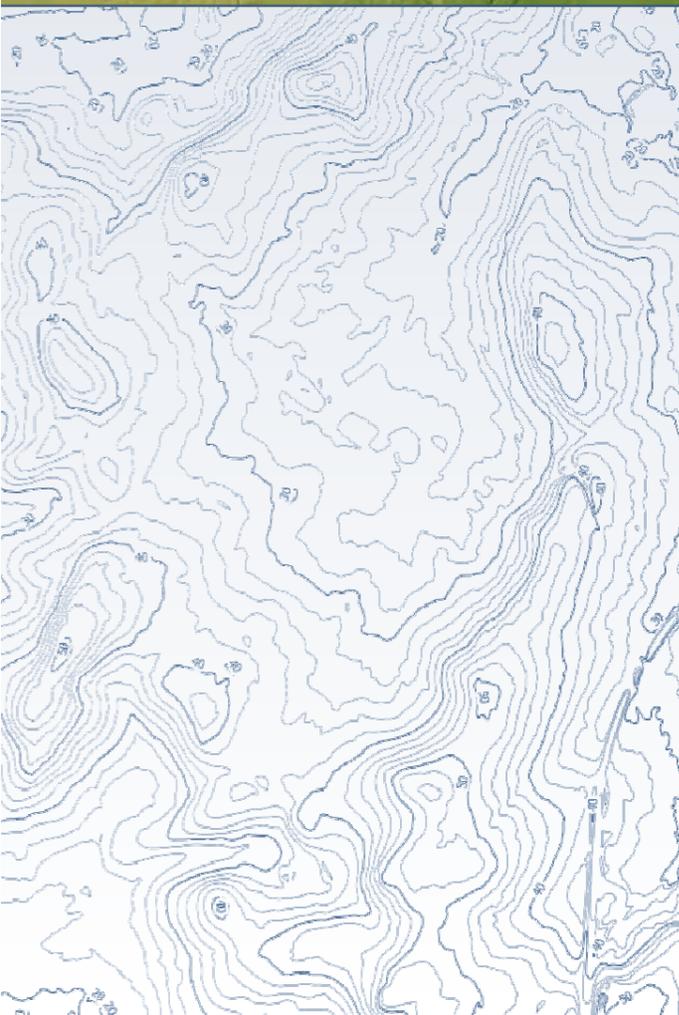
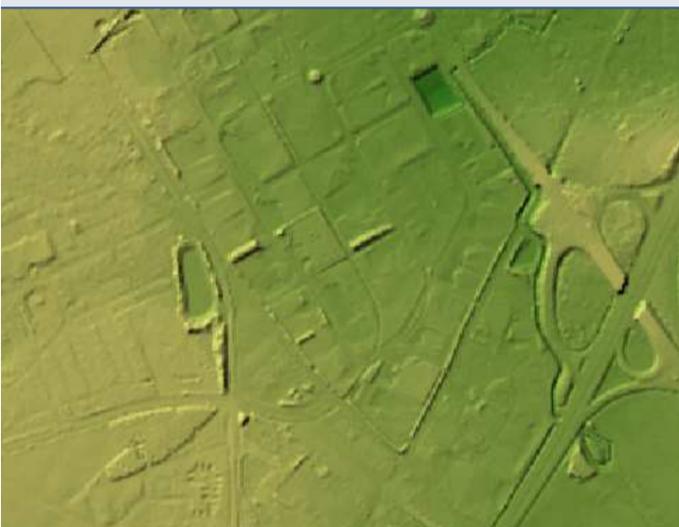
A l'échelle intercommunale, un Groupe de Travail (GT) inondation a été créé avec pour mission de coordonner les différents services pour le traitement de la problématique des inondations sur le territoire. Il comprend des représentants de la mairie de Bondues, de l'USAN et de LMCU.

Lors d'événements historiques, la presse mentionne également des actes de solidarités entre communes du bassin versant afin d'obtenir un classement en CatNAT.

**Ainsi, il apparaît clairement que la mémoire du risque inondation est plus présente sur la partie est du bassin versant même si les notions de débordements de réseau, de ruissellement et de débordements de becques sont difficiles à distinguer clairement, les trois étant de toute façon fortement imbriquées.**

## Partie V

### MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE L'ALÉA



## Méthodologie pour la production des cartes d'aléa de référence

La méthodologie proposée repose sur 3 étapes principales :

### 1—Hydrologie

#### Méthode

- Détermination d'une ou plusieurs pluies d'occurrence centennale, à partir d'événements existants (pluie du 4/07/2005 par exemple) ou à partir d'événements « construits » sur la base de caractéristiques spécifiques
- Application de différents paramètres traduisant les pertes liées à :
  - ◆ L'occupation des sols
  - ◆ L'imperméabilisation
  - ◆ L'infiltration dans le sol

#### Résultats

**Production de hyétogrammes de pluie dite « nette » correspondant à l'eau qui va réellement ruisseler (à laquelle on aura donc soustrait l'eau « perdue »)**

### 2—Hydraulique

#### Méthode

Simulation des écoulements des eaux ruisselées, en appliquant les pluies « nettes » produites directement sur un modèle numérique représentant la topographie du secteur d'études, ses obstacles et axes d'écoulement préférentiels.

#### Résultats

**Sur tous les secteurs inondés (concentrant les écoulements), connaissance des vitesses d'écoulement et des niveaux de submersion.**

### 3—Cartographie de l'aléa

#### Méthode

Croisement des niveaux de submersion et des vitesses d'écoulements maximaux pour aboutir à une classification des espaces inondés selon l'importance du risque, définie à partir d'une grille de référence.

#### Résultats

**Cartes d'aléa sur l'intégralité des zones inondées par phénomène de ruissellement, sur le bassin versant étudié**

## Données de base : exploitation des données historiques

La méthodologie proposée nécessite un certain nombre de données d'entrées, données qui doivent être récoltées, analysées et fiabilisées avant leur exploitation dans le cadre de la méthode mise en œuvre.

### Données historiques :

Les données historiques récoltées durant la phase 2 renseignent sur la localisation des désordres (information ponctuelle) et l'étendue des zones inondées (information surfacique).

Les repères d'inondation permettent de quantifier le risque en différents points et serviront à la validation du modèle numérique mis en œuvre, en vérifiant sa capacité à reproduire fidèlement la réalité. Ces repères d'inondation sont donc d'une importance cruciale et nécessitent une vérification en termes de fiabilité et de validité.

On différenciera les témoignages qui restent par nature approximatifs et les hauteurs d'eau reconstituées à partir d'une photo ou d'une illustration, qui permettent de quantifier précisément l'inondation à un moment donné. **Ce dernier type d'information sera exploité en priorité pour valider le modèle numérique.**

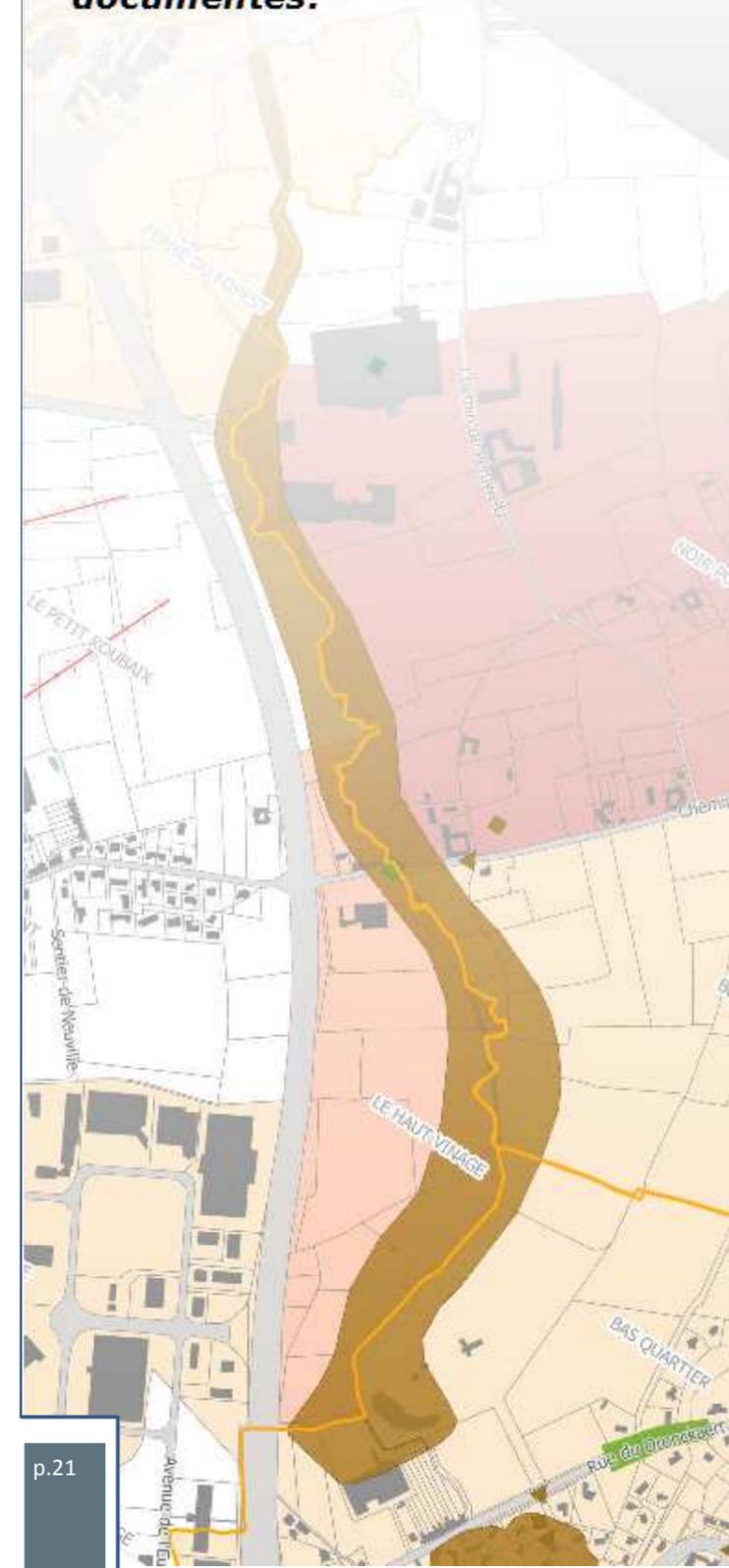
**Les zones inondées produites par la modélisation seront confrontées à celles observées lors des principaux événements bien documentés.**

REPERE n° HALL_07_2005_02	
Date de l'événement : 04/07/2005	
Commune : HALLUIN	
Rue :	
Nature du désordre : Débordement	
<b>Observation :</b>	
Formation de vagues - niveau d'eau de 4 m - Affaissement du sol sous la pression d'un camion	
Niveau de submersion observé : 4 m d'eau dans le lit mineur	
Cote d'inondation reconstituée : 16.98 m NGF	
Fiabilité : 4 sur une échelle de 2 (estimation fiable) à 4 (estimation peu fiable)	
Source des informations : VDN - 05/07/2005	
Coordonnées Lambert 93 : 709506.343/ 7075942.097 Localisation : bv PPRi ruissellement NO Lille	



### Présentation d'une fiche de repère d'inondation

Ici, la photographie et les témoignages permettent de reconstituer un niveau de submersion (ici 4m dans le lit mineur), que l'on relie ensuite à une altitude à partir des données topographiques (la cote de référence pour cet événement en ce point précis est alors de 16.98 m NGF).



## Traitement et fiabilisation des données topographiques

La donnée topographique est la base de la modélisation hydraulique, elle correspond à la représentation numérique des secteurs dans lesquels va se produire l'inondation, sur laquelle sera construit le modèle hydraulique.

**Il est donc primordial de disposer de données précises, définies à une échelle fine.**

Cette donnée se présente sous deux formes :

- **les levés terrestres**, représentant typiquement les sections des becques, des fossés, des réseaux d'évacuation des eaux pluviales ;
- **les levés aéroportés**, qui représentent la topographie du secteur d'étude dans son ensemble, sous la forme de modèles numériques de terrain.

Les levés terrestres, locaux, seront utilisés pour intégrer les réseaux de drainages principaux (becques et principaux fossés) au modèle hydraulique. L'emprise et la qualité de ces données sont suffisantes pour leur exploitation dans le cadre de la phase n°3.

En termes de donnée représentant la topographie sur tout le secteur d'études, deux modèles numériques de terrain (MNT) sont disponibles :

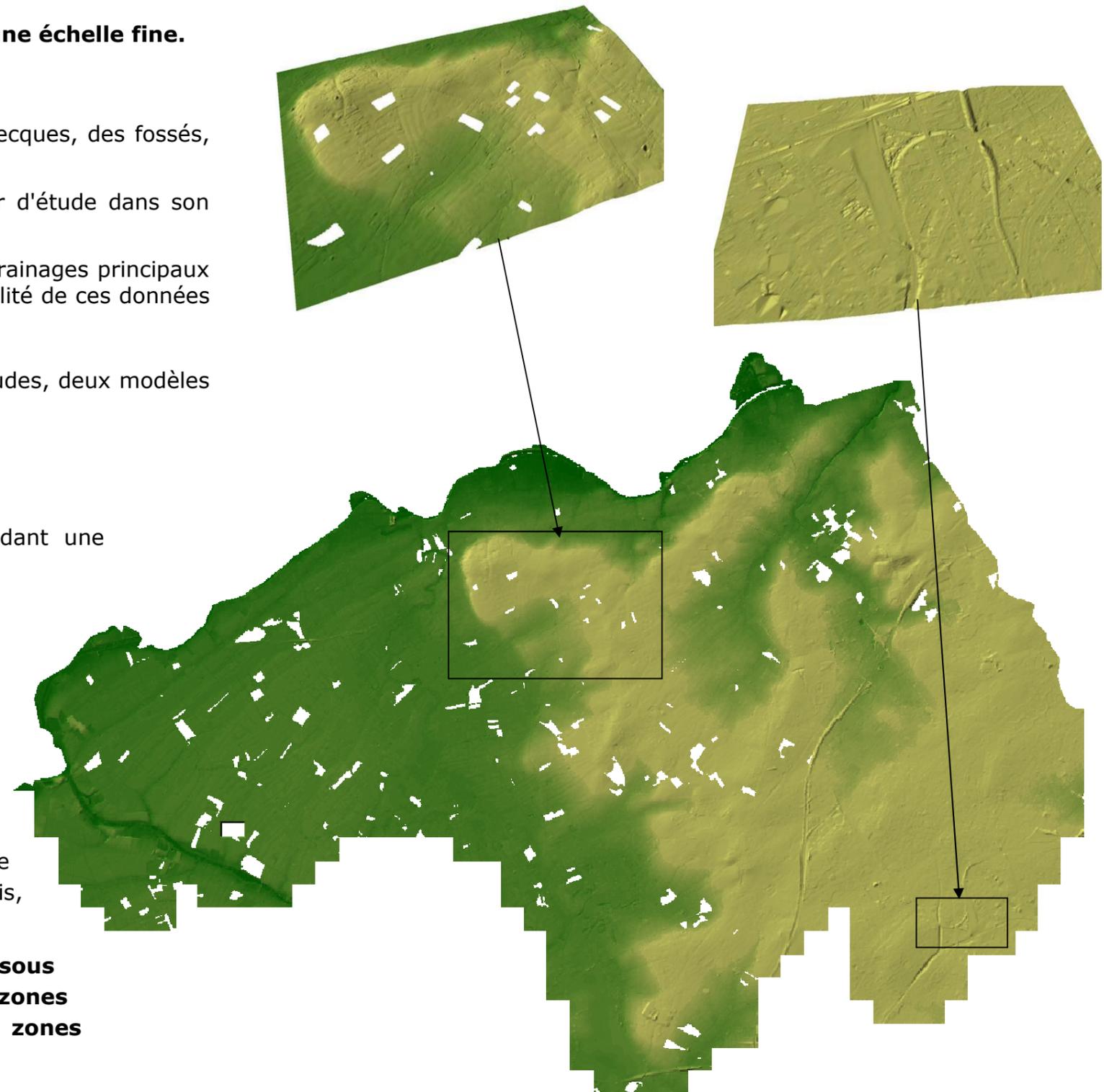
- Le MNT de LMCU avec un pas de 1 m
- Le MNT du Conseil Général avec un pas de 5 m

Ces deux jeux de données ont été confrontés à des données possédant une précision altimétrique plus fine (levés géomètres terrestres) à savoir :

- L'altimétrie des réseaux d'assainissement
- Les profils bathymétriques des becques ayant déjà fait l'objet d'études hydrauliques

De manière générale, le MNT fourni par LMCU est plus précis que le MNT du Conseil Général, avec une différence moyenne par rapport aux données de référence de l'ordre de 11 cm (sur un échantillon d'environ 13 000 points de contrôle). Son pas de définition de 1 m (c'est à dire une valeur d'altitude pour chaque mètre sur le terrain) assure en outre une représentation fine de la majorité des obstacles à l'écoulement (remblais, buttes, reliefs etc...).

**Cette donnée sera donc privilégiée dans le cadre de la phase n°3, sous réserve de réaliser un traitement numérique de comblement des zones vides (visibles en blanc sur la vue ci-contre) correspondant aux zones filtrées (végétation) lors de la production des données.**



## Données pluviométriques

### Fiabilisation :

La fiabilisation des données pluviométrique passe par la confrontation entre les données des pluviomètres LMCU, les données radar Météo-France et les événements historiques recensés.

On observe des points de divergence entre :

- Les données radar de la station d'Abbeville et les relevés des pluviographes LMCU pour l'épisode du 3/4 juillet 2005
- Les données radar des stations d'Abbeville et d'Avesnois pour le même épisode du 10 septembre 2005

De manière globale, les données locales des pluviographes LMCU sont plus précises, néanmoins :

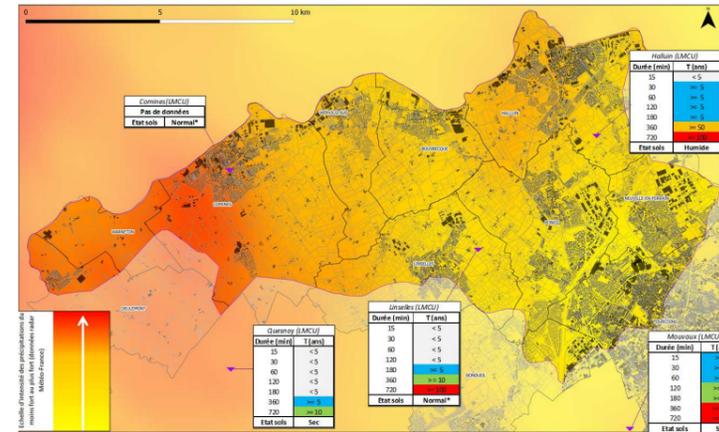
- les données peuvent être douteuses sur certaines périodes (exemple: période du 4 au 12 janvier 2003 où les pluviographes indiquent de fortes précipitations alors que la station Météo-France de Lille-Lesquin n'indique aucune pluie ;
- Les données radar renseignent de manière plus précise sur l'hétérogénéité spatiale des pluies

### Traitement :

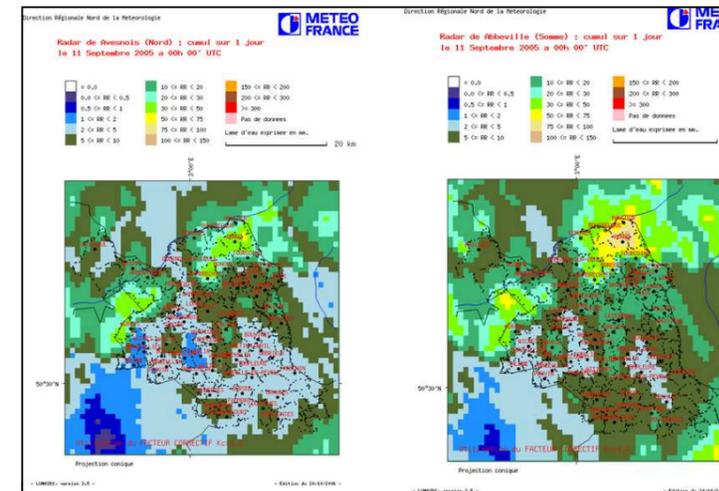
Selon la doctrine PPRI, l'événement de référence est l'événement à minima centennal. Deux possibilités s'offrent à nous :

- Soit une pluie réelle au moins centennale existe et est utilisée comme événement de référence ;
- Soit, en l'absence de pluie réelle utilisable) une pluie de projet centennale est élaborée et est utilisée pour la détermination de l'aléa ;

Un premier travail a donc consisté à traiter les données des pluviographes LMCU pour en extraire les pluies potentiellement centennales. La méthodologie est la suivante :

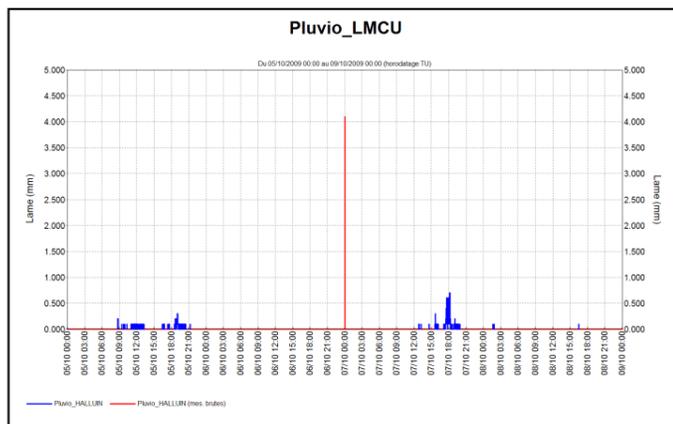


Confrontation de la distribution du cumul de précipitation (données radar) et des périodes de retour associées aux pluviographes LMCU pour la pluie du 3-4 juillet 2005. On peut observer des tendances différentes entre les mesures des pluviomètres et l'image radar.



Comparaison entre l'image radar de la station d'Abbeville (droite) et d'Avesnois (gauche) du cumul 1 j lors de la pluie du 10 septembre 2005. On note que les cumuls sont différents entre les deux stations radar. Cette différence est probablement liée au fait que le territoire d'étude est situé en limite de la zone de validité pour ces deux radars.

### Intégration ,nettoyage et validation



### Echantillonnage en fonction de la durée et du cumul

### Hierarchisation des événements pour différentes durées

PLUVIOMETRE	Linselles	Comines	Halluin	Quesnoy	Mouvaux	Marquette
29/08/1996	100 ans (1j)	20 ans (1j)	100 ans (1j)	X	X	20 ans (1j)
06/06/1998	30-50 ans (15 et 30 min)	10-20 ans (15 et 30 min)	30-50 ans (15 et 30 min)	X	X	X
07/07/1999	X	X	X	X	10-20 ans (1 et 2 h)	X
14/08/1999	X	X	X	X	30-50 ans (30 min et 1 h)	20-30 ans (30 min)
02/12/2000	X	X	X	X	X	5-10 ans (6h)
04/07/2005	100 ans (12 h)	X	100 ans (12 h)	10-20 ans (12h)	100 ans (6 et 12 h)	X
10/09/2005	X	X	100 ans (1 à 6h)	X	X	X

## Données pluviométriques

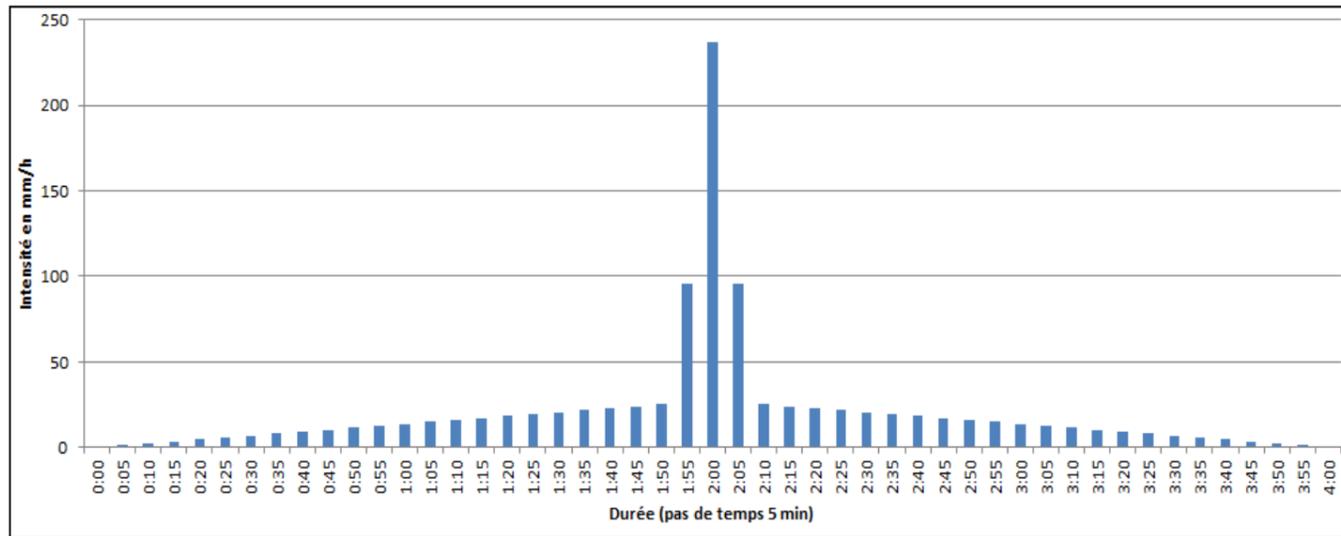
### Méthodologie retenue sur le traitement des pluies :

La pluie du 3-4 juillet 2005, centennale sur 12 heures, est la pluie qui se rapproche le plus de l'événement de référence. **Cette pluie sera donc modélisée afin d'évaluer l'aléa correspondant.**

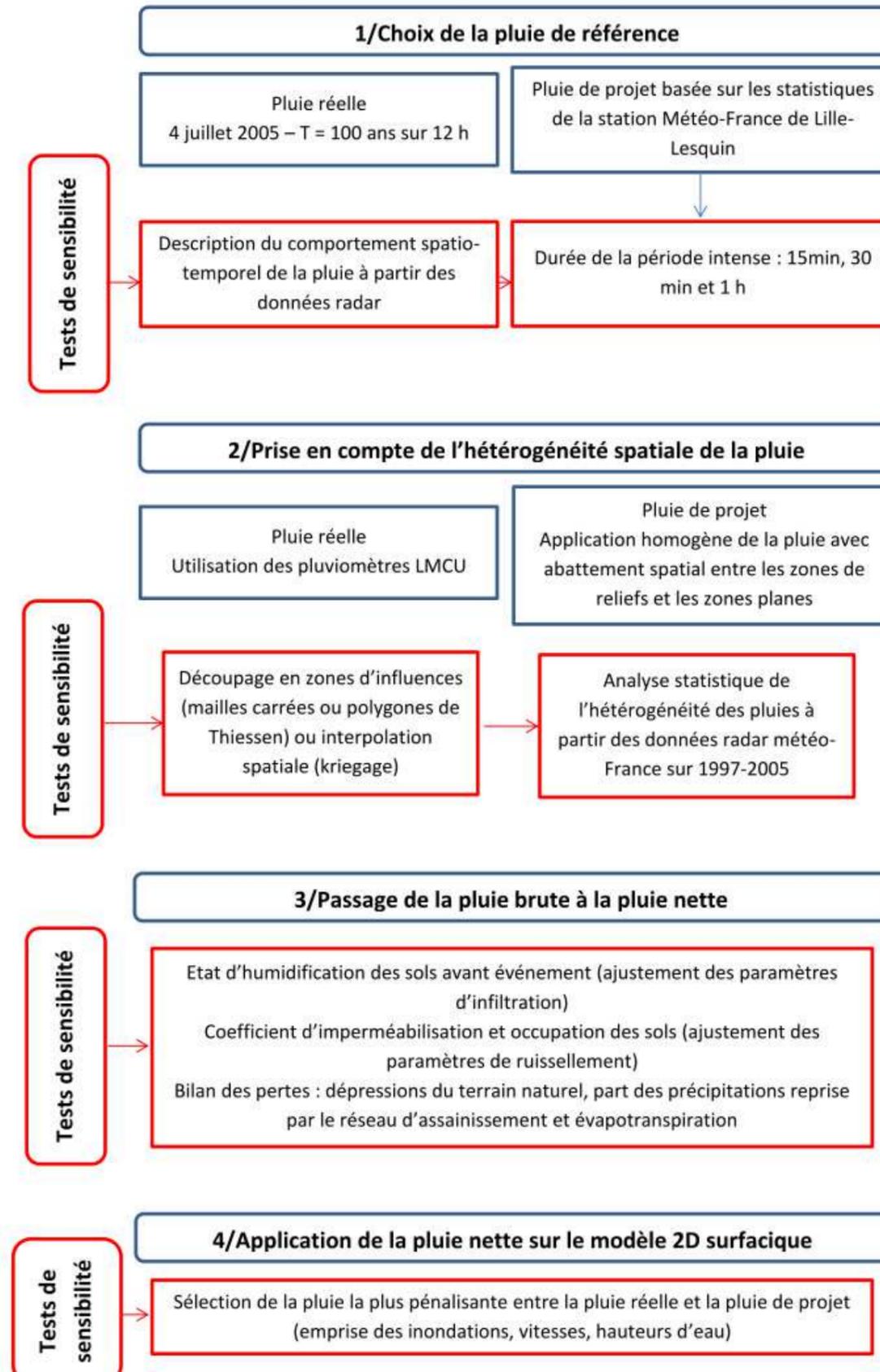
Néanmoins, cet événement ne représente pas le cas le plus critique dans la mesure où :

- Il est centennal sur 12 heures et non sur des durées très courtes qui génèrent les pics les plus intenses et sont généralement les plus dommageables en zones urbaines, aux temps de réaction très courts ;
- Les conditions de saturation des sols avant événement n'étaient pas spécialement défavorables, la pluviométrie des 6 mois précédent se corrélant aux normales saisonnières.

Ainsi, une pluie de projet de type double triangle, centennale sur une durée intense très courte (15-30 min) sera également simulée **et la pluie la plus pénalisante en termes d'emprises des inondations sera retenue comme événement de référence.**



**Plusieurs tests de sensibilités seront ensuite réalisés afin d'appliquer la pluie nette la plus réaliste.**



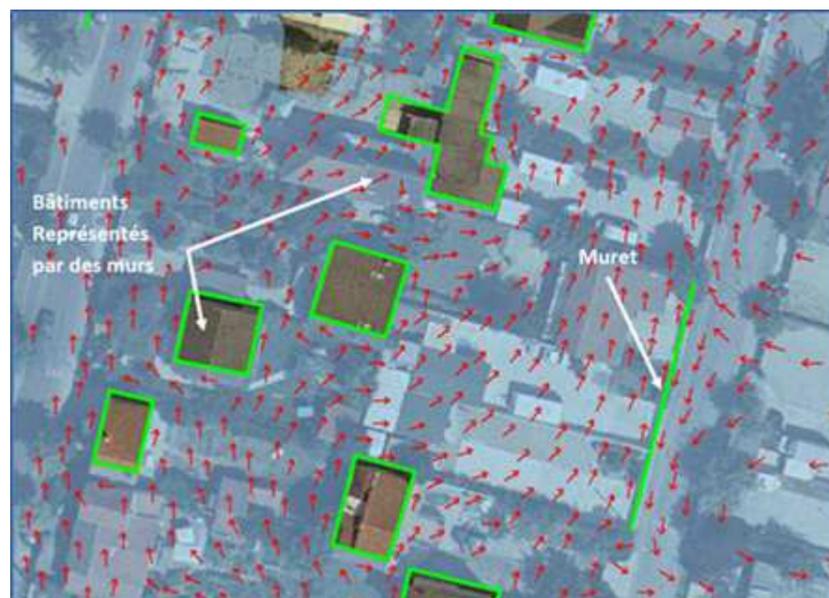
## La modélisation hydraulique : exploitation d'une approche bidimensionnelle fine

L'approche proposée consiste à utiliser un modèle bidimensionnel de simulation des écoulements, c'est-à-dire **ne faisant aucune hypothèse sur la direction d'écoulement des flux**, qui suivront la topographie du terrain naturel. L'ensemble des éléments morphologiques structurants (remblais, voiries, bâti) sera intégré au modèle et permettra de représenter finement les zones d'accumulation et de concentration des écoulements. La topographie sera représentée par un maillage de calcul à mailles triangulaires irrégulières.

Les becques principales seront également intégrées au modèle afin de représenter leur impact sur l'évacuation des eaux pluviales sur la zone d'étude. Les réseaux enterrés d'évacuation des eaux pluviales ne seront en revanche pas intégrés au modèle, dans la mesure où, pour le type d'événement hydrologique considéré (d'occurrence 100 ans), ils ne sont plus en mesure d'assurer leur rôle de drainage et sont par conséquent inopérants (informations LMCU).

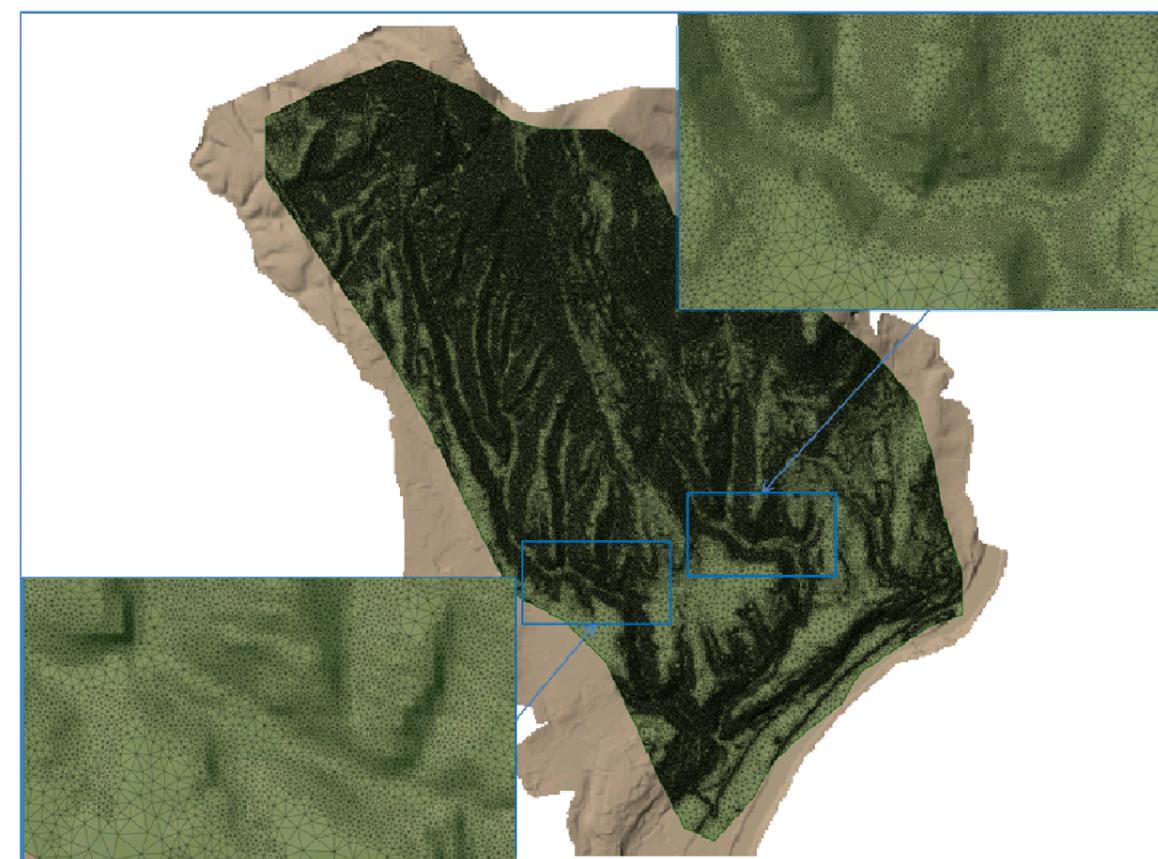
Le maillage de calcul intégrera les éléments suivants :

- **Les variations de la topographie**, avec un resserrement des nœuds de calcul dans les zones de pentes plus importantes ;
- Les ilots de parcelles, pour représenter le fonctionnement différents des zones de voiries où les écoulements se concentreront, et les zones bâties qui seront un obstacle, un frein à l'écoulement.
- Les remblais et dépressions de la topographie, qui formeront autant d'obstacles à l'écoulement ou au contraire d'axes préférentiels d'écoulement où ceux-ci vont se concentrer.
- Des rugosités du sol différentes en fonction de l'occupation du sol, permettant de retranscrire la capacité de celui-ci à freiner l'écoulement (zones de forêt par exemple) ou au contraire à l'accélérer (zones très lisses, telles que les voiries).



**Résultats de simulation hydraulique dans un secteur urbanisé, prenant en compte certains obstacles (bâti, murets).**

**On note l'influence de ces éléments sur les écoulements, justifiant l'intérêt de leur intégration au sein du modèle**



**Exemple de maillage de calcul bidimensionnel adapté aux variations de la topographie**

## Construction de la carte d'aléa de référence

Le risque, donc l'aléa, est caractérisé par deux variables, qui seront directement extraites des résultats du modèle hydraulique :

- La hauteur d'eau qui sera le critère prépondérant dans les zones d'accumulation ;
- La vitesse qui, dans les zones de ruissellement et notamment en zone urbaine, pourra être très élevée.

Ces deux paramètres conditionnent notamment les possibilités de déplacement des personnes en cas d'inondation, tel qu'illustré sur la figure ci-contre.

Le critère de durée n'a pas été retenu dans la définition de l'aléa en l'absence d'informations historiques faisant référence à de longues durées de submersions et au vu du caractère très rapide des phénomènes de ruissellement.

**La grille d'aléa proposée s'appuie sur 4 classes de hauteurs d'eau et 4 classes de vitesses.**

		Grille d'aléa			
Hauteur de submersion	> 1 m	Fort	Fort	Très Fort	Très Fort
	de 50 cm à 1 m	Moyen	Moyen	Fort	Très Fort
	de 20 cm à 50 cm	Faible	Moyen	Fort	Très Fort
	< 20 cm	Faible	Faible	Fort	Très Fort
	Vitesse d'écoulement	< 0.2 m/s	de 0.20 à 0.5 m/s	de 0.5 à 1 m/s	> 1 m/s

