

PPRI

Ruissellement NO Lille



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction Départementale des
Territoires et de la Mer Nord

Analyse et synthèse des données

Synthèse sur la fiabilité des données



PHASE 2

Livrable

2.0a

Table des matières

Rappel des objectifs du livrable 2.2.....	5
Partie 1: Analyse de la convergence/divergence des données.....	6
1.1 Intérêt de l'analyse : la fiabilisation des données.....	7
1.2 Méthode d'analyse et de fiabilisation des documents.....	8
1.2.1 Typologie de fiabilité.....	8
1.2.2 Méthode d'analyse de fiabilité.....	9
1.2.3 Les différentes sources confrontées.....	10
1.2.4 Conclusions sur les données extraites, leur localisation et leur origine.....	11
1.2.4.1 Données anciennes.....	11
1.2.4.2 Données récentes.....	11
1.3 Analyse de fiabilité par thématique.....	12
1.3.1 Fiabilisation des données portant sur les inondations par ruissellement.....	12
1.3.2 Fiabilisation des données pluviométriques.....	15
1.3.2.1 Disponibilité des données pluviométriques à l'échelle du bassin versant.....	15
1.3.2.2 Étude de sensibilité au niveau des périodes de retour associées aux événements historiques.....	18
1.3.2.3 Analyse de sensibilité au niveau des données radar.....	23
1.3.2.4 Détermination des épisodes pluvieux exceptionnels.....	25
1.3.3 Fiabilisation des données topographiques.....	30
1.3.3.1 Levés terrestres.....	31
1.3.3.2 Levés aéroportés étendus.....	33
1.3.3.2.1 Comparaison entre le MNT CG 59 et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU...33	
1.3.3.2.2 Comparaison entre le MNT LMCU et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU. .34	
1.3.3.2.3 Conclusions sur l'utilisation des MNT et traitements complémentaires.....35	

1.4 Convergence entre les données historiques, pluviométrique et topographiques.....	37
1.4.1 Analyse croisée historique/pluviométrie.....	37
1.4.2 Analyse croisée pluviométrie/topographie.....	37
1.5 Conclusions sur la qualité globale et la fiabilité des données disponibles sur la bassin versant de la Lys.....	40

Partie 2: Définition des besoins complémentaires en vue de la phase III de caractérisation de l'aléa de référence.....42

2.1 Exploitation des données pluviométriques locales.....	43
2.1.1 Données radar complémentaires.....	43
2.1.2 Chroniques pluviométriques complémentaires.....	43
2.2 Besoins topographiques complémentaires.....	44
2.3 Actions complémentaires à mener.....	45
2.3.1 Données historiques manquantes	45
2.3.2 Sensibilité des réseaux d'assainissement	45

Index des illustrations

Illustration 1.1: Mise en relation entre les inondations historiques recensées (figuré bleu) et la topographie du secteur (en grisé les points hauts ~ 70 m NGF, en vert les points bas ~ 10 m NGF). .	14
Illustration 1.2: Croisement entre le bâti actuel (en rouge) et les désordres recensés (en bleu).....	15
Illustration 1.3: Grêlons et dommages à Tourcoing le 24 juillet 1993 (Source :VDN).....	16
Illustration 1.4: Localisation des pluviomètres LMCU intégrés à l'analyse.....	18
Illustration 1.5: Hétérogénéité des précipitations pour l'événement du 4 juillet 2005 (Source : station radar d'Abbeville).....	23
Illustration 1.6: Périmètre d'action des radar Météo-France situation 2010.....	24

Illustration 1.7: Cumul journalier du radar de l'Avesnois (gauche) et d'Abbeville (droite) pour la pluie du 10 septembre 2005.....	25
Illustration 1.8: Échantillonnage des pluies exceptionnelles sous EVE'M.....	26
Illustration 1.9: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station de Comines (Source : LMCU).....	27
Illustration 1.10: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station d'Halluin (Source : LMCU).....	27
Illustration 1.11: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station de Linselles (Source : LMCU).....	28
Illustration 1.12: Cumul sur 1 jour - pluie du 14/08/1999 (radar Abbeville).....	29
Illustration 1.13: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station de Comines (Source : LMCU).....	30
Illustration 1.14: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station d'Halluin (Source : LMCU).....	30
Illustration 1.15: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station de Linselles (Source : LMCU).....	31
Illustration 1.16: localisation des levés disponibles sur la Becque de Neuville et ses affluents.....	33
Illustration 1.17: Comparaison entre le MNT CG59 et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU...35	
Illustration 1.18: Comparaison entre le MNT LMCU et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU...36	
Illustration 1.19: distribution des erreurs pour les MNT du CG 59 et de LMCU.....	37
Illustration 1.20: Hétérogénéité spatiale des pluies 1997-2005 (Source : radar Météo-France d'Abbeville).....	40

Index des tables

Tableau 1.1: Méthodologie de classement des données par degré de fiabilité.....	9
---	---

Tableau 1.2: Comparaison des période de retour (Source : CETE, LMCU et PROLOG).....21

Rappel des objectifs du livrable 2.2

Ce livrable se décline en deux documents :

- **Le livrable 2.2.a vise à analyser les données récoltées afin de juger de leur fiabilité, de confronter les différentes sources d'informations et d'avoir un regard critique sur ces dernières. Sur la base de cette analyse, qui porte sur les données hydrologiques, topographiques, historiques et morphologiques, les données complémentaires nécessaires à la poursuite de l'étude seront listées précisément. Une attention particulière sera notamment portée sur la qualité des données topographiques.**
- L'analyse des données permettra également de produire dans le livrable 2.2.b une synthèse sur les caractéristiques physiques du bassin versant, son comportement historique, son profil morphologique et son fonctionnement hydraulique (qui sera à mettre en relation avec les observations de terrain du livrable 2.1.a). Des cartographies par commune viendront illustrer ces différentes analyses (atlas historique et atlas morphologique).

Partie 1: Analyse de la convergence/divergence des données

1.1 Intérêt de l'analyse : la fiabilisation des données

L'objet du présent chapitre est de confronter l'ensemble des données récupérées tout au long de la phase I et de la phase II du présent PPRI, afin d'identifier les contradictions éventuelles et de proposer une méthode de fiabilisation de ces données ou à défaut des critères de choix qui nous ont poussé à nous appuyer sur telle source plutôt qu'une autre.

En outre, cette analyse permettra de vérifier le recoupement entre plusieurs sources d'information et donc de hiérarchiser les données, qui serviront de base à la détermination de l'aléa de référence (phase 3), en fonction de leur degré de fiabilité.

La notion d'incertitude des données en amont est très importante dans la mesure où la pertinence des résultats du modèle hydraulique sera conditionnée par la qualité des données d'entrée (hydrologie - conditions aux limites) et de construction du modèle (topographie, occupation des sols). Les données historiques permettent également d'avoir un retour d'expérience sur la dynamique réelle des phénomènes de ruissellement à l'échelle du bassin versant de la Lys versant Nord de la Deûle et constituent un filtre de validation indispensable des futurs résultats de simulation.

Au delà de la fiabilisation des données, l'intérêt de cette analyse est de définir les données manquantes ainsi que les besoins complémentaires indispensables en vue de la réalisation de la phase III. Les conclusions de l'analyse amènent également à affiner certains aspects méthodologiques, notamment au niveau de l'hydrologie, à partir d'éléments qui n'étaient pas encore en notre possession lors de la rédaction des livrables de la phase I.

1.2 Méthode d'analyse et de fiabilisation des documents

1.2.1 Typologie de fiabilité

Ce document est évolutif, les conclusions sont tirées en l'état des connaissances et des documents. Elles peuvent être modifiées par des témoignages, d'autres documents exploités ultérieurement. Mais le processus reste le même.

La typologie permet de décider de l'exploitation qui sera faite de l'ensemble des données collectées. Ces données seront elles utilisées directement, serviront elles à conforter d'autres informations, ou bien poseront elles un doute, ou seront elles tout simplement considérées comme non fiables, seront elles écartées de l'utilisation ultérieure des données ?

Cette typologie repose sur une notation des informations en fonction de leur origine et de leur pertinence apparente. Ce classement n'est qu'indicatif, le classement de chaque information fait néanmoins l'objet d'une analyse et d'une vérification. Lorsque la source ne peut être vérifiée, la typologie associée permet de conserver la marge d'incertitude.

Le tableau ci-dessous permet de classer les données utilisées selon leur degré estimé de fiabilité.

Tableau 1.1: Méthodologie de classement des données par degré de fiabilité

Code	Niveau de fiabilité	Détail sur l'analyse de fiabilité	Utilisation
1	Très fiable	Donnée officielle, observée, et traitée par les services de l'Etat, communes, et faisant l'objet d'une utilisation officielle	utilisée
2	Fiable	Donnée fiable mais recalculée (exemple une hauteur transformée en cote, ou cote en hauteur, photographie localisée et datée, document graphique permettant de valider l'information)	utilisée
3	Utilisable	Donnée qui après recoupement, analyse de plusieurs documents, et calculs permet de fournir une information qui peut être utilisable avec une marge d'erreur acceptable (de l'ordre de 20 cm), il peut s'agir de témoignages oraux notamment	utilisée
4	Indicative	Information qui peut être précise, mais sans information de localisation la rendant exploitable. Elle permet de corroborer les autres données proches, ou d'orienter d'autres recherches	utilisée en complément
5	Orpheline	Information qui n'est pas en opposition avec les autres données, car semble seule disponible sur le site ou le secteur, mais ne peut être vérifiée	non utilisée
6	Douteuse	Qui ne peut totalement être validée	au cas par cas ce sera précisé
7	Douteuse	Information qui ne semble pas "coller" avec les autres informations environnantes ou qui présente un décalage inexplicable	non utilisée
9	Non validée	Information finalement écartée car l'analyse montre qu'elle est erronée	non utilisée
99	Non analysée	information qui n'a pas encore été analysée, localisée, ou qui est en cours d'analyse au moment d'une restitution. Information en attente d'autres informations nécessaires à son traitement	en attente

Une information est considérée comme très fiable, lorsqu'elle n'est plus discutée, lorsqu'elle est

utilisée notamment par les services de l'État comme référence (des limites sont à poser sur certaines données), qu'elle est mesurée par un professionnel (s'il s'agit d'une cote), ou si elle est gravée dans la mémoire **visuelle** (image, vidéo, photographie) et qu'elle témoigne d'un fait avéré corroboré par plusieurs autres témoins.

Une information sera dite fiable si après calcul, mesure estimative, ou recoupement, on obtient une information d'une précision inférieure à 0,2 m pour les cotes, et à l'échelle d'une maison, pour l'emplacement, etc... Cette catégorie regroupe les données fiables de classe « 2 » et « 3 » qui sont exploitées par la suite dans les études.

A partir de la classe 4, les informations ne sont plus exploitées qu'à titre indicatif. Il devient complexe de les intégrer avec précision. En règle générale il s'agit d'informations faiblement localisées.

Les classes supérieures concernent des données qui ne peuvent pas être corroborées. Un témoignage unique, une cote d'inondation isolée, etc... Ces données sont exploitées ponctuellement à titre d'information, pour expliquer une tendance, par exemple, pour illustrer l'importance de phénomènes inondations par ruissellement très anciens, mal documentés, mais qui permettent de crédibiliser l'importance de l'existence d'inondations rares et graves.

1.2.2 Méthode d'analyse de fiabilité

L'analyse se fait au cas par cas, il n'y a pas réellement de méthode permettant de caractériser de manière automatique une information. La typologie présentée préalablement montre une priorisation de l'information selon ses origines. En effet, les données validées sont obligatoirement fiables (sauf à démontrer le contraire : cas de stations de mesure pluviométriques officielles douteuses par exemple).

Les observations, mesures, calculs seront considérés plus fiables que les témoignages si ceux-ci dépassent le périmètre du bien du témoin. En règle générale on aura tendance à se remémorer des éléments fins sur sa propriété, rarement au-delà.

Inversement les témoignages concernant les biens d'autrui seront moins bien conservés, sauf si l'on peut se situer en situation de déni « il ne s'est rien passé » du coup les inondations sont plus « graves chez le voisin ».

Mais d'un point de vue opérationnel, on privilégiera les photographies des phénomènes, car ils marquent dans le « marbre » cette information. Même si l'on sait que cette information n'est pas toujours l'information optimale (dans le cas de repères d'inondation, si le pic de l'inondation arrive de nuit, une photographie d'inondation peut sous-estimer la hauteur, une photographie de façade peut être dépendante de la capacité de percolation des matériaux et de la durée de la submersion). Mais il s'agira le plus souvent de l'information la plus fiable disponible.

Les données cartographiées comme, les maisons inondées, les petites limites de submersion, sont plus fiables que les grands tracés de zones inondables (même si ces derniers peuvent être utilisés

pour recalculer des calculs de cotes et d'extension de l'inondation).

La qualité des données est donc étudiée au cas par cas, et plus l'information peut être corroborée par d'autres sources, d'autres supports d'informations, plus on peut la prendre en considération.

1.2.3 Les différentes sources confrontées

Les différentes sources qui ont été utilisées dans le cadre de cette phase historique sont :

- **Données géographiques :**
 - Indications sur des quartiers et des zones touchées par une inondation à partir des témoignages des riverains et/ou des mairies ;
 - Emprise des inondations de la becque de Neuville et de ses affluents (becques de la Viscourt et de la Vignette) reconstituée suite à une enquête de terrain réalisée par la DDA en août 2005 ;
 - Indications de maisons touchées par des inondations, principalement des caves inondées, à partir de la base de données du Service Départementale d'Incendie et de Secours (SDIS) ;
 - Plans de localisation des désordres fournis par les mairies.
- **Données textuelles :**
 - Listing des riverains touchés par les épisodes classés CatNat ;
 - Informations sur les travaux réalisés sur les cours d'eau (Syndicats : SIABNA et USAN) ;
 - Base de données sur les catastrophes ;
 - Études antérieures ;
 - Articles de la presse locale (Voix du Nord, Nord Éclair) décrivant la genèse des inondations et ses conséquences en termes de dommages.
- **Données testimoniales :**
 - Éléments fournis par les élus ;
 - Éléments fournis par des syndicats de gestion des cours d'eau ;
 - Éléments déjà recueillis par des historiens. Il est à noter que les éléments fournis par les historiens sont considérés comme fiables, car leur recherche de preuves, est à la base de leur travail. Ils sont systématiquement documentés (cote des archives exploitées, citation des éléments fournis).
- **Illustrations :**
 - Plans anciens permettant de visualiser les territoires ;

- Photographies d'inondations, permettant d'observer le phénomène d'époque. Le nombre de photos recueillies par commune et par événement est très variable. De manière générale, la mémoire photographique des phénomènes de ruissellement reste limitée.

Ce travail est long car il doit être effectué donnée par donnée.

- **Données pluviométriques :**

- Chroniques de précipitations des stations pluviométriques LMCU depuis 1994 (ou 1999) ;
- Données radar Météo-France de la station d'Abbeville pour 26 événements répartis entre 1997 et 2005.

1.2.4 Conclusions sur les données extraites, leur localisation et leur origine

1.2.4.1 *Données anciennes*

Aucune donnée antérieure à 1980 ne peut être exploitée dans le cadre de la modélisation hydraulique qui sera mise en place en phase 3. Les quelques informations éparses qui ont été retrouvées sont soit non géolocalisées ou alors à l'échelle communale (épisode de 1837 à Bondues ou de 1939 à Halluin), et ne sont ni quantifiées, ni illustrées.

La création des syndicats de gestion des becques dans les années 1950-1960 (SIABNA, USAN) reflètent cependant l'existence déjà à cette époque d'une problématique liée aux débordements de ces dernières (d'où la réalisation de travaux d'élargissement et de confortement de berges), conséquence directe d'un ruissellement important vers les fonds de talwegs).

1.2.4.2 *Données récentes*

Si les premiers témoignages d'inondations remontent aux années 1980, la faiblesse de la documentation retrouvée à cet époque rend difficile l'interprétation globale des phénomènes de ruissellement. L'épisode de novembre 1991, de par son intensité, son caractère global et ses dommages importants, constitue un déclencheur, tant en termes de prise de conscience du risque de ruissellement que de la mise en place de mesures de gestion concrètes (installation des pluviographes LMCU en 1994). On passe ainsi sur Halluin de 3 informations collectées exploitables en novembre 1991 à 16 pour l'épisode de juin 1998 et 87 pour la pluie du 10 septembre 2005.

Si les données les plus récentes sont les plus fournies, il faut également prendre en compte le critère géographique, les communes situées à l'est du bassin présentant une densité d'enjeux et donc d'informations plus importantes.

De manière générale, on retiendra que l'exploitation des informations historiques, en termes de reconstitution des zones homogène inondées (au delà de l'information ponctuelle), n'est valable que pour une période très récente (depuis 2005) et reste limitée.

1.3 Analyse de fiabilité par thématique

1.3.1 Fiabilisation des données portant sur les inondations par ruissellement

L'analyse de fiabilité sur l'ensemble des informations et témoignages, permet de conclure à la faiblesse du volume de données exploitables.

Les données des épisodes anciens (antérieurs à 1980) ne peuvent pas être exploitées en termes cartographiques.

Dans la plupart des cas, l'information est ponctuelle et se limite à l'inondation d'une voirie, d'un jardin ou d'une devanture de garage. Par voie de conséquence, la quantification de ces inondations (par voie de témoignage ou de reconstitution photographique) reste elle aussi très localisée.

Il en résulte que, hormis la reconstitution de l'emprise des zones inondables pour les becques (travail qui a déjà été réalisé par la DDA en août 2005 suite à l'épisode du 4 juillet 2005), l'analyse historique des phénomènes de ruissellement, à l'échelle du bassin versant, doit s'appréhender qualitativement en termes de réactivation de points de débordements ponctuels et en termes de densité de maisons ou de voiries touchées à l'intérieur d'un secteur géographique bien identifié (échelle d'un quartier).

En d'autres termes, il est très difficile de juger de la pertinence d'un témoignage quantifié (hauteur de submersion), sauf si une valeur vraiment aberrante est relevée. L'isolement d'un témoignage ou son inadéquation avec la topographie du secteur peut conduire à l'invalidation mais cette configuration est inexistante en l'état des données à notre disposition.

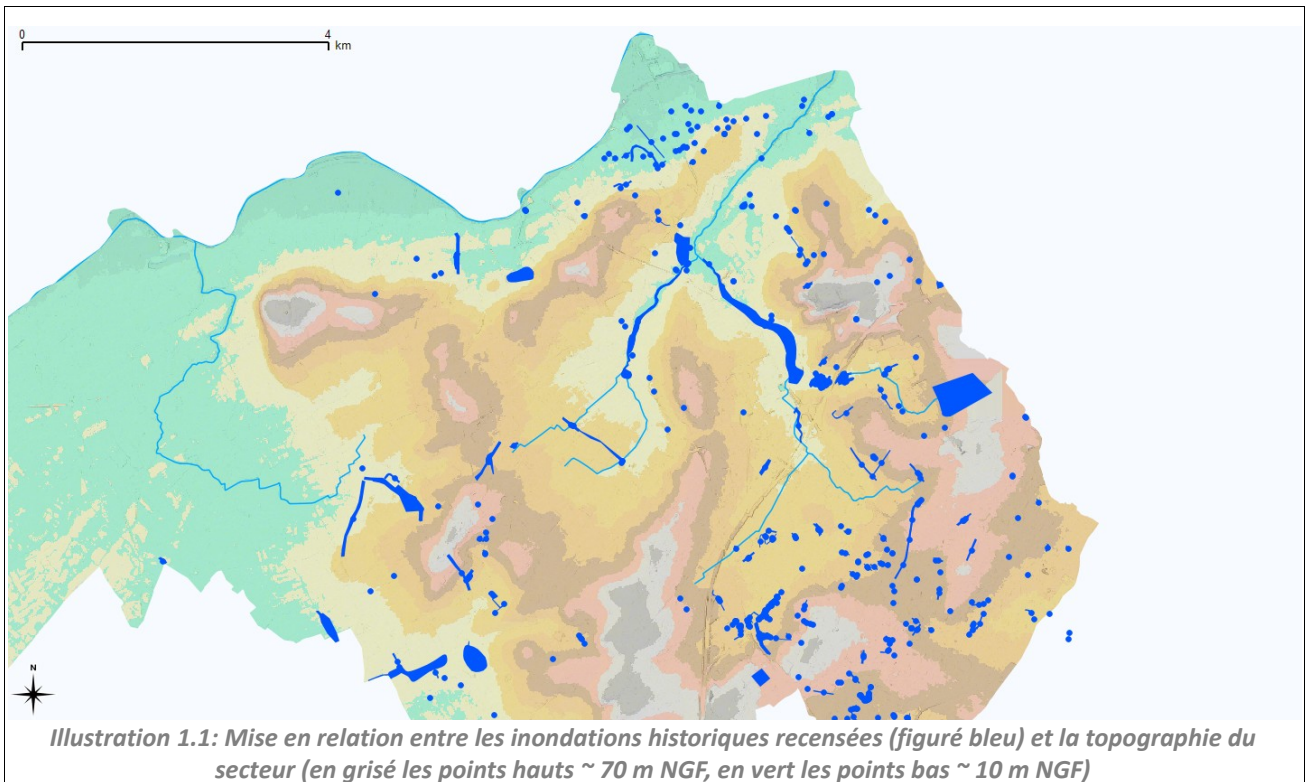
En ce qui concerne la fiabilisation des épisodes de ruissellement historiques, l'influence des paramètres d'occupation des sols et d'états de saturation des sols est telle, qu'il faut remonter à la donnée pluviométrique pour vérifier l'adéquation entre la zone d'influence des précipitations, les conditions climatiques pré-événements et les dégâts constatés.

La densité du bâti au moment de survenu de l'événement est également un paramètre primordial à prendre en compte.

L'interprétation fine des événements historiques recensés fait l'objet dans le livable 2.2.b d'une présentation détaillée, par épisode, sous format synthétique, intégrant l'ensemble des composants nécessaires à la compréhension de la genèse de l'événement et de ses conséquences en termes de dommages.

La mise en relation de la localisation des désordres recensés (figurés en bleu sur la figure page suivante) et de la topographie du bassin versant conduit en première approche à vérifier que les témoignages d'inondations font bien référence à des zones situées dans les axes d'écoulements des vallons et en fond de talweg. On observe ainsi que très peu de désordres sont localisés en points hauts, zones naturelles de production d'où de faibles hauteurs d'eau et vitesses.

Un nombre non négligeable de désordres sont également situés le long du lit majeur de la Lys.



La même approche conduite avec le bâti actuel (en rouge figure page suivante) fait apparaître une concentration des désordres ponctuels dans les zones urbaines denses, les témoignages « surfaciques » pouvant en revanche concerner des secteurs bâtis dans la mesure où ils se réfèrent la plupart du temps aux débordements des becs ou à la submersion de routes traversées par ces dernières.

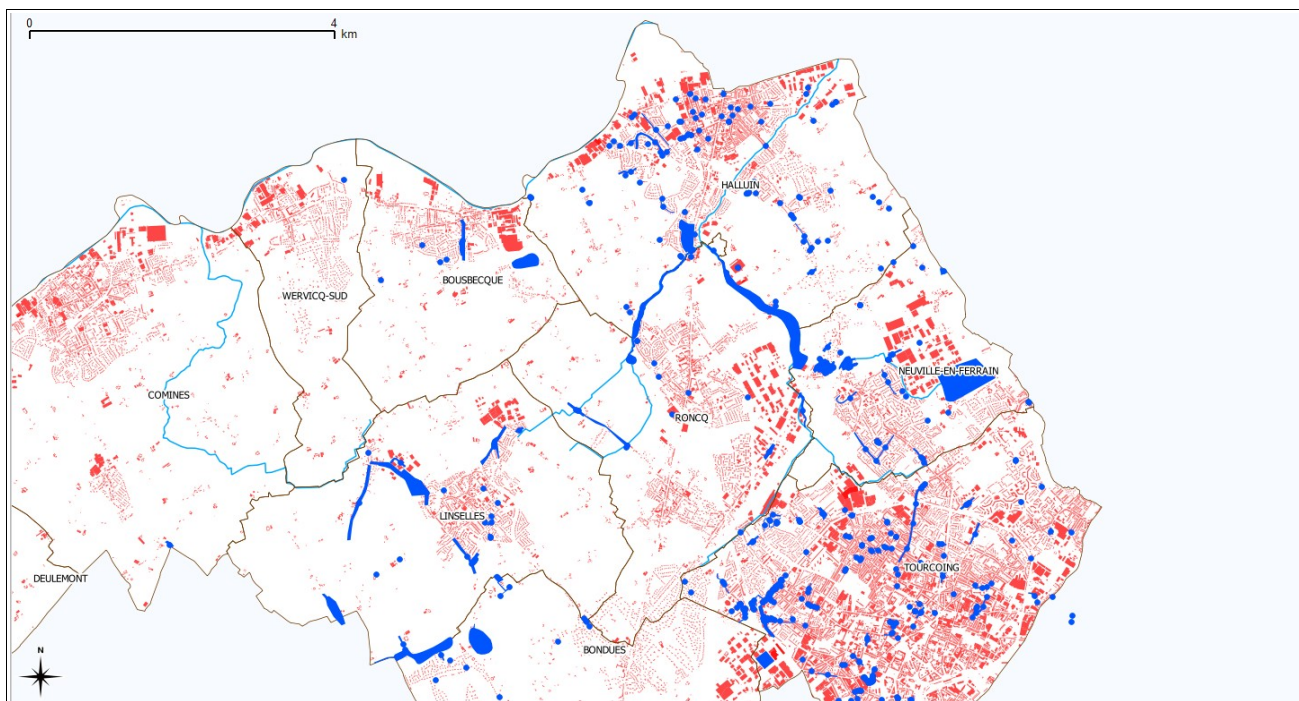


Illustration 1.2: Croisement entre le bâti actuel (en rouge) et les désordres recensés (en bleu)

Enfin, au niveau de l'analyse des dommages, il faut garder à l'esprit que certains épisodes répondent d'une dégradation climatique plus large et que les désordres et dégâts peuvent être dus à d'autres phénomènes que la simple pluie.

Ainsi :

- les épisodes des 24 juillet 1993 et 6 juin 1998 ont également entraîné des chutes de grêles importantes causant des gros dommages en termes d'infrastructures et détruisant certaines parcelles cultivées. Les dégâts au niveau des toitures ont permis des infiltrations verticales d'eau dans les bâtiments d'où des inondations ;

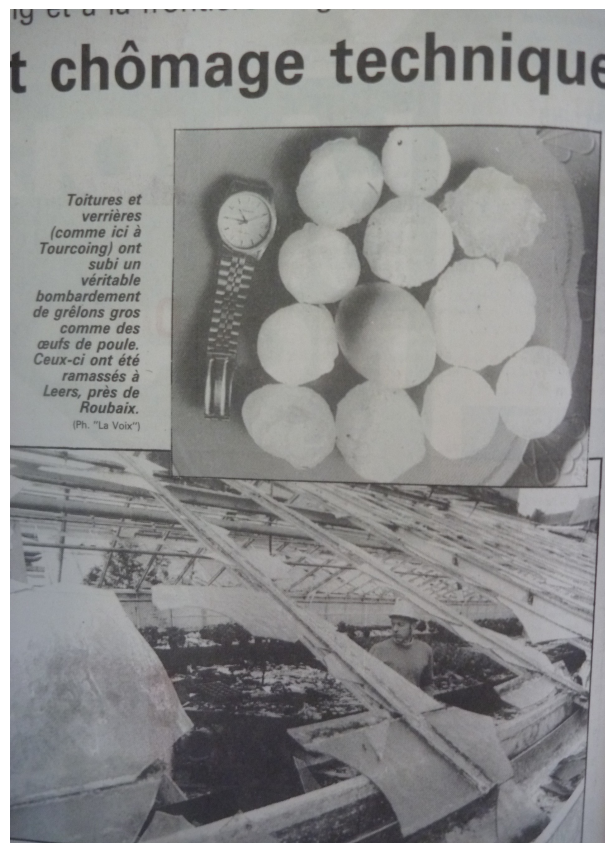


Illustration 1.3: Grêlons et dommages à Tourcoing le 24 juillet 1993 (Source :VDN)

- Les conditions climatiques extrêmes de décembre 1999 (tempête historiques) ont généré des inondations et d'importants dégâts. Cet épisode est à classer à part dans la mesure où sa dynamique est singulière par rapport aux autres événements et où il résulte de l'agrégation d'une multitude de facteurs aggravants qui pris indépendamment n'auraient potentiellement pas eu des conséquences extrêmes.

1.3.2 Fiabilisation des données pluviométriques

1.3.2.1 Disponibilité des données pluviométriques à l'échelle du bassin versant

Les données pluviométriques exploitables à l'échelle du bassin versant sont de deux types :

- **les cumuls de pluies enregistrés par le réseau de stations pluviométriques de Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU)** dont 3 stations se situent directement sur le territoire du bassin versant : Comines (secteur ouest – rural), Linselles (secteur centre semi-rural) et Halluin (secteur est – urbain).

Afin d'obtenir une densité d'information plus importante sur ou à proximité du bassin versant et de tenir compte de l'hétérogénéité spatiales des pluies, les stations de Mouvaux

et Quesnoy-sur-Deûle ont également été intégrées à l'analyse.

La période de disponibilité des mesures s'étend de 1997 à 2012 (à l'exception de Mouvaux et Quesnoy-sur-Deûle, pour lesquelles on ne dispose de données que depuis 1999).

L'échantillonnage des événements pluvieux exceptionnels et la détermination de leur période de retour (sur la base des statistiques de la station de Lille-Lesquin) s'appuie sur ces chroniques, préalablement « nettoyées » et validées. Ces données fournissent également des renseignements précieux sur le régime pluviométrique moyen du bassin versant.



Illustration 1.4: Localisation des pluviomètres LMCU intégrés à l'analyse

- **Les données radar METEO-FRANCE** (station d'Abbeville puis également station de l'Avesnois à partir de mai 2005) qui quadrillent la zone d'étude sur des pixels carrés de 1 km de côté. Les données fournies, pour plusieurs événements pluvieux de référence, consistent soit en des cumuls de hauteur d'eau sur plusieurs durées d'observations, soit en les intensités à pas de temps constant 5 min.

Les données METEO-FRANCE permettent à la fois de valider l'échantillonnage réalisé sur les données brutes des pluviomètres LMCU et également de dresser, pour chaque événement pluvieux, un profil d'abattement spatial des précipitations (sachant que pendant la phase 3 de modélisation de l'aléa de référence, une analyse de sensibilité sera menée pour tenir compte de l'effet de cet abattement et ainsi ne pas surestimer de façon irréaliste les précipitations à l'échelle du bassin versant).

1.3.2.2 Étude de sensibilité au niveau des périodes de retour associées aux événements historiques

Au termes de l'analyse historique, qui a permis d'inventorier un certains nombre d'épisode de ruissellement ayant entraînés des dommages (la description de chacun de ces événements est présentée dans le livrable 2.2.b), cinq épisodes particulièrement pénalisants¹ ont été retenus afin de confronter la période de retour associé à ces événements par les étude antérieures (LMCU, CETE) ainsi que par le traitement des données brutes des pluviomètres LMCU, réalisé dans le cadre de cette étude à l'aide du logiciel EVE'M et dont la méthodologie est décrite finement dans le livrable 2.3 décrivant la méthode de caractérisation de l'aléa de référence.

Le tableau ci-dessous liste ces événements et leurs associe les périodes de retour en fonction des différents sources en sachant que :

- LMCU fournit deux périodes de retour : la période de retour maximale sur la durée la plus pénalisante (qui n'est pas indiquée) et entre parenthèse la période de retour associée à une durée intense de 15-30 min, soit la durée qui va être la plus pénalisante en termes de réponse des réseaux d'évacuation des eaux pluviales ;
- Les périodes de retour fournit pas le CETE sont tirées d'un travail global réalisé sur l'ensemble de l'arrondissement lillois. Est indiquée la période de retour maximale sur l'ensemble des pluviomètres LMCU, sans indication de durée là encore , d'où un encadrement par le haut de la valeur réelle au droit du bassin versant ;
- Les périodes de retour calculées dans le cadre de la présente étude représentent les temps de retour maximaux sur une durée intense qui est indiquée.

¹ Les critères retenus étant le nombre de communes touchées, l'ampleur des dommages et l'exhaustivité des informations collectées. On notera que les pluies du 24 octobre 1984 et du 19 novembre 1991 font également parties de ces événements particulièrement remarquables mais qu'aucune période de retour n'a pu leur être associées.

Événement	Station	Période de retour LMCU	Période de retour CETE	Période de retour PROLOG
06/06/98	Comines	16 ans	30 ans	Entre 10 et 30 ans (15 min à 1 h)
	Linselles	24 ans		Entre 30 et 50 ans (15-30 min)
	Halluin	25 ans		Entre 30 et 50 ans (15 min à 1 h)
	Mouvoux	< 5 ans		/
14/06/02	Comines	< 5 ans	11 ans	/
	Linselles			< 5 ans
	Halluin			
	Quesnoy			
	Mouvoux			
30/12/99	Linselles	75 ans (10 ans)	> 100 ans	> 100 ans (12 heures)
	Halluin	> 100 ans (6 ans)		Entre 10 et 30 ans (12 h)
	Quesnoy	15 ans (5 ans)		> 100 ans (6 et 12 h)
	Mouvoux	> 100 ans (31 ans)		

Événement	Station	Période de retour LMCU	Période de retour CETE	Période de retour PROLOG
10/09/05	Halluin	> 100 ans	> 100 ans	> 100 ans (1 à 6 h)
	Linselles	/		< 5 ans
	Quesnoy			
	Mouvoux			
20/07/07	Linselles	/	Entre 30 et 50 ans (15-30 min)	
	Halluin		Entre 10 et 30 ans (15 min)	
	Quesnoy		Entre 10 et 30 ans (15 à 60 min)	
	Mouvoux		Entre 10 et 30 ans (15-30 min)	

Tableau 1.2: Comparaison des période de retour (Source : CETE, LMCU et PROLOG)

On observe une concordance satisfaisante entre les périodes de retour associées à ces cinq événements et on retiendra notamment :

- que la pluie du 6 juin 1998 présente un caractère relativement violent notamment sur la partie est du bassin versant (période de retour entre 30 et 50 ans sur des durées très courtes de 15 à 30 minutes) ;
- La pluie du 14 juin 2002 affiche en revanche, en dépit de dommages avérés, des périodes de retour relativement faibles (inférieures à 5 ans). L'étude du CETE signale une période de retour maximale de 10 ans sur l'ensemble de l'arrondissement lillois ;
- L'épisode du 4 juillet 2005 peut être qualifié de centennal sur des durées intenses relativement longue (entre 6 et 12 heures). Plus marqué sur la partie est du bassin versant, l'épisode s'atténue en allant vers l'ouest (Linselles puis Quesnoy-sur-Deûle).

Il est intéressant de noter que pour cette épisode, les données radar du pluviomètre d'Abbeville donnent des résultats, en termes de cumul, qui sont potentiellement incohérents par rapport aux données des pluviomètres LMCU. Ainsi, on observe sur l'image radar page suivante, des cumuls de précipitations qui seraient plus importants à l'ouest au niveau de Comines et de Quesnoy-sur-Deûle (les données de la station LMCU de Comines ne sont pas disponibles pour cet événement).

La zone d'étude se trouvant en bordure du périmètre d'influence du radar d'Abbeville, il est nécessaire de conforter le comportement de cet épisode, qui revêt une grande importance en vue de la phase 3 de modélisation hydraulique, par l'acquisition des données radar de la station d'Avesnois.

- La pluie du 10 septembre 2005 est très localisée et concerne le secteur d'Halluin avec un épisode centennale sur des durées de 1 à 6 heures.
- Enfin , la pluie du 20 juillet 2007, courte et intense, est relativement homogène avec un pic centré sur Linselles (période de retour entre 30 et 50 ans sur 115-30 min) et une période de retour comprise entre 10 et 30 ans (sur 15 à 60 min) sur le reste du bassin versant.

Ainsi de manière générale, les épisodes ayant générés les plus gros dommages ne résultent pas forcément de pluies présentant des périodes de retour exceptionnelles (exemple les pluies du 14 juin 2002 et du 20 juillet 2007). L'état de saturation des sols au moment de la survenue de la pluie et le couvert imperméabilisé du bassin versant influence fortement la genèse du phénomène de ruissellement tout comme sa dynamique (la description des épisodes historiques dans le livrabale 2.2.b s'attache à rappeler le contexte de l'événement pour mieux en apprécier l'ampleur).

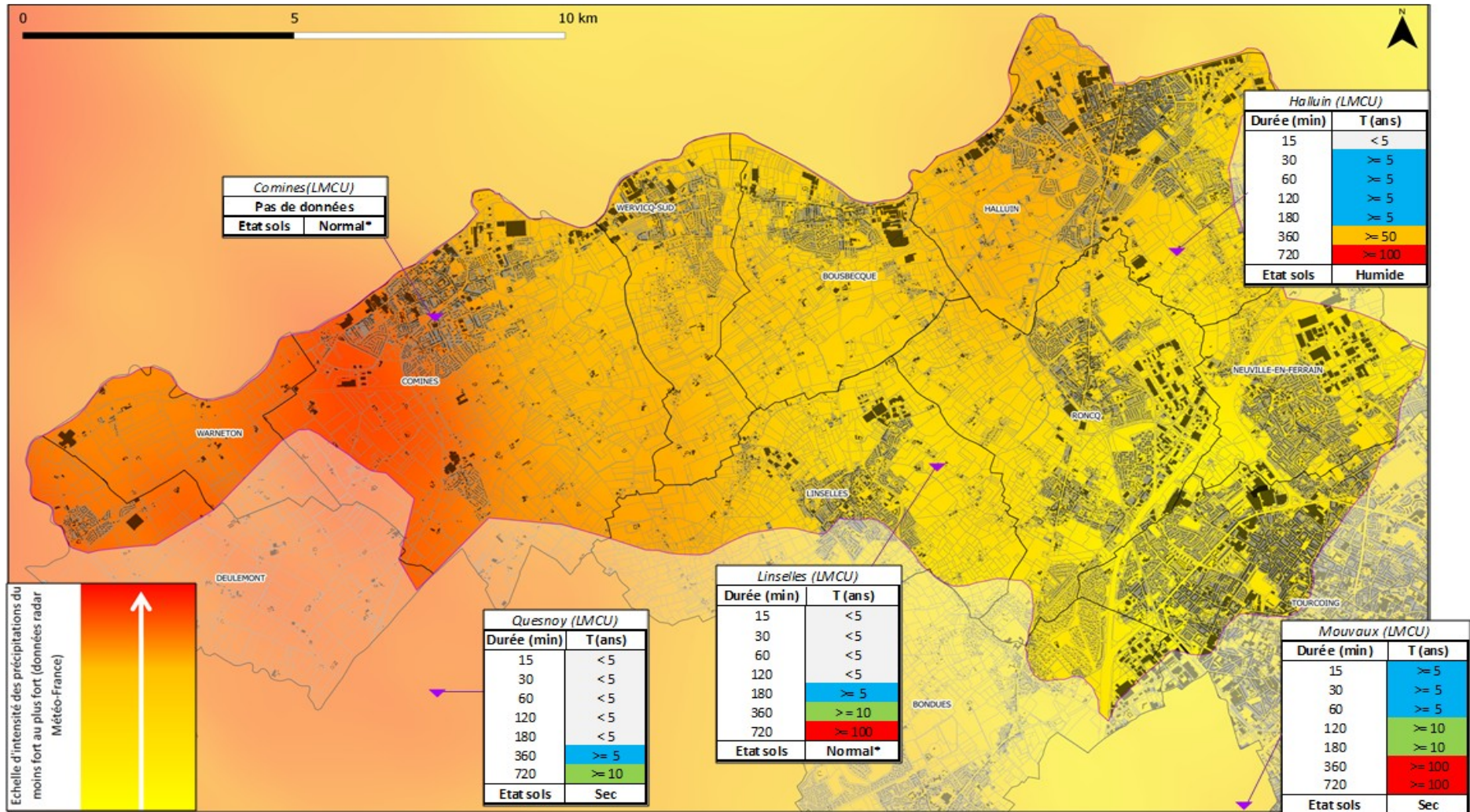


Illustration 1.5: Hétérogénéité des précipitations pour l'événement du 4 juillet 2005 (Source : station radar d'Abbeville)

1.3.2.3 Analyse de sensibilité au niveau des données radar

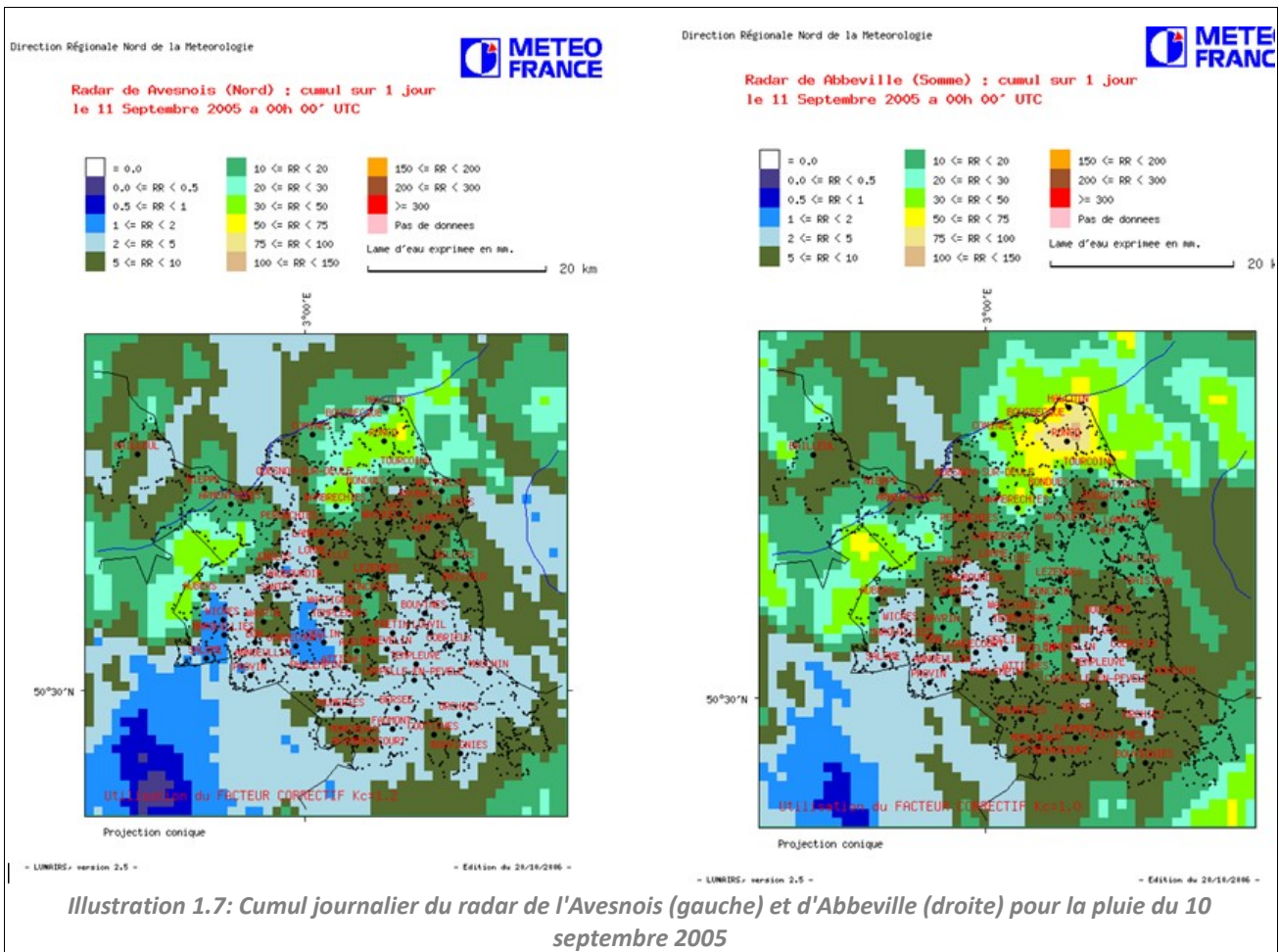
La non conformité entre les données du radar d'Abbeville et les données locales LMCU amène à se poser la question de la représentation du radar d'Abbeville vis à vis de la zone d'étude qui se trouve en limite de son champ d'action.



Illustration 1.6: Périmètre d'action des radar Météo-France situation 2010

La station radar de l'Avesnois, ouverte en mai 2005, se trouve dans le département du Nord mais est localisée plus à l'est. La zone d'étude se trouve donc également en bordure de sa zone d'influence.

Pour la pluie du 10 septembre 2005, on dispose des images radar correspondantes au cumul sur 1 jour des deux stations :



La confrontation de ces deux images met en évidence des différences significatives entre deux images qui sont censés représenter la même chose. Ainsi :

- Au niveau de Roncq, la station d' Avesnois indique un cumul de l'ordre de 30-50 mm contre 75-100 mm pour la station d'Abbeville ;
- Au niveau d'Halluin, la station d' Avesnois indique un cumul de l'ordre de 10-20 mm contre 50-75 mm pour la station d'Abbeville .

De manière générale, la station d'Abbeville surestime les valeurs de cumuls par rapport à la station de l'Avesnois d'en moyenne 50 mm (pour cet événement).

Au vu des incohérences mises en évidence, les données radar seront utilisées avec la plus grande précaution. On retiendra que :

- **les données de la station d'Abbeville seront utilisées uniquement pour caractériser de manière qualitative l'hétérogénéité des précipitations sans jamais faire référence à des éléments quantitatifs ;**

- si des événements pluvieux post 2005 ont besoin d'être caractérisés finement et quantifiés, les données de la station de l'Avesnois seront également analysées et confrontées au radar d'Abbeville et aux pluviomètres LMCU.

1.3.2.4 Détermination des épisodes pluvieux exceptionnels

Le traitement des données réalisés sous le logiciel EVE'M (et dont la méthodologie est décrite dans le livrable 2.3) a également eu pour objet de caractériser les épisodes pluvieux potentiellement centennaux sur la période 1994-2011 afin de définir des « candidats » potentiels en vue de la modélisation hydraulique de l'aléa de référence de la phase 3. Pour rappel, ont été retenus les événements qui présentaient un cumul au moins cinquantennal sur une durée intense de 15 minutes.

Ce traitement a permis d'isoler les événements suivants (période retour maximale avec entre parenthèse la période intense) :

	Linselles	Comines	Halluin	Quesnoy	Mouvoux
29/08/1996	100 ans (1j)	20 ans (1j)	100 ans (1j)	X	X
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
07/07/1999	X	X	X	X	10-20 ans (1 et 2 h)
14/08/1999	X	X	X	X	30-50 ans (30 min et 1 h)
04-05/01/2003	100 ans (2j) du 04 au 08	< 5 ans	20-30 ans (1 et 2 h)	30-50 ans (2h)	20 ans (1h)
08/01/2003	100 ans (2j) du 04 au 08	30 ans (1j)	10-20 ans (2h)	10-20 ans (2 et 3 h)	10-20 ans (15 min)
09/01/2003	X	100 ans (2h)	5-10 ans (3h)	100 ans (2 à 6 h)	30-50 ans (1h)
11-12/01/2003	100 ans (15 min à 12h)	5 ans	50 ans (30 et 60 min)	10-20 ans (2h)	100 ans (15 et 30 min)
04/07/2005	100 ans (12 h)	X	100 ans (12 h)	10-20 ans (12h)	100 ans (6 et 12 h)
10/09/2005	X	X	100 ans (1 à 6h)	X	X

Illustration 1.8: Échantillonnage des pluies exceptionnelles sous EVE'M

Si l'on retrouve les événements des 6 juin 1998, 4 juillet 2005 et 10 septembre 2005, plusieurs pluies ne font partie des épisodes historiques recensés :

- Épisode du 29/08/1996 :

D'après l'analyse réalisée, cette pluie aurait une période de retour centennale à Linselles et Halluin sur une durée intense de 1 heure. Cet événement est relativement homogène à l'échelle du bassin versant puisque la station de Comines a également enregistré des précipitations importantes mais moins intenses (T = 20 ans sur 1 heure) pour la même période.

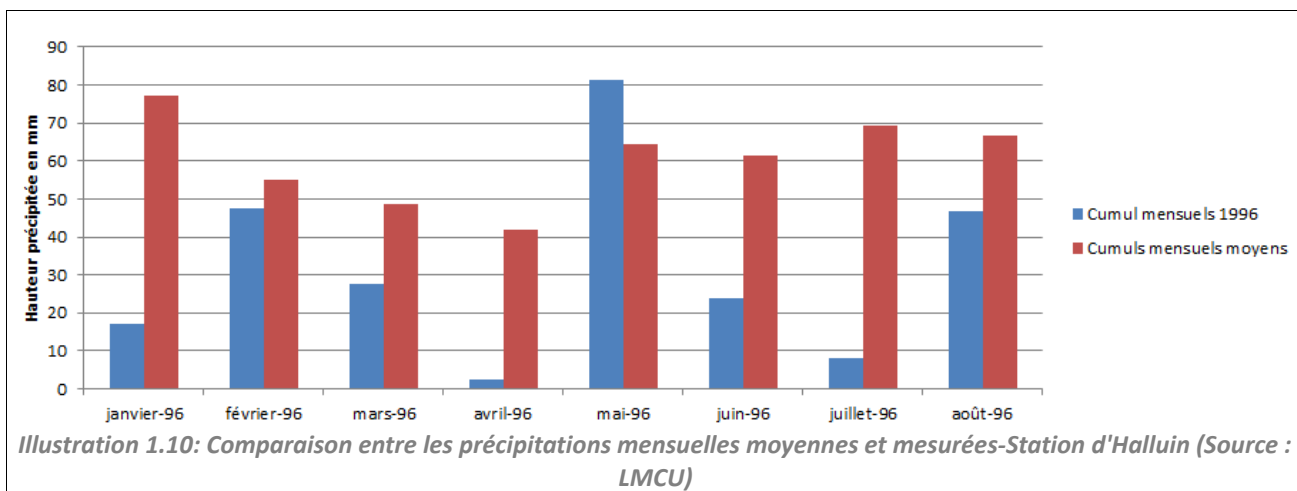
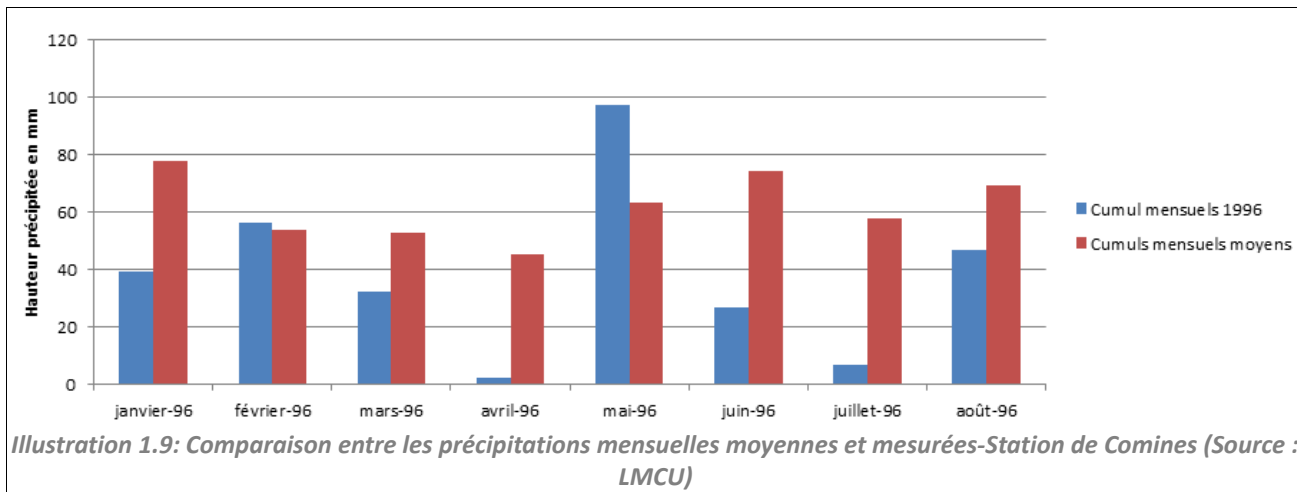
En termes de cumul, ces trois stations ont enregistré en moyenne entre 60 et 70 mm de précipitations sur une trentaine d'heures.

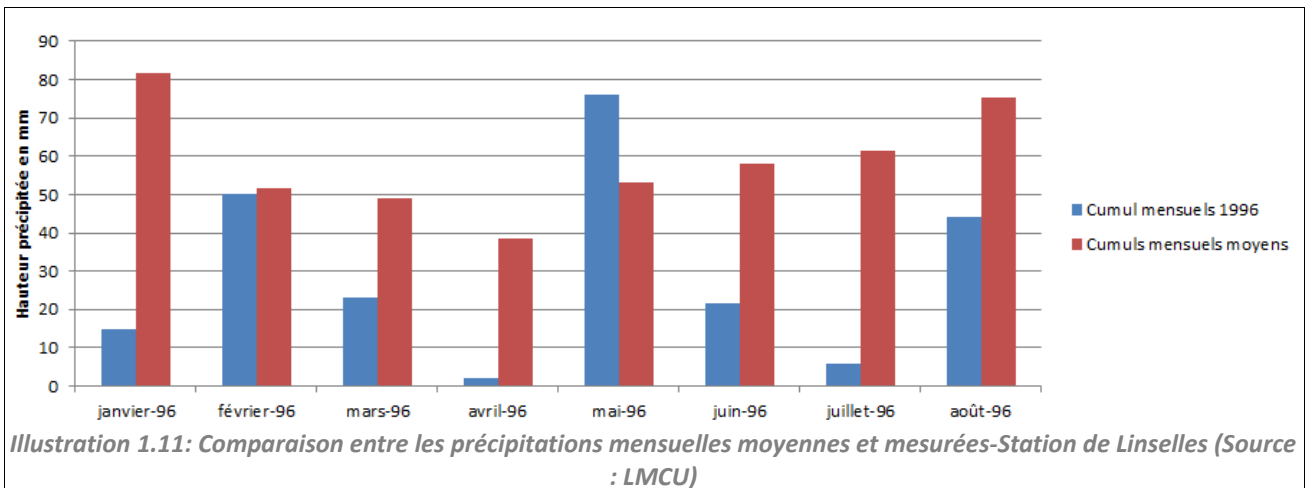
Plusieurs limitations sont néanmoins à signaler concernant cet événement :

- Aucun témoignage d'inondations ou d'arrêt de catastrophe naturelle n'est recensé à cette

date malgré l'intensité mesurée de cet épisode.

- L'analyse du régime pluviométrique des 6 mois précédant l'événement permet d'observer) :
 - un déficit moyen des précipitations mensuelles très important (entre 35 et 50 %) par rapport aux valeurs moyennes.
 - durant les mois de juin et juillet 1996, les cumuls sont jusqu'à 4 fois inférieurs aux cumuls moyens mensuels.





Les terrains étaient donc très sec et non saturés au moment de l'événement d'où une capacité d'infiltration potentiellement importante qui pourrait expliquer que les phénomènes de ruissellement soient restés limités.

- L'épisode est centennal sur une durée intense de 1 heure et s'étend sur plus d'un jour, il ne réunit donc pas les conditions les plus pénalisantes en termes d'aléa, à savoir un épisode très intenses sur une durée courte (par exemple centennale sur 15 min).

Ainsi, au vu des limitations listées ci-dessus, et dans la mesure où aucune donnée historique à ce jour ne pourrait permettre de caler une simulation de cet événement à l'aide du modèle hydraulique, il est exclu d'utiliser cette pluie dans le cadre de l'élaboration des cartes d'aléas de référence du PPRI. A ce stade de l'analyse, il n'est cependant pas exclu de l'exploiter dans le cadre d'une analyse de sensibilité des paramètres d'infiltration initiaux du modèle.

- Épisode du 07/07/1999 :

Cet épisode est localisé à Mouvaux, à proximité de Tourcoing, en amont du bassin versant et présente un temps de retour estimé de 10-20 ans sur des durées de 1-2 heures. Cet événement est donc très localisé et a généré des cumuls conséquents uniquement au sud du bassin versant (Bondues, Linselles) d'après les données radar de la station d'Abbeville.

Nous proposons de ne pas retenir ce scénario dans le cadre de la phase 3.

- Épisode du 14/08/1999 :

La pluie du 14/08/1999 a justifié l'émission d'un arrêté de catastrophe naturelle sur les communes de Bondues et Tourcoing. Le traitement des données LMCU montre en effet que cet événement est centré au sud du bassin versant, au niveau de la station de Mouvaux avec une période de retour conséquente puisque de l'ordre de 30-50 ans sur 30 min. L'exploitation des données radar met en évidence un épisode homogène sur un axe est-ouest qui s'étend au nord jusqu'à Bondues.

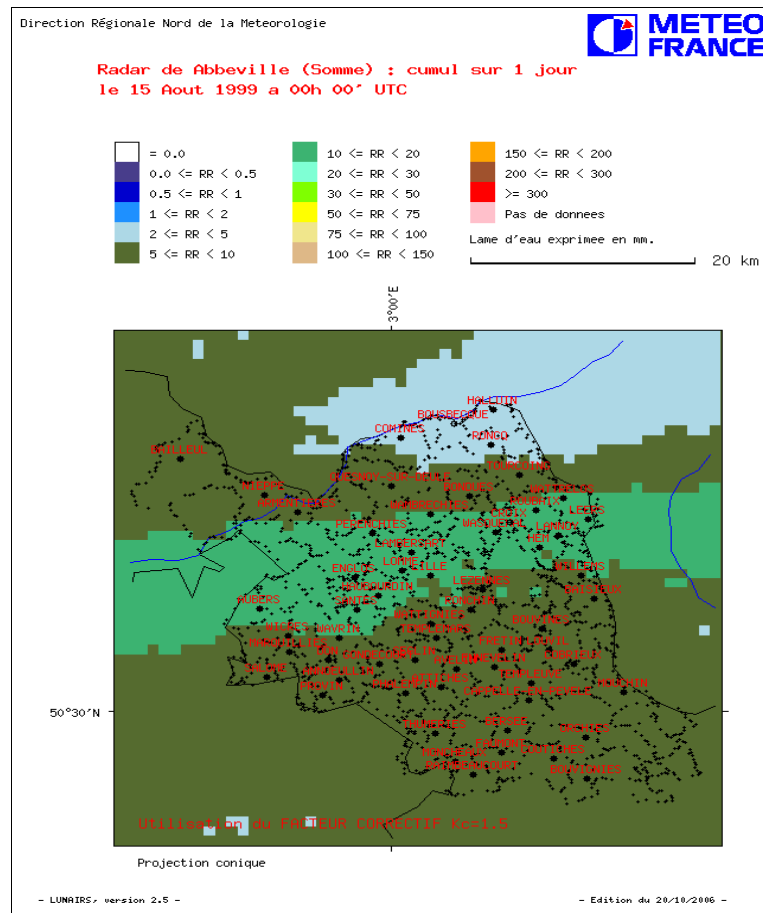


Illustration 1.12: Cumul sur 1 jour - pluie du 14/08/1999 (radar Abbeville)

Nous proposons de ne pas retenir ce scénario dans le cadre de la phase 3.

- *Épisodes du 4 au 12 janvier 2003 :*

Toute une série d'épisode pluvieux ont été identifiés par l'analyse entre le 4 janvier et 12 janvier 2003. Ces épisodes seraient très intenses puisque centennaux pour différentes durées intenses (plus de deux jours du 4 au 8 janvier et 15-30 minutes les 11-12 janvier). L'étude des conditions pluviométriques des mois précédant montre des précipitations en moyenne 1,5 à 2 fois plus importante que les normales saisonnières donc une saturation des sols importante particulièrement favorable au développement de phénomènes de ruissellement.

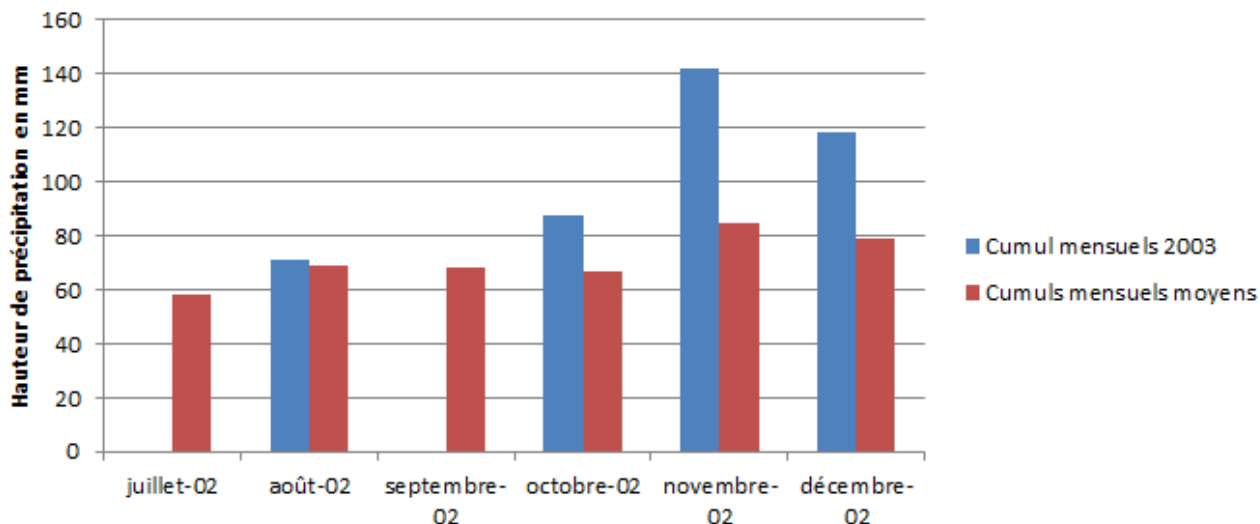


Illustration 1.13: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station de Comines (Source : LMCU)

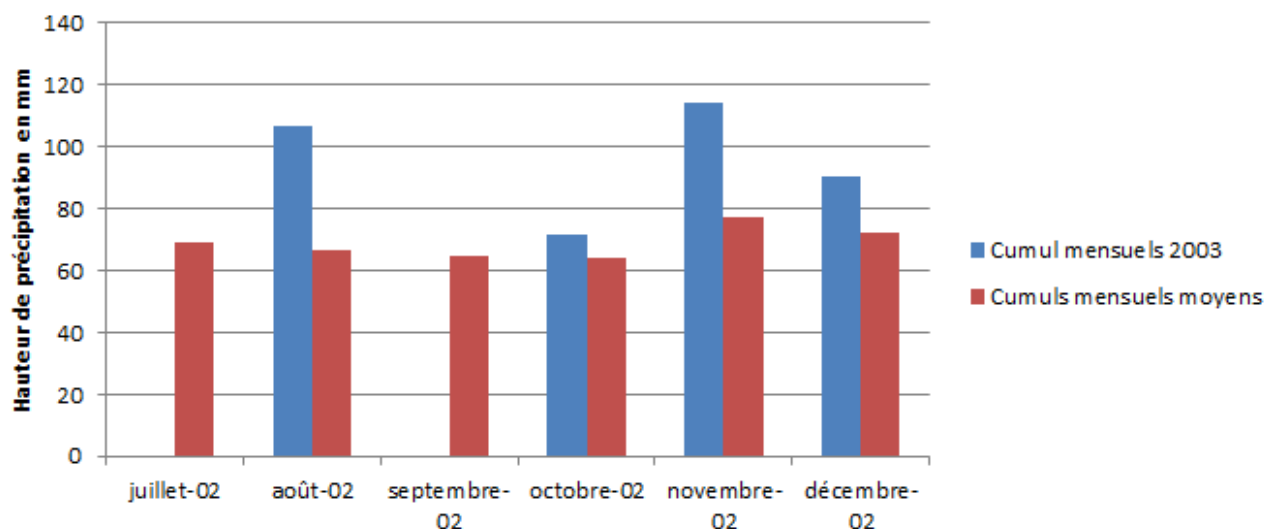
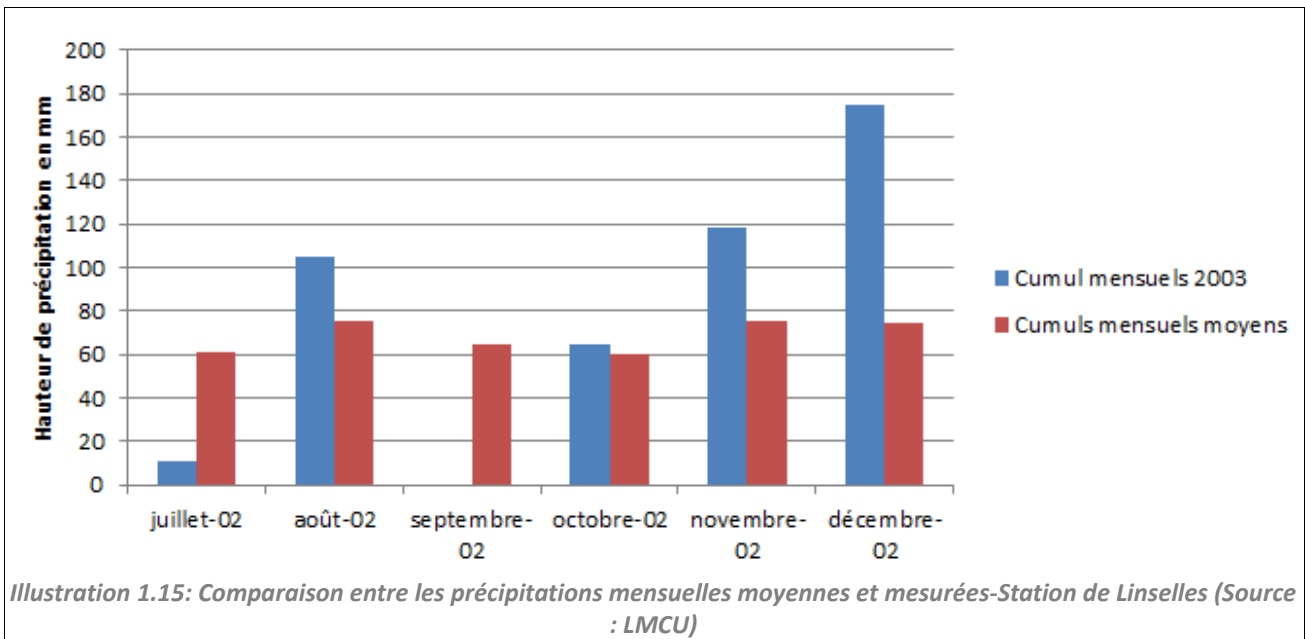


Illustration 1.14: Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes et mesurées-Station d'Halluin (Source : LMCU)



Cette succession d'épisodes exceptionnels et généralisés n'a pas pourtant laissé aucune traces historiques que ce soit au niveau des communes ,des syndicats ou de la DTTM59, ce qui pose la question de la validité de ces données.

L'unité de Veille Hydraulique de LMCU a d'ailleurs invalidé ces données ultérieurement au motif que sur la même période (4 au 12 janvier 2003), le pluviomètre référence Météo-France de Lille-Lesquin n'a pas enregistré de précipitations. Météo-France a été contacté et aucun problème n'a été relevé sur le pluviomètre de Lille-Lesquin à cette période qui selon eux peut donc être considéré comme fiable.

En première approche, la probabilité que les données de cinq pluviomètres soient erronés en même temps est faible. Néanmoins, la compilation des données sous Excel amène à ne pas exclure la possibilité d'une mauvaise manipulation qui expliquerait ce décalage.

En tout état de cause, l'absence totale de références historiques à cet événement amène à ne pas le prendre en compte dans la suite de l'analyse.

L'exploitation des pluies exceptionnelles historiques (6 juin 1998, 4 juillet 2005 et 10 septembre 2005) en vue de la phase 3 de modélisation hydraulique est détaillée dans le livrable 2.3 portant sur la méthodologie de caractérisation de l'aléa de référence.

1.3.3 Fiabilisation des données topographiques

Les données topographiques disponibles se présentent 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 sources de données, ainsi que leurs utilisations possibles dans le cadre de la présente démarche, sont les suivantes :

1.3.3.1 Levés terrestres

- **Levé des réseaux d'assainissement** du secteur d'études, fournis par LMCU. Ces levés permettent de connaître le tracé et l'altimétrie des réseaux d'assainissement traversant le secteur d'études. La cote du terrain naturel est décrite au droit des regards du réseau d'assainissement, avec de manière générale une précision de l'ordre de 1 à 5 cm (précision commune pour des levés terrestres).

Les réseaux enterrés d'évacuation des eaux pluviales ne seront pas intégrés au modèle produit en phase 3. La densité des regards et tampons permet cependant d'exploiter cette donnée pour contrôler la validité des levés étendus.

- **Levés des profils en travers et des ouvrages des becques.** La becque de Neuville et ses affluents sont des éléments cruciaux du bassin versant, en effet ce sont d'une part les principaux drainages des points bas de la partie est du bassin versant, et d'autre part car de nombreux témoignages font état d'inondations causées par des débordements de ces becques, insuffisantes pour évacuer les apports pluviaux pour certains événements intenses.

Des études hydrauliques ont été réalisées dans le secteur, certaines ont abouti récemment à des travaux sur la becque de Neuville notamment. Les données topographiques utilisées dans ce cadre (profils en travers et coupes d'ouvrages) nous ont été transmises, celles ci couvrent en grande partie les secteurs identifiés comme présentant des risques de débordement des becques.

Ces données seront exploitées pour intégrer de façon simplifiée, au sein du modèle hydraulique simulant les phénomènes de ruissellement, les becques, pour représenter leur impact sur le drainage des points bas.

L'étendue de ces levés est présentée sur la figure suivante, elle est mise en parallèle avec les zones inondées reconstituées à l'issue de l'analyse des données historiques. On note que la majorité des points de débordement correspondant aux becques est couverte par ces données, qui pourront donc être exploitées. **Lors de la modélisation, on s'assurera bien d'exploiter les données représentant l'état actuel (travaux réalisés) des becques.**

L'incertitude de mesure de ce type de levés est de manière générale comprise entre 1 à 5cm au maximum.

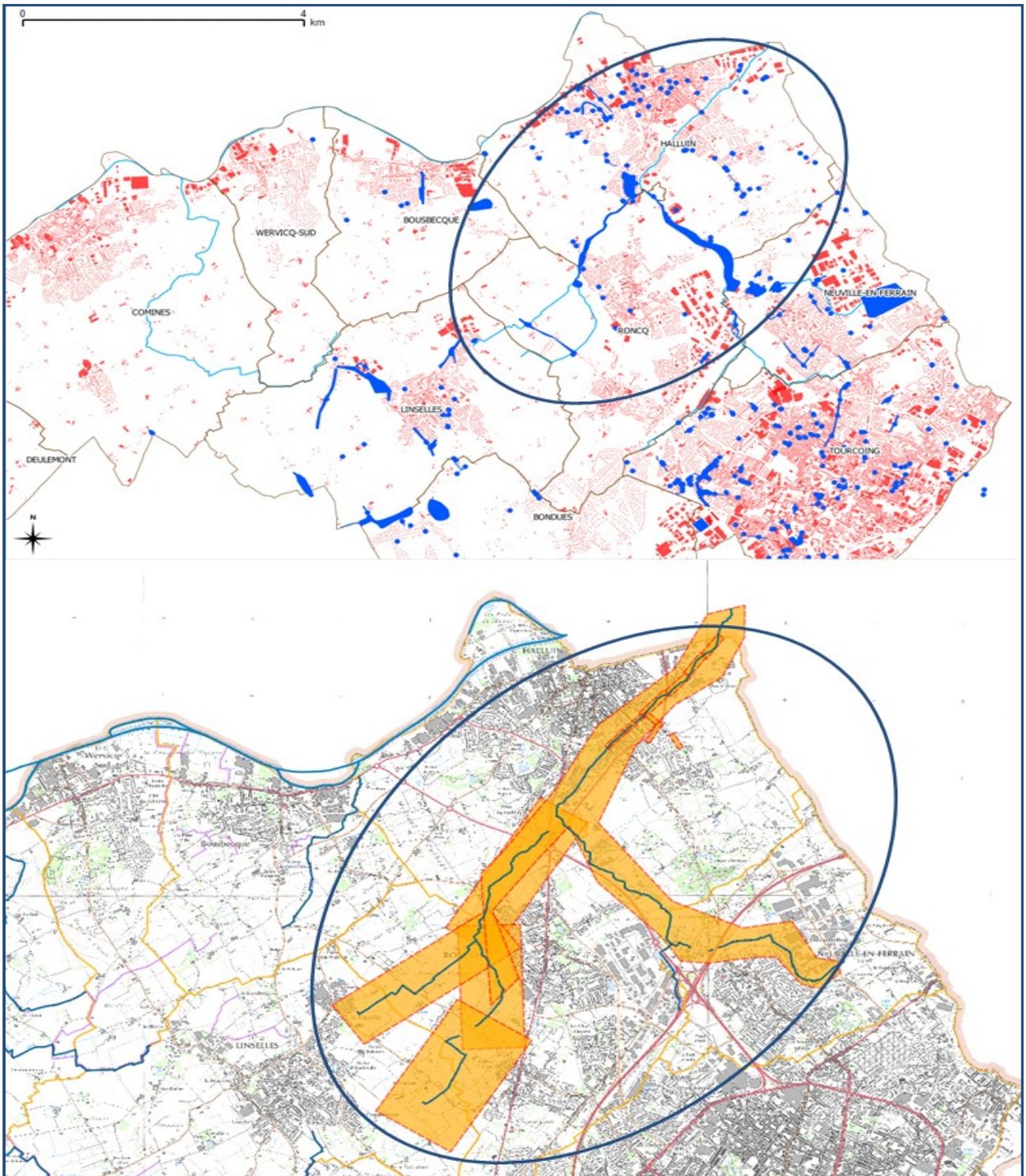


Illustration 1.16: localisation des levés disponibles sur la Becque de Neuville et ses affluents

1.3.3.2 Levés aéroportés étendus

La modélisation bidimensionnelle prévue en phase 3 s'appuie sur un modèle numérique de terrain du secteur d'étude, qui doit être le plus précis possible pour représenter fidèlement les différents éléments de la topographie.

On dispose de deux modèles numériques de terrain représentant la topographie du secteur d'étude, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- **le MNT LIDAR du Conseil Général du Nord**, défini à un pas d'espace de 5 m. Il a été fourni dans une version filtrée représentant le terrain nu, c'est à dire que les opérations de traitement pour supprimer le sur-sol (végétation, bâti et autres interférences) ont été réalisées.
- **le MNT LIDAR fourni par LMCU** sur son territoire, défini à un pas d'espace de 1 m. Ce MNT n'a en revanche pas été livré filtré, c'est à dire qu'il subsiste des « trous » ne contenant pas de donnée, aux emplacements où de la végétation importante ($H > 1\text{m}$) a été détectée.

La présente section vise à analyser la fiabilité de ces deux jeux de données pour déterminer lequel est le plus adapté pour la réalisation des modélisations en phase 3, et à définir les traitements éventuels pour rendre la donnée exploitable.

Comme noté plus haut, les cotes « terrain naturel » des regards des réseaux d'assainissement LMCU sont assez précises pour être utilisées comme points de référence pour une évaluation globale de la précision des données LIDAR fournies.

Au préalable à cette analyse, il est important de noter que pour l'utilisation projetée, c'est à dire la création d'un modèle bidimensionnel de surface avec peu ou pas de connexions avec des éléments définis par des données plus précises, on peut considérer qu'un MNT globalement défini avec une précision altimétrique de l'ordre de 20 cm est suffisant.

1.3.3.2.1 Comparaison entre le MNT CG 59 et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU

La cartographie suivante représente la différence calculée entre la cote terrain naturel issue des regards des réseaux d'assainissement LMCU et la cote locale extraite du MNT CG 59.

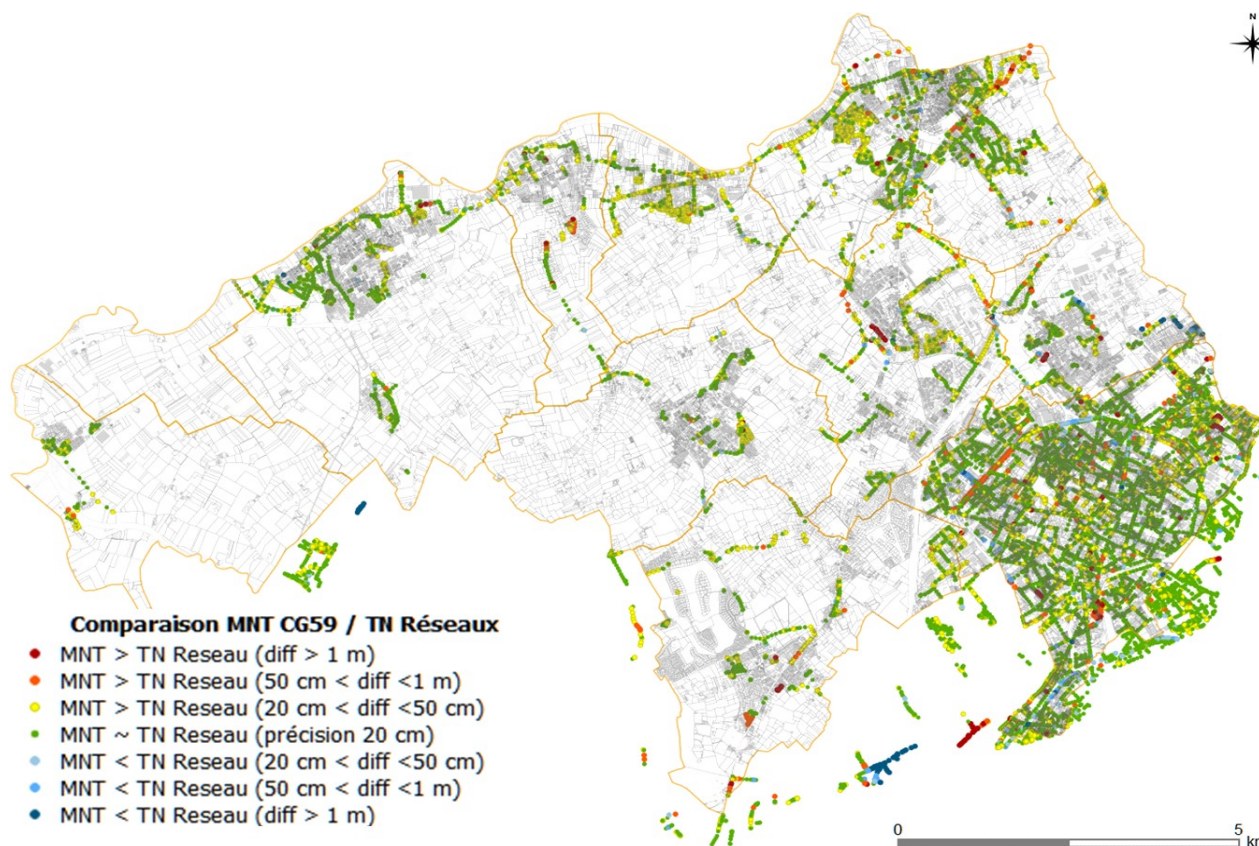


Illustration 1.17: Comparaison entre le MNT CG59 et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU

On note, à l'analyse de la carte ci dessus, que la majorité des points de référence semble se situer dans la fourchette centrale correspondant à une différence inférieure à 20 cm (classe verte), ou la classe supérieure, avec des différences comprises entre 20 cm et 50 cm (classe jaune).

Sur l'échantillon considéré d'environ 13 000 points de comparaison, le MNT du CG59 est en moyenne 12 cm au dessus des cotes TN des réseaux d'assainissement, environ 70 % des points mesurés sont situés dans la tranche de valeurs correctes (différence inférieure à 20 cm) et qu'il faut en revanche atteindre une différence de l'ordre de 55 cm entre le MNT et le levé terrestre pour réunir 95 % de l'échantillon.

1.3.3.2.2 Comparaison entre le MNT LMCU et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU

La même analyse appliquée au MNT fourni par LMCU donne les résultats suivants :

- le MNT est en moyenne 11 cm au dessous des cotes TN des réseaux d'assainissement ;
- environ 80 % des points de comparaison sont situés dans la tranche de valeurs jugées correctes (erreur inférieure à 20 cm) ;
- la tranche d'erreur - 45 cm / 45 cm regroupe 95 % des points de comparaison.

La cartographie page suivante représente la répartition des différences calculées.

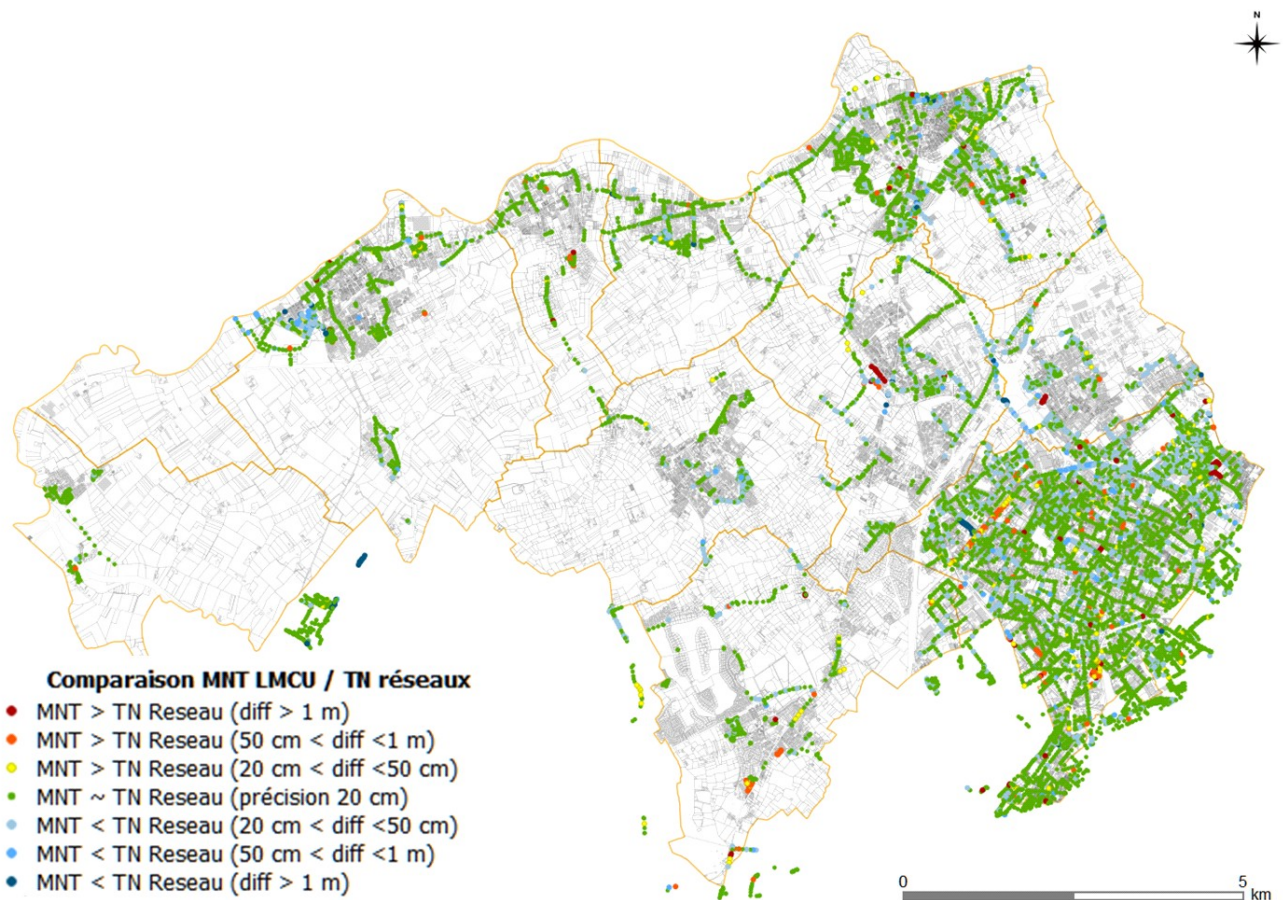


Illustration 1.18: Comparaison entre le MNT LMCU et les cotes terrain naturel des réseaux LMCU

1.3.3.2.3 Conclusions sur l'utilisation des MNT et traitements complémentaires

La figure suivante compare la distribution des différences mesurées entre la cote locale MNT et la cote du réseau TN du réseau d'assainissement pour les deux jeux de donnée LIDAR, centrée sur 0.

Cette figure reflète bien le fait que le MNT LMCU offre une précision plus intéressante, en effet, la forme des courbes montre bien que ses erreurs sont plus concentrées dans la gamme de -20 cm / 20 cm que celui produit pour le CG59.

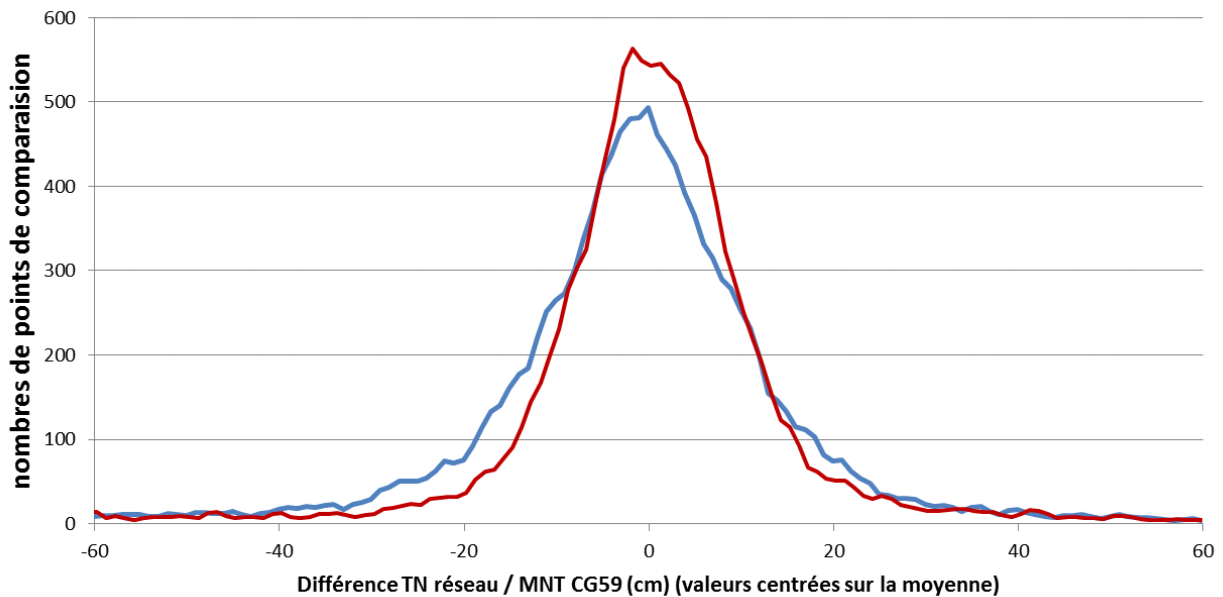


Illustration 1.19: distribution des erreurs pour les MNT du CG 59 et de LMCU

Nous proposons donc d'exploiter cette donnée pour la modélisation bidimensionnelle de surface prévue en phase 3.

Cette donnée est d'autant plus intéressante que la topographie est définie avec une grille de pas d'espace 1m, soit une donnée très fine, qui réduit le risque de manquer des détails de la topographie (fossés larges, obstacles, remblais locaux).

Il sera néanmoins nécessaire de réaliser un traitement en démarrage de phase 3 pour préparer cette donnée avant son exploitation, puisque celle ci, comme noté plus haut, a été filtrée, et qu'il subsiste donc des trous à combler.

Deux approches pourront être mises en œuvre :

1. Si aux abords des zones de manques, les différences sont faibles ($< 5\text{cm}$) entre le MNT CG 59 et le MNT LMCU, le premier sera utilisé localement pour combler les manques du second ;
2. si en revanche sur ces zones les différences sont trop importantes, ou qu'elles ne peuvent être réduites par des traitements simples, on procédera alors à une interpolation des données existantes pour combler les zones de manques, en utilisant des algorithmes prenant en compte les mouvements du terrain aux abords des manques.

1.4 Convergence entre les données historiques, pluviométrique et topographiques

1.4.1 Analyse croisée historique/pluviométrie

L'analyse croisée des épisodes historiques et des pluviométriques permet de distinguer trois catégories d'événements :

- les épisodes ayant engendrés des dommages importants, dont la mémoire sensible est relativement étoffée et qui répondent de précipitations très intenses et d'occurrence rares (ex : 6 juin 1998, 4 juillet et 10 septembre 2005). Ces épisodes sont particulièrement intéressants en vue de la phase 3 de modélisation hydraulique de l'aléa de référence ;
- les épisodes ayant entraînés des dommages importants plus ou moins documentés mais qui répondent d'orages d'occurrence plus faible ou non quantifiable (ex : 19 novembre 1991, 20 juillet 2007 ou 5 mars 2012). Ces pluies seront potentiellement utilisables (celles pour lesquelles on dispose de données pluviométriques) en vue de réaliser le calage du modèle hydraulique (paramètres d'infiltration et de ruissellement). Typiquement, on s'attend à des conditions climatiques humides en amont de l'épisode ;
- Les épisodes très intenses mais pour lesquels on ne recense pas d'inondations (ex : 29 août 1996). Si la fiabilité de ces données pluviométriques est confortée, ces événements pourront servir à ajuster les paramètres hydrauliques par temps sec. On s'attend en effet pour ce type d'événement à des conditions climatiques favorables à l'infiltration.

On gardera à l'esprit que les épisodes ultra localisés (une seule commune) ne seront pas retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique car pas assez représentatif du comportement du bassin versant.

1.4.2 Analyse croisée pluviométrie/topographie

Afin d'appréhender la distribution spatiale des pluies sur le territoire du bassin versant, et donc l'influence de la topographie, les données radar fournies par Météo-France pour 26 événements pluvieux entre 1997 et 2005 ont été exploitées au travers d'une analyse statistique.

Les données radar renseignent le cumul de précipitations sur 1 jour en mm pour des pixels carrés de 1 km de côté. Sur l'emprise des communes appartenant au bassin versant de la Lys, les données ont été compilées pour chaque pixel, et pour chaque événement pluvieux, et normées de telle manière que le pixel ayant le cumul le plus faible ait une valeur de 0 % et le pixel ayant le cumul le plus fort une valeur de 100 %.

On obtient ainsi pour chaque pixel, et par événement, une valeur représentant le pourcentage d'eau précipitée par rapport à la lame d'eau précipitée maximale lors de cet événement.

La cartographie présentée page suivante représente le pourcentage moyen de cumul, par rapport au cumul maximal, au niveau de chaque pixel (il est calculé en prenant la moyenne des valeurs associées à chaque événement).

Cette analyse permet de mettre en évidence à l'échelle du bassin versant les zones qui en moyenne (sur la période 1997-2005) reçoivent le plus de précipitations et d'établir un lien avec la topographie du secteur. Cette analyse de la répartition spatiale des pluies est essentielle en vue de la modélisation qui sera mise en place en phase 3 et pour laquelle se posera la question de la validité d'une hypothèse de pluie homogène sur l'étendue du bassin versant ou au contraire de la nécessité de prendre en compte un abattement spatial.

A ce stade de l'analyse, les premières conclusions à tirer de cette approche statistique sont les suivantes :

- **on observe une assez forte corrélation entre le profil topographique du bassin versant et les hauteurs moyennes précipitées. Ainsi, au niveau des zones de relief (buttes de Wervicq-sud, de Linselles, de Neuville-en-Ferrain), les précipitations sont en moyenne 30 % plus importantes (en termes de cumuls) que sur les zones de plaines, à très faible pente, que l'on observe notamment à l'ouest du bassin versant ;**
- **Globalement, les précipitations sont plus abondantes au sud du bassin versant et remontant vers le nord-est par Tourcoing ;**
- **Il paraît ainsi en première approche justifié de considérer un abattement spatial de l'ordre de 25 % sur les zones de plaines pour la pluie de projet centennale qui sera modélisée en phase 3.**

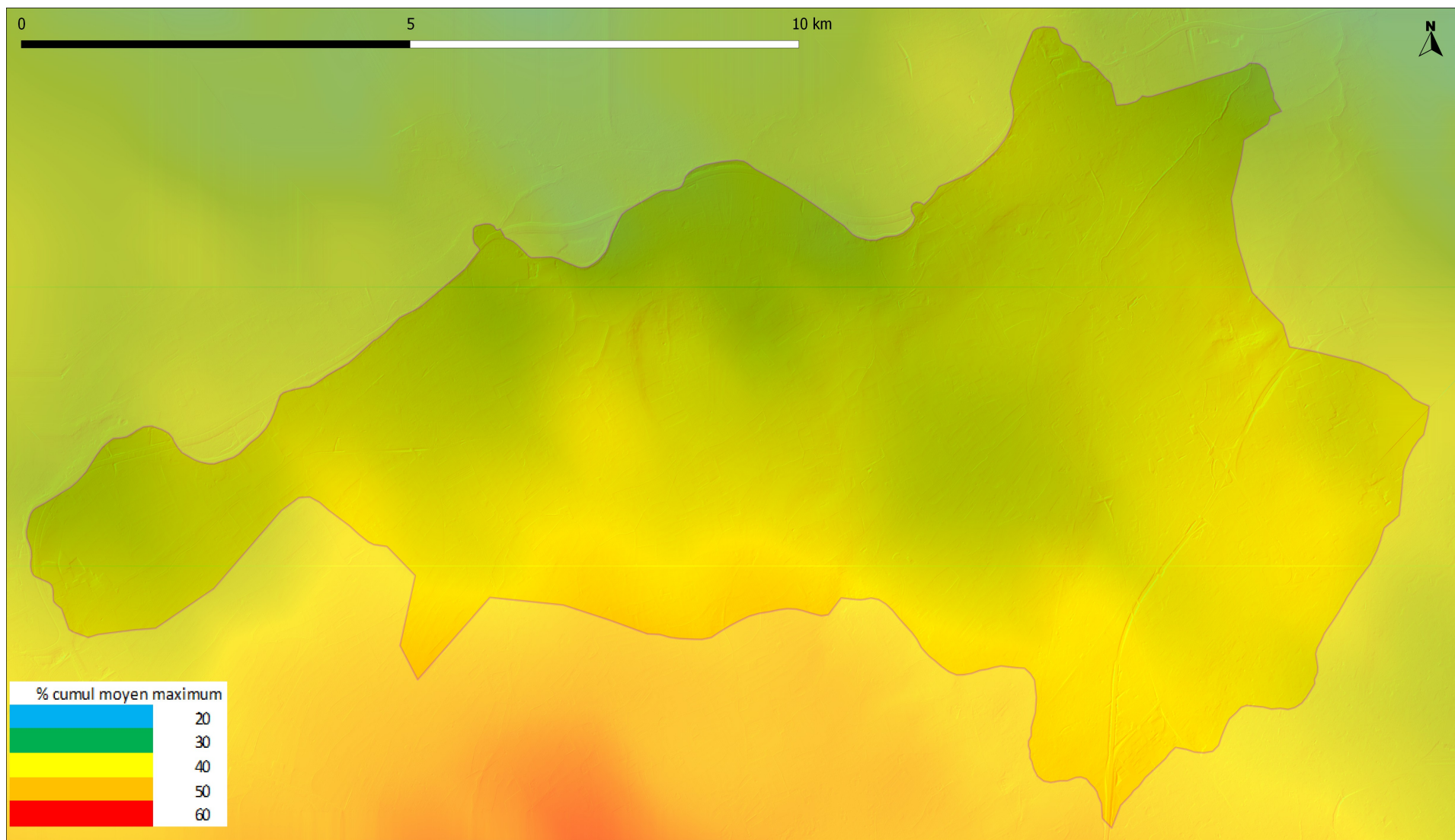


Illustration 1.20: Hétérogénéité spatiale des pluies 1997-2005 (Source : radar Météo-France d'Abbeville)

1.5 Conclusions sur la qualité globale et la fiabilité des données disponibles sur la bassin versant de la Lys

Après la collecte et l'analyse des données recueillies, on peut considérer les éléments suivants :

- Aucune données historiques n'est exploitable, en l'état de nos connaissances, avant 1980 ;
- L'information collectée à partir de 1980 est beaucoup plus dense sur la partie est urbanisée et au relief plus marqué du bassin versant. Sur les communes occidentales (Warneton, Deûlemont), aucune information n'a été retrouvée, une seule à Comines ;
- Les épisodes historiques les plus pénalisants en termes de dommages et de mémoire des inondations sont :
 - le 19 novembre 1991 ;
 - le 6 juin 1998 ;
 - le 24 décembre 1999 ;
 - le 14 juin 2002 ;
 - le 4 juillet 2005 ;
 - le 10 septembre 2005 ;
 - le 20 juillet 2007.

La genèse et l'impact de ces phénomènes de ruissellement sont fortement dépendant, outre la période de retour associée à la pluie, des conditions de saturation des sols pré-événements ainsi que de l'imperméabilisation des terrains et de la densité du couvert bâti.

- L'exploitation de données historiques a permis de reconstituer un certain nombre de repères d'inondations et ainsi d'identifier les secteurs géographiques présentant une récurrence des désordres. A la différence de l'étude des crues d'un cours d'eau, ces repères d'inondation peuvent difficilement servir à extrapoler des limites de zones inondables. En revanche, ils fournissent une carte de localisation précise des désordres et de leur potentiel de réactivation en fonction de la dynamique de l'épisode orageux ;
- Les données topographiques étendues (MNT) sont, sous réserve de réaliser quelques traitements préliminaires, suffisantes pour la modélisation envisagée en phase n°3.
- les données bathymétriques disponibles sur les becques principales permettront l'intégration sous forme simplifiée de ces ouvrages dans le modèle produit, pour reproduire au mieux leur effet de drainage.

- L'analyse des données pluviométriques a permis de confronter les périodes de retour des épisodes historiques calculées dans le cadre de cette étude et d'études antérieures. L'échantillonnage des pluies exceptionnelles a fait ressortir un certain nombre d'évènements dont certains ont été écartés par manque de fiabilité ou de par leur caractère ultra localisé. La méthodologie d'exploitation de ces pluies dans le cadre de la modélisation de l'aléa de référence est explicité en détail dans le livable 2.3.

Partie 2: Définition des besoins complémentaires en vue de la phase III de caractérisation de l'aléa de référence

2.1 Exploitation des données pluviométriques locales

Comme explicité dans le livrable 2.3 sur la méthodologie de caractérisation de l'aléa de référence, notre approche consiste à exploiter les données pluviométriques locales.

2.1.1 Données radar complémentaires

La pluie du 4 juillet 2005, centennale sur 12 heures, sera simulée en phase 3 de par son caractère exceptionnel et le nombre important de dommages recensés. Afin de caractériser finement la dynamique spatio-temporelle de cette épisode, les données de la station radar Météo-france de l'Avesnois seront acquises sous la forme d'image de réflectivités (intensités) au pas de temps 5 min sur des pixels de 1 km² couvrant l'intégralité de la zone d'étude sur toute la durée de l'événement.

En effet, comme explicité plus avant, des non-conformités ont été relevées entre les données des pluviomètres LMCU (pour lesquels il manque les données de la station de Comines) et l'image radar de la station d'Abbeville. La zone d'étude se trouvant à la limite du périmètre d'influence de ce dernier, il est de notre point de vue nécessaire de conforter la dynamique de cet épisode en mobilisant le radar de l'Avesnois.

On notera que les périodes de retour associées aux événements pluvieux se basent sur les statistiques Météo-France de la station de Lille-Lesquin dont les quantiles de précipitations cumulées (pour des périodes de retour de 2 ans à 100 ans) ont été extraits pour des durées de 15 min à 4 jours.

2.1.2 Chroniques pluviométriques complémentaires

L'analyse historique a permis d'identifier deux événements très récents les 5 mars et 5 juillet 2012 qui ont entraîné des désordres et le débordements en plusieurs points de la becque de la Viscourt et de la becque de Neuville. Afin de caractériser, en termes de période de retour ces deux pluies, une demande a été transmise à LMCU afin d'obtenir les chroniques de pluies correspondantes des stations de Comines, Halluin, Linselles, Mouvaux et Quesnoy-sur-Deûle.

2.2 Besoins topographiques complémentaires

A ce stade, les données topographiques récoltées semblent suffisantes en vue de réaliser la modélisation prévue en phase 3.

Comme noté dans le livrable 2.1.b, les observations et informations récoltées lors de l'analyse historique serviront plus à décrire qualitativement le déroulement des événements qu'à quantifier précisément les désordres, le volume d'information permettant de reconstituer de façon fiable des laisses d'inondation étant relativement faible.

Dans ce contexte, il ne semble pas nécessaire de procéder à des levés géométriques ponctuels des rares éléments quantifiables, les cotes d'inondation identifiables ont pu pour la plupart être reconstituées par l'analyse du MNT disponible.

2.3 Actions complémentaires à mener

2.3.1 Données historiques manquantes

A ce stade de la phase, plusieurs communes rencontrées doivent nous fournir des données historiques complémentaires qui nous permettront d'enrichir la base de données géographique et bibliographique. Sont concernées les communes de Roncq et d'Halluin.

Plusieurs communes n'ont également à ce stade pas pu être rencontrées, notamment les communes de Tourcoing et de Neuville-en-Ferrain, malgré les nombreuses tentatives de prise de contact. Ces deux communes, qui présentent des enjeux importants et une sensibilité particulière au risque de ruissellement, seront recontactées afin de compléter l'état des lieux historiques.

L'Unité Territoriale de Tourcoing-Armentières (UTTA) doit également consulter son service contentieux afin de voir s'ils peuvent en extraire des informations sur les sinistres liés aux inondations.

2.3.2 Sensibilité des réseaux d'assainissement

L'unité de veille hydraulique de LMCU doit également nous renseigner sur la réponse du modèle hydraulique de leur réseau d'évacuation des eaux pluviales pour différentes pluies historiques préalablement identifiés :

- pluie du 6 juin 1998 ;
- pluie du 14 juin 2002 ;
- pluie du 4 juillet 2005 ;
- pluie du 10 septembre 2005 ;
- 20 juillet 2007.

L'objectif de cette analyse est de caractériser le comportement du réseau lorsque celui-ci est soumis à pluies présentant des dynamiques hétérogènes (orages courts et intenses ou précipitations longues et soutenues) et une répartition spatiale différente. A terme, on cherche à définir à partir de quelle période de retour (et donc quelle durée intense) le réseau est saturé et devient donc hydrauliquement « transparent ». Cette approche doit permettre de mettre en évidence que pour un événement pluvieux exceptionnel très pénalisant (c'est à dire potentiellement centennal sur une durée très courte), les réseaux d'assainissement ne permettent plus de drainer les eaux de surface qui ruissellent donc vers l'aval.

D'où notre partie pris en phase 3 (cf livable 2.3) de ne pas intégrer le réseau de drainage souterrain dans le modèle hydraulique mais uniquement les axes de drainage à ciel ouvert principaux (becques).