



ELABORATION DE CARTE DE SURFACES INONDABLES (MISE EN ŒUVRE DE LA PHASE CARTOGRAPHIQUE DE LA DIRECTIVE INONDATION) -EVENEMENT EXTREME- TRI DE BETHUNE/ARMENTIERES

Etapas 1 et 2

Analyse de la documentation et du
fonctionnement des bassins versants

Premiers éléments concernant les
casiers et zones d'expansion de crues
modélisées dans les études antérieures

HFG31222K

Janvier 2014



- Études générales
- Assistance au Maître d'Ouvrage
- Maîtrise d'œuvre conception
- Maîtrise d'œuvre travaux
- Formation

Siège social
78, allée John Napier
CS 89017
34965 - Montpellier Cedex 2

Tél. : 04 67 99 22 00
Fax : 04 67 65 03 18
montpellier.egis-eau@egis.fr
<http://www.egis-eau.fr>



FICHE D'IDENTIFICATION DU DOCUMENT

Rapport

Titre : Elaboration de carte de surfaces inondables (mise en œuvre de la phase cartographique de la Directive Inondation) - événement extrême – TRI de Béthune/Armentières

Analyse de la documentation et du fonctionnement des bassins versants

Numéro d'affaire : HFG 31222 K

Client

Coordonnées : DREAL Nord-Pas-de-Calais
 44 Rue de Tournai
 59 000 Lille

Téléphone : 03 20 40 54 54

Interlocuteur :

BERTAUX-VALERE Marie-Alexandrine (Chef de cellule) - DREAL Nord-PdC/SR/DRNHM/CPRN
BELLYNCK Geraldine

Contrôle qualité

Rédigé par

CBE - LCH

Vérifié par

CBE

Statut du rapport : Définitif

Date d'émission : Janvier 2014

Diffusion :

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1	OBJECTIFS DE L'ETUDE ET PRESENTATION DU TRI BETHUNE-ARMENTIERES	6
1.1	Les objectifs de l'étude	6
1.2	Le secteur du TRI Béthune-Armentières	8
CHAPITRE 2	ANALYSE DES ETUDES ET MODELES EXISTANTS	10
2.1	Synthèse des études réalisées sur le bassin de la Lys [2007]	10
2.2	Etudes de faisabilité [2007 – 2012]	25
2.3	Etude d'Inondabilité à l'échelle du bassin versant de la Lys [2010 – 2013]	30
CHAPITRE 3	FONCTIONNEMENT DU RESEAU HYDRAULIQUE	33
3.1	Fonctionnement hydraulique général de la Lys et de ses affluents	33
3.2	Réseau hydrographique de la plaine de la Lys, du Bas-Pays et de la Flandre intérieure	38
3.3	Principaux affluents de la Lys	43
3.4	Cas particulier du nœud d'Aire	56
3.5	Ouvrages hydrauliques	58
CHAPITRE 4	EVALUATION DE LA SENSIBILITE DU TRI VIS-A-VIS DES INONDATIONS	62
4.1	Evaluation de la sensibilité du territoire vis-à-vis des ruissellements et remontées de nappes	62
4.2	Contexte pluviométrique	72
4.3	Evènements dommageables principaux	77
4.4	Identification des zones inondées sur le TRI Béthune-Armentières	85
CHAPITRE 5	SYNTHESE DE PHASE 1	90
CHAPITRE 6	PREMIERS ELEMENTS CONCERNANT LES CASIERS ET ZONES D'EXPANSION DE CRUES MODELISEES DANS LES ETUDES ANTERIEURES	92

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des études réalisées antérieurement sur le territoire du TRI Béthune-Armentières	13
Tableau 2 : Inventaire détaillé des études retenues pour la synthèse 2007	14
Tableau 3 : Evaluation des études de PGGEEC.....	17
Tableau 4 : Liste des études de faisabilités réalisées sur le bassin versant de la Lys	26
Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques du modèle hydrologique et hydraulique construit dans le cadre des études de faisabilité	28
Tableau 6 : Récapitulatif des bassins versants, cours d'eau et exutoires composant le bassin versant de la Lys	37
Tableau 7 : Ouvrages majeurs sur le bassin de la Lys	61
Tableau 8 : Les contextes anthropiques et l'occupation des sols	71
Tableau 9 – Intensité-durée-Fréquence à la station de Fiefs.....	81
Tableau 10 – Intensité-durée-Fréquence à la station de Fiefs.....	81
Tableau 11 : Identification des zones inondées sur le TRI Béthune-Armentières	89

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie des communes localisées sur le territoire du TRI	9
Figure 2 : Découpage des modèles hydraulique sur le territoire du SYMSAGEL et réseau modélisé	32
Figure 3 : Synoptique de la Lys canalisée.....	35
Figure 4 : Synoptique de la Clarence et du Guarbecque	36
Figure 5 : Découpage hydraulique du bassin versant de la Bourre	52
Figure 6 : Niveaux et sens des écoulements du Nœud d'Aire	56
Figure 7 : Carte de l'altimétrie du bassin versant de la Lys	62
Figure 8 : Carte géologique	68
Figure 9 : Carte de la sensibilité aux remontées de nappe.....	69
Figure 10 : Hyétoigramme de la pluie hivernale, du 24 au 27 Décembre 1999.....	80
Figure 11 : Caractérisation de la pluie hivernale, du 24 au 27 Décembre 1999	80
Figure 12 : Photos lors de l'inondation de Mars 2012.....	84
Figure 13 : Exemple de calage de la campagne de photographies aériennes – Lys canalisée à Merville	84
Figure 15 : Croisement des couches Scan 25 / Flood Compartment	93
Figure 16 : Croisement des couches Topographie (LIDAR) / Flood Compartment	94
Figure 17 : Croisement des couches Géologie (BD Géol) / Flood Compartment.....	95
Figure 18 : Croisement des couches Géologie (BD Géol) / Flood Compartment.....	96

Chapitre 1 Objectifs de l'étude et présentation du TRI Béthune-Armentières

1.1 Les objectifs de l'étude

1.1.1 Contexte de l'étude

La présente étude se situe dans le contexte de la mise en œuvre de la directive européenne du 23 octobre 2007, relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondations (DI). Celle-ci a été transposée en droit français par l'article 221 de la LENE (loi portant engagement national pour l'environnement) du 12 juillet 2010 et par le décret n°2011-227 du 2 mars 2011, qui modifient le code de l'environnement.

En application de ce décret, la mise en œuvre comporte les étapes suivantes :

- Evaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI) : achevée le 22 décembre 2011 ;
- Identification des territoires à risques important d'inondation (TRI) : achevée à l'automne 2012 par la signature d'un arrêté préfectoral ;
- Elaboration des cartes des surfaces inondables et des cartes des risques d'inondation dans les TRI pour trois probabilités de dépassement : pour le 22 décembre 2013 ;
- Elaboration des plans de gestion des risques d'inondation (PGRI) : à achever pour le 22 décembre 2015.

Un Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) est une zone où les enjeux potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants, en comparaison avec la situation globale du district.

L'objectif de la présente étude est la réalisation des cartes des zones inondables représentant l'aléa extrême (T supérieur à 1000 ans) pour le TRI Béthune-Armentières, propre au débordement de la Lys et de ses principaux affluents (départements du Nord Pas-de-Calais).

1.1.2 Phasage et déroulement de l'étude

L'étude concernant l'élaboration des cartes des surfaces inondées pour l'évènement extrême se décompose en différentes étapes :

- **Etape 1 : Analyse de la documentation et du fonctionnement des bassins versants** (présent document) : Synthèse bibliographique critique à partir des études antérieures pour l'explication des phénomènes hydrologiques et hydrauliques en cause dans les inondations vécues ou à prévoir au droit du TRI ;
- **Etape 2 : Premiers éléments concernant les casiers et zones d'expansion de crues modélisées dans les études antérieures** : Elaboration de cartes comparatives mettant en évidence les casiers et « flood compartments » modélisés dans les études antérieures (Etude Inondabilité), face à la géologie, face à la topographie (LIDAR), face aux inondations T= 100 ans, pour une discussion sur la justification a priori, des zones d'expansion de crues modélisées.
- **Etape 3 : Détermination des débits pour l'évènement extrême** : calcul des débits extrêmes T > 1000 ans sur chacun des bassins élémentaires des 14 modèles hydrauliques ;
- **Etape 4 : Modélisation à partir des modèles existants des zones inondables pour l'évènement extrême / cartographie associée ;**

Remarque :

La méthodologie proposée dans une première approche par les services de l'état dans le cadre du marché initial prévoyait la confortation des résultats par le biais de deux méthodes menées en parallèle pour l'établissement des cartes d'inondation, à savoir une cartographie sur la base d'une étude géomorphologique et une cartographie d'une modélisation hydraulique.

Compte tenu des délais impartis très courts, la méthodologie retenue sur le territoire du TRI s'est vu modifiée et simplifiée. A été validé par le maître d'ouvrage la cartographie des zones inondables par la seule méthode issue d'une modélisation hydraulique détaillée.

De plus la réunion de démarrage (9 juillet 2013) a permis de poser les éléments affinés en terme méthodologique. Le compte rendu soumis et validé par le COPIL fait état que le travail sur l'extension des casiers est réalisée en même temps que le travail sur le modèle hydraulique : la phase 2 constituera une première analyse (cartes comparatives) sur l'ajout de nouvelles zones, a priori, sur la base des zones d'expansion déjà construites, les casiers seront construits dans le modèle dans le cadre de la phase 5, en parallèle de l'implémentation du modèle hydraulique.

Concernant l'estimation des débits extrêmes, aucune méthode n'est imposée par le Maître d'Ouvrage.

La méthode du Gradex est privilégiée ; confirmée si possible avec les données fournies de la base de données Shyreg-débit.

Concernant les apports amont, en dehors du TRI, les débits extrêmes seront calculés sur la base d'un gradex des débits de crue résultant des bassins amont globaux, juste aux points d'entrée vers le périmètre TRI. A l'intérieur du TRI seulement, le gradex des débits sera fait sur chacun des bassins élémentaires.

Les cartes d'inondation concernent les débordements de la Lys mais également les débordements des affluents inscrits dans le TRI. Seules les zones de débordements au sein du TRI seront implémentées afin d'aboutir à une cartographie au plus juste. »

1.1.3 Objectif de la Phase 1

Le présent document a pour objectif :

- La collecte, l'analyse et la critique des documents existants (rapports, état des lieux, modèles hydrauliques,...) ;
- L'analyse du fonctionnement hydrologique et hydraulique des bassins versants sur le TRI Béthune-Armentières.

1.2 Le secteur du TRI Béthune-Armentières

La délimitation du territoire du TRI Béthune-Armentières est fonction des limites administratives d'une commune ou d'un regroupement de communes. De ce fait, les limites du TRI ne suivent pas les bassins hydrographiques des cours d'eau.

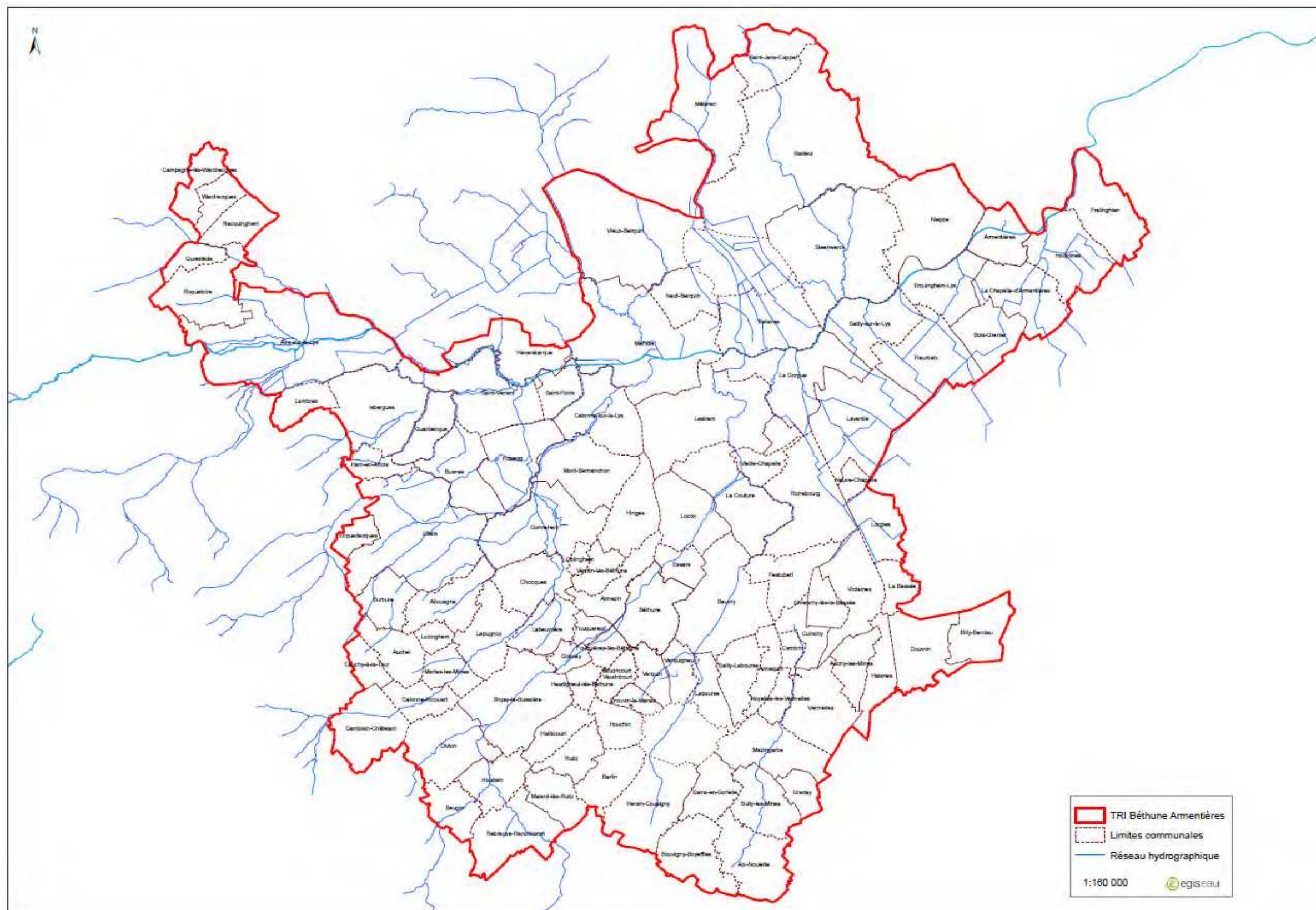
Le territoire du TRI Béthune-Armentières ne reprend pas l'ensemble du bassin versant de la Lys, mais regroupe 106 communes (dont 87 dans le département du Pas-de-Calais et 19 dans le Nord), sur un territoire d'environ 950 km².

Les unités hydrographiques concernées et localisées dans le périmètre du TRI Béthune-Armentières sont les suivantes:

- La Lys Rivière puis la Lys canalisée,
- La Bourre,
- La Becque de la Méteren,
- La Becque de St Jans Cappel,
- La Lawe amont et aval,
- La Loisne et Surgeon,
- La Clarence amont et aval,
- Le Guarbecque, la Busnes et la Demingue
- Le Grand Nocq,
- La Laquette,
- La Melde.

La carte suivante superpose la limite administrative du TRI Béthune – Armentières avec le réseau hydrographique principal.

Figure 1 : Cartographie des communes localisées sur le territoire du TRI



Chapitre 2 Analyse des études et modèles existants

2.1 Synthèse des études réalisées sur le bassin de la Lys [2007]

Source : Etude n°17 (cf : tableau 1)

Un grand nombre d'études explicitant le fonctionnement hydraulique sur le territoire du TRI Béthune-Armentières a déjà été réalisé, pour le compte de l'organisme en charge de la gestion du bassin versant de la Lys : le SYMSAGEL.

Intitulé de l'étude	Numérotation	Auteur	Maître d'ouvrage	Date d'achèvement
PGGEEC de la Melde du Pas-de-Calais et du contrefossé du canal de Neufossé	1	CE3E / DHI	SYMSAGEL	2003
PGGEEC des canaux de la Bourre	2	HASKONING	SYMSAGEL	Juillet 2003
PGGEEC de la Lys rivière	3	HAECN	SYMSAGEL	Décembre 2004
PGGEEC de la Lawe	4	SAFEGE	SYMSAGEL	Avril 2005
PGGEEC de la Grande Becque de Saint Jans Cappel	5	BRL	SYMSAGEL	Décembre 2004
PGGEEC de la Loisme, du Surgeon et de la Fontaine de Bray	6	HASKONING	SYMSAGEL	Juillet 2005
PGGEEC de la Méteren Becque	7	SOGREAH	SYMSAGEL	Juillet 2006
PGGEEC de la Laquette et de la Laque	8	HAECN	SYMSAGEL	Mai 2006
Etude de reconquête environnementale du fossé d'Avesnes	9	HASKONING	SYMSAGEL	Septembre 2003
Etude hydraulique de la Calonne	10	ISL	SYMSAGEL	Septembre 2003
Diagnostic hydraulique détaillé du bassin versant amont du Grand Nocq	11	BRL	SYMSAGEL	Décembre 2004
Pré-étude des réseaux et des flux de la Flandre intérieure, du Bas-Pays et de la plaine de la Lys	12	SETEGUE (EGIS Eau)	SYMSAGEL	Septembre 2005
Etude hydraulique du nœud d'Aire	13	SYMSAGEL/VNF	SYMSAGEL	Mai 2006
Synthèse hydraulique des bassins versant de la Clarence et du Guarbecque	14	SETEGUE (EGIS Eau)	SYMSAGEL	Mars 2007
Schéma directeur de prévision des crues	15	STUCKY	DDE 62	2004
Etude d'amélioration de la gestion des siphons de la liaison à grand gabarit Dunkerque-Escaut (section 1060 – canal d'Aire)	16	SOGREAH	SN - VNF	Mars 2003
Synthèse des études réalisées sur le bassin versant de Lys et des modèles hydrauliques existants ; Fascicule 1 : Texte, Fascicule 2 : tableaux	17	SETEGUE (EGIS Eau)	SYMSAGEL	Mai 2007
Pré-étude des flux et des réseaux hydrauliques du sous-bassin du Bas-Pays, de la Plaine de la Lys et de la Flandre intérieure	18	SETEGUE (EGIS Eau)	SYMSAGEL	Juillet 2005
Etude d'aménagement intégré de la Clarence ; Phase 1 : Etat initial du réseau hydrographique, Phase 3 : Etudes hydrauliques	19	S.A Gestion de l'Environnement	SIVU de la Clarence	Avril 2001

Diagnostic détaillé des problèmes hydrologiques et hydrauliques du bassin versant du Grand Nocq ; Phase 1 : Constat, analyse et compréhension de la situation actuelle, Phase 2 : Modélisation hydrologique et hydraulique	20	BRL	SYMSAGEL	Septembre 2004
Aménagement du bassin versant du Guarbecque	21	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Pas-de-Calais	Syndicat de communes du Lillerois	Mai 2001
Etude hydraulique du Turbeauté aval – Etude des désordres hydrauliques sur les versants d'apport du Turbeauté amont	22	SETEGUE (EGIS Eau)	SYMSAGEL	Septembre 2008
Etudes pré-opérationnelles et de conception des zones d'expansion de crues de la Melde du Pas de Calais et du Lauborne ; Phase 1 et 2	23	HAECON	SYMSAGEL	Novembre 2005
Etude du risque inondation sur le bassin versant de la Lys - Aléas, enjeux et gains ; Fascicule 1 : Présentation générale et synthèse, Fascicule 2 : Modèles hydrauliques, Cartes d'aléas, Fascicule 3 : Cartographie de l'aléa inondation	24	EGIS EAU	SYMSAGEL	Janvier 2013
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Bourre et de ses canaux	25	EGIS EAU	SYMSAGEL	Mars 2012
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Bourre et de ses canaux	26	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lawe	27	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lawe - retenues collinaires et autres aménagements de versants	28	EGIS EAU	SYMSAGEL	Août 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Loisme et du Surgeon	29	EGIS EAU	SYMSAGEL	Novembre 2011
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Loisme et du Surgeon	30	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lys amont et de la Laquette	31	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur le réseau	32	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012

hydrographique de la Lys amont et de la Laquette				
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Météren Becque – Grande Becque de Saint-Jans-Cappel	33	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Météren Becque – Grande Becque de Saint-Jans-Cappel	34	EGIS EAU	SYMSAGEL	Août 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques de la Clarence et du Guarbecque	35	EGIS EAU	SYMSAGEL	Décembre 2011
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques de la Clarence et du Guarbecque	36	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Laquette	37	EGIS EAU	SYMSAGEL	Octobre 2011
Etude de conception d'aménagement de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Laquette	38	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012

Tableau 1 : Liste des études réalisées antérieurement sur le territoire du TRI Béthune-Armentières

Une première synthèse de ces différentes études a été réalisée par SETEGUE en 2007, il s'agit de la « Synthèse des études réalisées sur le bassin versant de la Lys et des modèles hydrauliques existants, SYMSAGEL, SETEGUE, mai 2007, fascicule 1 : texte et 2 : tableaux »

La synthèse concerne principalement :

- 14 études menées sous l'égide du Symsagel (directement ou en partenariat avec le Service Navigation);
- 2 études menées sous l'égide du Service de la Navigation / Voies Navigables de France;
- 3 études antérieures aux approches SYMSAGEL.

Les études initiales, prises en compte lors de la synthèse réalisée en 2007, sont inventoriées dans le tableau suivant :

INTITULE ETUDE	INTITULE SIMPLIFIE	AUTEUR	MAITRE D'OUVRAGE	ACHEVEMENT
PGGEEC de la Melde du Pas-de-Calais et du contrefossé du canal de Neufossé	MELDE	CE3E / DHI	SYMSAGEL	Interrompue 2003
PGGEEC des canaux de la Bourre	BOURRE	HASKONING	SYMSAGEL	Juillet 2003
PGGEEC de la Lys rivière	LYS	HAECON	SYMSAGEL	Décembre 2004
PGGEEC de la Lawe	LAWE	SAFEGE	SYMSAGEL	Avril 2005
PGGEEC de la Grande Becque de Saint Jans Cappel	GBSJC	BRL	SYMSAGEL	Décembre 2004
PGGEEC de la Loïsne, du Surgeon et de la Fontaine de Bray	LOISNE	HASKONING	SYMSAGEL	Juillet 2005
PGGEEC de la Laquette et de la Laque	LAQUETTE	HAECON	SYMSAGEL	Mai 2006
PGGEEC de la Méteren Becque	METEREN	SOGREAH	SYMSAGEL	Juillet 2006
Etude de reconquête environnementale du fossé d'Avesnes	FOSSE d'AVESNES	HASKONING	SYMSAGEL	Septembre 2003
Etude hydraulique de la Calonnette	CALONNETTE	ISL	SYMSAGEL	Septembre 2003
Diagnostic hydraulique détaillé du bassin versant amont du Grand Nocq	GRAND NOCQ	BRL	SYMSAGEL	Décembre 2004
Pré-étude des réseaux et des flux de la Flandre intérieure, du Bas-Pays et de la plaine de la Lys	PL / BP / FI	SETEGUE	SYMSAGEL	Septembre 2005
Etude hydraulique du nœud d'Aire	NŒUD D'AIRE	SYMSAGEL/VNF	SYMSAGEL	Mai 2006
Synthèse hydraulique des bassins versant de la Clarence et du Guarbecque ³	CLARENCE	SETEGUE	SYMSAGEL	Mars 2007
Etude d'amélioration de la gestion des siphons de la liaison à grand gabarit Dunkerque-Escaut (section 1060 – canal d'Aire)	SIPHONS	STUCKY	SN – VNF	Mars 2003
Schéma directeur de prévision des crues		SOGREAH	DDE 62	2004

Tableau 2 : Inventaire détaillé des études retenues pour la synthèse 2007¹

¹ PGGEEC : Plan de Gestion Globale et Equilibrée des Ecoulements et des Crues

Les paragraphes suivants présentent de manière critique les différents composants des études antérieures à 2007 réalisées sur le bassin de la Lys.

2.1.1 Phases d'état des lieux (constats, analyses et compréhension de la situation actuelle) – Etudes PGGEEC

2.1.1.1 Recueils des données

Niveaux d'approche des études

A l'exception de l'étude Melde dont l'approche s'est révélée très sommaire dès cette étape initiale, et dans une moindre mesure l'étude Bourre, les autres sous-bassins ont été traités avec rigueur et exhaustivité sur ce point ; les rencontres avec les acteurs locaux notamment ont été fertiles en informations que les bureaux d'études ont parfois difficilement synthétisées et hiérarchisées, au détriment de la vision globale des problématiques.

Lacunes de données

Les principales lacunes portent sur les données quantitatives et ne sont pas, la plupart du temps, le fait des bureaux d'étude prestataires. Ces lacunes sont malheureusement déterminantes pour la suite des études et conditionnent la plupart des principaux doutes persistant à l'issue de certaines de ces études. Il s'agit des catégories suivantes :

- Données pluviométriques locales : la moitié des secteurs d'étude ne bénéficient pas de points d'observation des précipitations situés dans leur périmètre ou représentatifs de la pluviométrie affectant certains bassins d'apport critiques.
- Données limnimétriques et débimétriques : seules 3 stations de jaugeage DIREN ont pu servir de référent aux analyses hydrologiques et au paramétrage des modèles (études Lys et Laquette), et des campagnes des quelques mois réalisées sous l'égide directe du Symsagel ou dans le cadre des études, un seul secteur a permis la collecte de données réellement intéressantes (étude Loïsne), en raisons de conditions hydrologiques défavorables de fin 2002 à début 2005.
- Repères précis de niveaux de crue : quelle que soit la pertinence des investigations de terrain réalisées par les BET, les circonstances hydrologiques ont été très défavorables à l'observation de repères fiables sur les niveaux d'inondation atteints ; seule l'étude Melde, début 2002, aurait permis d'observer des niveaux de crue hivernale (ce qui n'a pas été fait), et seule l'étude Laquette a bénéficié d'un événement orageux estival pendant son déroulement, qui a permis au BET de fiabiliser son modèle et son diagnostic (ce qui a été fait).

2.1.1.2 Réseaux hydrographiques étudiés

Des différences notables apparaissent dans les niveaux d'approche des différents cabinets², d'abord en raison de cahiers des charges plus ou moins exigeants ou de COPIL plus ou moins intransigeants, en fonction de la complexité des réseaux étudiés également. Le travail le plus exhaustif, bien que les aspects didactiques et synthétiques soient les points faibles des rapports, est fourni dans les études Lys et Laquette, réalisées par le BET Haecon.

Il est assez difficile de comparer les densités hydrographiques sur les bases de ces études puisque certaines ne proposent, en termes de linéaires principalement, que des données macroscopiques (Lawe, Melde), voire pas d'informations accessibles simplement (Bourre, Grande becque de Saint Jans Cappel), alors que d'autres vont jusqu'à recenser des éléments hydrographiques non pérennes tels que les creuses et fossés de principaux talwegs (Lys, Laquette).

2.1.1.3 Pré-diagnostics

Les zones inondables ont été correctement recensées mais rarement hiérarchisées : l'approche «enjeux» n'a souvent été réalisée qu'en prélude des études de solutions, parfois sous la pression des intervenants techniques des COPIL. Cet aspect, qui appelle de toute façon une réflexion globale sera prévue d'ailleurs dans le cadre du PAPI LYS (cartographie des enjeux et des gains).

Au stade de pré-diagnostic, les relations causales (pourtant utiles à la préparation des modèles) entre les précipitations et les crues, entre la géomorphologie des vallées et la dynamique des crues, n'ont guère été approfondies: les BET dans leur ensemble ont semblé fonder une grande partie de leur réflexion sur les modèles mathématiques à venir. La qualité de certains de ces modèles, puis l'exhaustivité des recherches de solutions, montrent que ces volets n'ont pas nécessairement été négligés, mais il eut été opportun de faire part de ces analyses de manière plus différenciée et plus lisible.

² Etude Melde : les linéaires produits sont exprimés hors diffluences et biefs – Etude Lawe : linéaires Lawe moyenne hors biefs – Etude Météren Becque : les linéaires sont ceux modélisés exclusivement.

2.1.1.4 Evaluations des études PGGEEC

Il convient ici de rappeler que les études de PGGEEC se sont globalement déroulées en étapes :

- Dans un premier temps les études Melde et Bourre que l'on pourrait qualifier « études d'essai », qui ont démontré la nécessité de développer et de cadrer davantage les programmes d'étude ;
- Ensuite les études Lys, Lawe et Grande Becque de Saint jans Cappel, réalisées sur la base du même programme (adapté aux contextes), consacrées pour les deux premières à deux sous-bassins essentiels dans la problématique des crues sur le bassin de la Lys ;
- Enfin les études Laquette, Loisme, Météren, réalisées sur la base de programmes légèrement modifiés par rapport aux précédentes, dans la forme plus que sur le fond.

Le tableau suivant pose un bilan critique sur les études menées :

ETUDE	ANALYSE GENERALE DES CONTEXTES DU RUISSELLEMENT ET DES CRUES	INVENTAIRES ET LOCALISATION DES DESORDRES	OBSERVATIONS
MELDE	Très incomplète et sommaire, aucune discrimination des points durs et paramètres défavorables	Semblent relativement exhaustifs au plan géographique Imprécision descriptive des circonstances	Approche très sommaire, limitée aux constats, incomplets
BOURRE	Très incomplète et sommaire, certains contextes naturels et anthropiques sont passés sous silence	Inventaire exhaustif au regard des fiches communes, mais aucune synthèse ou information organisée et hiérarchisée	Approche très sommaire et assez peu didactique
LYS	Description complète des facteurs naturels et anthropiques du ruissellement et des écoulements	Inventaire exhaustif au regard des fiches communes, synthèse textuelle et cartographique	Approche exhaustive de prédiagnostic bien qu'il manque quelques repères didactiques et synthétiques (tableaux, cartes)
LAWE	Description complète et didactique des facteurs naturels et anthropiques du ruissellement et des écoulements	Inventaire très exhaustif au regard des fiches communes, synthèse textuelle et cartographique	Approche exhaustive de prédiagnostic avec de bons repères didactiques (tableaux, cartes)
GBSJC	Description complète et didactique des facteurs naturels et anthropiques du ruissellement et des écoulements	Inventaire très exhaustif au regard des fiches communes, synthèse textuelle et cartographique	Approche exhaustive de prédiagnostic avec de bons repères didactiques (tableaux, cartes)
LOISNE	Description complète des facteurs naturels et anthropiques du ruissellement et des écoulements	Inventaire très exhaustif au regard des fiches communes, synthèse textuelle, cartographies détaillées	Approche exhaustive de prédiagnostic, mais manque de repères didactiques et synthétiques (tableaux, cartes)
LAQUETTE	Description complète des facteurs naturels et anthropiques du ruissellement et des écoulements	Inventaire exhaustif au regard des fiches communes, synthèse textuelle et cartographique	Approche exhaustive de prédiagnostic bien qu'il manque quelques repères didactiques et synthétiques (tableaux, cartes)
METEREN	Analyse assez sommaire des facteurs naturels et anthropiques des écoulements – ruissellement/érosion plus complet	Inventaire exhaustif au regard des fiches communes, synthèse didactique (tableaux et cartographie)	Approche de constat plutôt que d'explication, le texte manque de corps

Tableau 3 : Evaluation des études de PGGEEC

2.1.2 Modélisations hydrologiques et hydrauliques – Etudes PGGEEC

2.1.2.1 Méthodes de modélisation

Les volets hydrologiques des modélisations, se sont principalement cantonnés aux phénomènes de surface, sans appréhender toutes les interactions surface / sol / sous-sol qui conditionnent notamment les crues hivernales : cette imbrication de l'ensemble des contributions hydrologiques a en revanche été abordée dans le modèle de synthèse Clarence-Busnes-Guarbecque.

Certains modèles hydrauliques ont péchés par des simplifications qui n'ont cependant pas gravement affecté leur validité dans les zones d'enjeux, à l'exception d'un modèle invalidé (Melde) et d'un modèle contesté (Lawe) ; a contrario certains modèles plus élaborés (Laquette, Clarence-Busnes-Guarbecque), conformes à l'esprit des programmes d'étude, se trouvent alourdis par la complexité même des réseaux hydrographiques représentés.

Cependant la principale lacune de ces outils, est l'absence de données fiables de calage, à l'exception des modèles Lys, Laquette et Clarence-Busnes-Guarbecque (Loisne dans une certaine mesure).

2.1.2.2 Construction des modèles

Six des neuf modèles hydrauliques traités ici peuvent être considérés comme valides au plan structurel, au regard des enjeux et des attentes dans le cadre des études : Lys, Laquette, Grande Becque de Saint Jans Cappel, Clarence-Busnes-Guarbecque, Météren Becque, Loisne. Les quatre premiers de ces modèles sont réalisés à partir du logiciel standard Infoworks et sont à la disposition du Maître d'Ouvrage, le cinquième est réalisé à partir du même logiciel standard Carima, que la modèle Lys canalisée et le modèle du nœud d'Aire, mis en œuvre par le Service Navigation, et le dernier est réalisé sous le logiciel Sobek, strictement 1D.

Deux modèles ne répondent pas aux critères définis à partir de 2002 car ils n'ont pas été calés et ont été extrêmement simplifiés : la Melde et la Bourre. Ces derniers ont en revanche été partiellement reconstruits et calés, respectivement sous Infoworks (Melde aval, à la disposition du Symsagel) et Carima (Borre Becque), dans le cadre d'études de faisabilité d'aménagements ainsi que de l'étude d'inondabilité.

Le modèle LAWE pose problème en raison de sa topologie nettement moins affinée: les informations mises à disposition du Maître d'Ouvrage ne permettent pas d'évaluer toute sa pertinence a priori. De plus son complémentaire qu'est le modèle du fossé d'Avesnes réalisé sous Sobek, n'a pas fait l'objet d'un calage (faute de données), ce qui pose problème au regard de la répartition des contributions urbaines.

2.1.2.3 Diagnostic quantitatif

Les réserves relatives aux résultats quantitatifs, font toutes état de vraisemblables majorations des débits de crue calculés par rapport aux débits de crue réels (non mesurés) : cette tendance uniforme étant plutôt pénalisante en termes de volumes et débits à stocker et écrêter pour réduire les débordements dommageables, les incertitudes ne nous paraissent pas préjudiciables et ne remettent pas en cause les réflexions ultérieures menées lors des phases de recherche de solutions.

Les bilans descriptifs et quantitatifs des zones d'expansion des crues naturelles mobilisables et de leurs sollicitations respectives en situation actuelle, ne répondent généralement pas aux attentes des programmes d'étude, à ce stade d'avancement : il faut attendre les phases 4 de simulations d'aménagements, pour voire produites ces grandeurs.

Dans l'ensemble, de l'hydrologie des bassins élémentaires aux diagnostics hydrauliques, cette faiblesse en termes de rendus quantitatifs synthétiques est le principal reproche que l'on puisse adresser à l'ensemble des études.

Globalement, si l'on se réfère à la structure et aux paramétrages des modèles, aux résultats obtenus et transcrits sous formes didactiques, et aux éléments de diagnostic présentés, les objectifs du programme d'étude n'ont pas été intégralement remplis, notamment dans la forme, mais il n'est pas mis en évidence de lacune méthodologique flagrante (hors étude MELDE), ni d'invalidité manifeste des hypothèses et résultats produits : plusieurs modèles restituent localement des éléments éventuellement contestables, mais pas au-delà des incertitudes admissibles sur des systèmes hydrauliques tels que ceux étudiés, a fortiori en l'absence de données de calage pour les trois quarts d'entre eux.

2.1.3 Cas d'études particulières

2.1.3.1 Etude de diagnostic détaillé des problèmes hydrologiques et hydrauliques du bassin versant du Grand Nocq

Approche générale

Le bureau d'études, ayant réalisé l'étude, a découpé le bassin amont en 10 sous-bassins principaux et 36 versants élémentaires : par soucis de cohérence et d'alimentation réaliste du modèle hydraulique, le périmètre de la modélisation hydrologique a en effet été étendu au sous-bassin du fossé Justin, d'où une aire modélisée (pour la transformation pluie-débit) de 17 km² soit une taille moyenne d'environ 50 ha par entité hydrologique élémentaire. Cette précision est conforme au niveau d'étude attendu.

Afin d'alimenter le modèle hydraulique aval, le bassin de drainage de la plaine a également été découpé en 8 entités macroscopiques (soit 500 ha en moyenne) sur lesquelles il n'a de toute façon été procédé qu'à une transformation hydrologique conceptualisée, basée sur l'hypothèse que les courants affluents ne pouvaient transiter que des débits « écrêtés » en raison de leur très faible pente et de contraintes aval : sur ce secteur les phénomènes ne sont pas aussi simples, et si écrêtement il y a, il proviendrait plutôt, en théorie, de la limitation des apports des drains agricoles affichée par l'association de drainage locale (1 l/s/ha).

Sur les sous-bassins amont, les hydrogrammes de projet ont été générés au moyen du logiciel Phénix, basé sur la méthode rationnelle, donc essentiellement fondé sur la notion de coefficients de ruissellement. Comme la plupart des méthodes mises en œuvre dans les études de PGEEC, cette transformation ne prend en compte ni la saturation des sols, ni les apports de nappe. Sur des épisodes orageux, considérés comme les plus sensibles sur ce secteur d'étude en raison de leur brutalité, cette lacune n'est cependant pas rédhibitoire.

Les bassins élémentaires ont fait l'objet d'une analyse détaillée de leur topographie et de l'occupation des sols, et les coefficients de ruissellement affectés (le BET a différencié deux saisons, supposées représenter l'occupation et l'état des sols dans deux circonstances pénalisantes estivale et hivernale, mais les valeurs sont assez peu différenciées), bien que paraissant relativement élevés (de l'ordre de 0,30 en moyenne pour T = 10 ans), ont été validés empiriquement par le Comité de suivi technique.

Il faut noter que l'étude comportait un volet de mesures de débits qui aurait pu permettre de caler et de valider rigoureusement les modèles hydrologiques et hydrauliques, ce qui ne fut pas le cas en raison de circonstances météorologiques très défavorables en 2003.

Comme toujours avec la méthode rationnelle, qui peine à reproduire les phénomènes d'amortissement diffus sur les surfaces perméables et semi-perméables ainsi que dans les chevelus de collecte, les débits de pointe aux exutoires des bassins élémentaires sont certainement parfois exagérés, notamment pour les pluies très exceptionnelles (50 ans et au-delà) : ce phénomène est encore exacerbé par le choix du BET d'affecter des coefficients majorés de 20 %, pour un événement cinquantennal, visant à reproduire les effets de saturation plus importants lors d'événements majeurs d'après les comparaisons de volumes de crues aux stations de jaugeage les plus proches, mais qui ne s'applique pas aussi simplement (en effet les crues exceptionnelles des cours d'eau indiquent un accroissement important du coefficient de restitution, lequel cependant est le fruit de 3 composantes de ruissellement, de drainage hypodermique et de gonflement des apports de nappe). En particulier cette majoration a été appliquée à l'événement réel d'août 2002, dont la période de retour en terme d'intensités de pointe n'a jamais dépassé 20 ans.

Cela ne remet pas fondamentalement en cause les ordres de grandeur des résultats produits par le BET, pour 9 événements hydrologiques (4 périodes de retour et 2 typologies de pluie de projet, une pluie réelle).

En parallèle le BET a livré une excellente analyse des conditions et sensibilités à l'érosion sur ces versants amont, conformes aux attentes du Maître d'Ouvrage.

Volet Hydrologique – Modélisation, résultats et évaluation

Le BET a en fait réalisé deux modèles, construits sous deux logiciels différents non couplés :

- Pour la traversée d'Allouagne et jusqu'à l'A26 (cours d'eau fortement artificialisé avec tronçons canalisés enterrés, débordements non écrêtants avec écoulements sur chaussée), le modèle mis en œuvre a été construit sous logiciel CANOE ; il s'agit d'un modèle 1D avec résolution complète des équations de Saint-Venant, initialement conçu pour des applications d'hydraulique urbaine à surface libre (assainissement).
- En aval de l'A26 et jusqu'à la confluence (cours d'eau un peu moins artificialisé, essentiellement chenalisé), un modèle fluvial classique 1D-2D a été construit sous ISIS ; il s'agit d'un modèle avec lit mineur et casiers.

A l'issue du diagnostic quantitatif exhaustif précédemment évoqué, le BET s'est livré, sur l'ensemble du tracé cette fois, à un diagnostic intégré, portant aussi bien sur la dynamique globale des crues, que sur l'interprétation sectorielle des désordres dont les principaux éléments quantitatifs sont aussi mis en exergue, tels les ratios des volumes débordés par rapport aux volumes ruisselés : le rapport de modélisation comprend ainsi 10 pages de vrai diagnostic (c'est-à-dire à la fois descriptif, quantitatif et explicatif) d'excellente facture, très clair et didactique.

On peut donc constater que, quelques fussent les incertitudes liées à la définition étriquée du périmètre d'étude (imputable au maître d'ouvrage et à son assistant), les difficultés de validation du modèle liées à l'absence de calage (imputable aux conditions climatiques défavorables concomitantes à l'étude), et les errements méthodologiques sur la partie amont (imputables au BET), l'étude demeure à ce stade relativement complète, assurément didactique, incontestablement intellectuellement honnête, et manifestement plutôt pertinente.

2.1.3.2 Etude diagnostique et Etude d'aménagement du bassin versant du Guarbecque

Le volet hydrologique se résume en un calcul des débits de pointe par les méthodes rationnelle et Crupedix, avec une précision topologique et de paramétrages très sommaires puisque :

- Le bassin versant a été découpé en 16 sous-bassins, soit 350 ha par sous-bassin environ, mais de manière très hétérogène et très focalisée sur la génération du ruissellement en amont de Norrent-Fontes, alors que par contraste la Riviérette jusqu'à Molingham ne représente qu'un seul bassin, et surtout que, de Molingham et Ham-en-Artois (à partir du Marais Pourri en fait) jusqu'à Saint Venant, tout le réseau hydrographique (Riviérette, Guarbecque, Fauquethun, Vieille Lys) est concerné par un seul sous-bassin (dont l'occupation est très hétérogène puisqu'il comprend aussi bien l'agglomération d'Isbergues que les terres agricoles drainées de la plaine de la Lys) dont la superficie représente plus de 30 km².
- Les coefficients de ruissellement ont été affectés de manière relativement simpliste, et l'approche hydrologique dans la plaine est entachée d'erreurs d'hypothèses et de raisonnements.

Indépendamment de la valeur intrinsèque des résultats produits, on est surpris par la démarche méthodologique qui consiste à s'intéresser davantage aux sous-bassins amont et au ruissellement (qui constitue d'ailleurs effectivement un problème) dans une étude dont l'objectif initial est de réduire les inondations des agglomérations aval, sans la moindre approche hydraulique quantitative (au sens des cours d'eau et des écoulements).

2.1.3.3 Etude sur le nœud hydraulique d'Aire-sur-la-Lys

L'étude, menée en 2004-2005, a comporté 3 phases :

- Une phase d'état des lieux descriptif du patrimoine hydrographique et hydraulique du nœud d'Aire (9 cours d'eau, bras ou biefs, 6 ouvrages concernés) ;
- Une phase d'analyse fonctionnelle sur la base des données empiriques et déterministes disponibles ;
- Une phase, de loin la plus lourde, de construction et de mise en œuvre d'un modèle propre au nœud d'Aire.

Le modèle fut construit sous CARIMA : ce choix s'est imposé assez naturellement : les réseaux hydrographiques amont (LYS, MELDE, LAQUETTE) étaient modélisés sous un même standard (Infoworks RS) dont le maître d'ouvrage ne disposait pas de la licence et dont deux d'entre eux étaient encore inachevés au moment du démarrage de l'étude, alors que la Lys canalisée en aval était au contraire déjà modélisée sous ce standard CARIMA, modèle opérationnel et intégralement à la disposition du Service Navigation (licence incluse). Le modèle pouvait donc, non seulement être élaboré en interne par un spécialiste connaissant déjà bien les contextes « aval », mais de plus, être greffé sur le modèle Lys canalisée, ce qui représentait quelque commodité de calcul³.

³ Il sera évoqué en seconde partie de ce dossier, l'intérêt à conserver cette répartition dans le futur ou à travailler plutôt sous Infoworks RS.

La phase de modélisation numérique s'est elle-même décomposée en 3 étapes :

- Analyse topologique, construction et paramétrages du modèle intrinsèque au nœud d'Aire ;
- Adjonction au modèle Lys canalisée qui s'étend jusqu'à Deûlémont ;
- Simulations de différents événements hydrologiques selon des scénarios prenant en compte différents modes de gestion des ouvrages de contrôle et de répartition des flux, de manière à ne pas observer de débordements dans Aire-sur-la-Lys.

Bien que très détaillé et paramétré en l'état des données existantes (suivis limnimétriques de la Lys et du canal au droit des points d'échange, connaissance du fonctionnement global de ces échanges et des ouvrages de contrôle), ce modèle a, de manière évidente et de l'avis même de son auteur, vocation à évoluer pour au moins 4 raisons :

- Au plan topologique, il mérite d'être incrémenté des tronçons des cours d'eau affluents de la Lys, situés entre les points actuels d'injection et les points amont où sont produits les hydrogrammes (i.e. routage de la Laquette entre la RN43 et la Lys, y compris bras de décharge, routage de la Liauwette).
- Au plan des injections précisément, on distingue les cas de la Lys rivière et de la Laquette dont les hydrogrammes issus de modèles calés, sont fiables, des cas de la Melde, et dans une moindre mesure de la Liauwette et du Bruveau dont les hydrogrammes sont basés sur des hypothèses hydrologiques non encore validées ; dans ce cas ce n'est pas réellement le modèle du nœud d'Aire qui est évolutif, mais les modèles amont.
- Au plan des paramétrages hydrauliques, ils pourront être affinés par l'exploitation des résultats des points de suivi hydrométriques mis en place depuis l'entrée d'Aire et depuis Wittes.
- Au plan hydraulique encore, il serait intéressant de lui adjoindre des casiers d'inondation en entrée et dans Aire, de manière à examiner des scénarios d'événements débordants (cas d'événements hydrologiques très exceptionnels ou de problèmes liés à la gestion des flux évoquée plus haut.

2.1.3.4 Pré-étude des flux et des réseaux hydrographiques du Bas-Pays, de la plaine de la Lys et de la Flandre intérieure

Objet et approche générale de la pré-étude

La pré-étude a été réalisée par Setegue sous maîtrise d'ouvrage directe du Symsagel ; il s'agit de ce que l'on pourrait aussi appeler une « étude de préfiguration », sans approche quantitative par quelque moyen que ce soit, et qui a comporté 3 volets :

- Une analyse des contextes physiques naturels et anthropiques, basée sur les sources bibliographiques et cartographiques disponibles ;
- Des investigations in situ et des contacts locaux assez exhaustifs (questionnaires systématiques, entretien avec toutes les collectivités disponibles, reconnaissances pédestres des ouvrages et tracés), qui ont fait l'objet d'un atlas cartographique de prédiagnostic hydromorphologique et d'un inventaire des désordres hydrauliques ;
- Phase de préfiguration au sens strict, c'est-à-dire de propositions d'orientations et de solutions exploratoires pour une meilleure connaissance des systèmes hydrauliques et des principes d'aménagements adaptés aux phénomènes locaux, notamment celui de la « baignoire », principal trait du fonctionnement des écoulements dans le périmètre examiné.

Le périmètre dénommé « Bas-Pays, plaine de la Lys et Flandre intérieure » regroupe tout le territoire du bassin de la Lys, délimité par le canal à grand gabarit entre Aire-sur-la-Lys et la Bassée, au sud, la Lys canalisée entre Aire et Deûlémont au nord-ouest, et les rebords naturels du bassin versant dans le pays des Weppes à l'est : l'ensemble couvre 350 km².

Ce territoire comprend en fait les réseaux hydrographiques aval du Guarbecque, de la Clarence, du Turbeauté, de la Lawe et de la Loïsne, ainsi que les becques et courants affluents de la Lys canalisée en rive droite : l'étendue du réseau hydrographique structurant et principal est estimée à 350 km (inventaire Setegue), et beaucoup plus si l'on inclut de larges et profonds fossés de drainage de la plaine (BD Carthage), auxquels n'est pas associée de toponymie définie.

Bien que la zone possède ses propres typicités et productions hydrologiques, elle est surtout caractéristique en tant que zone d'amortissement et d'échanges, des flux important émis par l'amont, vers la Lys canalisée, à travers des drains de surface de très faible pente et de capacités d'écoulements limitées.

Principaux constats et propositions d'approfondissements

Les principaux désordres hydrauliques résultent des crues émises par l'amont, dont les effets dans la plaine sont aggravés par la densification des enjeux urbains.

Un autre phénomène majeur, et très peu maîtrisé, est l'artificialisation des systèmes locaux :

- Celle des tracés (rectifications, reprofilages, chenalisations, endiguements) ;
- Celle des apports intrinsèques (drainages agricoles, remembrements, réseaux urbains).

Les principales propositions émises à l'issue de cette pré-étude ont été :

- Améliorer la connaissance de ce territoire, plutôt selon une logique thématique (le drainage, les digues et les berges, les zones humides), notamment pour rationaliser les pratiques de « gestion », voire enrayer certaines d'entre elles ;
- Réhabiliter et protéger certains patrimoines sensibles (zones humides, ouvrages routiers à risque) et restaurer les cycles hydrologiques naturels, y compris en renonçant à des pratiques imprudentes d'aménagement du territoire ;
- Redonner aux systèmes naturels (zones humides) et historiques (réseaux maillés de courants et grands fossés), leur rôle écrêteur ou amortisseur initial.

2.2 Etudes de faisabilité [2007 – 2012]

Source : Etudes n°25, 27, 29, 31, 33, 35 et 37 (cf : tableau 1)

2.2.1 Recensement des études de faisabilités

Le SYMSAGEL, dans le cadre de l'élaboration et de la mise en œuvre du SAGE de la Lys, a mené depuis 2002 une série d'études hydrauliques sur l'ensemble des sous-bassins versants de la Lys, afin de comprendre et de quantifier les phénomènes de ruissellement, d'écoulements, et les désordres et crues qu'ils engendrent, et, dans la mesure du possible, d'envisager les moyens de résorber ces problèmes.

A l'issue des études de PGGEEC (Plans de Gestion Globale et Equilibrées des Ecoulements et des Crues) et autres approches menées par le SYMSAGEL, un programme d'actions et d'aménagements variés, allant de la ZEC de plusieurs centaines de milliers de m³ aux aménagements diffus légers de type bandes enherbées, fascines, ... a été élaboré.

Des études de faisabilité et de conception détaillées des aménagements pressentis comme les plus importants, c'est-à-dire les zones d'expansion des crues sur le réseau hydrographique principal, ont alors été engagées à partir de 2006-2007, sur l'ensemble des sous-bassins versants de la Lys et de ses affluents :

- ✓ Dans une 1^{ère} phase à partir de 2006, études relatives à la création de zones d'expansions de crues essentiellement, sur le réseau hydrographique principal ;
- ✓ Dans une seconde phase à partir de 2009, études relatives à la création d'aménagements très diversifiés de zones d'expansion de crues sur les réseaux hydrographiques principaux et secondaires, de retenues collinaires, et d'autres aménagements plus modestes (retenues filtrantes, zones d'inondations contrôlées).

L'objet de ces études était d'affiner les études de « Plan de Gestion Global et Equilibré des Ecoulements en Crue des eaux » et de passer du stade d'études de programmation au stade d'études de faisabilité détaillée, de dimensionnements hydrauliques et de définition, pour les aménagements dont l'opportunité est démontrée.

L'objectif des études de faisabilité a été :

- D'étudier les contextes et les contraintes présents sur les sites d'aménagements pressentis afin de valider et/ou invalider la nature et la localisation de ces ouvrages, et le cas échéant, examiner des implantations et/ou des solutions alternatives.
- Répertorier les enjeux sur lesquels les aménagements auront un impact ; qu'ils soient positifs (réduction des inondations) ou négatifs (amputations foncières, enjeux environnementaux...)
- Mener des calculs hydrologiques et hydrauliques en situation actuelle et aménagée afin d'affiner le dimensionnement et le fonctionnement des aménagements et de quantifier leur efficacité ;
- Etudier la faisabilité globale des aménagements au regard des données et contextes hydraulique, technique (géotechnique, géologique,...), anthropique (zone à enjeux, zone future d'urbanisation, réseaux d'assainissement, de télécommunication et autres, cavités souterraines, ...), environnemental et financier (calcul du ratio coût/efficacité) ;
- Etablir une synthèse de l'ensemble de ces informations et valider les sites où les aménagements peuvent être réalisés.

Dans un premier temps, il s'agissait de répertorier l'ensemble des enjeux du bassin versant et d'étudier les contextes et les contraintes présents sur les sites d'aménagements préétablis dans le cadre des études globales afin de valider et/ou invalider la nature et la localisation de ces ouvrages.

Les aménagements envisagés, dans un premier temps puis modifiés éventuellement en fonction de l'approfondissement des connaissances, ont été soumis à des simulations hydrauliques (par la mise en œuvre et l'exploitation d'un modèle hydrologique et hydraulique détaillé et calé), afin d'affiner leur dimensionnement, leur fonctionnement et leur efficacité.

La faisabilité globale des aménagements a été étudiée au regard des données et contextes hydraulique, technique (géotechnique, géologique,...), anthropique (zone à enjeux, zone future d'urbanisation, réseaux d'assainissement, de télécommunication et autres, cavités souterraines, ...), environnemental et financier (calcul du ratio coût/efficacité).

Les principales études de faisabilités sont les suivantes :

Intitulé de l'étude	Numérotation	Auteur	Maître d'ouvrage	Date d'achèvement
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Bourre et de ses canaux	25	EGIS EAU	SYMSAGEL	Mars 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lawe	27	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Loïse et du Surgeon	29	EGIS EAU	SYMSAGEL	Novembre 2011
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lys amont et de la Laquette	31	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Météren Becque – Grande Becque de Saint-Jans-Cappel	33	EGIS EAU	SYMSAGEL	Septembre 2012
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques de la Clarence et du Guarbecque	35	EGIS EAU	SYMSAGEL	Décembre 2011
Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Laquette	37	EGIS EAU	SYMSAGEL	Octobre 2011

Tableau 4 : Liste des études de faisabilités réalisées sur le bassin versant de la Lys

2.2.2 Modélisations hydrologiques et hydrauliques – Etudes de faisabilités

De façon globale, la méthodologie appliquée a été la suivante :

- Analyse de l'ensemble des enjeux du bassin versant et étude des contextes et des contraintes présents sur les sites d'aménagements préétablis afin de valider et/ou invalider la nature et la disposition de ces ouvrages, par le biais de visites de terrains et de réunions de concertations avec les élus ;
- Reconstruction (dans la majorité des cas) ou implémentation des modèles hydrauliques des études antérieures, pour la mise en œuvre et l'exploitation d'un modèle hydrologique et hydraulique détaillé et opérationnel (calé et reproductible sur plusieurs événements réels hydrologiquement complexes), qui permettra de dresser un bilan des zones à risques et de décrire et quantifier le comportement hydraulique actuel des secteurs concernés par l'implantation d'aménagements.

Les aménagements envisagés dans le cadre des études antérieures et retenus après la phase d'identification des contraintes et éventuellement ceux proposés par EGIS, sont soumis à des simulations hydrauliques, afin d'affiner leur dimensionnement, leur fonctionnement et leur efficacité.

La faisabilité globale des aménagements a été étudiée au regard des données et contextes hydraulique, technique (géotechnique, géologique,...), anthropique (zone à enjeux, zone future d'urbanisation, réseaux d'assainissement, de télécommunication et autres, cavités souterraines, ...), environnemental et financier (calcul du ratio coût/efficacité).

Le tableau page suivante synthétise les éléments concernant la construction ou l'implémentation des modèles hydrauliques.

Le tableau suivant reste une synthèse des éléments globaux de construction des modèles hydrauliques.

Dans le cadre de la troisième étape de la présente étude (**Etape 3 : Détermination des débits pour l'évènement extrême** : calcul des débits extrêmes T > 1000 ans sur chacun des bassins élémentaires des 14 modèles hydrauliques), une attention particulière sera portée sur le choix des débits « pivots » qui devront être calés et validés. Le rapport propre à l'étape 3 fera une large part aux résultats des calages et validation issues des études de faisabilité, qui justifieront la validité hydrologique et hydraulique des différents modèles.

Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques du modèle hydrologique et hydraulique construit dans le cadre des études de faisabilité

Modèle	Type de modèle	Cours d’eau	Evènement calage	Point calage	Remarques	Coefficient ruissellement moyen Cr	Structure du modèle hydraulique			Rapport
							Nombre de tronçons	Nombre de nœuds	Nombre de bassins versants	
Canaux de la Bourre	Infoworks CS	Borre Becque Foène Becque	Décembre 2008	Le long de la Borre Becque au lieu-dit « la Capellerie » (H-V-Q)	Le calage a concerné l'intégralité du bassin versant de la Bourre. Les trois évènements de calage présentent des conditions hydrologiques similaires	Zones boisées => 2% ÷ 8% Zones cultivées => 14% ÷ 23% Zones en prairies => 5% ÷ 10% Zones urbaines => 15% ÷ 30%	1103	787	115	Etude de faisabilité d'aménagements combinés de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques des canaux de la Bourre (§ 3.5.4)
		Bourre	Novembre 2009	capteur limnimétrique sur la Bourre en amont de la confluence de la Plate Becque (au droit du Pont à Loup)						
		Grande Steenbecque	Février - Mars 2010	Le long de la Grande Steenbecque à l'amont de la gare (H-V-Q)						
Clarence Amont	Infoworks CS	Clarence	Calage Estival pluie du 23/04/2005 et	Pernes, Chocques	les aménagements envisagés sont dimensionnés pour des événements hydrologiques intenses, type pluie estivale orageuse	Zones boisées => 1% ÷ 2% Zones cultivées => 3% ÷ 8% Zones en prairies => 1% ÷ 2% Zones urbaines => 20% ÷ 35%	2881	2615	170	Etude de faisabilité d'aménagements combinés de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques de la Clarence et du Guarbecque (§ 3.2.2.2)
		Nave		Lillers, Cantes,						
		Rimbert	Pluie de validation du 05/07/2005	Rieux						
G-B-D	Infoworks CS	Guarbecque	Le calage hivernal a été réalisé pour l'étude antécédente à l'étude de faisabilité.	situé sur le Guarbecque en amont de sa confluence avec la Riviérette	Paramètres de calage du modèle « Guarbecque amont » ont été transposés, par homothétie, au sous bassin de la Riviérette qui présente des caractéristiques proches de celui du Guarbecque. Le sous-bassin versant du Fauquethun => comme pour Busnes et Demingue	Cr moyen =>13% Zones boisées => 5% Zones cultivées => 7% ÷ 12% Zones en prairies => 5% Zones urbaines => 20%	2881	2615	170	Etude de faisabilité d'aménagements combinés de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques de la Clarence et du Guarbecque (§ 3.2.2.2)
		Busnes et Demingue	-	Absence de stations limnimétrique et/ou débitmétriques	Se comportent davantage comme un énorme réservoir de stockage / restitution à débit très influencé par le drainage agricole (car alimenté par un réseau de fossés, jouant naturellement un rôle de stockage et récupérant majoritairement des eaux de ces drainages qui concernent la majeure partie des terres cultivées), il a été modélisé comme un « bassin versant réservoir », se vidant à débit constant de 1 l/s/ha et se remplissant (comme pour les BV ordinaires) par le module de transformation pluie / débit.					
Clarence Aval	Infoworks RS	Clarence et Grand Nocq amont	-	Absence de stations limnimétrique et/ou débitmétriques Calage en fonction des désordres hydrauliques existants repérés	Les apports ruraux drainés par la Clarence aval et le Grand Nocq aval apparaissent, au vu de la superficie des bassins versants en jeux et de leur typologie (pente quasi-nulle) comme faibles par rapport à ceux générés par les bassins versants amont de la Nave, du Rimbert, du Grand-Nocq et de la Clarence (et de leurs affluents).	-	2881	2615	170	Etude de faisabilité d'aménagements combinés de lutte contre les inondations sur les réseaux hydrographiques de la Clarence et du Guarbecque (§ 3.2.2.2)
Grand Nocq Aval	Infoworks RS	Grand Nocq								
Laquette	Infoworks CS	Laquette jusqu'à Witternesse	Calage été Juillet 2005 Calage Hiver : Décembre 1993, 1994, 1999 Février 2002	Station DIREN de Witternesse	-	ETE Cr moyen été (Juillet 2005) =>7% Zones boisées => 2% Zones cultivées => 6% ÷ 10% Zones en prairies => 3% ÷ 4% Zones urbaines => 20% HIVER Cr moyen hiver => 33% + module Infiltration / Restitution des nappes + débit constant d'étiage (-0.20 m3/s)	1734	1348	71	Etude de faisabilité d'aménagements combinés de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Laquette

Modèle	Type de modèle	Cours d'eau	Evènement calage	Point calage	Remarques	Coefficient ruissellement moyen Cr	Structure du modèle hydraulique			Rapport
							Nombre de tronçons	Nombre de nœuds	Nombre de bassins versants	
Laquette		Laquette, aval de Witternesse Laque Mardyck	-	Absence de station limnimétrique et/ou débitométrique	Calage par rapport aux désordres hydrauliques réels. Le modèle hydraulique et hydrologique doit reproduire la réalité. pour les pluies réelles simulées, les zones de désordres et de débordements doivent être respectées quantitativement et qualitativement et que le fonctionnement global des cours d'eau, biefs et autres ouvrages doit être cohérent avec les investigations menées sur le terrain	Calage aval de Witternesse : BV Mardyck=> il a été réalisé par analogie avec la Laquette amont Laquette Aval=> les apports ruraux drainés par la Laquette aval contribuant peu aux débits de pointe sur la Laquette. Cependant, ils ne sont pas à négliger dans l'alimentation des Pâtures d'Aire) ; Les secteurs des Pâtures d'Aire et de la Laque, notamment en hiver, sont fortement réalimentés par les apports de nappe				
Lawe	Infoworks RS	Lawe amont	Modèle non calé - Conditions hydrauliques homogènes avec les modèles voisins calés			Cr moyen => 23%	1112	1176	58	Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lawe
Loisne et Surgeon	Infoworks CS	Loisne	Orage du 24 Avril 2004	Sur la Loisne, point de calage à l'aval de la STEP de Nœux-les-Mines	Le calage de la Loisne de Nœux-les-Mines à Beurvry, a été réalisé par similitude avec le bassin versant amont.	Cr moyen => 9% ÷ 20%	446	361	63	Etude de faisabilité d'aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Loisne et du Surgeon
		Surgeon	Aucune pluie lors de la campagne de mesure		Calage par homothétie avec la Loisne	Cr moyen => 8% ÷ 20%				
Lys rivière	Infoworks CS	Lys rivière	Décembre 1999	Station DREAL Lugy Station DREAL Delettes	Calage hivernal pour déterminer les apports de nappe Pas de calage d'été.	Cr hiver => 25 (moyenne pondérée avec apports de nappe) Cr orage => 16,5 (moyenne pondérée)	1359	897	68	Etude de faisabilité des aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Lys amont et de la Laquette
Méteren Becque – Grande Becque de St-Jans-Cappel	Infoworks CS	Méteren Becque	Fin Février-Début Mars	Capteur Hauteur/Vitesse installé au droit de la RD 69a lors de la campagne de mesures réalisée par le SYMSAGEL entre fin 2009 et mars 2010.	-	Zones boisées => 4% Zones cultivées => 15% Zones en prairies => 10% Zones urbaines => 30%	824	627	45	Etude de faisabilité d'aménagements de lutte contre les inondations sur le réseau hydrographique de la Méteren Becque

2.3 Etude d'Inondabilité à l'échelle du bassin versant de la Lys [2010 – 2013]

Source : Etude 24 (cf : tableau 1)

2.3.1 Objectifs de l'étude d'Inondabilité

L'étude d'inondabilité a eu pour objectif de réaliser une cartographie exhaustive du risque inondation sur la totalité du bassin versant de la Lys (1800 km² et 225 communes).

La cartographie des zones inondables à l'échelle du bassin de la Lys a été réalisée grâce à la modélisation de la Lys et de ses affluents. La totalité des modèles hydrauliques créés dans le cadre des études antérieures ont été repris et implémentés.

La cartographie du risque inondation a comporté deux cartographies distinctes et complémentaires :

- une cartographie de l'Aléa Inondation
- une cartographie des Enjeux (qui sera liée à une Analyse Coût Bénéfice).

Afin de quantifier l'impact attendu, deux jeux de cartes ont été réalisés : un premier en situation actuelle, un second en situation future aménagée (en prenant en compte la totalité des aménagements hydrauliques que compte le PAPI).

Deux typologies de risque sont concernées par cette étude :

- Le risque par **débordement des cours d'eaux** qui va être établi sur la base des résultats des modèles hydrauliques construits par bassin versant.
- Le risque **par ruissellement rural vers des zones d'enjeux, au niveau des talwegs secs**, qui va être établi par une approche géomorphologique (analyse conjointe de la nature des sols, pente, géologie, occupation des sols), de façon homogène sur la totalité du secteur d'étude

2.3.2 Modélisations hydrologiques et hydrauliques – Synthèse Etude Inondabilité

Le paragraphe suivant synthétise les hypothèses de constructions hydrologiques et hydrauliques posées dans le cadre de l'étude d'Inondabilité.

La zone d'étude est le bassin versant de la Lys d'environ 1800 km². Elle a été découpée en 14 unités hydrographiques :

- Canaux de la Bourre
- Clarence
- Demingue et Busnes
- Grande becque de Saint Jans Cappel
- Guarbecque
- Laquette
- Lawe
- Loisne et surleon
- Lys rivière
- Melde du Pas de calais
- Météren becque
- Nœud hydraulique d'Aire sur la Lys
- Plaine de la Lys et de la Flandre intérieure.

Les 14 bassins versants ont été modélisés en 16 modèles hydrauliques sous Infoworks CS majoritairement et Infoworks RS, pour une homogénéisation des hypothèses et résultats ainsi qu'une liaison, entre modèles, facilitée.

Ainsi tous les modèles hydrauliques construits dans le cadre des études hydrauliques antérieures ont été importés sur le modèle Infoworks puis largement corrigés, complétés et implémentés. Afin d'intégrer la donnée topographique aux modèles, un travail important a concerné la transformation de la données source (raster) depuis le LIDAR, en une couche vecteur exploitable.

Dans un souci d'homogénéisation des conditions de ruissellement (et donc de coefficients de ruissellement associés), sur l'ensemble du territoire d'études, les bassins d'apports ont été décrits en distinguant deux occupations du sol : des zones urbaines et/ou artificialisées et des zones non urbaines et/ou artificialisées. Les coefficients de ruissellement ont été distingués en fonction de la pente soit inférieure à 2%, soit supérieure à 2%.

Les apports de nappe ont été intégrés dans chacun des modèles par le biais du module infiltration – restitution du logiciel qui permet de conceptualiser les sur-volumes liés à la saturation des sols et les apports de nappes affleurantes, ou bien par le biais d'apports supplémentaires de bassins versant fictifs qui rendent compte d'apports lents et largement écrêtés dans le temps.

La mise en œuvre du module Inondabilité a été appliquée sur l'ensemble des modèles hydrauliques, afin de permettre de transférer l'information de hauteur d'eau associée à chacun des nœuds. Au niveau du module Inondabilité, la hauteur d'eau est comparée au terrain naturel afin de déterminer l'enveloppe inondable dans chaque casier Inondabilité.

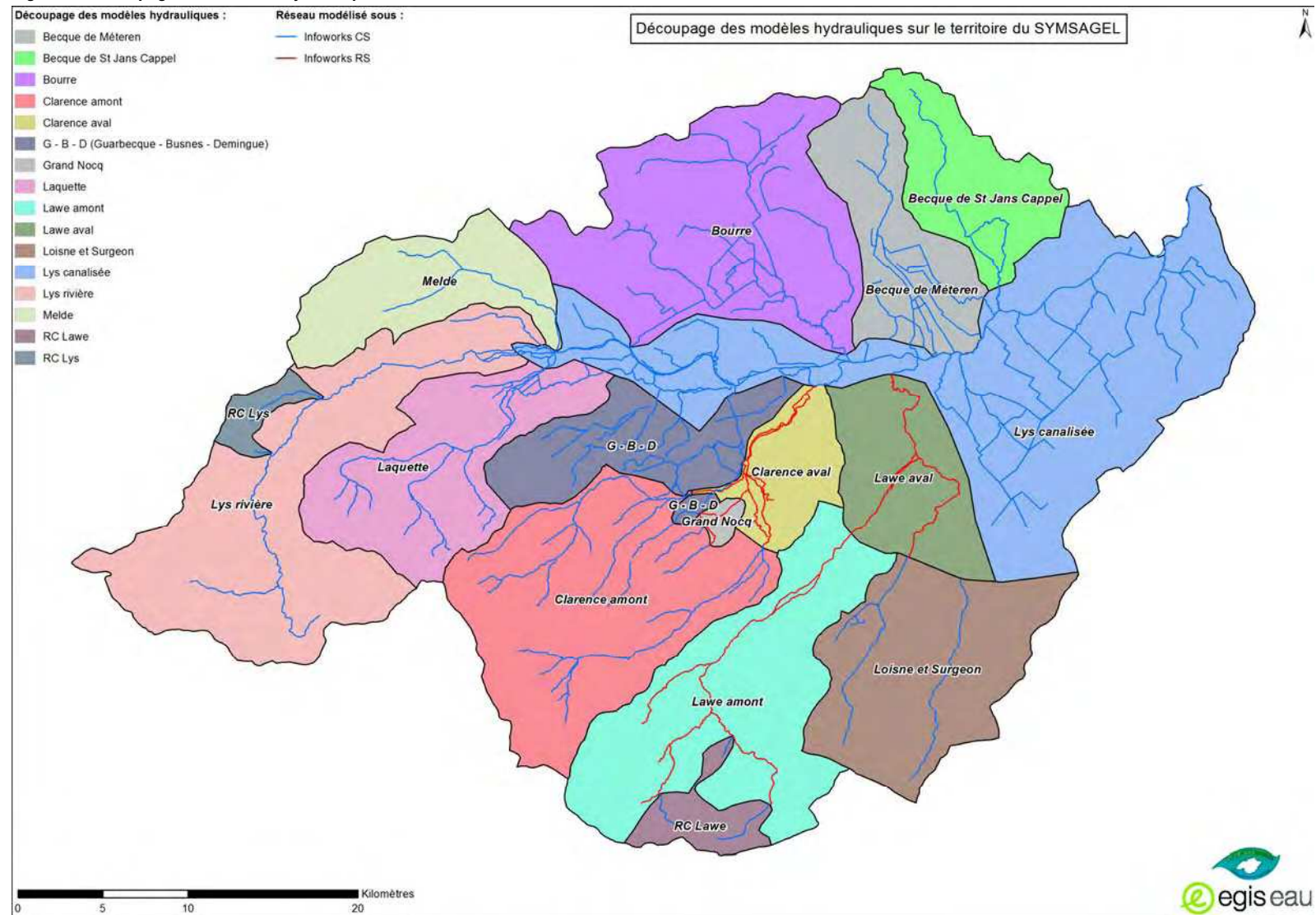
Après de nombreuses itérations, les différentes contraintes aval et amont ont été calculées et prises en compte en termes de hauteurs d'eau, dans les différentes modélisations de cours d'eau qui s'enchaînent et dans les champs d'expansion de crue modélisées associés.

Sur la base des études antérieures, des photos aériennes et des investigations de terrains de mars 2012 ainsi que des questionnaires envoyés aux différentes communes, des validations ont été faites sur les surfaces inondées et les hauteurs d'eau issues des modèles, par rapport aux désordres hydrauliques recensés.

Le paragraphe précédent reste une synthèse des éléments globaux de construction des modèles hydrauliques réalisée dans le cadre de l'étude d'inondabilité.

Dans le cadre de la quatrième étape de la présente étude (**Etape 4 : Modélisation à partir des modèles existants des zones inondables pour l'évènement extrême / cartographie associée**), les modalités de construction seront exposées de manière détaillée. Le rapport propre à l'étape 4 fera une large part aux hypothèses inhérentes à la construction et aux liaisons qui relient les différents modèles entre eux, pour une compréhension fine des résultats obtenus.

Figure 2 : Découpage des modèles hydraulique sur le territoire du SYMSAGEL et réseau modélisé



Chapitre 3 Fonctionnement du réseau hydraulique

3.1 Fonctionnement hydraulique général de la Lys et de ses affluents

Source : Etudes 13 et 24 (cf : tableau 1)

Carte 1 : Découpage en unités hydrographiques sur le territoire du TRI

Le système hydraulique du territoire de la Lys, selon le découpage résultant des études antérieures et de l'approche SYMSAGEL (EBTP Lys), se décompose en :

- 12 sous-bassins versants amont, de dimensions très variables, 9 étant situés dans le département du Pas-de-Calais et 3 dans le département du Nord.
- 2 entités hydrographiques spécifiques, délimitées notamment par le canal à Grand Gabarit :
 - Le nœud hydraulique d'Aire-sur-la-Lys, situé à la charnière amont-aval, qui contrôle la répartition des flux émis par 3 sous-bassins (la Lys rivière, la Melde, la Laquette) vers la Lys canalisée et le canal à Grand Gabarit (bief Cuinchy – Fontinettes);
 - La plaine de la Lys, de Flandre intérieure et du Bas-Pays, située aux confluences ou convergences de tous les apports amont.

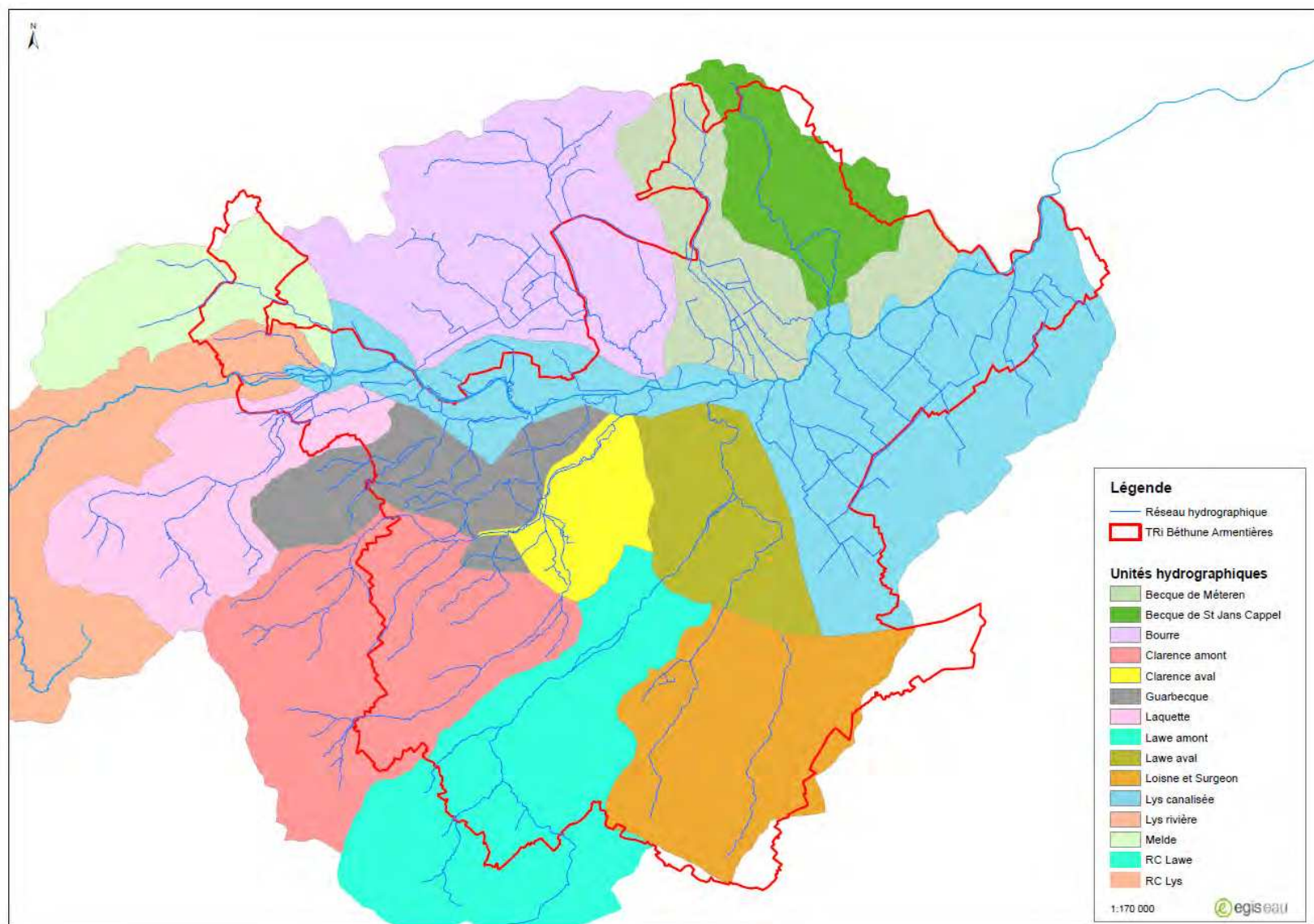
Au total, le réseau hydrographique pérenne (rivières, ruisseaux, courants, becques, fossés, présentant des écoulements permanents en année hydrologique moyenne) auquel on peut adjoindre les fossés principaux présentent un linéaire total d'environ 1 200 km sur le bassin de la Lys.

La complexité hydrographique du bassin versant de la Lys est schématisée sur les synoptiques suivants. La figure 3 représente le synoptique de la Lys canalisée.

La Lys canalisée est découpée en cinq biefs par un système d'écluses. Les différents biefs de la Lys sont tenus à la cote des Niveaux Normaux de Navigation $NNN \pm 0,30m$:

- Bief Fort-Gassion – Cense-à-Witz ($NNN = 18,40 \text{ m NGF}$) => aucun affluent ne s'injecte dans la Lys; Bief Cense-à-Wits –
- Saint-Venant ($NNN = 16,90 \text{ m NGF}$) => La Laque s'injecte juste à l'aval de l'écluse de Cense-à-Wits
- Bief Saint-Venant – Merville ($NNN = 15,50 \text{ m NGF}$) => Le Guarbecque et la Busnes rejoignent la Lys canalisée
- Bief Merville – Bac-Saint-Maur ($NNN = 13,8 \text{ m NGF}$) => La Lys canalisée reçoit les eaux de la Bourre, la Clarence, la Lawe, la Méteren Becque et la Grande Becque de Saint-Jans Cappel
- Bief Bac-Saint-Maur - Armentières ($NNN = 12,67 \text{ m NGF}$)

La figure 4 représente le synoptique de la Clarence et ses affluents, du Guarbecque, de la Busnes et de la Demingue.



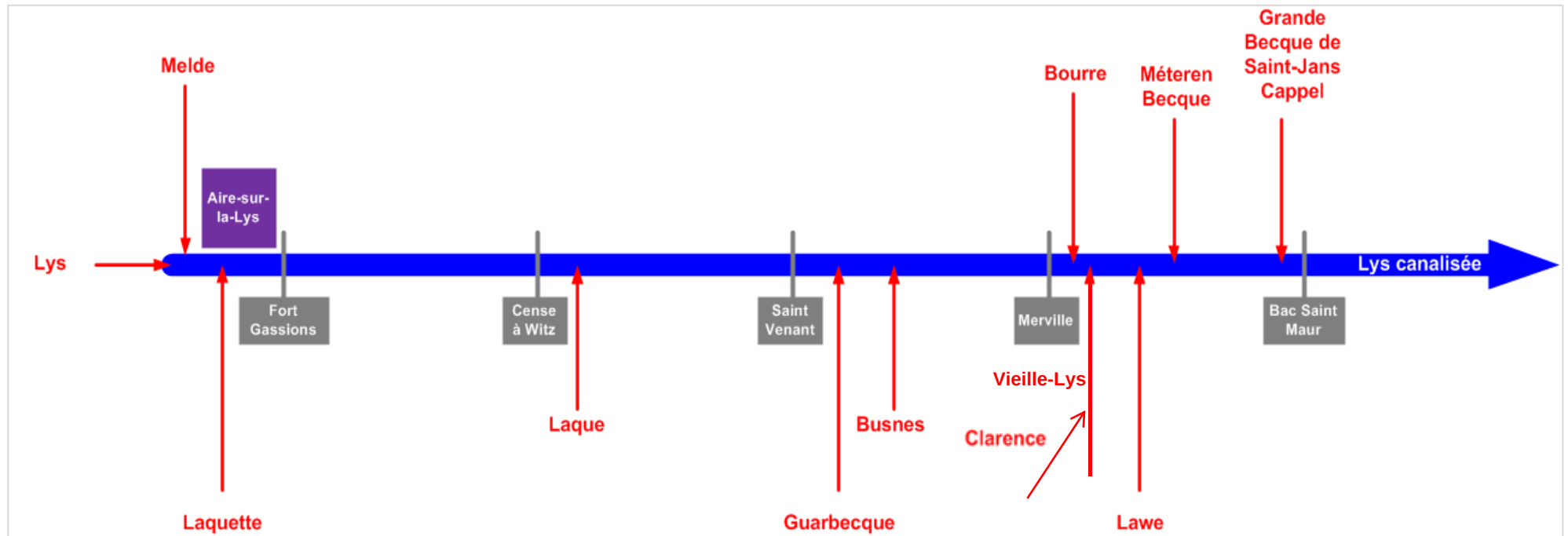


Figure 3 : Synoptique de la Lys canalisée

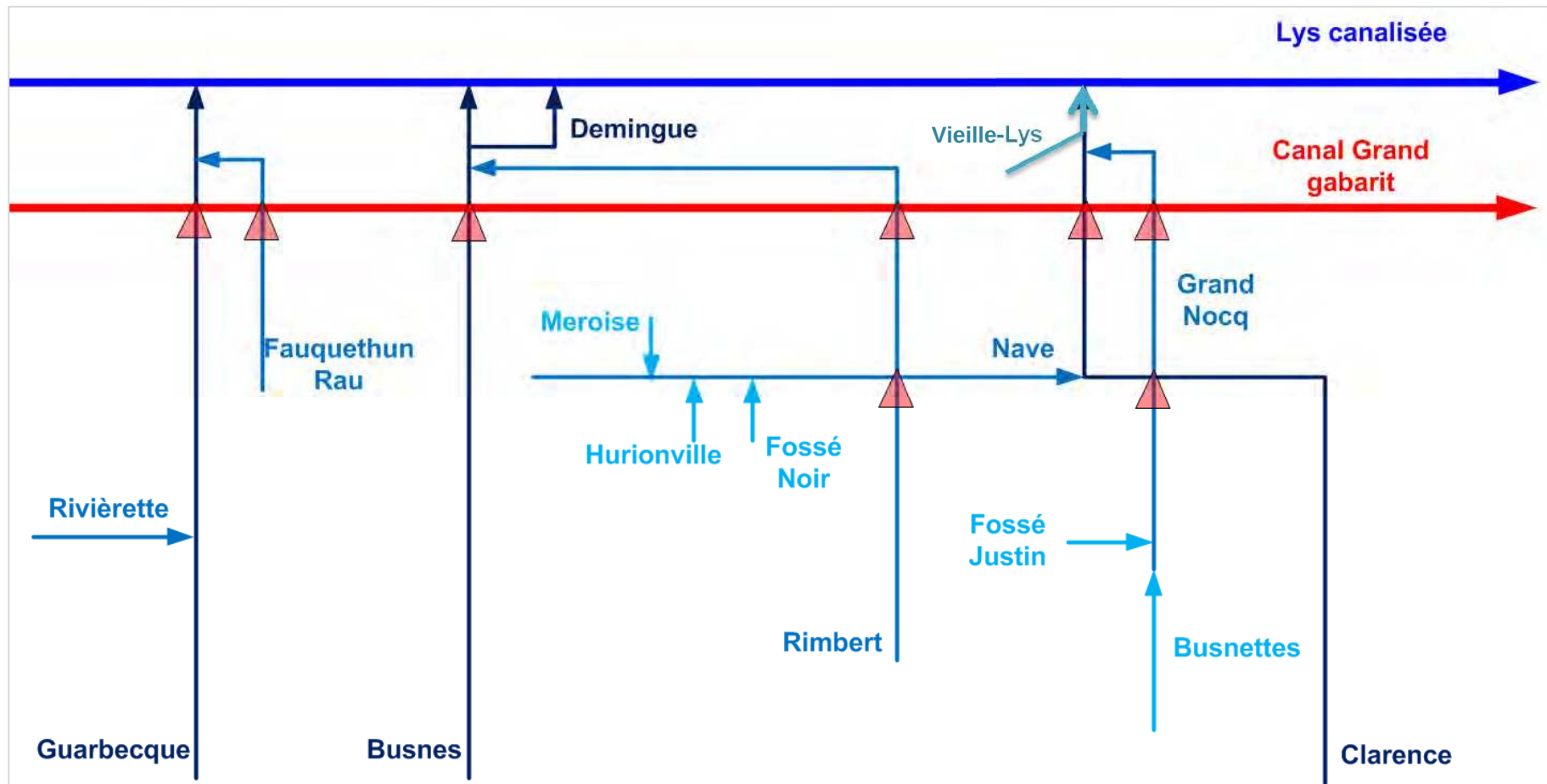


Figure 4 : Synoptique de la Clarence et du Guarbecque

Sous-bassin versant	Cours d'eau	Exutoire
Busnes	Busnes	Lys canalisée
	Rimbert	Busnes
Canaux de la Bourre	Borre Becque; Bourre ; canal d'hazebrouck ; canal de Nieppe ; Foëne Becque ; Grande et Petite Steenbecque ; Zerclebecque	Lys canalisée
Clarence	Busnettes, Nave	Clarence
	Clarence	Lys canalisée
	Fossé Justin	Busnettes
	Fossé Noir, Hurionville, Meroise	Nave
	Grand Nocq	Clarence
Demingue	Demingue	Vielle Lys
Grande Becque de Saint-Jans Cappel	Grande Becque de Saint-Jans Cappel	Lys canalisée
Guarbecque	Guarbecque	Lys canalisé
Laquette	Laque	Lys canalisée
	Laquette	Lys rivière
	Mardick, Surgeon, Tirmande	Laquette
Lawe	Lawe	Lys canalisée
	Affluents Lawe	Lawe
Loisne et Surgeon	Loisne et Surgeon	Canal d'Aire
Lys rivière	Bruvau	Liauwette
	Liauwette ;	Oduel
	Oduel	Lys rivière
	Petite Lys ; Traxenne	Lys rivière
	fossé de Maisnil ; fossé de Wandonne ;	Lys rivière
	Lys rivière	Lys canalisée
Melde du Pas-de-Calais	Melde	Oduel
Méteren Becque	Courant de Bayard, courant de la Maladrerie ; Courant du pont de Beurre ; Méteren Becque	Lys canalisée
Nœud hydraulique d'Aire-sur-la-Lys	Lys rivière, Petite Lys, Bruvau, Oduel, Melde, Laquette	Lys canalisée
Plaine de la Lys et de la Flandre intérieure	Lys canalisée	Deûle
	Réseau maillé de fossés	Lys canalisée

Tableau 6 : Récapitulatif des bassins versants, cours d'eau et exutoires composant le bassin versant de la Lys

3.2 Réseau hydrographique de la plaine de la Lys, du Bas-Pays et de la Flandre intérieure

Source : Etudes n°3 et 12 (cf : Tableau 1)

3.2.1 Généralités

Le réseau hydrographique de la plaine de la Lys, du Bas-Pays et de la Flandre antérieure, est totalement anthropisé, au sens où :

- ☑ à des degrés variables mais souvent importants, tous les cours d'eau naturels ont subi au fil du temps des processus d'artificialisation :
 - rectifications du tracé,
 - modification des profils de lits mineurs (élargissements le plus souvent),
 - modification des profils en long de lits mineurs (approfondissements à la suite de curages, envasements consécutifs à des interventions mal maîtrisées),
 - endiguements plus ou moins importants des berges,
 - artificialisation des radiers et berges, voire de véritables processus de canalisation et, localement, de couverture,
 - réalisation d'ouvrages hydrauliques (seuils, vannages, écluses), et la création de biefs associés.

Ces différentes modifications, souvent anciennes, ont généralement été motivées par plusieurs intérêts, quelquefois complémentaires, parfois contradictoires :

- la navigabilité, par des embarcations de très faible gabarit,
 - les autres usages hydrauliques (énergie, ressource),
 - la protection contre les crues,
 - l'amélioration des conditions d'entretien,
 - la limitation des nuisances liées à l'assainissement, dans les zones agglomérées,
 - le drainage des zones humides, en relation avec la création d'un réseau artificiel.
- ☑ Une partie du réseau a été entièrement créée par l'homme, aux fins d'assécher cette plaine humide pour la rendre, d'une part habitable (assainissement, lutte contre les inondations), d'autre part exploitable au plan agricole.

A noter que le facteur d'anthropisation hydrographique le plus visible, et non des moindres par ses incidences hydrauliques, reste le canal à Grand Gabarit lui-même, qui délimite le périmètre d'étude sur toute sa face sud.

3.2.2 Le réseau hydrographique principal

Les cours d'eau issus du bassin amont de la Lys et de ses affluents, constituent les plus importants éléments du réseau hydrographique de la plaine ;

- la Vieille Lys et la Lys canalisée, qui délimitent le secteur d'étude sur sa face nord, de Aire-sur-la-Lys à Frelinghien ;
- le Guarbecque et la Busnes, qui forment avec la Vieille Lys et les fossés de dérivation et de contournement, le nœud de Saint-Venant ;
- la Clarence et le Grand Nocq, qui confluent à Calonne-sur-la-Lys, soit juste avant la confluence à la Vieille Lys ;
- la Lawe, principal affluent de la Lys, qui arrose toute la partie centrale du périmètre d'étude.

Tous ces cours d'eau, et certains de leurs affluents, franchissent le canal à Grand Gabarit par des siphons, le plus souvent multiples, et présentent également des champs d'inondation importants en amont du canal, ce qui limite dans une certaine mesure l'étendue des crues qui atteignent, directement et sur une grande échelle, la plaine, à l'exception des crues majeures de la Lys.

Les cours d'eau suivants, propre à la plaine, n'ont pas ou plus de lien avec les bassins amont :

- Le courant du Turbeauté, naissait autrefois à Vendin, mais draine désormais seulement la plaine entre Hinges et Calonnnes-sur-la-Lys, ou ses apports à la Vieille Lys se conjuguent avec ceux de la Clarence et du Grand Nocq ;
- La Loïsne est l'affluent le plus important de la Lawe ; de l'amont elle ne reçoit plus que les eaux du contre-fossé du canal de Beuvry, lui-même grossi des eaux de la Rivière Militaire (via 2 siphons), et draine notamment les marais et les terrains lourds situés à Beuvry, Festubert, La Couture et Richebourg, mais se trouve en revanche déconnectée des apports de son bassin amont, qui interceptés par le canal (vis de relevage de la Loïsne à Beuvry, exutoire gravitaire de la Fontaine de Bray à Cambrin ;
- Le Grand Courant correspond au tracé historique du Surgeon (aujourd'hui intercepté par le canal), à travers la plaine ; son bassin de drainage « amont », de Festubert à Richebourg, correspond sensiblement aux secteurs jadis drainés par le Surgeon est beaucoup plus réduit qu'autrefois, même dans la plaine, puisque tous les secteurs
- La Rivière des Layes, issue des « contreforts » à l'est du périmètre d'étude, draine plusieurs commune de la Flandre, jusqu'à Armentières, selon une pente d'écoulement longitudinal très faible ; elle est également délestée à hauteur de Neuve Chapelle, transversalement à la plaine de la Lys (en suivant la RD947), vers le courant du Fort d'Esquin ;
- Le Courant du Fort d'Esquin, transversal à la plaine et donc un peu plus pentu, déleste la Rivière des Layes et forme également une large maille avec le courant Candaille ;
- Le Courant Candaille naît entre Aubers et Laventie, et se prolonge à partir de Fleurbaix, par la Becque du Biez, jusqu'à sa confluence à Erquinghem-Lys ;
- La Grande Becque (ou becque du Bas des Monts) est le dernier drain important à l'est du périmètre d'étude, relativement naturelle (bien que fortement anthropisée) puisqu'elle naît des hauteurs autour d'Englos, puis suit un parcours topographiquement relativement cohérent, jusqu'à Houplines.

3.2.3 Dynamique des apports et des écoulements

3.2.3.1 L'accélération et l'amplification des apports

Depuis 50 ans, les analyses empiriques et quantitatives des conditions du ruissellement et des apports hydrologiques dans leur ensemble, tendent à montrer une accélération et une amplification des hydrogrammes alimentant le réseau hydrographique dans la plaine, qu'il s'agisse des émissions par les sous-bassins amont ou de la production intrinsèque du périmètre propre à la plaine et à l'aval du bassin versant de la Lys.

Cette intensification des apports s'explique par :

- La dynamique des apports des bassins versants amont de la Lawe et de la Clarence

Compte tenu de leur morphologie topographique et hydrographique (pentes accentuées, réseaux ramifiés), de l'évolution de l'occupation des espaces sur ces deux sous-bassins versants (fonciers agricoles remembrés et très majoritairement voués à la culture intensive, dont certaines cultures sarclées à impact hydrologique fort, extension des zones urbaines et péri-urbaines, mais aussi de toutes les formes d'imperméabilisation qui affectent jusqu'aux espaces ruraux, et assez largement de la raréfaction des zones d'amortissement hydraulique), la dynamique générale des hydrogrammes émis par la Lawe, la Clarence et ses affluents, vers la plaine en aval du canal d'Aire, s'est accélérée au point de s'apprécier désormais en heures, et la réactivité plus élevée de ces macro-entités hydrologiques, les rend également productrices de pics de débits pour des événements pluviométriques de plus en plus fréquents, en raison d'une sensibilité au ruissellement étendue à plusieurs mois de l'année et à des superficies de plus en plus importantes.

A l'encontre de cette évolution, les conditions de franchissement du canal d'Aire sont restées sensiblement identiques en termes capacitaires, depuis une quarantaine d'année (les reconstructions les plus récentes de siphons remontent aux années 60), et les conditions d'écoulement en amont du canal ont plutôt connu des réductions capacitaires consécutives aux empiétements urbains sur les lits moyens et les bras de décharge, de sorte que l'augmentation des pics de crues n'est que partiellement répercutée vers l'aval et la plaine, par l'effet d'écrêtement des débordements en amont : l'accélération des flux incidents, en revanche, s'impose à l'ensemble du réseau hydrographique et des zones riveraines.

- La dynamique des apports du bassin versant amont de la Lys et ses affluents

Alors que ses affluents au niveau du nœud d'Aire (Laquette, Melde, Liauwette) sont très réactifs compte tenu de leur compacité, de leur relief et de leur taille, la Lys rivière (et ses affluents amont), qui représente plus de 50 % du sous-bassin versant de la Lys au droit du nœud d'Aire, présente encore une genèse de crues hivernales et printanières, plus lentes que celles des grands sous-bassins voisins :

- L'étirement du bassin versant limite la concomitance des contributions élémentaires, ainsi que la sensibilité à des événements pluvieux orageux généralement concentrés géographiquement.
- Il subsiste des zones d'amortissement naturel des crues (lit majeur).
- Les espaces ruraux semblent avoir été moins affectés par l'urbanisation et l'imperméabilisation.

Toutefois, une topographie favorable au ruissellement, et des évolutions foncières et agricoles comparables aux bassins voisins, ont abouti à une accélération de ces crues, dont la montée se produit désormais en moins de 2 jours, à partir du début des précipitations critiques.

■ La dynamique du drainage

Le drainage produit des apports aux exutoires, dans des délais qui n'excèdent plus deux jours (situations de début de périodes humides) et parfois en quelques heures seulement (situations de périodes pluvieuses importantes), alors que les mêmes espaces agricoles avant l'existence de casiers de drainage produisaient une restitution beaucoup plus lente, de plusieurs jours à plusieurs semaines.

Ces délais de restitution précèdent probablement l'arrivée des grandes crues hivernales issues de l'amont, mais en revanche ils sont du même ordre de temps que les apports plus événementiels, liés à un épisode pluvieux particulièrement intense, que ces mêmes bassins amont peuvent produire. De facto le drainage tend à accroître la part des précipitations restituées aux eaux de surface, dans des phases hydrologiques limitées à quelques jours. Si les drainages associatifs sont théoriquement dimensionnés pour des émissions limitées aux exutoires, le mode de limitation généralement adopté (sections de contrôle par restriction du diamètre utilisé) reste rudimentaire et d'une efficacité difficile à évaluer en toutes circonstances ; les drainages particuliers ne laissent pas nécessairement place à ces précautions.

L'incidence des drainages pourrait donc être ambiguë et présenter tant des aspects positifs que négatifs.

■ La dynamique des apports de ruissellement intrinsèques au Bas-Pays

A l'image des autres sous-bassins de la Lys, les apports de ruissellement intrinsèques au secteur du Bas Pays, de la Flandre intérieure et de la plaine de la Lys, se sont notablement accrus et accélérés au cours des dernières décennies :

- Dans les secteurs non plats à l'Est du périmètre, les modifications des pratiques agricoles et de l'organisation parcellaire qui leur est liée, n'ont pas manqué de favoriser le ruissellement rural saisonnier, là où il était sans doute naguère négligeable, en tout cas très réduit compte tenu des pentes qui demeurent la plupart du temps limitées.
- L'extension des secteurs urbains et des agglomérations rurales a généré une densification de l'imperméabilisation, complétée par une densification de la collecte par des réseaux pluviaux enterrés, qui ont favorisé l'accroissement et l'accélération des apports de drainage urbain.

Dans ce secteur, on pourrait presque parler d'apparition d'une problématique ruissellement au cours des dernières décennies, tant elle était vraisemblablement marginale au milieu du XX^{ème} siècle, pour devenir aujourd'hui, certes pas une problématique majeure sur le périmètre de la pré-étude, mais au moins un élément à ne pas négliger et qui peut s'avérer localement facteur de désordres.

3.2.3.2 Des écoulements lents et entravés

Au contraire des régimes hydrologiques qui ont évolués vers des amplitudes plus importantes (ce qui est vrai pour les hautes eaux et crues s'avère aussi, ces dernières années, pour les étiages), et vers une accélération des phénomènes (réactivité et temps de concentration des bassins élémentaires plus courts, génération de crues plus rapides et éventuellement plus fréquentes), la dynamique des écoulements lors des périodes critiques, naturellement lents compte tenu de la topographie dans cette partie du bassin de la Lys, n'a guère évolué, sinon vers un certain ralentissement :

- L'envasement contenu mais néanmoins croissant des éléments structurants du réseau hydrographique (Lys canalisée, Lawe aval, certains affluents tels que le Grand Nocq), l'envasement cyclique (entre des curages réguliers mais parfois très espacés), de certains courants et becques, les singularités hydrauliques ponctuelles et parfois temporaires, tend à limiter un peu plus les capacités d'évacuation hydraulique ;
- En relation avec cet envasement, certaines opérations de curage lourdes et remaniements intempestifs de sections et profils qui leur sont associés, ont pu avoir un effet contraire à celui recherché, par l'apparition de contre-pentes ou l'aplanissement de radiers dont les profils en long étaient déjà de pentes fort réduites ;
- De nombreux cours d'eau et drains principaux ou secondaires, ne présentent pas de restrictions majeures liées aux envasements, à des sections insuffisantes ou à des profils en long trop plats, mais sont simplement soumis à des contraintes aval parfois très éloignées, compte tenu des pentes générales, et qui entravent et retardent la vidange de l'ensemble du système.

De fait, dès que parvenues dans la plaine, les crues ont toujours autant de difficultés à s'évacuer qu'autrefois, la vidange de cette zone d'accumulation nécessitant au mieux plusieurs jours, au pire plusieurs semaines à l'issue des crues majeures généralisées, qui mettent en jeu quelques dizaines de millions de m³.

Un facteur hydraulique positif vient compenser partiellement ces déséquilibres entre les flux entrants et sortants : si les curages, reprofilages et autres créations de fossés et courants n'ont pas toujours, loin s'en faut, permis de restaurer ou d'accroître des capacités d'évacuation fondamentalement limitée à l'exutoire général, en revanche, les gabarits souvent spectaculaires issus de ces opérations, ont au moins abouti à l'accroissement des capacités de stockage linéaire, dans le périmètre de l'étude, qui, associées aux capacités d'accumulation des sols, permises par le drainage, constitue un utile vase d'expansion avant que n'interviennent les débordements et stagnations.

3.3 Principaux affluents de la Lys

Source : Etudes n°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23 (cf : Tableau 26)

Les volumes de la Lys sont en large majorité, à partir d'Aire sur la Lys et jusqu'à Armentières, composés des apports de ses nombreux affluents.

3.3.1 Bassin versant de la Lys amont

La Lys prend successivement plusieurs noms, bien qu'il n'y ait au final qu'un seul linéaire. La Lys connaît quatre qualificatifs :

- La Lys amont – de sa source – jusqu'à l'amont d'Aire sur la Lys.
- La Lys Municipale : Dans Aire.
- La Décharge de la Lys : qui relie le Grand Vannage à la Lys canalisée à l'aval de l'écluse de Fort-Gassion, via le siphon sous le canal à grand gabarit.
- La Lys canalisée, à partir de l'écluse de Fort-Gassion. La Lys canalisée appartient au domaine public de l'Etat. Sa gestion est confiée aux Voies Navigables de France (VNF).

Ce cours d'eau prend sa source à Lisbourg dans le Pas-de-Calais (en dehors du périmètre du TRI Béthune-Armentières). Sa vallée est très étroite à la source et elle ne récupère que quelques affluents. La vallée s'élargit à partir de Théroutte et le cours d'eau est bordé de territoires marécageux jusqu'à Aire sur la Lys. Dans et aux abords de cette ville, la Lys est en connexion avec un nombre important d'autres entités hydrauliques.

A l'aval d'Aire sur la Lys, le cours d'eau est canalisé et navigable. La Lys, dans sa partie canalisée, est jalonnée d'écluses couplées à des barrages automatisés. D'Aire sur la Lys à Armentières, elle intercepte un grand nombre d'affluents dont certains peuvent l'alimenter de débits très importants (Lawe, Bourre, Clarence). A l'aval d'Armentières, au-delà du secteur d'étude, plus exactement à Deûlémont, la Lys intercepte la Deûle. La Lys a pour exutoire l'Escaut à Gand.

3.3.2 Bassin versant de la Clarence (entités hydrographiques : Clarence amont et aval, Grand Nocq et Busnes)

3.3.2.1 La Clarence

La Clarence prend sa source au niveau du lieu-dit "le Buich" sur la commune de Sains-les- Pernes, à une altitude de 126 mètres (en dehors du périmètre du TRI Béthune-Armentières). Après un parcours d'environ 30 km au travers des communes (de l'amont vers l'aval) de Pernes, Camblain-Chatelain, Calonne-Ricouart, Marles-les-Mines, Lapugnot, Labeuvrière, Chocques, Gonnehem, Robecq et Calonne-sur-la-Lys, elle conflue avec la vieille Lys. Son bassin versant total est estimé à 284 km² (y compris Busnes et courant de Turbeauté). A partir de Gonnehem, la Clarence est canalisée et passe en siphon sous le canal à grand gabarit d'Aire à la Bassée. Ses principaux affluents sont la Nave et le Grand Nocq. La partie amont du réseau est peu ramifiée. On note le ruisseau de Marest qui conflue avec la Clarence à Pernes et la Calonnelle et le Becq à Labeuvrière et Chocques.

Son principal affluent est la Nave qui draine un bassin versant de 59 km². Comme la Clarence, la Nave prend sa source sur les collines de l'Artois à Fontaine-les-Hermans à une altitude de 112 m. Après un parcours d'une vingtaine de kilomètres au travers des communes de Nédonchel, Nédon, Amettes, Ames, Lières, Lespesses, Bourecq et Lillers, elle conflue avec la Clarence. A partir de Bourecq, la Nave est maintenue en bordure de la plaine de la Lys par un endiguement qui lui donne une orientation vers l'Est puis vers le Sud-Est en direction de Lillers. Au niveau de l'agglomération de Lillers, elle reçoit les apports du fossé Noir et du ruisseau d'Hurionville. En aval de Lillers, elle entre

dans la plaine de la Lys et voit son cours endigué sur les deux rives. Elle coule à un niveau supérieur aux terrains avoisinants. Elle conflue avec la Clarence à Gonnehem, 170 mètres en aval du siphon de Bellerive.

La Clarence, comme la Nave, possède de nombreux affluents. On peut notamment citer le ruisseau de Marest, le ruisseau Becq, le courant de Bellerive, la Busnette, le Grand Nocq ainsi que le ravin de la Méroise, le fossé Noir et le ruisseau d'Hurionville qui alimentent la Nave.

3.3.2.2 Le Grand Nocq

Le Grand-Nocq est aussi dénommé Busnette en amont du siphon de la Clarence. Il prend sa source à Allouagne. Il présente une direction assez chaotique, tout d'abord vers le Nord-Est en longeant la RD183, il vire ensuite vers le Nord-Ouest pour regagner la RD 43 puis vers l'Est pour reprendre ensuite la direction nord-est. De nombreux fossés viennent gonfler ces eaux.

Le Grand-Nocq passe en siphon sous la Clarence via une buse rectangulaire. Il est alors rejoint par son principal affluent le courant de Bellerive. Celui-ci draine les eaux en provenance des communes de Vendin-lès-Béthune, Oblinghem, Hinges et Gonnehem. Le Grand-Nocq prend alors une direction parallèle à la Clarence avec un tracé très proche. Il passe en siphon sous le canal et conflue avec la Clarence juste en amont de Calonne-sur-la- Lys.

3.3.2.3 La Busnes

La Busnes, au lieu-dit du Château de Beaulieu, reçoit le courant d'Ham en Artois. La rivière de Busnes présente un cours sinueux jusqu'en amont du canal d'Aire à la Bassée qu'elle franchit via un siphon constitué de 3 buses de 2 m de diamètre. En aval du siphon du canal d'Aire à la Bassée, la Busnes rejoint le fossé Rimbert. En aval de ce siphon, la Busnes présente un tracé rectiligne et recalibré. Elle reçoit le courant de l'Eclème et longe la RN37 jusqu'à Saint-Venant. Après le contournement par l'Est de cette commune, la rivière se jette dans la Lys canalisée en aval de l'écluse de Saint-Venant.

Le bassin versant total (Clarence et Busnes) présente une superficie de 284 km² qui se répartit sur trois unités géographiques bien distinctes :

- les collines de l'Artois situées sur la partie amont du bassin versant. Ce secteur, à dominante rurale, présente un bassin vallonné avec des pentes moyennes de l'ordre de 15 ‰ ;
- une zone très urbanisée constituée notamment par les cités minières. Le tracé des cours d'eau est très anthropisé. On note sur ce secteur de nombreux rejets industriels et domestiques qui conduisent à une forte dégradation de la qualité de l'eau. La pente moyenne est de l'ordre de 4 ‰ ;
- la vallée de la Lys où la Clarence et la Nave sont endiguées. Ce secteur présente une pente de l'ordre de 0,5 ‰.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Clarence mais environ 178 km² (sur 284 km² pour la totalité du bassin versant).

3.3.3 Bassin versant du Guarbecque

Dans sa partie haute, le Guarbecque est alimenté par deux principaux talwegs : la vallée de Fontes et la vallée de Norrent. Ces deux vallées concernent les communes de Rely, Norrent-Fontes et Saint-Hilaire-Cottes qui sont localisées en dehors du périmètre du TRI.

Ces deux vallées se rejoignent à l'aval de Norrent-Fontes, une zone de marais au niveau de la commune de Busnes, et reçoivent l'apport du ruisseau Warrenghem.

Ensuite le Guarbecque longe la commune de Ham-en-Artois et se dirige, entre Berguette et Guarbecque vers sa confluence avec la Riviérette, avant le canal sous lequel il passe en siphon. A l'entrée de Saint-Venant, il est rejoint par le Fauquethun.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant du Guarbecque mais environ 48 km² (sur 74 km² pour la totalité du bassin versant).

3.3.4 Bassin versant de la Lawe

3.3.4.1 La Lawe

La Lawe, d'une longueur de 25 km, draine un bassin versant totale de 204 km². Plusieurs sources lui donnent naissance sur la commune de Magnicourt-en-Comté :

- les résurgences artésiennes principalement localisées dans les hameaux de Rocourt-en-l'Eau et de Magnicourt (sources Saint -Charles) ;
- les différentes vallées sèches constituant deux sous-bassins versants.

Le premier est drainé par la vallée Saint-Pierre, le fond d'Herlin, la vallée d'Aubigny, le fossé de Saveterre et la vallée du bois Madame qui confluent au hameau de Magnicourt en amont de la source Saint-Charles. Ces différents thalwegs matérialisés par des fossés concentrent les eaux de ruissellement des plateaux Fréwillers et Chelers. Ces bassins versants sont très escarpés : les pentes des versants peuvent atteindre 8%. Les vitesses de ruissellement des eaux seront donc d'autant plus importantes constituant un des facteurs explicatifs du caractère brutal de la montée des eaux.

Le second est constitué par Le Fond de Garinelle et les fossés de Monchy-Breton et du bois de Monchy qui collectent respectivement les eaux de ruissellement de Monchy-Breton et de la Thieuloye. Ces deux vallées reçoivent également les eaux pluviales du bourg des deux communes.

Ces deux sous-bassins confluent au hameau de Houvelin sur la commune de Magnicourt-en-Comté. La Lawe, constituée par un unique bras, évolue jusqu'à La Comté. Sur ce tracé, de nombreuses vallées sèches sont présentes sur les versants. En rive droite, les pentes et les points culminants sont les plus importants. En effet, le Mont de la Comté, point culminant du bassin versant de la Lawe (189m) est localisé sur ce secteur.

3.3.4.2 Les principaux affluents de la Lawe

La Bajuel

La Bajuel, premier affluent rive gauche de la Lawe, est un cours d'eau permanent d'une longueur de 4,1 km. Elle draine un bassin versant de 9 km² dont le point le plus haut culmine à 155 m. Plusieurs sources artésiennes lui donnent naissance sur la commune de Bajus. Ces sources se situent à la confluence de la Creuse du Grand Herlin et de la vallée de Bajus, deux vallées sèches entaillées dans le plateau calcaire leur valant l'appellation locale de « Creuse ». Ces vallées collectent respectivement les eaux de ruissellement des plateaux des communes de Diéval et de La Thieuloye. Ces apports contribuent à l'augmentation du débit de la Bajuel en période pluvieuse. Ces apports seront quantifiés au cours de la deuxième phase de l'étude. Elle conflue avec la Lawe sur la commune de La Comté à une altitude de 75m. L'occupation du sol du bassin versant à dominante agricole est ponctuée par les boisements. Le bassin versant est traversé par une ancienne voir ferrée en remblai : elle crée un effet barrage au niveau des thalwegs qu'elle coupe transversalement.

La Biette

La Biette, affluent rive gauche de la Lawe, d'une longueur de 21km draine un bassin versant de 21 km² dont le point culminant atteint une hauteur de 183m. Née d'une résurgence artésienne, elle prend sa source sur le territoire communal de Diéval. Deux sous-bassins versants confluent également à ce même niveau contribuant à l'alimentation en eau de la rivière. Ils sont constitués par les thalwegs du :

- Fond de Diéval qui collecte les eaux pluviales des terres arables du plateau de La Thieuloye et de la route nationale RN41 ;
- Bourg de Diéval. De nombreuses vallées sèches et fossés du versant gauche de la Biette convergent vers le bourg de Diéval où les eaux confluent et se concentrent.

Elles ont la particularité de transiter par le réseau d'eaux pluviales communal pour être rejetées dans la Biette au niveau de sa source. Puis le tracé de la Biette est constitué de deux bras qui confluent à la limite aval du bois du château. Par la suite son tracé est constitué d'un bras unique jusqu'à sa confluence avec la Lawe. Au niveau de la traversée de la commune de Ourton, les modalités d'écoulement des eaux des versants rive gauche sont identiques à celles indiquées sur la commune de Diéval : les eaux de ruissellements des terres agricoles sont prises en charge par des fossés ou non puis par le réseau de collecte des eaux pluviales communales.

En arrivant sur la commune de Divion, l'urbanisation est beaucoup plus dense : à superficie égale les volumes ruisselés seront plus importants. Au niveau du bourg, la rivière est canalisée et busée sous la rue de la mairie. Les deux étangs du parc de la Biette sont alimentés par les eaux souterraines. Leurs exutoires se font dans la Biette. La Biette conflue avec la Lawe, dans le parc de la Lawe, sur la commune de Buay- Labussière à une altitude de 55m. L'occupation du sol dominante est agricole : les prairies sont encore présentes en fond de vallée. Mais des habitations, plus dommageables sont également recensées.

La Brette

La Brette prend sa source sur la commune de Caucourt à une hauteur de 105m.

D'une longueur de 10,2km, elle draine un bassin versant de 50 km². De la même manière que les autres cours d'eau, la Brette naît d'une résurgence et est alimentée par différentes vallées affluentes constituant deux sous-bassins versants :

- Les fonds de Caucourt-Béthonsart et le fond des Rouges Champs. Ces deux thalwegs principaux drainent les eaux de ruissellement des terres agricoles des plateaux de Béthonsart et de Fréwillers ;
- Le fond de la Charbonnière qui collecte les eaux de ruissellement des terres agricoles d'Estrée-Cauchy, de Villers-Châtel, de Cambigneul et Caucourt.

Ces deux sous-bassins confluent au niveau du moulin de Caucourt situé en limite communale de Caucourt et de Gauchin-Legal. Puis la Brette évolue sur cette commune où elle converge avec un autre ruisseau. La confluence avec le Grand Fossé se situe au niveau du hameau d'Ohlain.

La Brette conflue avec la Lawe sur la commune de Houdain à une hauteur de 45m. Le bassin versant de la Brette est caractérisé par la présence de la chaussée Brunehaut. Très souvent en remblai, elle constitue un barrage pour les écoulements. Plus en aval, sur la commune de Divion, l'ancienne voir ferrée présente cette même caractéristique.

Le réseau hydrographique secondaire permanent et intermittent de la Brette est plus important que celui des autres cours d'eau. Les différents affluents sont :

- le Grand fossé ;
- le ruisseau de Gauchin-Legal ;
- le ruisseau d'Hermin ;
- le bassin versant de Cuvigny ;
- le ruisseau du bois des vallées ;
- les thalwegs du Fond Madame, de la Vallée royale et de la Cité du Transval.

Le Turbeauté amont

Le Turbeauté amont, est un tronçon de rivière, cantonnés aux territoires communaux de Fouquereuil, Annezin et Béthune, qui transite en parallèle de la Lawe. Le Turbeauté amont prend sa source sur la commune de Fouquereuil et conflue dans la Lawe sur le territoire de Béthune, au niveau du lieu-dit «Clos des 2 rivières ». Son bassin versant est essentiellement composé des zones urbanisées sud des communes de Fouquereuil et d'Annezin. Il reste l'exutoire d'une partie des collecteurs pluviaux communaux.

Le Fossé d'Avesnes

Le Fossé d'Avesnes est un affluent de la Lawe. Situé au Sud de Béthune, son bassin versant limité s'étend sur environ 19 km² à travers les territoires des communes de Barlin, Ruitz, Haillicourt, Bruay la Buisserie, Houchin, Vaudricourt et Béthune notamment.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Lawe mais environ 182 km² (sur 204 km² pour la totalité du bassin versant).

3.3.5 Bassin versant de la Loïsne et du Surgeon

3.3.5.1 La Loïsne

La Loïsne est alimentée par plusieurs sources, puis est canalisée dans Hersin-Coupigny dont elle reçoit les eaux pluviales.

A l'amont de Noeux-les-Mines, le cours d'eau présente un écoulement vif à l'origine d'érosion de berges localisées (aval de buses notamment). Deux petits ponts en briques sont déstabilisés sur ce tronçon.

La Loïsne est ensuite canalisée dans Noeux-les-Mines où elle reçoit les rejets urbains (station d'épuration, rejets directs) puis présente un écoulement moins vif propice à la sédimentation. Elle reçoit également les rejets urbains de Labourse, Verquigneul et Beuvry. Sur la commune de Labourse, des sources alimentent le cours d'eau.

La Loïsne est enfin relevée par les vis de Beuvry dans le canal de Beuvry. Les berges présentent à l'amont des vis des signes de déstabilisation liés à leurs fortes pentes et au surcreusement du lit datant de 1973. La déstabilisation des berges pourrait également être causée par le fonctionnement des vis.

3.3.5.2 Le surgeon

Le Surgeon prend sa source sur les communes de Bouvigny-Boyeffles et d'Aix-Noulette. A cet endroit, ses débits proviennent de surverses d'étangs, de sources qui sont assez nombreuses et des rejets d'une partie de Bouvigny-Boyeffles. Les débits demeurent faible sur ce cours amont et disparaissent avant l'entrée du Surgeon dans Aix-Noulette.

A la sortie de Mazingarbe, le Surgeon présente un débit supérieur du fait des rejets urbains et industriels dans le cours d'eau : station dépurateur de Mazingarbe et Usine Grande Paroisse. Sur la commune de Mazingarbe, un pont est déstabilisé par le cours d'eau et a nécessité la pose d'enrochements au fond du cours d'eau (déstabilisation probablement due à de la sape de guerre à proximité du secteur des tranchées de la 1^{ère} guerre mondiale). Le Surgeon reçoit en rive gauche un fossé drainant les eaux d'un déversoir d'orage de Mazingarbe. Les faibles pentes de ce fossé induisent localement une inversion du sens d'écoulement et une remontée des eaux du Surgeon dans le fossé.

Le débit du Surgeon reste relativement constant jusqu'à sa confluence dans le canal d'Aire à la Bassée, avec des rejets de Noyelles-lès-Vermelles, Vermelles, Cambrin et Cuinchy. Sur la commune de Noyelles-lès-Vermelles, certaines parcelles en rive gauche présentent des signes d'inondation. A proximité du canal d'Aire à La Bassée, un merlon longe le cours d'eau sur chaque berge, ne permettant aucun lien hydraulique entre le cours d'eau et le marais.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières comprend la quasi-totalité du bassin versant de la Loïsne et du Surgeon soit environ 127 km² (pour un BV total de 132 km²).

3.3.6 Bassin versant de la Melde

La Melde du Pas de Calais, qui s'écoule dans une zone de transition entre les reliefs marqués de l'Artois et la zone plate de la plaine de Flandres, fait partie de l'ensemble des cours d'eau artificiels qui convergent vers le nœud hydraulique d'Aire sur la Lys.

Le tracé naturel de la rivière est interrompu par le Canal à Grand Gabarit au niveau du seuil du Cornet (Wittes) où la Melde peut déverser dans le Canal en période de crue. Un Contre Fossé longe le Canal à Grand Gabarit et son tracé est confondu avec celui de la Melde du seuil du Cornet à Aire-sur-la-Lys.

Son bassin versant fait environ 77 km², 83 km² si l'on compte le bassin versant du Contre-Fossé, et il est drainé par les cours d'eau principaux suivants :

- La Melde qui prend sa source en amont de Bliques et rejoint la Lys après un parcours de 14 km,
- Le Lauborne qui rejoint la Melde à Quiestède après 4 Km de cours d'eau pérenne,
- La Becque qui prend sa source dans les prés de Cochendal entre Quiestède et Roquetoire (2,5 km),
- Un fossé (F) qui passe par un siphon sous le Melde avant de rejoindre la Becque,
- Le Contre Fossé qui s'écoule sur 8 km avant de rejoindre la Melde à Wittes.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Melde mais environ 19 km² (pour un BV total de 77 km²).

3.3.7 Bassin versant de la Laquette

Seule la partie aval du bassin versant de la Laquette est concernée par le TRI.

Dans la partie aval, le réseau hydrographique de la Laquette est beaucoup plus complexe qu'en amont. Après le passage sous l'autoroute, les pentes diminuent de façon importante, le relief s'adoucit, et le réseau de fossés s'intensifie. A l'entrée d'Aire-sur-la-Lys, le Mardyck conflue avec la Laquette en rive gauche. Une partie des eaux de la Laquette rejoint le fossé de la RN 43 et se jette dans la Laque. Les différents cours d'eau sont interconnectés à maintes reprises par de nombreux fossés, utilisés pour le drainage des champs.

On rencontre dans cette zone de nombreux étangs et lacs artificiels, qui sont bien souvent alimentés par des sources locales et ne sont pas connectés avec le réseau étudié.

Le lit mineur de la Laquette est en général assez encaissé, tout au long de son parcours. Si la couche de limons est facilement érodable, les couches inférieures, plus marneuses, sont imperméables et cohésives, résistant donc à l'érosion. Ainsi les cours d'eau se sont développés dans des vallées encaissées, en suivant les failles. Le lit mineur s'est ainsi développé dans les horizons limoneux et argileux des dépôts alluviaux. Sur le territoire concerné par le TRI, les pentes sont douces, les vitesses d'écoulements sont faibles (voire quasiment nulles, en période non pluvieuse, dans les réseaux de fossés) et les cours d'eau s'envasent très vite du fait des apports d'alluvions limoneux. La Laquette et ses affluents conservent, en général, leur cours naturel, mais, à l'exception du Mardyck, ils sont très fréquemment endigués, sur l'ensemble de leur parcours.

Le lit majeur de la Laquette comprend une large partie du fond de vallée et comprend généralement des prés humides, avec une végétation disséminée de saules-têtards, peupliers Canada, etc... Le fond de vallée est parfois entrecoupé par des fossés-drainants, des bermes, qui sont des restes des aménagements hydrauliques du passé.

Les ouvrages routiers ont un impact considérable sur les délimitations des lits de crue dans les encaissants. En effet en général les routes sont construites sur des talus, nettement au-dessus du cours d'eau, si bien qu'elles constituent des obstacles à l'expansion naturelle des inondations.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Laquette mais environ 16 km² (pour un BV total de 116 km²).

3.3.8 Bassin versant de la Becque de Météren

Le bassin versant de la Becque de Météren est alimenté sur le TRI par deux bassins versants : le bassin versant de la Météren Becque et le bassin versant de la Becque de Nieppe.

3.3.8.1 Bassin versant de la Météren Becque

Le bassin versant de la Météren Becque est d'une superficie d'environ 85 km². La limite entre les bassins amont et aval, constituant 2 zones distinctes, est marquée par la RD23.

Le bassin versant amont de la Météren Becque, d'une superficie d'environ 32 km², s'étend des contreforts du mont des Cats (source de la Météren Becque) à Bailleul (hameau de Outtersteene), le réseau hydrographique, composé de ruisseaux bien pentus draine un relief vallonné et bien marqué dans sa partie Nord-Est (monts des Flandres). Ce bassin versant est composé de paysages ruraux à dominante agricole de polyculture. Le réseau hydrographique y est très anthropisé et marqué par les préoccupations agricoles : tracés rectifiés, sections profondes très remaniées, berges abruptes, directement bordées par les champs,...

Il n'y a pas de zones urbanisées traversées par les ruisseaux dans ce sous bassin amont, seuls quelques lieu-dit et fermes sont riverains de ces cours d'eau aux apparences de larges et profonds fossés.

Le bassin versant aval de la Météren Becque, d'une superficie d'environ 53 km², est plus plat que le bassin versant amont de la Météren Becque. Une grande partie de ce bassin versant est située entre les cotes 15 et 17 m NGF, et constitue un vaste champ d'expansion des crues les plus exceptionnelles.

Le réseau hydrographique devient de plus en plus complexe sans sens d'écoulement particulièrement marqué. Un réseau maillé de becques et de ruisseaux draine un paysage agricole de cultures, parsemé de hameaux et de fermes, mais également de bourgs traversés par des becques (Le Doulieu, Estaires).

Dans la partie aval du bassin versant, les cours d'eau sont artificialisés et se présentent sous l'aspect d'un canal de drainage dont le radier et la partie inférieure sont constitués de plaques de ciment. L'ensemble du réseau hydrographique de ce sous-bassin versant est directement sous l'influence du niveau de la Lys canalisée.

3.3.8.2 Bassin versant de la Becque de Nieppe

La superficie du bassin versant de la Becque de Nieppe est d'environ 20 km². La Becque de Nieppe prend sa source sur la commune de Bailleul en bordure de la Belgique. Elle est entièrement busée lors de sa traversée du Bourg de Nieppe. Elle ressort en périphérie de la zone urbanisée et est rejointe à ce niveau par deux affluents importants : la Waterland Becque et la Becque de Warnave.

Ces affluents drainent respectivement les parties Ouest et Est du bassin versant.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Becque de la Météren mais environ 64 km² (pour un BV total de 83 km²).

3.3.9 Bassin versant de la Bourre

Seule la partie aval du bassin versant de la Bourre est concernée par le TRI.

Au niveau du bassin versant des canaux de la Bourre trois zones de fonctionnements hydrauliques différents peuvent être discernées, de l'amont vers l'aval :

- Les collines,
- La plaine centrale,
- La plaine de la Lys

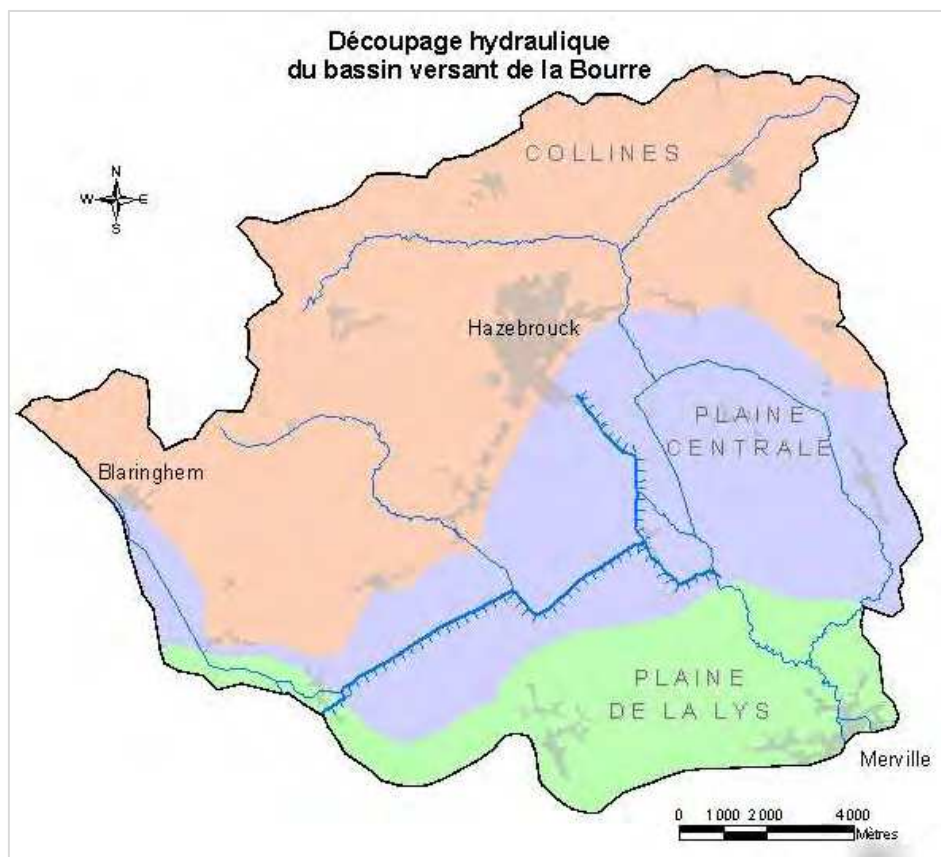


Figure 5 : Découpage hydraulique du bassin versant de la Bourre

Le réseau hydrographique de la Bourre et de ses canaux est un système complexe où l'influence humaine joue un rôle important.

La Borre Becque reçoit les eaux de la Foëne Becque sur la commune de Hazebrouck. A l'aval, la Borre Becque traverse les communes de Wallon-Cappel et Hondenghem.

La Becque de Foëne (nommée Ruisseau du Galge, à partir de la commune de Caëstre) parcourt environ 5 km avant de confluer dans la Borre Becque.

Chaque becque reçoit les eaux de deux petits affluents, en particulier la Becque de Bréarde rejoint la Borre Becque en aval du franchissement de la RD916 et la Hondsteene Becque la Becque de Foëne en aval de la RD 161.

A l'aval de la confluence de la Becque de Foëne, la Borre Becque traverse la commune de Hazebrouck (à l'est de la ville) et reçoit les eaux d'une petite becque (la Noord Becque) en aval du lieu-dit « La Capellerie », puis franchit la RN 42 et une voie SNCF.

Le tracé à ce niveau se présente sous la forme d'un canal rectifié. Deux points de singularité (coudes) se suivent au droit du lieu-dit « Temple Acker ». A l'aval du deuxième coude, la Borre Becque est nommée la Bourre.

La Bourre s'écoule en direction du sud vers Merville et traverse en premier lieu la RD 53, puis longe le Bois de Hazebrouck de la Forêt Domaniale de Nieppe. Après avoir franchi la RD 188, elle reçoit les eaux du Bras de la Bourre au niveau du Bois d'Aval.

Dans le Bras de la Bourre confluent les eaux de la Papote Becque et du Morbecque via le siphon des Trois Planches, apport très irrégulier par « vague ». S'y jette également une partie des eaux du canal d'Hazebrouck (lorsque la vanne est ouverte).

Un kilomètre à l'aval de cette confluence, le Canal du Pré à Vin conflue dans la Bourre au droit de l'écluse du Grand Dam. Les apports provenant de ce canal sont très importants puisqu'ils concernent le Canal d'Hazebrouck et le canal de la Nieppe (le Canal d'Hazebrouck et le canal de la Nieppe confluent dans le Canal du Pré à Vin au droit de l'écluse de la Motte au Bois).

A noter que le canal de Nieppe est alimenté, en partie par la Petite Steenbecque, la Grande Steenbecque, ainsi que la Melde du Nord (dont un autre exutoire est la Lys canalisée par pompage, par temps de crue).

A l'aval de la Forêt de Nieppe, la Bourre s'écoule sur 7.5 km, en suivant son tracé naturel, avant d'entrer dans la ville de Merville.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Bourre mais environ 35 km² (pour un BV total de 192 km²).

3.3.10 Bassin versant de la Becque de Saint Jans Cappel

Le bassin de la Grande Becque de St Jans Cappel est orienté Nord Sud. Avec une longueur de 15 km pour une largeur maximale de 8 km, il a une forme assez allongée.

Il peut se décomposer en plusieurs entités morphologiques :

- le haut bassin entre Boeschepe et Bailleul,
- le bassin intermédiaire : la traversée de Bailleul et ses apports urbains, affluent rive gauche le Ravensbergue,
- la plaine aval au Sud de Bailleul.

3.3.10.1 Haut bassin entre Boeschepe et Bailleul

La Grande Becque de Saint Jans Cappel ou Becque de St Jans ou encore Serpentine prend naissance à la confluence entre le ruisseau du Mont de Boeschepe et du Meulen Dick, à l'amont de Berthen. Elle a un parcours relativement pentu jusqu'à son arrivée dans Berthen où les pentes commencent alors à fortement diminuer. Elle se jette dans la Lys canalisée au droit de Saily-sur-la-Lys après être passée à St Jans-Cappel, Bailleul et Steenwerck. Dès Berthen, le tracé du cours d'eau est marqué par l'homme (présence d'un coude à angle droit à la sortie de Berthen). On peut considérer que jusqu'à l'aval de Steenwerck le tracé du cours d'eau n'est pas naturel. Par contre, à l'aval de Steenwerck et jusqu'à son embouchure, le cours d'eau a gardé un parcours naturel.

Cette caractéristique est assez rare dans la région et en fait un tronçon étudié de près, notamment par la fédération de pêche (cf. annexe 5), car il s'agit d'un lieu de reproduction de brochets et d'anguilles (espèce protégée).

Dans sa partie « anthropisée », c'est à dire à l'amont de Steenwerck et le fossé Kirlem, le lit est canalisé. Les pentes des berges sont relativement fortes ce qui peut créer des effondrements de berge dans les zones non protégées. La stabilité des talus est, de plus, fragilisée par la présence de rats musqués.

Le cours d'eau suit globalement les évolutions (d'amont en aval) suivantes : d'abord enherbé, il est canalisé avec des plaques béton dans St Jans-Cappel où de nombreuses passerelles d'accès l'enjambent (parfois limitantes). Puis, de la sortie de St Jans-Cappel jusqu'à l'amont du quartier de la Blanche Maison (aval Bailleul) les berges sont de nouveau enherbées mais avec des pieds de berge protégés par pieu-planches (ces protections sont globalement très anciennes et ont parfois quasiment disparu).

Au niveau du quartier de la Blanche Maison, les berges sont protégées par des plaques béton. Puis les talus redeviennent enherbés, jusqu'à la confluence avec la Lys (à part la traversée de Steenwerck où elle est canalisée soit par voile béton, soit par pieu-planche). Après la défluence avec le Kirlem, la section se réduit sensiblement, de plus, le fond du lit (juste après la défluence) est plus haut que celui du Kirlem, et est donc à sec à l'étiage. A l'aval de Steenwerck, le cours d'eau est classé ZNIEFF car son tracé est naturel, les berges sont ainsi laissées enherbées. Le Kirlem, qui court-circuite la Grande Becque de Saint Jans Cappel, est revêtu de plaque béton tout du long. Cependant ces plaques sont en mauvais états et l'entretien des berges n'est pas fait. L'urbanisation y est faible : Berthen et St Jans-Cappel sont les deux villages présents sur le bassin versant, de nombreuses fermes isolées couvrent le territoire.

Le bassin versant est implanté sur les communes de Boeschepe (amont), Berthen (amont), St Jans-Cappel (centre), Méterem (Ouest) et Bailleul (Sud).

Ce sous-bassin peut se décomposer en entités élémentaires :

- le haut bassin de Berthen qui se compose de plusieurs petits ruisseaux à forte pente qui descendent des Monts pour former la Becque de St Jans-Cappel,
- les sous-bassins de St Jans-Cappel avec l'arrivée de la Becque du Mont Noir en rive gauche, la Grande Becque de Saint Jans Cappel s'apparente alors à un large fossé de drainage longeant la RD 10,
- les apports complémentaires entre St Jans-Cappel et Bailleul provenant de grandes terres agricoles.

3.3.10.2 Bassin intermédiaire

Le bassin intermédiaire est la transition entre les Monts de Flandre et la basse plaine. La pente y est encore élevée surtout à l'Est (centre de Bailleul et haut bassin de l'affluent).

La zone urbaine de Bailleul occupe une position centrale dans le bassin et l'ensemble des eaux urbaines de la ville ont pour exutoire la Becque de Saint Jans Cappel ou son affluent. Dans le dossier cartographique figure la carte des réseaux structurants d'évacuation des eaux pluviales de Bailleul. Il s'agit principalement d'un réseau unitaire équipé en déversoirs d'orage vers le milieu naturel. Quelques nouveaux quartiers sont équipés en réseaux séparatifs. Plusieurs infrastructures linéaires viennent perturber ces écoulements alors que la pente diminue et concentre les exutoires dans la plaine : RD933, RD944, RD23, la voie ferrée, puis l'autoroute A25.

Quelques zones agricoles sont encore présentes sur les hauts de bassins versants à l'Est et à l'Ouest.

Ce bassin se décompose donc en deux entités principales :

- le secteur Ouest drainé par la Grande Becque de Saint Jans Cappel : quartiers Ouest de Bailleul et sous bassins agricoles Ouest,
- le secteur Est drainé par son affluent, le Ravensbergue, qui reprend un bassin versant de 9 km² : Ce bassin versant tend à se développer vers la plaine (zones d'activité),

- la plaine à l'aval de l'autoroute : La pente y très faible et l'activité agricole très importante. On note la présence d'un réseau de fossés très important et maillé dans ce secteur, pour assurer le drainage des terres. L'habitat y est très diffus (fermes isolées et petits hameaux).

3.3.10.3 Basse plaine

Dans la basse plaine, le réseau de drainage est dense compte tenu des faibles pentes, de l'influence de la Lys et de la proximité de la nappe.

La Grande Becque de Saint Jans Cappel elle-même se scinde en deux branches à l'amont de Steenwerck : la Serpentine qui traverse l'agglomération de Steenwerck et le ruisseau de Kirlem. Ce dernier assure les écoulements principaux en période normale. Il rejoint la Becque de Saint Jans Cappel à l'aval de la ligne T.G.V. environ 2 km avant la Lys.

La Serpentine reçoit en rive gauche plusieurs affluents à l'amont de Steenwerck :

- le sous bassin de la Leute, bassin agricole,
- le sous bassin de la Stil Becque dont le haut bassin se situe sur les coteaux de Belgique, bassin agricole.

A l'aval du remblai T.G.V., la Becque de Saint Jans Cappel reçoit en rive droite la Becque des pauvres. En dehors de Steenwerck, ce bassin est peu urbanisé mais compte de nombreuses fermes isolées, l'activité agricoles est donc très importante.

A noter : Le TRI Béthune-Armentières ne comprend pas l'ensemble du bassin versant de la Becque de Saint Jans Cappel mais environ 57 km² (pour un BV total de 70 km²).

3.4 Cas particulier du nœud d'Aire

Le nombre important de cours d'eau arrivant à Aire ainsi que la densité d'ouvrages hydrauliques recensés sur le secteur rend apparemment complexe la compréhension du fonctionnement hydraulique globale du secteur.

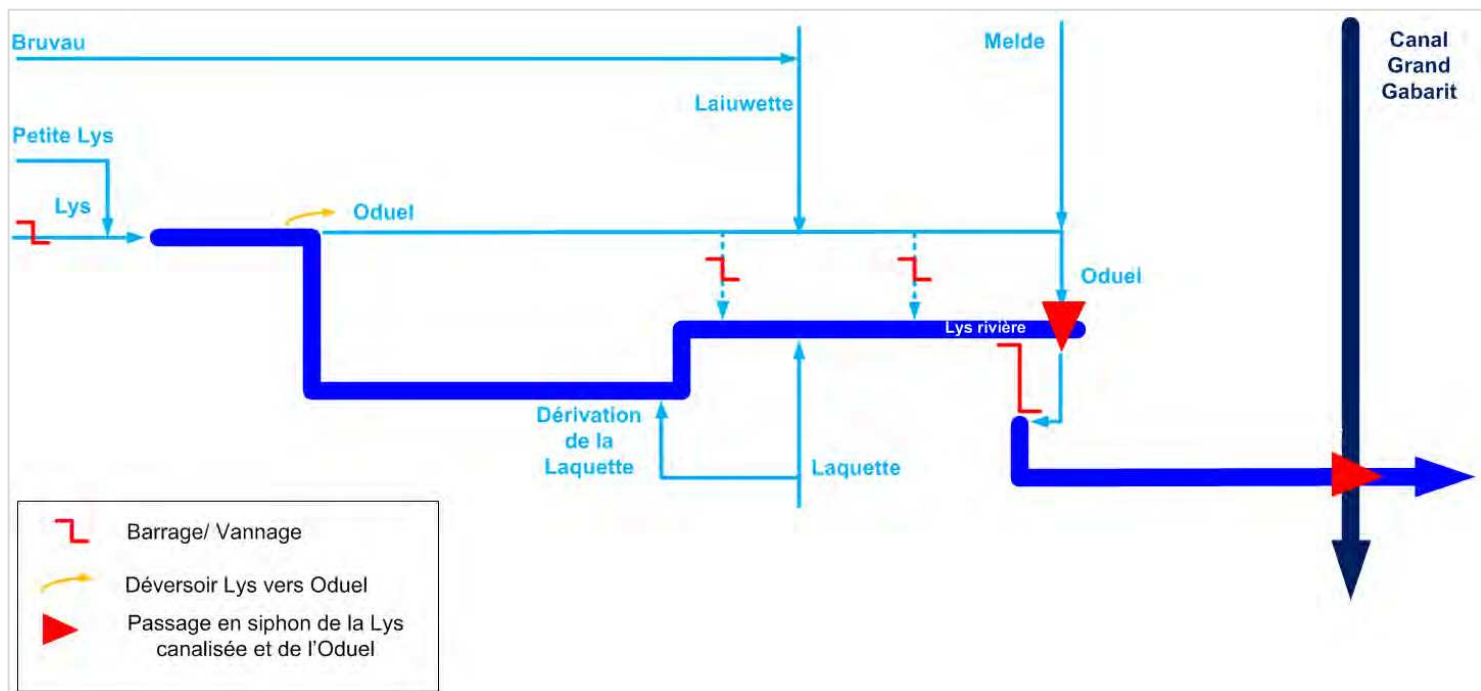


Figure 6 : Niveaux et sens des écoulements du Nœud d'Aire

3.4.1 La Lys Municipale et la Laquette

La Laquette et sa dérivation se jettent dans la Lys Municipale sans l'intermédiaire d'ouvrages de contrôle. Si le niveau de la Lys conditionne certainement celui de la Laquette dans Aire, on peut pressentir qu'en raison de la pente du lit de la Laquette, l'influence du niveau de la Lys n'est que locale.

3.4.2 La Lys Municipale et l'Oduel

Il existe une première contrainte qui nécessite la maîtrise du niveau de l'Oduel. La raison pour laquelle il faut empêcher rapidement la montée des eaux de ce cours d'eau, est que sa partie aval est bordée d'habitations. La rue qui longe l'Oduel est en effet signalée comme inondable par la Mairie d'Aire sur la Lys (rue du Fort Gassion).

L'Oduel sert à diminuer les débits de la Lys Municipale dans Aire. Ce délestage est rendu possible par la présence d'un déversoir à l'amont d'Aire sur la Lys.

En raison du dimensionnement de son siphon, le niveau de l'eau dans l'Oduel croît fréquemment et brutalement, soit à cause d'une crue sur la Lys, soit à cause d'une crue sur la Melde qui arrive également à ce siphon.

Il existe donc, à l'aval de l'Oduel, peu avant le siphon, deux vannages. Ces deux vannages appelés Tabac et Céramique, permettent d'abaisser le niveau de l'Oduel.

3.4.3 La Melde et le Contre-Fossé

La Melde reçoit, à Wittes, en rive gauche les eaux du Contre-Fossé à l'endroit où elle bifurque le long du canal à grand gabarit en direction d'Aire. Sur cette bifurcation, une prise d'eau détourne quelques centaines de litres d'eau (au mieux, selon le niveau) vers le canal.

En temps normal, les eaux de la Melde et les débits (résiduels) du Contre-Fossé sont dirigés vers le siphon de l'Oduel pour rejoindre ensuite la Lys Canalisée. Lors de crues de la Melde ou de la Lys, il arrive que ce siphon sature et provoque la montée du niveau d'eau de l'Oduel et de la Melde. Dès lors, les eaux de la Melde peuvent refluer dans le lit du Contre-Fossé jusqu'à un large déversoir vers le canal.

Avant la création de ce déversoir, les riverains étaient régulièrement inondés par les crues de la Melde. Aucune inondation liée aux débordements de la Melde n'a été recensée depuis la création de ce déversoir (source : mairie de Wittes).

De ce fait, l'essentiel des débits destinés à emprunter le lit du Contre-Fossé sont aujourd'hui détournés vers le canal.

3.5 Ouvrages hydrauliques

3.5.1 Les ouvrages hydrauliques

Les études menées antérieurement ont recensés comme ouvrages hydrauliques « complexes » (c'est-à-dire permettant une répartition des flux, à la différence de simples ouvrages hydrauliques de franchissement), environ 70 ouvrages répartis comme suit :

- Sur la Lys, la Laquette et la Lawe, une cinquantaine d'ouvrages plus ou moins intègres (seuils, seuils + vannes) liés à d'anciens moulins, dont les vannes sont dans le meilleur des cas actionnables manuellement mais jamais manœuvrées, parfois totalement démantelées, et souvent aussi encore en place mais a priori « bloquées » vu leur état. Ces ouvrages peuvent localement poser problème en l'absence de surveillance constante lors des crues (formations d'embâcles).
- Quelques vannes et « vannettes » assurant des délestages et répartitions locales (Laquette, Bourre, les Berquigneuls...), subsistance d'ouvrages sans doute beaucoup plus nombreux autrefois (exemple : les flottages des prairies inondables de la Lys, aujourd'hui abandonnés).
- Une dizaine d'ouvrages majeurs qui participent au fonctionnement hydraulique en crue de manière récurrente voire permanente⁴, récapitulés page 18 (en jaune les ouvrages motorisés, en orange les ouvrages automatisés). On notera que ces ouvrages, dont la gestion, pour ce qui est des ouvrages non asservis, peut parfois paraître « simpliste » et à coup sûr empirique, en raison de contraintes d'état aussi bien que faute de connaissances quantitatives suffisantes des flux à gérer, ne posent pour autant qu'assez peu de problèmes hydrauliques répertoriés : le risque existe au plan probabiliste, par des risques de dysfonctionnements connexes (obstructions, pannes) plutôt que par mauvaise appréciation des phénomènes hydrauliques ou sous-dimensionnement aux limites. A l'exception de la gestion de l'épi de Gosnay où le fonctionnement habituel semble mis en cause, les abords des autres ouvrages cités ne semblent pas avoir connu d'inondations dommageables en relation avec ces ouvrages. En revanche, au plan des enjeux globaux et des répercussions « aval » des choix de répartition et d'évacuation, il est plausible que les modes de gestion ou les cotes de fonctionnement en vigueur, ne soient pas optimisées (on pense au déversoir du Cornet, au vannage d'Hulluch, aux écluses des canaux de la Bourre notamment).

Aux ouvrages recensés dans ces études de PGGEEC, il faut ajouter près d'une trentaine d'ouvrages qui figurent soit la « Pré-étude des réseaux et des flux de la Flandre intérieure, de la Plaine de la Lys et du Bas-Pays », soit dans l'inventaire actualisé à l'occasion de la construction du modèle hydraulique de la Clarence, de la Busnes et du Guarbecque, parmi lesquels :

- Plusieurs vannes et éclusettes qui permettent la répartition locale des flux dans la plaine de la Lys autour de Saint Venant (interconnexions Vieille Lys – Guarbecque – Busnes – Demingue) ;
- Plusieurs vannes et déversoirs qui permettent la répartition locale des flux entre la Nave et la Busnes autour de Lillers ;
- Plusieurs vannes et déversoirs qui permettent la répartition locale des flux entre le Grand Nocq et la Clarence, de Gonnehem à Robecq ;
- Quelques vannes sur des courants et fossés de drainage, mises en place par les associations de drainage ou le SIAAAH notamment ;

⁴ On notera que l'un des plus importants de ces ouvrages, à savoir le vannage d'Hulluch, n'a pas été pris en compte dans le modèle Safège construit pour l'étude de PGGEEC, ce qui n'a été mis en évidence que postérieurement, le modèle n'ayant pas été rendu accessible par ce prestataire.

- Trois anciennes écluses (Essars, le Rôle, l'Etroit) sur la Lawe aval, non fonctionnelles et dont ne subsistent d'ailleurs que les maçonneries (ouvrages hydrauliquement « transparents » à l'exception d'un petit seuil résiduel au Rôle) ;
- Des stations de relèvement d'eaux pluviales urbaines (le Brayel à Isbergues, rejets dans le canal), ou d'eaux de drainage agricole et de marais (le Marais Pourri à Ham-en-Artois, rejet dans le Guarbecque) ;
- Trois ouvrages majeurs mécanisés qui participent à la gestion dynamique des crues de manière récurrente ou exceptionnelle⁵, récapitulés page 18 (en jaune les ouvrages motorisés, en orange les ouvrages automatisés), respectivement sur la Busnes, le Grand Nocq et la Lawe.

Tout le secteur de la Clarence, la Busnes, le Guarbecque, leurs affluents et émissaires, réseau hydrographique particulièrement complexe entre l'A26 et la Lys, présente d'ailleurs la spécificité, d'une gestion très active des flux par le biais de tous ces ouvrages y compris les moins imposants, selon un mode d'intervention qui laisse la part belle aux intervenants locaux et à la concertation informelle, sans doute assez proche malgré l'introduction d'éléments modernes de surveillance et de communication, voire de manœuvre, de ce qu'était la gestion hydraulique locale il y a un siècle de cela : d'autant qu'aux ouvrages cités, dont certains existent de très longue date, il faudrait ajouter les ouvrages récents de protection contre les crues, mis en œuvre par l'EPCI compétente (ZEC de la Nave et ses affluents). Cette gestion, épisodiquement consommatrice de moyens humains conséquents (services techniques et équipes municipales), semble efficace puisque, malgré les handicaps naturels et anthropiques qui multiplient les facteurs de risques d'inondations dans ce périmètre, les crises hydrologiques jusqu'à une récurrence qui peut être exceptionnelle, voient les désordres dommageables relativement cantonnés.

Enfin, il faut ajouter les ouvrages du nœud d'Aire et ceux de la Lys canalisée, qui participent pour la plupart à la gestion globale active des flux, sous l'égide du SN-VNF :

- 4 vannages du nœud d'Aire (Grand vannage, Porte de Garde, vannes Tabac et Céramique) qui assurent la gestion des interconnexions entre la Lys supérieure, ses affluents et délestages d'une part (entrées), et la Lys canalisée et le bief Cuinchy-Fontinettes du canal à grand gabarit (sorties) ;
- 6 écluses sur la Lys canalisées (de Aire-sur-la-Lys à Armentières), dont 5 associées à des barrages à clapets, manœuvrés pour maintenir les niveaux de navigation dans les biefs associés, ou, en période de crue, pour assurer un maximum de transparence aux écoulements et dans le souci de retarder l'atteinte des niveaux les plus critiques. La sixième (Fort Gassion) non encore équipée, le sera à moyen terme.

⁵ Les petits ouvrages de la plaine et de l'ensemble Clarence-Busne-Guarbecque, cités au dessus, n'en sont pas moins importants localement et font l'objet d'une gestion très active, bien que manuelle et parfaitement empirique, lors de chaque épisode critique ; ainsi le délestage de Bellerive du Grand Nocqs vers la Clarence, représente des échanges bien plus fréquents et bien plus importants en volumes, que la station de pompage du Grand Nocq vers le canal, utilisée plus parcimonieusement.

3.5.2 Les siphons

Les siphons sont une spécificité remarquable du réseau hydrographique du bassin de la Lys, y compris en comparaison avec d'autres réseaux hydrographiques régionaux confrontés à des contextes topographiques et anthropiques comparables ; en effet, on ne compte pas moins de 31 ouvrages répartis comme suit :

- 23 siphons sous le canal d'Aire (canal à grand gabarit, bief Cuinchy-Fontinettes), représentant un total de 50 conduites de sections très variables, lesquels ouvrages ont fait l'objet d'une étude spécifique que nous évoquerons plus loin ; il s'agit de siphons de rétablissement du réseau hydrographique « naturel » coupé par ce canal totalement artificiel ; parmi les ouvrages majeurs, par leur taille, par l'importance du cours d'eau rétabli, ou par la proximité d'enjeux urbains, on distinguera le siphon de la Lys et de la Melde à Aire-sur-la-Lys (2 conduites, près de 20 m² de section passante cumulée), les siphons jumelés du Guarbecque et de la Rivière à Isbergues (6 conduites, plus de 15 m² de section passante cumulée), les siphons voisins de la Clarence et du Grand Nocq (8 conduites, près de 23 m² de section passante cumulée), et enfin ceux de la Lawe à Béthune (5 conduites, près de 16 m² de section passante cumulée). Ces ouvrages prêtent à d'abondantes controverses au sujet de leur surveillance et de leur entretien, entre collectivités et le SN-VNF, en raison des risques de colmatages par des embâcles et flottants en période de crue, bien plus qu'au regard de leurs capacités théoriques : les deux ouvrages les plus sensibles, en raison des flux concernés, de leur insertion urbaine et des crises passées, sont le siphon d'Aire-sur-la-Lys (encore que là, les polémiques feutrées concernent l'ensemble de la gestion des niveaux et des échanges Lys / canal), et celui de la Lawe à Béthune.
- 2 siphons sous la Lys canalisée (au moins), à Thiennes et Merville, qui n'assurent plus de rôle hydraulique significatif ;
- 7 siphons (ou aqueducs assimilables) de cours d'eau (ou bras de dérivation et de ressuyage) sous cours d'eau, ouvrages résultants de l'évolution historique différentielle des profils en long de certains cours d'eau (cycles d'endiguements –envasements – recalibrages ayant rompu les liens gravitaires déjà précaires en raison de la topographie), ou d'aménagements hydrauliques très anciens ; parmi les plus sensibles se trouvent le siphon de l'Oduel à Aire-sur-la-Lys (passage de l'Oduel et de la Melde sous la Lys rivière) et le siphon de Bellerive à Gonnehem (passage du Grand Nocq sous la Clarence « perchée »).

Cours d'eau	Ouvrage	Rôle actuel	Problématique posée
La Melde (par contrefossé)	Déversoir du Cornet	Délestage Melde vers canal d'Aire	Gestion volumétrie canal
La Bourre	Ecluse et barrage du Grand Dam	Répartition des crues	Etat
La Bourre	Ecluse du Pré à Vin	Gestion d'étiage Protection Merville	Etat
La Bourre	barrage des Capucins	Gestion des flux à Merville	Gestion « empirique » Embâcles
La Bourre	Les 3 Planches (vanne motorisée + siphons + vanne de délestage)	Répartition Bourre / canal d'Hazebrouck	Pas de limnimétrie Entretien siphons
La Melde du Nord	SRE de Thiennes	Evacuation des eaux vers la Lys	Risques de panne / télésurveillance
La Lys	Seuil de Moulin-le-Comte	Captage AEP	
La Lawe	Moulin de Gosnay	Répartition des flux épi de Gosnay	Equilibre Brette / Blanche Inondations riverains
La Lawe	Vannes d'Hulluch	Protection Bruay	Gestion / enjeux globaux ?
La Lawe	Ecluse de la La Gorgue	Evacuation des eaux vers la Lys canalisée / maintien du niveau de la Lawe	« conflits » d'intérêt en crue entre riverains de la Lawe et ceux de la Lys ?
La Loisme	Vis de Beuvry	Evacuation des eaux vers canal	Stabilité géotechnique ? Risques de panne Sédimentation aval
Le Surgeon	Déversoir de Mazingarbe	Déversoir d'assainissement unitaire principal	Rejets polluants
La Busnes	Barrage Dumortier (seuil de fond basculant)	Répartition des flux Busnes / Demingue	Délestage contrôlé aussi par un paramètre non ajustable (section aqueduc)
Le Grand Nocq	Vanne de Bellerive	Délestage vers Clarence	Contrainte de la gestion non assistée
Le Grand Nocq	Station de relevage de Gonnehem	Délestage exceptionnel vers canal d'Aire	Gestion / enjeux globaux
La Lys	Ouvrages du nœud d'Aire	Gestion globale des flux amont – aval	Coordination des gestionnaires – 2 ouvrages non motorisés
La Lys canalisée	5 Barrages à clapets	Gestion globale des niveaux	Communication SN-VNF et collectivités Etat du barrage d'Armentières
Drainages, zones inondables	Widdebrouck, Ham – Maris Pourri, Locon...	Stations de relevage des eaux de drainage	Enjeux locaux, contribution globale non maîtrisée

Tableau 7 : Ouvrages majeurs sur le bassin de la Lys

Chapitre 4 Evaluation de la sensibilité du TRI vis-à-vis des inondations

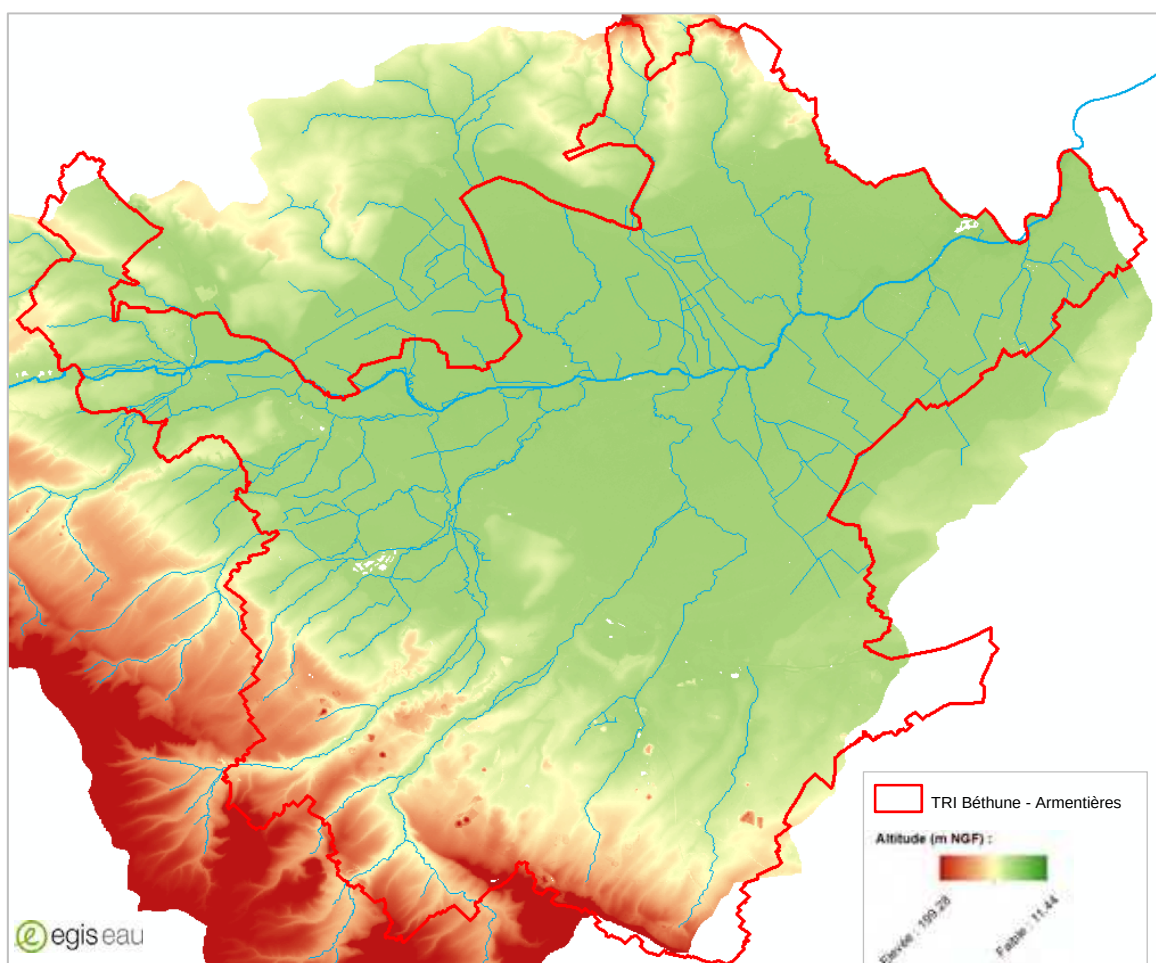
4.1 Evaluation de la sensibilité du territoire vis-à-vis des ruissellements et remontées de nappes

Source : Etudes n°17 et 24 (cf : Tableau 26)

4.1.1 Topographie du secteur d'étude

La plus grande partie des bassins de la Lys supérieure, de la Laquette, voire de la Melde, ainsi que de la Clarence amont, présente des pentes significatives voire accentuées qui favorisent le ruissellement rural dans des conditions saisonnières propices, ainsi que des natures de sols souvent favorables à la saturation ou à la battance ; a contrario une fraction importante des espaces de la Bourre, de la Méteren Becque ou de la Grande Becque de Saint Jans Cappel, sont très plats et ne produisent pas d'apports significatifs de ruissellement, et les sols naturels des bassins de la Loïsne ou du Surgeon (ainsi que du fossé d'Avesnes) sont globalement plutôt perméables.

La topographie du territoire présente donc un système contrasté entre des secteurs vallonnés culminants à près de 200 mètres d'altitude et une vaste plaine (35 km de long sur 15km de large environ) dont l'altitude ne varie qu'entre 20 et 15 mètres.



Topographie propre à la plaine au Bas-Pays, la plaine de la Lys et la Flandre intérieure

Les altitudes naturelles s'étalent de 50 m environ à Englos (fort d'Englos) et Capinghem pour le point culminant, à 13 m au point bas à Armentières, Houplines et Frélinguien.

Ces valeurs sont à considérer avec recul car elles sont trompeuses et pourraient laisser croire à un certain relief sur le secteur.

En réalité, le relief est beaucoup moins contrasté :

- Environ 90 % du périmètre d'étude se situe à des altitudes comprises entre 15 m et 20 m, la plaine de la Lys étant située plus généralement entre 13 m et 18 m ;
- Seule la bordure Est présentant des altitudes les plus souvent comprises entre 25 m et 40 m, avec les points culminants déjà mentionnés (49 m à Englos, 48 m à Capinghem), et à Herlies (41 m) ;
- A partir de Calonne-sur-la-Lys, les rives de la Vieille Lys sont situées entre 15 m et 13 m (aval, confluence avec la Deûle).

Les pentes naturelles sont très faibles sur la plus grande partie de la plaine :

- Les pentes transversales dans la plaine (nord-sud) sont de généralement l'ordre de 0,5 ‰, parfois inférieures ;
- Les pentes longitudinales dans la plaine (ouest-est) sont insignifiantes, souvent inférieures à 1 m pour 10 km ;
- Les pentes hydrauliques sont encore plus faibles, comprises entre 0,2 et 0,3 ‰ environ pour les cours d'eau naturels aux tracés généralement transversaux mais parfois sinueux à travers la plaine, et du même ordre que la pente terrain pour les cours rectifiés ;
- Seule la frange Est du secteur d'étude présente des pentes significatives, supérieures à 1 ‰ et mêmes comprises entre 2 et 5 ‰ pour la zone de rupture assez franche entre les vallonnements du Mélandois (altitudes > 25 m) et la plaine (altitudes < 20 m).
- Localement, dans la plaine, la carte des pentes indique des dénivelés supérieurs à 1 ‰, à considérer toutefois avec la plus grande prudence compte tenu de la précision des MNT utilisés et des artefacts possibles.

La topographie générale de la plaine va conditionner tous les phénomènes hydrologiques et hydrauliques du secteur : contribution extrêmement limitée, voire nulle, du ruissellement rural, malgré des sols peu perméables (à l'exception de la frange Est où le ruissellement agricole doit être pris en compte) ; écoulements extrêmement ralentis avec des tendances systématiques à l'accumulation plutôt qu'à l'évacuation, et une incidence quasi-permanente et en série, des conditions aval. Indirectement, ce contexte topographique favorise encore tous les phénomènes de sédimentation qui aggravent les insuffisances hydrauliques, et se conjugue avec la nature des sols pour limiter aussi le drainage hypodermique.

4.1.2 Contextes pédologiques, géologiques et hydrogéologiques propre à la plaine

Les sols (source : carte IGCS des pédopaysages en Nord – Pas-de-Calais, DRAF)

Malgré quelques nuances intéressant essentiellement les activités agricoles, les sols du domaine d'étude sont relativement homogènes et présentent en tout cas des caractéristiques similaires au plan hydrologique ; on rencontre presque exclusivement des sols alluviaux répartis en 5 catégories :

- **17 : sols limono-argileux, calciques à calcaire en profondeur** ; prédominants, on les rencontre notamment dans la plaine de la Lys, à la pointe ouest (entre le canal, la Lys et la Clarence) et le tiers nord-est du secteur étudié, de Richebourg et La Gorgue à Armentières ;
- **18 : sols limono-argileux sur sable de profondeur variable** ; ils occupent 2 zones distinctes, entre Les Essarts, Festubert et Richebourg d'une part (bassin d'apport de la Loïse aval notamment), une bande étroite de Aubert à Pérenchie qui correspond à la transition entre les bords relevés du bassin versant et la plaine de la Lys ;
- **19 : sols limono-argileux à argilo-limoneux** ; on ne les rencontre qu'à l'extrême pointe nord du secteur d'étude, près de la confluence Lys / Deûle ;
- **20 : sols limono-argileux à argilo-limoneux, avec argile subaffleurante** ; ils occupent toute la zone entre Clarence et Lawe, du canal d'Aire à la Lys (bassin de drainage du Turbeauté notamment) ;
- **21 : sols limono-argileux à argilo-limoneux à argileux, marécageux à tourbe** ; il s'agit des marais de la Loïse à Beuvry, Festubert et Givenchy-lès-la-Bassée.

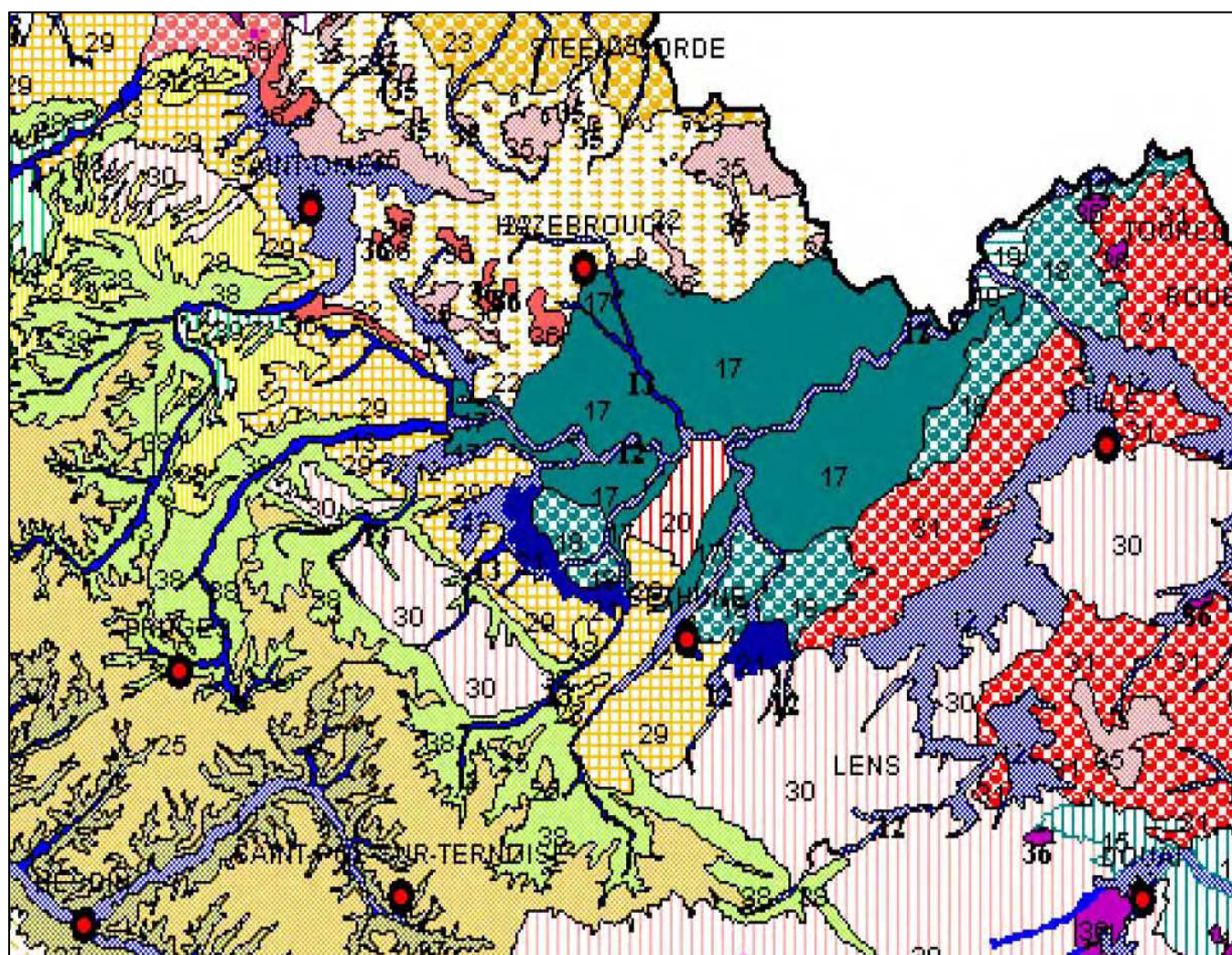
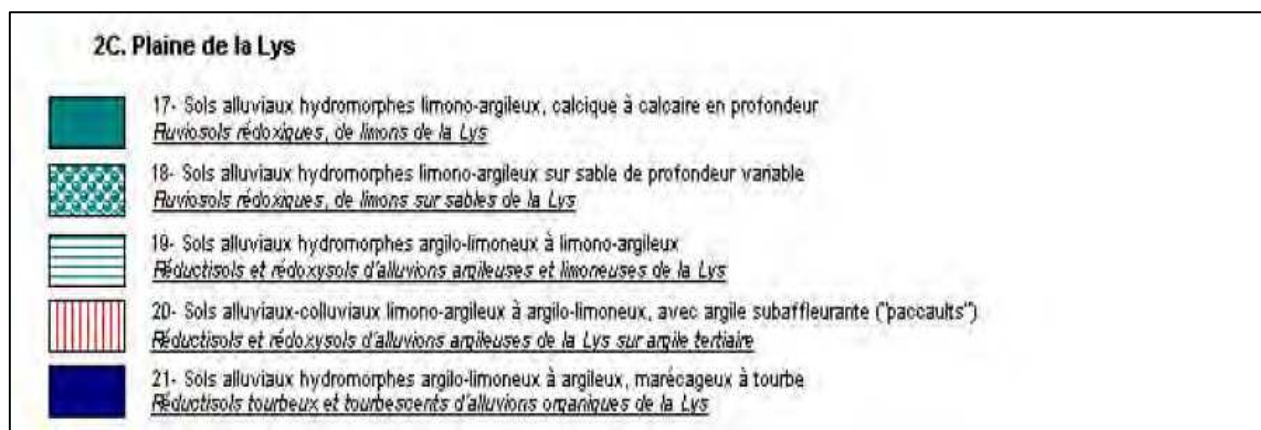
Ces sols présentent systématiquement des caractéristiques d'hydromorphie, qui traduit une perméabilité très moyenne à faible, avec une sensibilité systématique à la saturation en périodes pluvieuses, donc de faibles capacités d'infiltration et de drainage naturel ; ces tendances sont aggravées dans le cas des sols 19, 20 et 21, qui ne bénéficient pas des substrats plus perméables (calcaires et surtout sableux) des sols 17 et 18.

Sur la frange est du territoire étudié, c'est-à-dire de La Bassée à Capinghem et notamment en pays des Weppes, on trouve, sur ce « plateau » entre Lys et Deûle, les seules formations peu hydromorphes et perméables, y compris en profondeur :

- **31 : sols bruns à bruns lessivés, de limons éoliens sur substrat crayeux.**

Enfin, les cours d'eau principaux (en fait le réseau hydrographique naturel : Lys, Guarbecque, Clarence, Lawe et Loïse) sont bordés d'alluvions fluviales modernes de textures variables, localement tourbeux (formation **12**).

Le contexte pédologique local est globalement très favorable, sinon au ruissellement (la topographie limite souvent le phénomène), en tout cas à l'accumulation d'eau par engorgement des sols et en surface ; ce comportement hydrologique a toutefois été fortement modifié par le drainage, historiquement de surface (fossés), et plus encore, récemment, par réseaux de drains enterrés.

Principaux contextes pédologiques du périmètre d'étude

La géologie (source : cartes BRGM 1/50000^{ème}), planches de St Omer, Hazebrouck, Lille et Béthune, BD Infoterre)

Les principales formations rencontrées sont :

- en profondeur, les calcaires carbonifères (sénonien et turonien) : ils correspondent au prolongement des formations affleurantes rencontrées en Artois, mais se trouvent généralement bien plus profonds sous la plaine, où ils sont isolés par les couches argileuses supérieures ;
- les argiles de l'Yprésien (Argiles des Flandres) : présents à faible profondeur et sur des épaisseurs variables mais souvent importantes, ils sont assez nettement prédominants en tant que première formation rencontrée sous les limons alluviaux ;
- les sables d'Ostricourt et les sables pissards : rencontrés essentiellement sous les sols 18, sur la bande de transition topographique qui va des Essarts à Pérenchies, et sur une mince bande au nord du canal, de Beuvry à la Bassée ;
- la craie landénienne (tuffeau de Valenciennes) : on la rencontre sous la bordure Est du secteur d'étude, où elle constitue la formation sous-jacente des seuls sols perméables décrits plus hauts.

Bien que l'on rencontre plusieurs formations géologiques perméables en sous-sol du périmètre étudié, la formation prédominante et qui succède la plupart du temps aux sols peu perméables de la région, est en réalité la couche d'Argile des Flandres qui isole et protège d'ailleurs la nappe de la craie captive dans ce territoire.

Ce contexte géologique ne fait que limiter encore d'avantage la drainance verticale des sols : la grande moitié ouest et nord du périmètre concerné est à cet égard plus défavorisée que la partie est, de Violaines à Pérenchies.

L' hydrogéologie (source : atlas des eaux souterraines de la France, BRGM)

La nature très imperméable de la plupart des sols, fait que les principales nappes sous-jacentes sont des nappes captives, voire profondes, alimentées par l'amont hydrogéologique plus que par l'impluvium du secteur étudié :

- la nappe de la craie : captive, elle est d'ailleurs peu exploitée sur le territoire, les principales agglomérations ou communautés d'agglomération étant plutôt importatrices d'une ressource issue de captages situés plus en amont, plus productifs et plus facilement exploitables ;
- la nappe des sables tertiaires (sables d'Ostricourt) : généralement captive, peu exploitée à ce jour, elle est considérée comme une ressource stratégique, par son importance et sa qualité (réserves protégées des pollutions par des couches imperméables) ; seule sa frange affleurante, sur la bordure est du secteur étudié, est localement exploitée.

Les nappes du secteur sont peu susceptible d'alimenter les cours d'eau, y compris en période hydrologique humide et de nappe haute : l'alimentation pérenne du réseau hydrographique est essentiellement le fait de l'amont, pour les cours d'eau principaux que le canal n'a pas coupé ; seule la nappe des sables est localement susceptible de contribuer à un débit permanent de quelques becques qui drainent le versant est du périmètre étudié.

Dans l'ensemble, le contexte hydrogéologique a peu ou pas d'incidences sur les écoulements de surface lors des périodes critiques, si ce n'est, pas des apports issus des réseaux hydrographiques en amont du canal.

4.1.3 Hydrogéologie et aléas de remontée de nappe

Les inondations par remontée de nappe ne constituent pas le risque majeur sur le territoire du bassin versant de la Lys, et plus précisément sur le territoire du TRI. En revanche, en cas de concomitance avec les crues, la remontée de nappe peut accentuer le phénomène d'inondation. La carte ci-dessous présente les zones où l'aléa est le plus fort (données BRGM).

De manière générale, les inondations par remontée de nappe peuvent se traduire par :

- une inondation généralisée dans les vallées majeures,
- la ré-activation par des cours d'eau temporaires de certaines vallées sèches,
- l'apparition d'étangs et de mares temporaires sur certains plateaux dans des zones de dépressions
- l'apparition de lignes de sources dans les thalwegs
- des inondations de sous-sol.

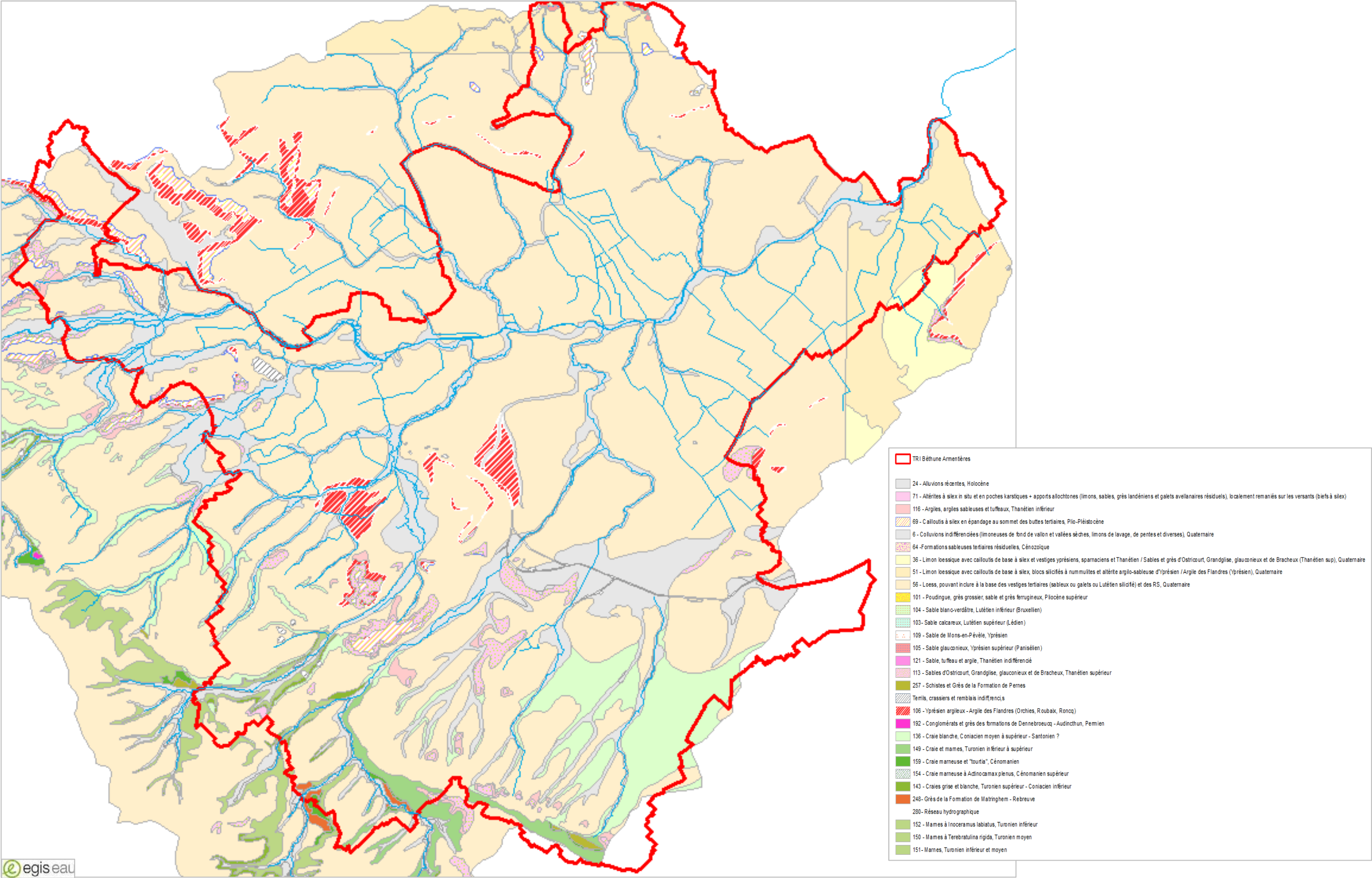


Figure 8 : Carte géologique

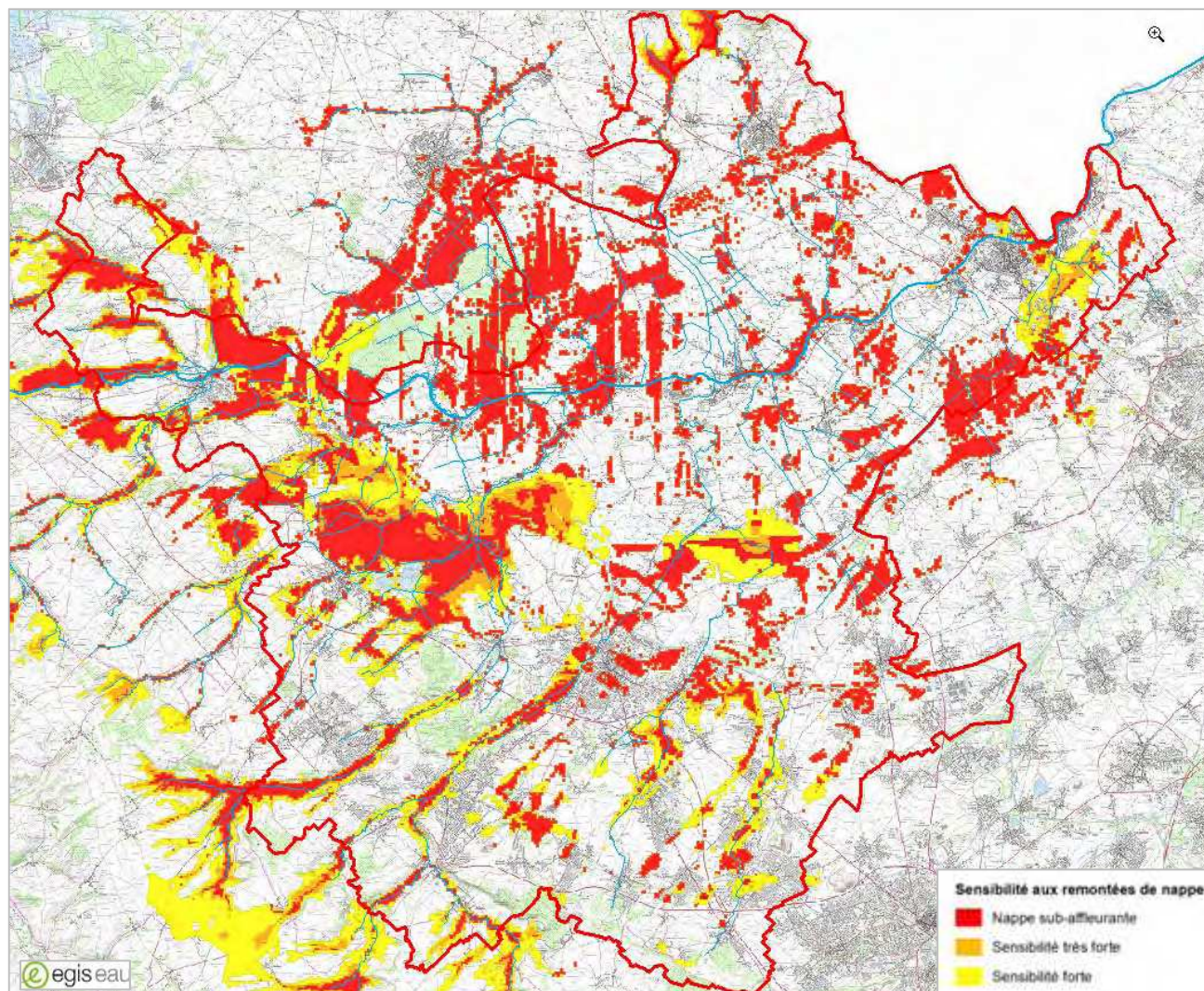


Figure 9 : Carte de la sensibilité aux remontées de nappe

4.1.4 Contextes anthropiques sur le territoire

4.1.4.1 Urbanisation

Dans le tableau ci-après, les sous-bassins dont les fractions urbanisées dépassent 20 % de la surface totale ont été portés en rouge, et ceux dont ces fractions sont comprises entre 10 et 20 % ont été identifiés en jaune.

La partie sud du bassin de la Lys, c'est-à-dire les périmètres Lawe et Loïsne, se distingue nettement des autres territoires avec des zones urbanisées ou artificialisées qui représentent près de 30 % des étendues considérées (ce taux devrait sans doute être rapidement dépassé compte tenu des processus ininterrompus d'artificialisation croissante des espaces, quelles que soient les évolutions démographiques ou économiques). Concernant la Lawe, cette valeur globale masque en outre de grandes disparités : la fraction des zones urbanisées dépasse en réalité 50 % en aval de Divion (bassin de la Lawe) et 32 % sur le sous-bassin du fossé d'Avesnes, alors que sur les sous-bassins amont les espaces non urbains occupent une place comparable aux autres ensembles voisins.

Les périmètres Bourre, Méteren Becque et Grande Becque de Saint-Jans-Cappel comptent de 8 à 11 % d'urbanisation : ces valeurs traduisent la présence de quelques agglomérations moyennes (davantage qu'une urbanisation rampante généralisée), respectivement des agglomérations de Hazebrouck, Nieppe (dans une moindre mesure) et Bailleul, le reste du territoire demeurant largement rural. A contrario le taux d'urbanisation du même ordre dans la plaine de la Lys, le Bas-Pays et la Flandre intérieure, traduit plutôt un phénomène de rurbanisation et d'imperméabilisation « diffuse » liées à l'accroissement démographique dans des communes plutôt rurales à l'origine.

Le périmètre Clarence / Busnes / Guarbecque, bien qu'à dominante rurale, présente plusieurs noyaux d'urbanisation, avec notamment les agglomérations de Auchel / Marles-lès-Mines / Calonne-Ricouart (sous-bassin moyen de la Clarence), de Lillers (sous-bassin de la Busnes), et Isbergues (sous-bassin du Guarbecque).

Les bassins de la Lys supérieure, de la Laquette, sont en revanche très peu concernés par l'urbanisation ou la péri-urbanisation.

4.1.4.2 Espaces ruraux

Les sous-bassins dont les fractions cultivées atteignent ou dépassent 70 % de la surface totale ont été portées en jaune, et, a contrario, ceux dont les prairies permanentes représentent encore plus de 20 % de la superficie, ainsi que ceux dont les espaces naturels et boisés dépassent 10 % ont été identifiées en vert. De plus, figurent en rouge les sous-bassins dont le cumul d'espaces à couvert végétal permanent (bois et prairies) est inférieur à 5 %, et en jaune ceux dont ce même couvert permanent est inférieur à 15 %.

Les mêmes bassins de la Lys et de la Laquette (déjà cités pour leur faible taux d'urbanisation), celui de la Grande Becque de Saint Jans Cappel, mais aussi de la Bourre (grâce à la forêt de Nieppe), comportent encore près de 30 % d'espaces très peu générateurs de ruissellement quelques soient les conditions saisonnières : il faut toutefois noter que ces espaces peu sensibles (prairies, bois), sont presque systématiquement situés en zones peu pentues (vallées, plaines à l'aval de chaque secteur), ou sur les versants les plus escarpés difficiles à cultiver ; les espaces topographiquement sensibles (pentes moyennes, de 1 % à 10 %), sont presque exclusivement mobilisés par des cultures, et constituent donc de manière saisonnière, des zones productrices d'un ruissellement important.

Ce caractère agricole avec un fort potentiel saisonnier de ruissellement, sur des versants pouvant être topographiquement accentués et des contextes pédologiques éventuellement pénalisants, est présent aussi pour les bassins de la Clarence et du Guarbecque, bien que les terres cultivées s'y trouvent dans une proportion plutôt moyenne.

Il faut noter que les périmètres Lawe et Loisme cumulent, en plus de 30 % de zones urbaines, seulement 20 % d'espaces à couvert végétal permanent, ce qui constitue un double handicap en

ETUDE	ZONES URBANISEES		CULTURES		PRAIRIES		ESPACES NATURELS & BOISES	
	EN HA	EN %	EN HA	EN %	EN HA	EN %	EN HA	EN %
MELDE ⁴	570	7,6	5 290	70,6	1 205	16,1	420	5,6
BOURRE ⁵	1 825	8	14 820	65	3 190	14	2 740	12
LYS	496	2,3	14 740	68,2	2 680	26,8	540	2,5
LAWE ⁶	5 980	28,6	10 550	50,4	2 400	11,5	1 650	7,9
GBSJC	730	10,6	4 100	59,6	1 450	21,1	585	8,5
LOISNE	3 490	29,3	6 575	55,2	620	5,2	1 720	14,4
LAQUETTE	410	3,5	8 100	70	2 690	23,2	255	2,2
METEREN	1 190	11,5	7 970	77,3	320	3,1	830	8,1
CLARENCE, BUSNES & GUARBEQUE ⁷	3 986	14	17 987	63	4 102	14,5	2 309	8,1
PL / BP / FI	4 129	11,7	29 574	84	1 279	3,6	401	1,1

⁴ Sur cette étude, la somme des surfaces identifiées reste inférieure de 10 % à la superficie totale du secteur étudié, et les pourcentages produits par le prestataire étaient erronés (les fractions indiquées sont des valeurs corrigées Setegue, mais les surfaces totales restent déficitaires).

⁵ Superficies des types d'occupation des sols, recalculées par Setegue à partir des pourcentages, seules valeurs indiquées dans l'étude elle-même.

⁶ Fossé d'Avesnes inclus

⁷ Hors partie plaine de la Lys, incluse dans le sous-bassin suivant PL / BP / FI (plaine de la Lys, Bas-Pays, Flandre intérieure)

Tableau 8 : Les contextes anthropiques et l'occupation des sols

In fine la Lawe, dans ses fractions rurales et urbaines, est le système hydrologique le plus sensible en termes de ruissellement, puis viennent les systèmes Loisme / Surgeon (apports urbains) et Lys / Laquette / Melde (apports saisonniers des espaces cultivés). La Borre Becque (canaux de la Bourre), la Clarence amont et la Nave présentent également ces sensibilités saisonnières.

Au regard des différents enjeux hydrauliques globaux ces sensibilités se traduisent très différemment :

- Le potentiel de ruissellement rural ou urbain à l'échelle du bassin de la Lawe, affecte d'abord les agglomérations sur son cours intermédiaires, qui participent elles-mêmes à la génération des flux dommageables ;
- Le potentiel de ruissellement rural saisonnier de toute la Lys amont et ses affluents est le facteur générateur des crues de la Lys, alors que les potentiels ruraux sur la Clarence et la Bourre, jusqu'à présent, n'ont été que des facteurs aggravants à l'échelle globale, bien que des phénomènes récents tendent à envisager des crises courtes de la Lys aval canalisées, liées à ces apports concomitants des deux bassins ;
- Le potentiel permanent de ruissellement sur les bassins de la Loisme et du Surgeon, alimente le canal d'Aire à la Bassée et soustrait donc à l'ensemble du système une fraction des marges de gestion volumique des crues autorisée par ce bief (en revanche les débits d'apports de la Loisme sont plafonnés par les vis de Beuvry).

4.2 Contexte pluviométrique

Source : Etudes n°17 et 24 (cf : Tableau 1)

Compte tenu des autres contextes physiques qui déterminent l'exposition aux aléas hydrologiques et hydrauliques du périmètre étudié, la pluviométrie n'apparaît pas un facteur déterminant, en tout cas ce ne sont pas les précipitations locales, affectant directement ou uniquement ce périmètre, qui génèrent les désordres majeurs.

Le contexte pluviométrique local est cependant connu (au moins pour les précipitations journalières), par les postes d'observation Météo France suivants :

- Richebourg, à peu près au centre du périmètre d'étude, dont le régime de précipitations est représentatif de tout le bassin de drainage du Bas-Pays et de la plaine de la Lys intermédiaire (BA 3 à 7) ;
- Armentières, plus représentatif de la Flandre intérieure et de la plaine de la Lys aval (BA 6, 8, 9, 10) ;
- Lillers, à l'extérieur du périmètre d'étude (sud-ouest), mais représentatif des bassins à l'ouest du territoire (BA 1 à 3), d'autant que ce poste caractérise aussi les précipitations qui affectent les bassins intermédiaire de la Clarence et du Guarbecque ;
- Wavrin ou Lille, à l'extérieur du périmètre d'étude (est), mais que l'on peut considérer comme représentatifs des précipitations qui affectent les quelques reliefs de la frange Est de ce périmètre.

Toutefois les précipitations observées sur ces 5 postes sont relativement similaires : les valeurs et moyennes annuelles ne présentent pas des écarts supérieurs à 5 %, et les valeurs et moyennes mensuelles restent proches avec des écarts le plus souvent inférieurs à 10 %. Le tableau présenté est celui des postes les plus représentatifs du périmètre d'étude, à savoir Lillers (valeurs depuis 1985).

Il faut noter, en revanche, que les précipitations qui affectent les bassins versants amont des cours d'eau traversant le périmètre étudié (Lys, Clarence, Lawe), sont caractéristiques des collines d'Artois, et très nettement supérieures aux valeurs observables dans la plaine : les écarts sur les valeurs et moyennes annuelles sont respectivement supérieurs à 20 % et 30 %, en faveur des postes situés dans les collines. Les 2 tableaux présentés, qui mettent en évidence ces écarts, sont ceux de Fiefs (valeurs depuis 1985), qui caractérise les bassins versants amont de la Lys rivière et de la Laquette, et de Ourton (valeurs de 1985 à 1996, les valeurs suivantes n'étant pas disponibles) : ce sont essentiellement les précipitations observées sur ces postes, qui déterminent les crues émises vers la plaine de la Lys.

Les éléments caractéristiques fréquentiels du périmètre d'étude (ajustements hauteurs – durées – période de retour), sont ceux de Lille – Lesquin pour les courtes durées (6 minutes – 24 heures), que nous présentons dans le cinquième tableau : ces éléments intéressent essentiellement les phénomènes locaux générateurs de ruissellement sur les versants des becs, et dans les zones urbanisées, voire, comme l'ont montré les phénomènes récents, des bassins d'apports ruraux suffisamment réactifs.

A partir des valeurs mensuelles et des maxima journaliers par mois, depuis 20 ans, aux postes de Lillers et Fiefs, nous avons également pu estimer et comparer, pour la plaine et les collines, les hauteurs de retour exceptionnelles journalières, ainsi que sur 1 mois, 2 mois et 3 mois calendaires (valeurs déterminantes dans les phénomènes majeurs de saturation des sols et réservoirs, donc dans la génération des grandes crues).

Précipitations mensuelles observées à Lillers (62), période 1985-2004													
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	min	max	moyenne
janvier	67,6	77,8	15,1	133	28,2	75,4	93,4	21,7	76,5	84,4	15,1	133	67,3
février	20,4	10,8	38,5	103	46,2	83,4	34,1	34,7	34,3	33,5	10,8	103	43,9
mars	74,9	76,2	64,7	79	56,6	11,9	27,7	63,1	9	60,5	9	79	52,4
avril	51,7	64,3	20,8	30,1	100,9	49,7	65,5	64	48,8	76,7	20,8	100,9	57,3
mai	61,1	28,7	43,9	67,5	13,5	15	33,5	41,9	56,3	100,4	13,5	100,4	46,2
juin	39,7	28,5	96,9	11,8	36,5	36,3	138,7	85,7	44,3	31,2	11,8	138,7	55,0
juillet	35,7	30,8	65,7	87,8	22,7	18,2	78	53,2	90,3	56,5	18,2	90,3	53,9
août	46,3	52,1	83	44,1	42,1	20,1	3,1	100,8	25,7	58,2	3,1	100,8	47,6
septembre	19,3	41,6	41	67,8	68,4	57,7	27,9	48	131,8	81,2	19,3	131,8	58,5
octobre	27	72,5	101,2	58,3	62	93,1	24,4	99,7	71,2	79,1	24,4	101,2	68,9
novembre	61,4	87,2	83,6	41,1	25,4	102,6	132,4	88	34,3	32,1	25,4	132,4	68,8
décembre	51,6	112,9	18,3	39,8	87,1	91,5	31,8	75,9	210,5	139,8	18,3	210,5	85,9
total	556,7	683,4	672,7	763,3	589,6	654,9	690,5	776,7	833	833,6	556,7	833,6	705,4
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	min	max	moyenne
janvier	134,3	22,5	3,9	98	88,9	24,5	106,3	59,3	57,8	104,4	3,9	134,3	70,0
février	95,3	70,3	62,1	13,6	47,7	50	42,8	134,1	20,6	27,2	13,6	134,1	56,4
mars	69,8	29,5	21,3	44,9	48,8	50,6	123,6	57,4	20,8	26,2	20,8	123,6	49,3
avril	22,4	4,2	14,3	68,9	71,6	106	116,3	29,5	38,2	30,2	4,2	116,3	50,2
mai	22,8	107,8	77,8	14,4	72,2	74,7	39,9	62,8	48,3	41,6	14,4	107,8	56,2
juin	29,2	25,4	121,1	99,5	83	50,9	30,6	65,9	53,6	48	25,4	121,1	60,7
juillet	43,7	17,2	36,6	40,1	5,2	101,8	116,6	76,1	48,6	62,7	5,2	116,6	54,9
août	23,6	107	65,3	32,5	99,5	63,6	69,5	139,1	40	88,5	23,6	139,1	72,9
septembre	104,1	43	6,9	109,9	103,4	79,2	148	49,9	17,2	29,4	6,9	148	69,1
octobre	19,2	56,9	79,4	109,3	70	146,6	77,7	55,6	67,6	36,8	19,2	146,6	71,9
novembre	24,2	101,4	93,2	110	40,4	105,5	83,2	93,5	44,2	68,4	24,2	110	76,4
décembre	60,1	30	74,7	60,9	161,1	102,5	45,8	109,1	41,8	43	30	161,1	72,9
total	648,7	615,2	656,6	802	891,8	955,9	1000,3	932,3	498,7	606,4	498,7	1000,3	760,8

Précipitations mensuelles observées à Fiefs (62), période 1985-2004													
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	min	max	moyenne
janvier	88,2	120,6	20	188,3	53,4	105,5	128,5	28	133	139,5	20	188,3	100,5
février	27	5,2	70,3	106,9	72,9	118	42,6	55,3	45,7	52,8	5,2	118	59,7
mars	112,9	111,3	106,8	103,2	81,7	16	43,9	111,7	10,9	92,8	10,9	112,9	79,1
avril	77,2	80,9	27,3	44,8	117,4	61,9	77,5	83,3	56,7	92,7	27,3	117,4	72,0
mai	81,4	28,8	70	89,3	21,2	12,7	60	76,2	46,5	124,5	12,7	124,5	61,1
juin	61,4	45,5	124	15,6	46,8	60,8	106,3	88,6	70,4	43,1	15,6	124	66,3
juillet	56,8	30,6	120,7	105,5	40	16,9	81,7	66,5	149,6	66,3	16,9	149,6	73,5
août	77,4	56,9	84,2	67	35,1	29,6	4,7	131,1	34,1	61,1	4,7	131,1	58,1
septembre	37,6	46,2	50	134,7	67,5	70,8	40	65	132,4	110,3	37,6	134,7	75,5
octobre	32,7	126,1	129,4	88,3	90,7	128,4	39,4	145,5	89,4	136,8	32,7	145,5	100,7
novembre	67,9	132,9	116,8	59,8	46,5	128,1	164,1	123,8	48,9	68,1	46,5	164,1	95,7
décembre	66,2	142,4	31,5	61,8	106,6	128,8	58,1	103,2	303,2	205,5	31,5	303,2	120,7
total	786,7	927,4	951	1065,2	779,8	877,5	846,8	1078,2	1120,8	1193,5	779,8	1193,5	962,7
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	min	max	moyenne
janvier	200,7	25,9	6,4	121,7	140,8	48,8	139,6	101,6	99,1	166,1	6,4	200,7	105,1
février	175,9	72,6	112,9	18,7	90,6	91,1	72,6	188,2	24,5	53,3	18,7	188,2	90,0
mars	107,1	36,7	29	70,7	80,4	65,7	158	75,3	54	50,5	29	158	72,7
avril	37,4	10,5	18,8	100,4	98,2	150,6	168,5	47,4	57	49,7	10,5	168,5	73,9
mai	37,5	135,8	93,3	25	57,8	86,8	47,5	68,3	93,2	46,6	25	135,8	69,2
juin	49,7	30,5	113,4	153	104,7	57,2	43	76,5	84,4	57	30,5	153	76,9
juillet	51,6	19,4	35	62,4	22,9	113,3	97,2	92,4	69,1	84,2	19,4	113,3	64,8
août	41,1	151,9	0	53,4	109,5	38	97,4	116,6	43,9	135,2	0	151,9	78,7
septembre	120,5	57,4	0	162,3	143,9	88,8	152,3	60,8	28	55,6	0	162,3	87,0
octobre	23,1	80,4	101,1	182,9	83,2	213,7	99,1	77,6	76,4	60,3	23,1	213,7	99,8
novembre	20,6	152,9	115,9	132,9	61,4	185,1	82,2	153,8	81,5	101,1	20,6	185,1	108,7
décembre	71,3	43,6	115,5	106,6	239	149,7	54,3	151,9	79,5	94,1	43,6	239	110,6
total	936,5	817,6	741,3	1190	1232,4	1288,8	1211,7	1210,4	790,6	953,7	741,3	1288,8	1037,3

Précipitations mensuelles observées à Ourton (62), période 1985-1996													
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	min	max	moyenne
janvier	70,4	132,9	25,4	171,1	50,4	0	97,8	32,1	102,8	119,7	0	171,1	80,3
février	19,4	8,4	70,8	112,9	78,7	117,2	19,7	50,8	33,1	44,4	8,4	117,2	55,5
mars	92	127,4	121,2	103,1	73,7	19,2	47	97,4	0	86,7	0	127,4	76,8
avril	78,4	89,9	30,2	34,7	122,4	83,4	56,8	68,1	42,3	93,3	30,2	122,4	70,0
mai	77,5	44,7	80,2	78,2	20,7	13,9	43,6	58,7	48,9	103,9	13,9	103,9	57,0
juin	64,3	42,4	114,5	17,1	41,5	54,5	85,1	73,1	16,9	31,5	16,9	114,5	54,1
juillet	49,9	31,9	117,7	97,9	0	18,4	0	54	0	33,4	0	117,7	40,3
août	74,5	64,7	95,3	54,2	0	27,6	19	111,8	0	55,2	0	111,8	50,2
septembre	51,9	57,3	39,8	99	61,3	0	33,7	59	0	100,7	0	100,7	50,3
octobre	29,5	128,2	120,5	85,1	75,9	59,4	30,7	115,8	0	110,9	0	128,2	75,6
novembre	66,4	120,4	106,4	55,8	35,3	0	133,9	110,6	0	56,2	0	133,9	68,5
décembre	69,7	153,9	25,6	58,4	87,4	102,5	48,6	83,5	0	193,6	0	193,6	82,3
total	743,9	1002,1	947,6	967,5	647,3	496,1	615,9	914,9	244	1029,5	244,0	1029,5	760,9
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	min	max	moyenne
janvier	données manquantes	23									23	23	23,0
février		56,8									56,8	56,8	56,8
mars		24,2									24,2	24,2	24,2
avril		0									0	0	0,0
mai		93,9									93,9	93,9	93,9
juin		27,7									27,7	27,7	27,7
juillet		12,9									12,9	12,9	12,9
août		109,2									109,2	109,2	109,2
septembre		44									44	44	44,0
octobre		66									66	66	66,0
novembre		119,5									119,5	119,5	119,5
décembre		36,4									36,4	36,4	36,4
total	0	613,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	613,6	61,4

Valeurs extrêmes de précipitations à la station de Lille-Lesquin						
	DUREE DE RETOUR					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50ans	100 ans
INTERVALLES	Quantités en mm					
6 minutes	6,6	9,2	10,9	12,6	14,7	21,5
15 minutes	10,4	14,8	17,7	20,5	24,1	33,0
30 minutes	13,0	18,1	21,4	24,7	28,9	35,9
1 heure	15,0	20,2	23,6	26,9	31,2	39,3
2 heures	17,9	23,9	27,8	31,5	36,4	43,5
3 heures	19,9	26,1	30,2	34,2	39,3	47,3
6 heures	22,3	29,1	33,8	38,5	44,8	59,0
24 heures	31,8	41,3	47,6	53,6	61,3	72,5
	Intensités en mm par heure					
6 minutes	66,0	92,0	109,0	126,0	147,0	215
15 minutes	41,6	59,2	70,8	82,0	96,4	132
30 minutes	26,0	36,2	42,8	49,4	57,8	71,8
1 heure	15,0	20,2	23,6	26,9	31,2	39,3
2 heures	9,0	12,0	13,9	15,8	18,2	21,7
3 heures	6,6	8,7	10,1	11,4	13,1	14,4
6 heures	3,7	4,9	5,6	6,4	7,5	9,8
24 heures	1,3	1,7	2,0	2,2	2,6	3

Estimations des cumuls extrêmes de précipitations aux postes de Lillers et Fiefs d'après les observations 1985 – 2004					
		Durée de retour			
		1 an	2 ans	5 ans	10 ans
Durée	Poste	Quantités en mm			
24 h	Lillers	27	34	38	
	Fiefs	32	36	41	
1 mois	Lillers	109	132	140	148
	Fiefs	151	168	188	213
2 mois	Lillers	184	203	236	252
	Fiefs	245	283	326	398
3 mois	Lillers	245	272	329	334

4.3 Evènements dommageables principaux

Source : Etudes n°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 17, 19 et 24 (cf : Tableau 1)

Aux informations collectées auprès des collectivités et répertoriées dans les différentes études, a été ajoutée la liste des arrêtés de catastrophe naturelle, qui ont concerné une ou plusieurs communes du périmètre d'étude depuis leur création en 1987.

Nous avons procédé à la synthèse de ces informations relatives aux principaux événements dommageables, mis en corrélations avec les événements pluviométriques qui ont affecté la région durant ou avant les mêmes périodes : les résultats de cette synthèse sont exposés dans le tableau page suivante. Ces résultats mettent en évidence, ou confirment les éléments de diagnostic suivants :

☒ La fréquence des événements

- 23 événements hydrologiques dommageables (ayant fait l'objet d'un arrêté CATNAT pour inondations, coulées de boues, remontées de nappe phréatique) ont affecté au moins une commune intéressée par le périmètre d'étude, dont 13 ont concerné des communes dont l'agglomération se situe principalement dans ce périmètre ;
- On dénombre 9 événements principaux en 18 ans, soit une récurrence de 2 ans à l'échelle du territoire étudié, et environ triennale pour les communes les plus affectées ;
- Les périodes de retour de précipitations (sur des durées calendaires de 1 à 2 mois), correspondant à l'apparition de désordres, peuvent être estimées à 5 ans pour les crues « hivernales », le nombre de communes affectées devenant sensiblement plus significatif à partir de 10 ans ;
- Pour les événements orageux, la période de retour d'apparition d'événements réellement générateurs de nombreux désordres, est de 10 ans environ ;
- Si les périodes de retour précédentes s'appliquent aux précipitations à l'origine des inondations, force est de constater que la récurrence de ces inondations est plus courte, les communes riveraines de la Lys, de la Clarence et de la Lawe, ayant été inondées 5 à 7 fois durant ces 18 ans, dont 3 crues majeures (1993-1994, 1994-1995, 1999) en 10 ans, auxquelles il faut ajouter un événement orageux majeur (juin 1998) qui a plutôt affecté des communes habituellement épargnées.

☒ L'étendue des désordres

- Lors des crues généralisées, une vingtaine de commune au moins sont affectées, 4 à 5 communes étant plus systématiquement affectées à chaque apparition des crues (Aire/Lys, Saint-Venant, Calonne/Lys, Merville) ;
- Les communes de Flandre et de l'est du périmètre d'étude sont plus sensibles à des désordres intrinsèques, intervenant lors d'épisodes orageux, dont l'étendue dépend donc de la couverture de ces fronts orageux ;
- Robecq présente la caractéristique d'être soumise aux inondations récurrentes de surface et par remontée de nappe, ce qui en fait l'une des commune les plus citées dans les arrêtés.

☑ L'origine des désordres majeurs

- Les 2 crues historiques (1993 et 1999) qui ont affecté la plus grande partie du territoire (plus de 30 communes), ont été provoquées par des précipitations très exceptionnelles sur une durée de 1 mois ;
- Les précipitations exceptionnelles sur 2 mois consécutifs (exemple décembre-janvier 1994-1995) engendre des crues dont les impacts géographiques sont moindres, mais en revanche dont les effets sont finalement aussi graves, compte tenu de leurs durées (redoublement à très peu d'intervalle) ;
- Les inondations généralisées par débordements sont exclusivement des phénomènes hivernaux (novembre à février), en périodes de sols nus voire gelés, favorisant le ruissellement rural, conjugué au fait que ces 4 mois consécutifs totalisent en moyenne 45 % des précipitations sur un tiers de l'année seulement ;
- Il est intéressant de noter que lorsque les précipitations cycloniques sont importantes, voire exceptionnelles, mais réparties sur 4-5 mois et plutôt automnales comme ce fut le cas en 1998-1999 (725 mm de septembre à janvier en Artois) puis en 2000-2001 (689 mm de octobre à janvier en Artois), il ne se produit pas de crues significatives ; ce point n'est pas anodin car il permet de d'envisager des seuils d'alerte au risque de crue généralisée, que l'on peut chercher autour de 6-7 mm/jour pendant 30 jours, sur le bassin amont, alors que des intensités de l'ordre de 5 mm/jour pendant plus de 100 jours ne semblent pas générer un risque élevé ;
- Il ressort de l'analyse précédente, qu'il y aurait à l'échelle de tout le bassin de la Lys, un effet de seuils, à partir desquels les précipitations contribuent effectivement à produire des survolumes que le système aval ne peut plus écouler.

L'analyse des évènements hydrologiques pénalisants, à travers les nombreuses études antérieures, sur tout le secteur d'étude, a permis de définir les évènements hydrologiques dommageables par secteur et de manière globale :

- un **évènement pluvieux orageux**, caractérisé par une intensité importante et une durée limitée s'avère être le plus pénalisant pour l'**amont** de chacun des bassins versants.
- Un **évènement pluvieux hivernal**, caractérisé par une intensité plus faible et une durée de pluie sur plusieurs jours s'avère être le plus pénalisant pour l'**aval** de chacun des sous-bassins versant.

Synthèse des principaux événements dommageables depuis 1987 à 2007 (inondations de surface)			
Dates	Nombre de communes concernées	Antécédents pluvieux	Période de retour estimée (précipitations)
Janvier – Février 1988	8 communes concernées dont 6 pendant 5 semaines (plaine de la Lys amont et Bas-Pays)	236 mm en 2 mois (Lillers)	> 5 ans
Novembre 1991 (dont 18-19 novembre)	12 communes concernées dont 3 pendant 5 jours	132 mm en 1 mois (Lillers), de 43 à 64 mm en 24 h selon les postes	De 2 ans (H mensuelle) De 10 ans à 50 ans (H 24h)
24-25 juillet 1993	2 communes (Flandre)	46 mm en 24 h (Richebourg) 35 mm en 24 h (Armentières)	≈ 10 ans (durées < 24 h)
Décembre 1993	34 communes pendant 2 semaines	180 mm à 300 mm en décembre selon les postes	Record mensuel absolu pour tous les postes du BV Lys
Décembre 1994 et Janvier – Février 1995	9 communes durant 1 semaine puis 20 communes durant 2 semaines	200 mm en décembre sur tout le BV amont 400 mm en 2 mois sur tout le BV amont	> 5 ans en décembre ≈ 20 ans sur décembre – janvier
6 Juin 1998	27 communes	30 à 50 mm en 24 h selon les postes	10 ans ?
1^{er} Août 1998	6 communes	77 mm en 24 h (Lille)	> 50 ans
Décembre 1999	Toutes les communes du périmètre d'étude durant 5 jours	160 à 240 mm en décembre selon les postes	> 10 ans sur tout le BV Lys
28 Février au 1^{er} Mars 2002	3 communes riveraines de la Lys	135 à 190 mm en février selon les postes	≈ 5 ans Record du mois de février

4.3.1 Précipitation de Décembre 1999

Parmi les événements ayant engendré des arrêtés de Catastrophe Naturelle, la pluie du **24-27 décembre 1999**, présente les avantages d'être relativement récente (encore très présente dans la mémoire des riverains et élus), de forme « double triangle successifs » et avec des cumuls pluviométriques élevés.

La pluie de Décembre 1999 est ainsi composée globalement de deux pics successifs dont les caractéristiques sont synthétisées ci-dessous :

Figure 10 : HyétoGramme de la pluie hivernale, du 24 au 27 Décembre 1999

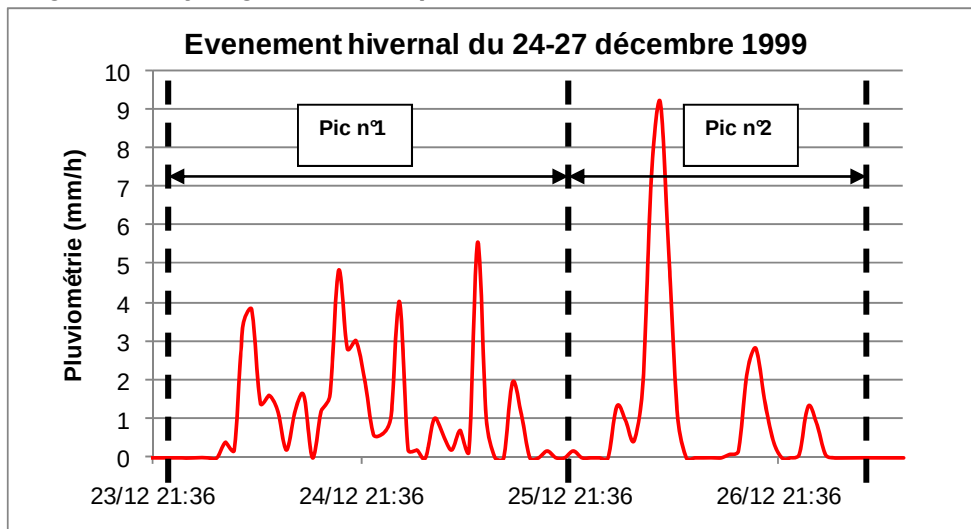
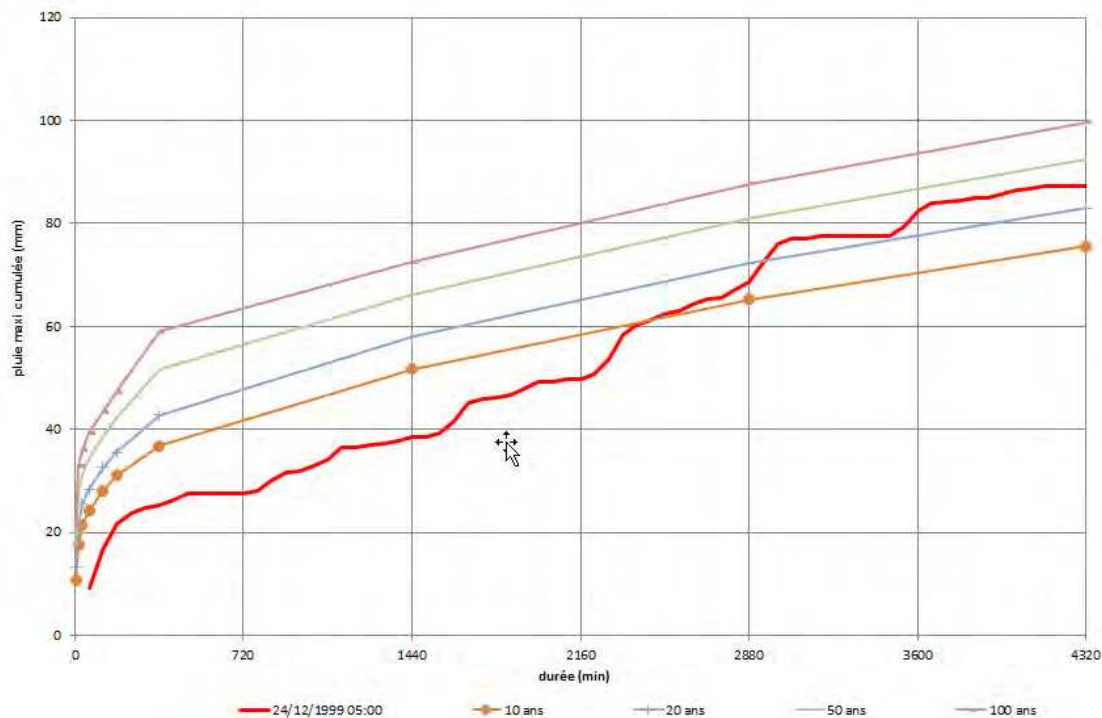


Figure 11 : Caractérisation de la pluie hivernale, du 24 au 27 Décembre 1999



Les occurrences de la pluie ont été estimées sur la base des données Intensité/Durée/Fréquence à la station de Lille-Lesquin pour les durées inférieures à 24 heures et sur celles de Fiefs pour les durées supérieures à 1 jour.

Tableau 9 – Intensité-durée-Fréquence à la station de Fiefs

Valeurs extrêmes de précipitations à Fiefs (en mm)			
	T=10 ans	T=20 ans	T=50 ans
1 jour	47,4	52,5	59
2 jours	65,3	72,2	81
3 jours	75,6	83	92,5

Tableau 10 – Intensité-durée-Fréquence à la station de Fiefs

Cumul pluviométrique (mm)							Total (mm)	
	1h	2h	3h	6h	12h	24h	2jrs	3jrs
Pic N°1	5,6	7,7	10,7	15,6	23,4	38,4	68,6	87,2
Pic N°2	9,2	16,6	21,8	25,2	27,5	37,0		

Il est établi que :

- le cumul pluviométrique (87.2 mm) sur l'intégralité de la durée de l'événement (ici 3 jours) **a une période de retour comprise entre 20 et 50 ans** (et de l'ordre de 10 – 20 ans pour le cumul sur 2 jours) ;
- Le premier pic de pluie est d'occurrence inférieure à 2 ans quelle que soit la durée de cumul considérée (à l'exception de la durée 24 ans avec une occurrence comprise entre 2 et 5 ans) ;
- Le second pic de pluie est d'occurrence faible également : inférieure à 2 ans pour les durées de cumul inférieures à 2 heures et de l'ordre de 2-5 ans pour les durées supérieures.

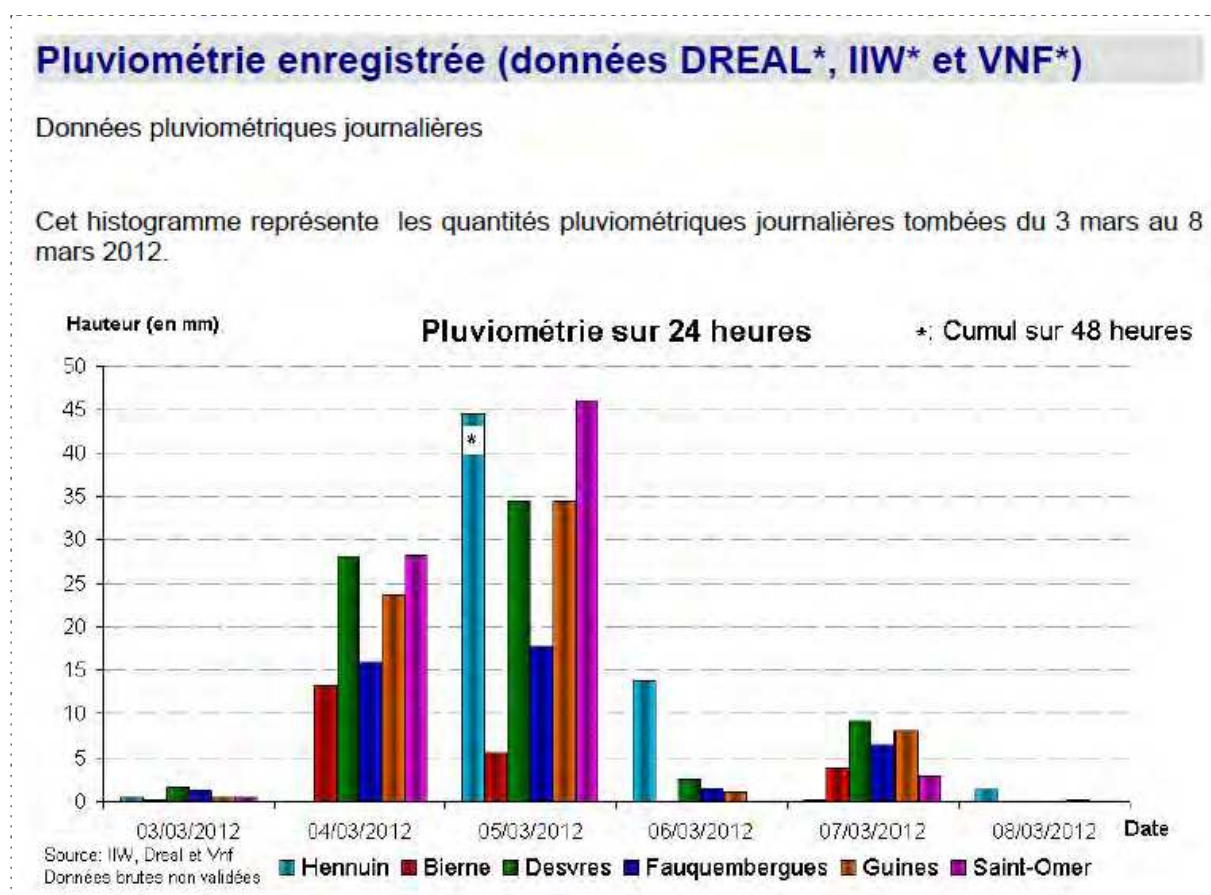
4.3.2 La crue de Mars 2012 : le dernier évènement marquant sur le territoire

Les 4, 5 et 6 mars 2012, la plupart des cours d'eau du bassin versant de la Lys, ont connu une crue importante. Les investigations de terrain ont permis de comprendre les phénomènes d'expansion de crue et de débordement pour une construction au plus juste des modèles hydrauliques, dans le cadre de l'étude d'Inondabilité.

4.3.2.1 Caractérisation de l'évènement hydrologique et de la crue

Le rapport de crue réalisé par VNF relatif à la crue de mars 2012 fait état des cumuls pluviométriques enregistrés :

«



D'après le tableau ci-dessous, le temps de retour des ces pluies sont par site et pour le 5 mars 2012:

- Bierne: Temps de retour inférieur à 2 ans;
- Guînes: Temps de retour compris entre 2 et 5 ans;
- Desvres: Temps de retour inférieur à 2 ans;
- Fauquembergues: Temps de retour inférieur à 2 ans;
- Saint-Omer: Temps de retour compris entre 10 et 15 ans.

ETUDES STATISTIQUES PRECIPITATIONS JOURNALIERES						
	STATIONS	Bierne	Guînes	Desvres	Fauquembergues	Saint-Omer
	Chronologie	1966-1999	1966-1999	1966-1999	1963-1999	1953-1999
Temps de	2 ans	30,2	31,5	36,3	34,4	31,9
	5 ans	42,7	42,9	49,7	42,5	42,4
	10 ans	53,8	52,5	59,1	48,9	41,1
	15 ans	61,2	58,9	65,2	52,9	56,8
	20 ans	67,1	63,8	69,8	55,9	61,2
	25 ans	71,9	67,9	73,8	58,4	64,8
Retour	50 ans	89,3	82,1	86,5	66,8	77,2
	100 ans	110,6	99,2	101,6	75,8	91,9

Source : d'après DIREN, Nord-Pas-de-Calais, Réseau Pluviométrique, annuaire 2001, Mai 2002,

Enfin le tableau suivant présente les cumuls sur 48 heures(du 4 au 5 mars puis du 5 au 6 mars) enregistrés sur chaque site:

pluviométrie sur 48 h mm	Hennuin	Bierne	Desvres	Fauquembergues	Guînes	Saint-Omer
Du 4 au 5 mars 2012	44.50	18.8	62.5	33.5	58	74.3
Du 5 au 6 mars 2012	58.30	5.6	37	19.2	35.6	46.1

On s'aperçoit de nouveau que c'est au niveau de Saint-Omer que la quantité de pluie enregistrée a été le plus forte.

La quantité de pluie qui tombe annuellement sur notre région est de l'ordre de 800 mm.
On peut donc conclure en disant que la pluie tombée en 48 heures du 4 au 5 mars 2012 équivaut à la quantité d'eau qu'il tombe en moyenne sur un mois.

»

Lors de la réunion du 14 juin 2012, la DREAL met en évidence que la crue de mars 2012, en ce qui concerne la Lys est l'une des plus fortes crues enregistrées depuis 30 ans. Elle s'est caractérisée par la soudaineté de l'évènement et des débits très élevés.

4.3.2.2 Campagne de terrain

La crue de Mars 2012 a été l'occasion de réaliser une campagne de terrain et un reportage photographique permettant de visualiser in-situ un phénomène réel et d'appréhender l'ampleur des débordements et leur localisation. De précieuses informations sur le fonctionnement hydraulique des cours d'eau ont ainsi pu être collectées et intégrées aux différents modèles.



Figure 12 : Photos lors de l'inondation de Mars 2012

4.3.2.3 Campagne de photographies aériennes

La crue de mars 2012 a fait l'objet d'une campagne de photographie aérienne réalisée par la DREAL. Ces photos étaient localisées mais non géo-référencées, elles n'étaient donc que difficilement exploitables en l'état puisque difficilement localisables et non orientées. Un calage sommaire de cette donnée sous SIG a été réalisé. L'objectif était de pouvoir identifier rapidement les secteurs inondés pour cette crue.



Figure 13 : Exemple de calage de la campagne de photographies aériennes – Lys canalisée à Merville

4.4 Identification des zones inondées sur le TRI Béthune-Armentières

Source : Etudes n°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 17, 19 et 24 (cf : Tableau 26)

4.4.1 Identification des zones sujettes aux débordements

Par le biais des questionnaires, des contacts locaux et recueils bibliographique menés dans le cadre des différentes études PGGECC, études de faisabilités et Etude Inondabilité, les zones ayant déjà subies des inondations par ruissellement ou débordements des cours d'eaux, ont été inventoriées, de manière assez exhaustive, sur le territoire du TRI.

Le tableau ci-après présente les zones identifiées comme inondables sur le TRI Béthune-Armentières.

Unité hydrographique	Désordres liés au ruissellement	Débordements de cours d'eau	Ouvrages ou tronçons sensibles	Crues marquantes
Clarence - Guarbecque-Busnes	Pas d'événement dommageable pour ce secteur sur le TRI Béthune-Armentières	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> La Bassée : débordement Canal d'Aire, Calonne-sur-la-Lys, Saint-Floris et saint-venant : débordement de la Lys Calonne-Ricouart : fortes pertes de charges et présence de coudes à 90° Marles-les-Mines : rivière perchée Gonnehem : remontée de la nappe et de débordements de fossés Lilliers : débordements de la Nave Allouagne : débordement du Grand Nocq Busnes et Robecq : débordements de la Busnes	- Lapugnoy : inondations entre la voie SNCF et la Clarence - Traversée de Gonnehem - Digue bordant la Clarence pouvant rompre - Route communale bordant la Nave - Traversée de Lilliers : rive droite et rive gauche - Passerelles dans la traversée d'Allouagne - Tronçon en aval du siphon de Bellerive - Tronçon en amont de l'A25 (en bordure du fossé Rimbert) - Bassins de la sucrerie (en bordure du fossé Rimbert) - Passage en siphon sous le Canal (insuffisamment dimensionnée)	- décembre 1993 - décembre 1994 - janvier 1995 - décembre 1999 - juin 2000 - mars 2012
Lawe	Presque toutes les communes (sauf Béthune et Bruay)	Débordements recensés dans les zones urbaines des communes de : - Houdain - Beugin - Divion - Bruay-la-Buissière - Béthune	- Traversée d'Annezin - Traversée de Beugin - Pont de Houdain - Amont d'Houdain - Amont de la confluence avec la Brette (ouvrage de la D341) - Parc de la Lawe (Bruay) - Route départementale D86 - Digue de Bruay-la-Buissière - Passage en siphon sous le canal d'Aire	- 1998 - 1999 - 2002 (orages) - 2008 - 2009

Unité hydrographique	Désordres liés au ruissellement	Débordements de cours d'eau	Ouvrages ou tronçons sensibles	Crues marquantes
Melde	Pas d'événement dommageable pour ce secteur sur le TRI Béthune-Armentières	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> - Quiestède	- Aval du Château de Quiestède, avant le D190 - Entre le hameau du Pont de Ham et celui du Grand Quiestède - Hameaux de la Sablonnière	1999
Bourre	Commune de Vieux-Berquin touchée par des coulées de boues	<u>Débordements recensés sur la commune de :</u> - Vieux-Berquin,	- Rue de l'Alger - Rue du Château - Rue de la Brionne - Entre la rue du Bois et la rue de Merville - Rue du Bois et du Seclin - Rue du faubourg et Cappel Boom - Rue de la Willie drève - Rue de la Perde Straete - RD 53	- 1999 - 2000 - 2002 - mars 2012
Grande Becque de Saint Jans Cappel	Zones agricoles et chaussées des versants amont touchées par des coulées de boues	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> - Saint Jans Cappel - Bailleul - Steenwerk - Nieppe	- Traversée de St-jans-cappel depuis le lieudit « Le Shaexhen » jusqu'à la sortie du village - Zone de Paperstraete (Bailleul) - Zone de la Blanche Maison et rue Merveilleuse (Bailleul) - Traversée de Steenwerck (rue Mouton, rue de la Becque, rue d'Adam, carrefour RD77, le long de la becque Serpentine) - Quartier du romarin (commune de Nieppe) - Ponts et ponceaux dans la traversée de Saint Jans Cappel - Pont RD122 à Steenwerk	- 1991 - 1993 - 1998 - 1999 - 2000 - 2001 - 2003 - Mars 2012

Unité hydrographique	Désordres liés au ruissellement	Débordements de cours d'eau	Ouvrages ou tronçons sensibles	Crues marquantes
Loisne et Surgeon	Les communes de Verquin et de Verquigneul (20 habitations) sont touchées par le risque de coulée de boues	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> - Labourse : débordement de la Loisne lors des pluies hivernales et des orages estivaux - Noyelles/Vermelles - Beuvry : débordements de la Loisne lors de pluie hivernale prolongée - Cambrin	- Cimetière de Verquin - Traversée de Labourse - Rue des FTPF (Labourse) - Amont du Parc de la Loisne - Amont RN41 - Parc urbain de Beuvry - Amont RN 43 - Amont Rue Montpellier - Argilière	- 2000 - 2002 - 2003 (orages) - mars 2012
Laquette	Nombreux problèmes de coulées de boues et d'érosion	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> - Lambres - Aire-sur-la-Lys	- Ferme St-André - Fort Mardych - La séparation entre la Laquette et le fossée de la RN 43 - Tronçon à la confluence entre la Laquette et la Lys - Le Marais de lambres - Pâtures en amont du moulin de la Carnoye	- Décembre 1999 - 2000 - juillet 2005 (orages)

Unité hydrographique	Désordres liés au ruissellement	Débordements de cours d'eau	Ouvrages ou tronçons sensibles	Crues marquantes
Méteren	Pas d'événement dommageable pour ce secteur sur le TRI Béthune-Armentières	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> - Estaires - Le Doulieu - Météren - Neuf Berquin - Nieppe - Vieux-Berquin	- Rue du Courant (Estaires/ Le Doulieu) - Rue des Basses Terres (Le Doulieu) - Amont de la RN42 (Météren) - Rue Vandaele (Météren) - RD933 (Météren) - RN 45 (Météren) - 7 Ormes (Météren) - Rue de l'Haut Blé (Neuf Berquin) - Waterlands (Nieppe) - Rue de Gand (Nieppe) - Romarins (Nieppe) - Amont du gymnase (Nieppe) - Rue de la Brionne (Vieux-Berquin) - Rue des Basses Terres au Doulieu	- 1999 (pluie hivernale) - 2002 (pluie hivernale) - Juillet 2005 (orage)
Lys rivière	Pas d'événement dommageable pour ce secteur sur le TRI Béthune-Armentières	<u>Débordements recensés sur les communes de :</u> - Roquetoire - Aire sur la Lys	Inondations des Cressonières (en rive droite et en rive gauche)	- 1993 - 1994 - 1998 - 1999 - 2011

Tableau 11 : Identification des zones inondées sur le TRI Béthune-Armentières

Chapitre 5 Synthèse de Phase 1

Le SYMSAGEL a mené et piloté de nombreuses études hydrauliques et hydrologiques depuis le début des années 2000 dans un souci croissant d'homogénéité d'approche, pour un diagnostic cohérent sur l'ensemble du vaste territoire.

Aujourd'hui, le SYMSAGEL dispose d'études, à plusieurs niveaux et échelles d'approche : depuis les études globales PGGEEC (Plan de gestion Globale et Equilibrée des Ecoulements et des Crues), les études de faisabilités et études détaillées, jusqu'aux études fines de Conception et d'Avant-Projet, pour la réalisation d'aménagements.

Au fil des études, les modèles hydrauliques et hydrologiques (qui servent de bases au diagnostic et à la recherche de solutions) ont parallèlement évolués, également dans le sens d'une cohérence méthodologique et d'hypothèses de construction, et se sont vus implémentées et détaillés pour approcher le détail attendus dans les études technico-économiques précises des Avant-Projet.

La majorité de ces modèles homogénéisés, dans le cadre notamment de la vaste étude de l'Inondabilité réalisée entre 2010 et 2013 sur la totalité du territoire du SYMSAGEL, ont permis la réalisation de cartes d'inondations pour des périodes de retour vicennales et centennales. L'étude Inondabilité peut représenter l'application d'une vision souhaitée, globale et homogène sur la totalité du secteur d'étude (tout en gardant une échelle d'approche très détaillée) par une compilation des modèles et des résultats de toutes les études antérieures.

De ce fait, ces modèles existants serviront de base à l'élaboration des cartes d'Inondations face à l'évènement extrême ($T > 1000$ ans).

Cette première étape a permis de présenter de façon synthétique les tenants et aboutissants de chacune des typologies d'études, en matière d'approche hydrologique et de construction hydraulique.

Les deux paramètres essentiels de construction des cartes de surfaces inondables, à savoir l'hydrologie et l'hydraulique, seront abordées de façon détaillée, de manière à justifier et estimer les incertitudes pressenties.

La construction hydrologique (module hydrologique de transformation pluie-débit, coefficient de ruissellement, conceptualisation des apports de nappe et prise en compte des phénomènes de saturation,...) sera exposée de façon détaillée dans le rapport propre à l'hydrologie et à l'estimation des débits extrêmes (Etape 3 : Détermination des débits pour l'évènement extrême : calcul des débits extrêmes $T > 1000$ ans sur chacun des bassins élémentaires des 14 modèles hydrauliques). Les courbes de calages, la liste des stations de références prisent en compte qui justifieront d'un débit pivot, de référence, ainsi que la méthodologie d'estimation des débits extrêmes seront présentées pour validation.

De la même manière, le rapport propre à l'Etape 4 (Modélisation à partir des modèles existants des zones inondables pour l'évènement extrême / cartographie associée) justifiera la construction hydraulique et la liaison entre les modèles.

Le système hydrologique – hydraulique de la Lys (au niveau du territoire du SYMSAGEL), bien que complexe, s'avère bien connu.

On notera, en synthèse, un système hydraulique particulièrement complexe :

- par son chevelu et sa densité de courants, canaux, rivières, fossés,...,
- par le nombre d'éléments hydrauliques (siphon, stations de relevage,...), venant créer un enchevêtrement des cours d'eau ;

Le système hydraulique peut se décomposer en deux sous partie : une zone amont qui génère des hydrogrammes soudain face à une plaine à l'aval à faible pente qui cumule les volumes (zone d'expansion de crue).

Pour le secteur qui nous préoccupe et qui concerne globalement une large partie de la plaine du Bas-Pays (hormis le secteur particulier de Béthune qui ne présente pas les mêmes contraintes que la plaine), le fonctionnement hydrologique et hydraulique montre :

- Trois caractères morphologiques dominants : les courants à plaques (110 kilomètres) ; les berges endiguées ou talutées (souvent sans aucun schéma d'ensemble) ; les sections (et profondeurs) très importantes
- Le désordre morphologique le plus courant : l'envasement (une dizaine de communes particulièrement touchées)
- Des ouvrages de franchissement présentant des états préoccupants, pour la partie la plus ancienne du patrimoine

En ce qui concerne les désordres recensés par les communes, on pourra citer :

- Des débordements de cours d'eau finalement assez exceptionnels et le plus couramment liés aux crues issues des bassins amont
- Des désordres morphologiques nombreux et récurrents, considérés comme des facteurs aggravants du risque hydraulique : sédimentation, érosion de berges, embâcles et obstructions d'ouvrages
- Beaucoup de craintes exprimées à l'égard de responsabilités externes (pratiques agricoles, élargissements routiers, apports de l'amont) mais peu de recul par rapport à l'urbanisation intrinsèque dans les communes concernées

Les évènements dommageables concernent :

- 9 événements principaux en 18 ans d'après les arrêtés de catastrophe naturelle : une récurrence biennale à l'échelle du territoire, plutôt triennale pour les communes les plus affectées, quinquennale pour les grandes crues
- Les événements majeurs résultent des grandes crues hivernales coproduites par les sous-bassins amont de la Lys et ses affluents, avec un effet de seuil de cumuls de précipitations de l'ordre de 200 mm sur une durée d'environ 1 mois
- Les événements orageux affectent plutôt l'est du territoire et les versants des becques.

Majoritairement, les principaux désordres ont pour cause les apports de l'amont des bassins versant, mais les conséquences sont aggravées par les facteurs physiques morphologiques naturels ou anthropiques propres à la plaine (entraves aux écoulements), et par l'accroissement des enjeux lié à l'urbanisation non maîtrisée.

Chapitre 6 Premiers éléments concernant les casiers et zones d'expansion de crues modélisées dans les études antérieures

Cette deuxième étape va permettre l'élaboration de cartes comparatives mettant en évidence les casiers et « flood compartments » modélisés dans les études antérieures (Etude Inondabilité), face à la géologie, face à la topographie (LIDAR), face aux inondations T= 100 ans, pour une discussion sur la justification a priori, de l'expansion des zones de débordement de crues modélisées.

Quatre cartes ont été réalisées, avec un élément commun à savoir le découpage en « flood compartment ». Le « flood compartment » reste l'élément de représentation graphique du remplissage du casier ou zone d'expansion de crue. Le casier ou zone d'expansion de crue est en revanche un élément hydraulique pur, symbolisé par un point auquel on affectera une loi de remplissage Hauteur /Surface, à partir de la topographie fine issue du LIDAR.

Le calcul du remplissage du « flood compartment » est également basé sur les données fines du LIDAR.

Le découpage très géométrique du « flood compartment » symbolise dans ces cartes, l'étendue maximum des surfaces inondées prises en compte.

La première carte qui superpose les couches des limites des « flood compartement » et le scan 25, permet la visualisation des zones d'inondations prises en compte le long des rivières et courants modélisées.

La deuxième carte met en évidence la topographie du secteur, avec le croisement des couches topographie et limites de « flood compartement ».

La troisième carte expose la géologie.

La dernière carte, qui regroupe les couches des limites des « flood compartement » et l'étendue calculée face à la pluie T= 100 ans permet de visualiser le « taux de remplissage » des casiers pris en compte dans le modèle et ceux auprès desquels, il s'agira a priori d'étendre la zone d'expansion des crues.

Il ressort de l'analyse de ces différentes cartes que :

Les zones d'expansion de crue délimitées ou « flood compartment » sont déjà prises en compte au droit des cours d'eau sur l'ensemble du secteur défini par le TRI.

La zone du TRI englobe de manière globale la quasi-totalité de la plaine de la Lys ou Bas-Pays. Seul le système lié au secteur propre à Bruay / Béthune est situé en amont de la plaine, sur le bassin versant amont de la Lawe.

Dans la carte géologique, les zones de débordement ou « flood compartment » englobent la totalité des zones définies comme Alluvions récentes (qui « tracent » les zones de débordement de cours d'eau). De manière plus globale, la carte géologique n'apporte que peu d'informations pertinentes supplémentaires : la vaste plaine de la Lys reste un seul et même ensemble géologique.

La quatrième carte qui expose l'inondabilité face à la pluie centennale et les « flood compartment » tendrait à montrer des casiers supplémentaires à rajouter pour l'inondabilité face à l'évènement extrême aux abords de la Lys entre Aire-sur le Lys, Saint venant et Merville, ainsi que la Lawe au droit de Béthune, notamment.

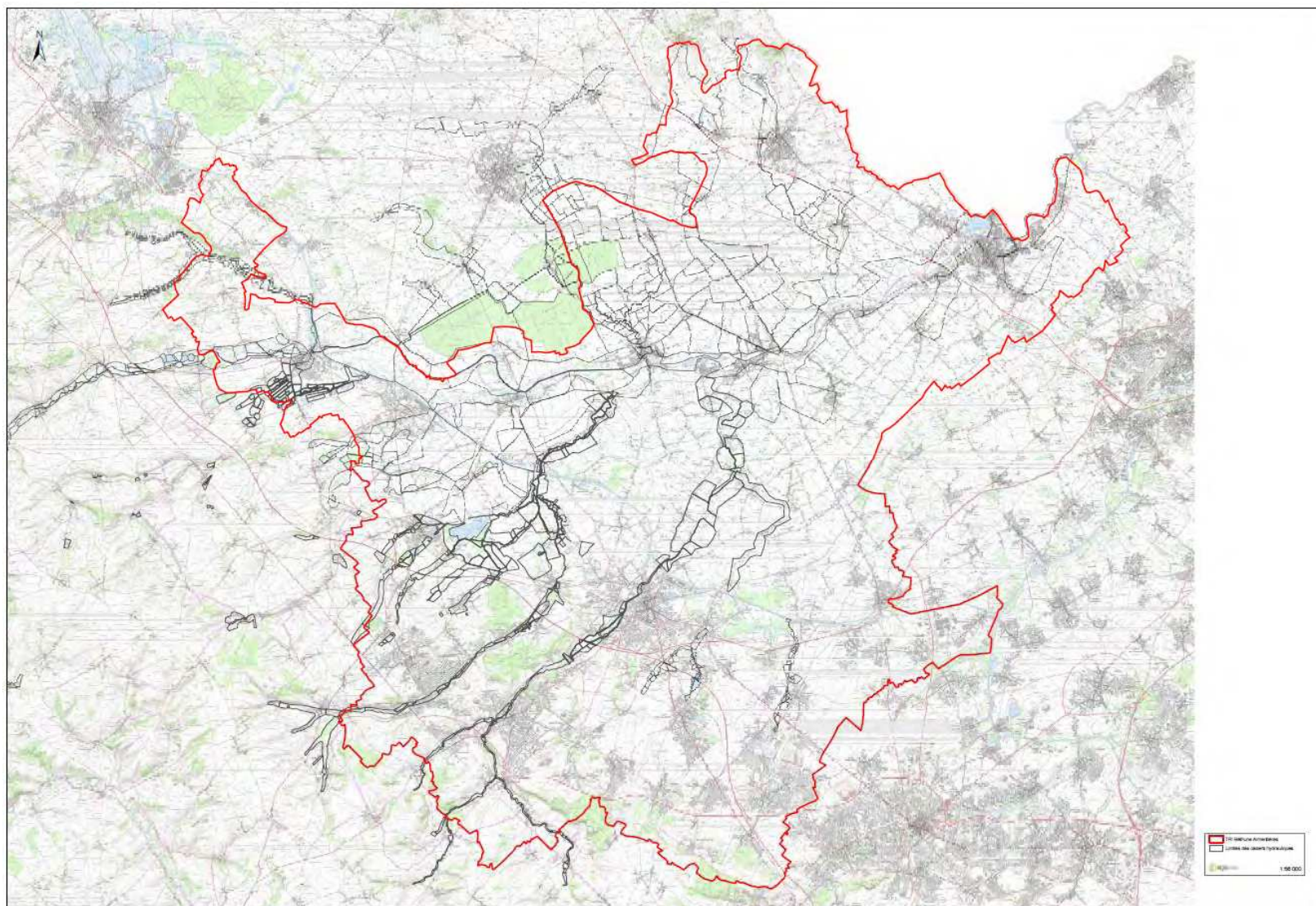


Figure 14 : Croisement des couches Scan 25 / Flood Compartment

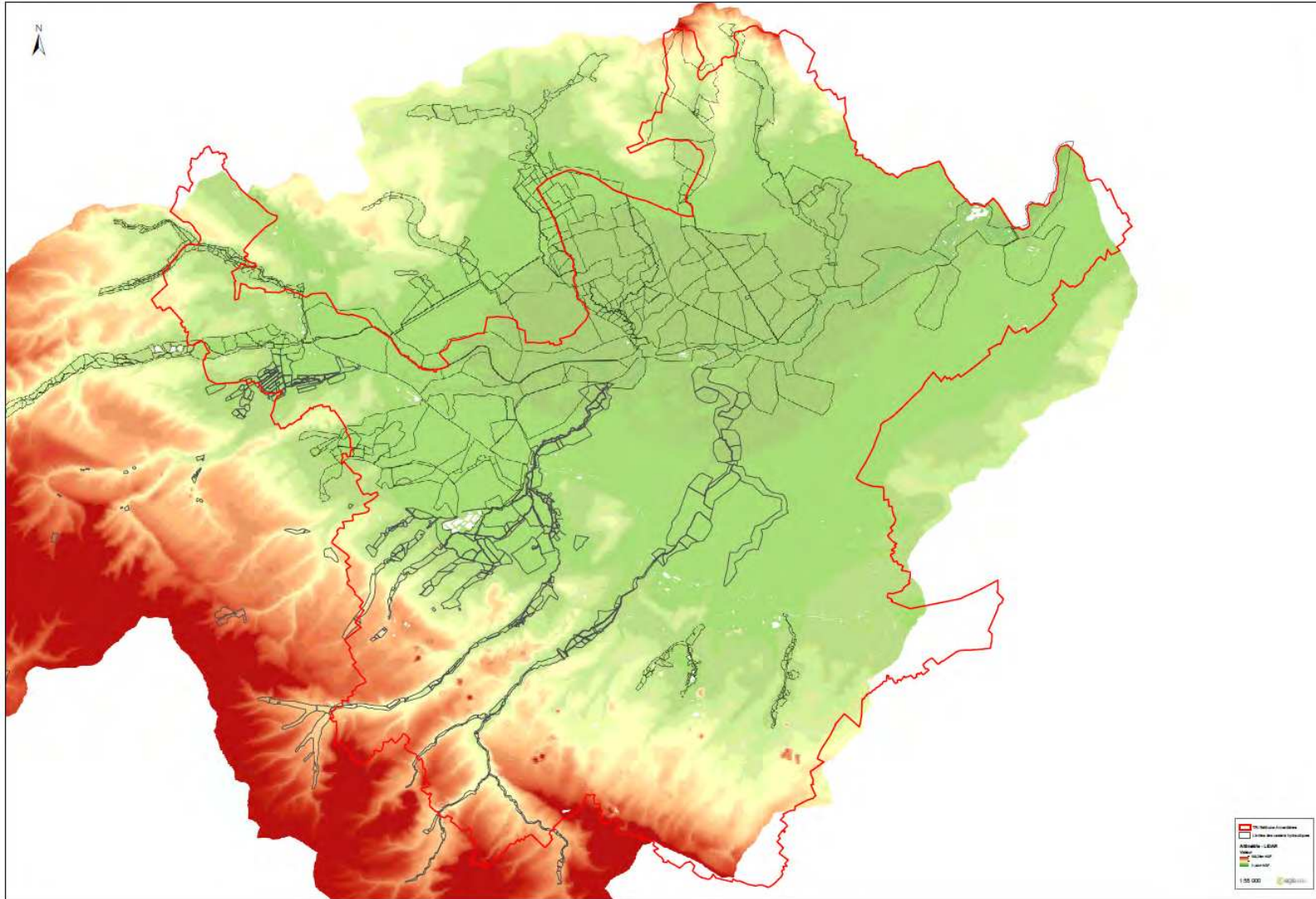


Figure 15 : Croisement des couches Topographie (LIDAR) / Flood Compartment

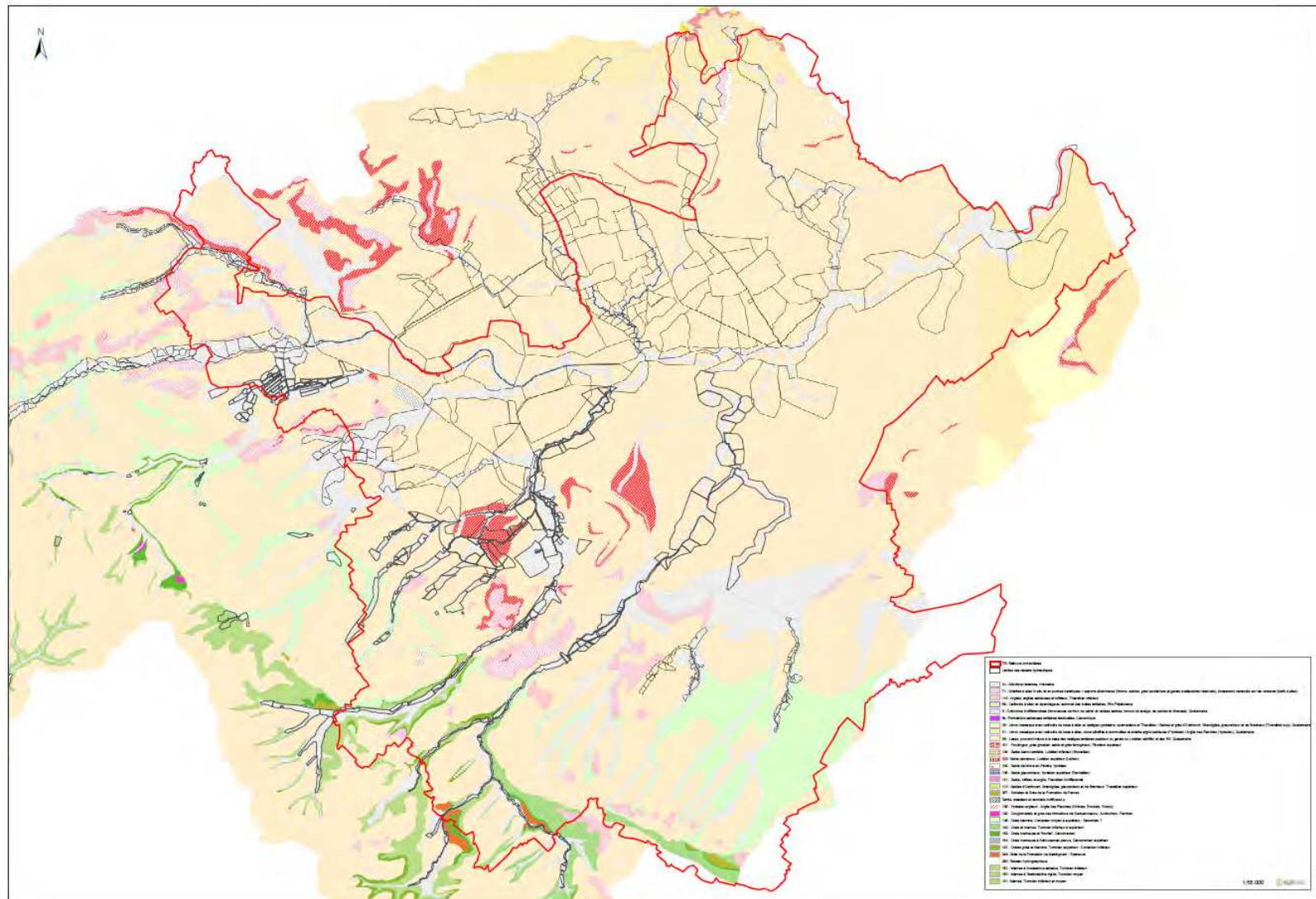


Figure 16 : Croisement des couches Géologie (BD Géol) / Flood Compartment

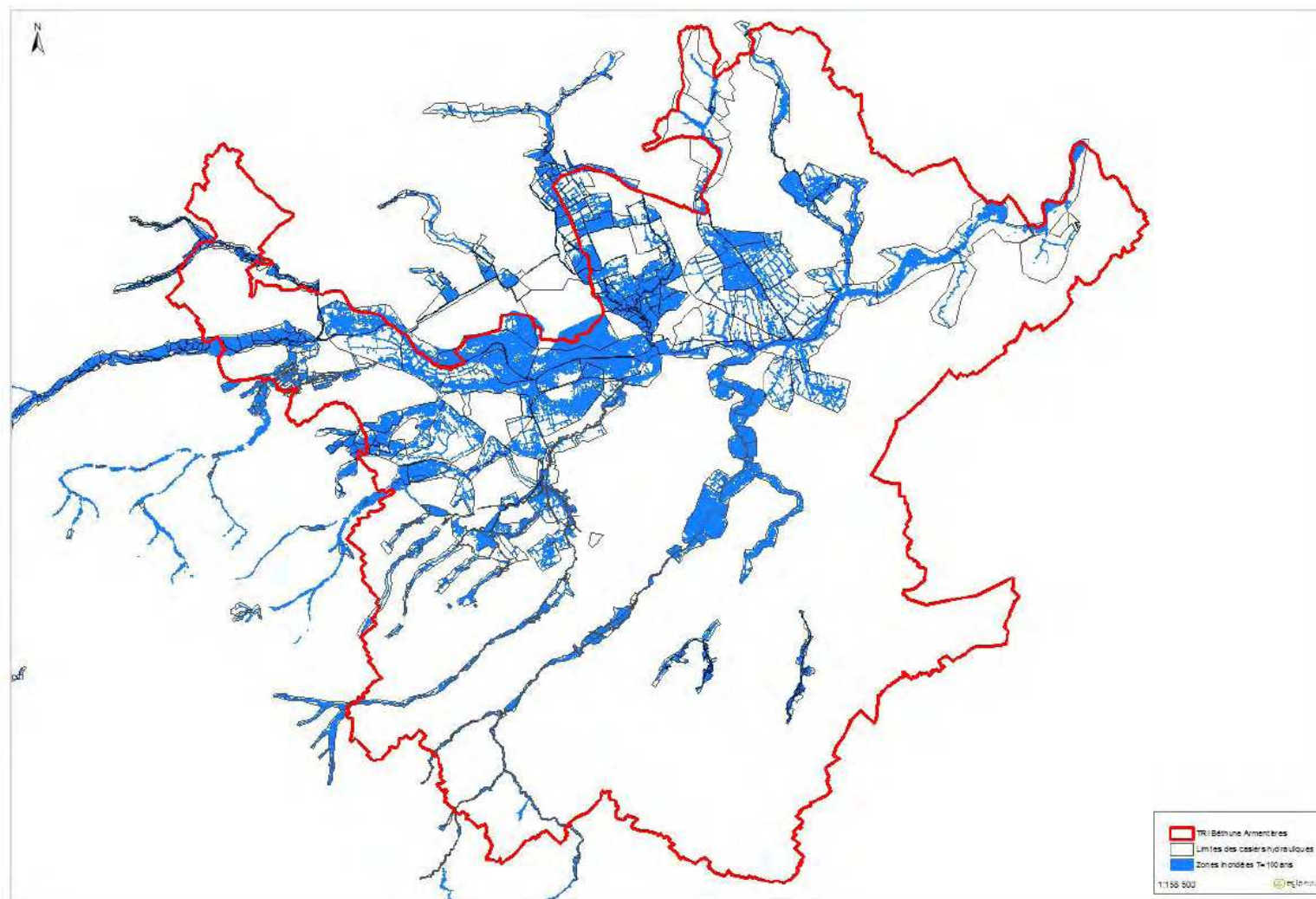


Figure 17 : Croisement de l'inondabilité T=100ans / Flood Compartment

