

Plan de gestion globale et équilibrée des écoulements et des crues des canaux de la Bourre

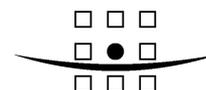
Rapport final de phase 1 : constat, analyse et compréhension de la situation

SYMSAGEL

le 17 juillet 2003

9810393

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

HASKONING-FRANCE SARL

EAU

2, Rue Jacques Prévert
59650 Villeneuve d'Ascq
France

+33 (0)3 20190240 Téléphone

03 20 19 04 89 Fax

info@royalhaskoning.com E-mail

www.royalhaskoning.com Internet

Lille B 418 042 800 CdC

Titre du document Plan de gestion globale et équilibrée des
écoulements et des crues des canaux de la
Bourre. Rapport final de phase 1 : constat,
analyse et compréhension de la situation
actuelle

Titre abrégé du document Rapport final de phase 1

Date le 17 juillet 2003

Numéro de projet 9810393

Auteur(s) Ambroise Marcotte

Maître d'Ouvrage SYMSAGEL

Référence 9810393/R/SBAC/Lill

Rédigé par Ambroise Marcotte

Contrôlé par Vincenzo Laporta

Date/parafe contrôle

Approuvé par René de Kok

Date/parafe approbation

RESUME

TABLE DES MATIERES

	Page
1 INTRODUCTION	1
1.1 Objectifs de la phase	1
1.2 Connaissances préalables	1
1.2.1 Etude bibliographique	1
1.2.2 Entretiens avec les personnes « ressource »	2
2 ANALYSE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DU FONCTIONNEMENT ACTUEL DU BASSIN VERSANT DES CANAUX DE LA BOURRE	4
2.1 Délimitation du bassin versant	4
2.2 Etude de l'hydrologie du bassin versant	4
2.3 Morphodynamique	12
2.4 Topographie et bathymétrie	17
2.5 Description du fonctionnement hydraulique de l'aire d'étude	17
2.5.1 Les ouvrages - fiches ouvrages	17
2.5.2 Principes de gestion des ouvrages en crue	17
2.5.3 Les zones inondables	18
2.5.4 Cartographie des zones inondables (1/25 000 ^{ème})	18
2.6 Conclusion : Choix des principes pour la modélisation ultérieure	18
3 IDENTIFICATION DES ENJEUX LIES AU RISQUE D'INONDATION SUR L'AIRE D'ETUDE.	19
3.1 Etude détaillée de l'occupation des sols sur l'aire d'étude	19
3.2 Evaluation de l'évolution prévisible de l'occupation des sols	20
4 BIBLIOGRAPHIE	21

1 INTRODUCTION

1.1 Objectifs de la phase

Cette première phase a pour objectifs fondamentaux :

- L'analyse quantitative du fonctionnement actuel du bassin versant des canaux de la Bourre afin d'aboutir au choix des principes de la modélisation hydraulique (phase 2) ;
- L'identification des enjeux liés au risque inondation sur le territoire d'étude.

Afin d'atteindre ces objectifs, une importance considérable a été donnée aux enquêtes sur le terrain (entretiens et visites) tout au long de cette phase du projet.

1.2 Connaissances préalables

1.2.1 Etude bibliographique

Les documents dont dispose Haskoning France sont présentés dans le chapitre 4. Ce paragraphe en fait une synthèse.

D'après les documents dont nous disposons, le bassin versant des canaux de la Bourre est, de manière générale, assez peu connu.

Le document « Historique des canaux d'Hazebrouck » permet de connaître l'artificialisation progressive du bassin versant. Au XVI^{ème} siècle, la mise en place des canaux de Nieppe, d'Hazebrouck et du Pré à vin est une première étape, découpant de nombreux sous-bassins versants non nécessairement liés à la Bourre à l'origine. Par la suite, la Lys sera canalisée et le canal de Neufossé sera creusé reliant les bassins versants de la Lys et de l'Aa (XVIII^{ème} siècle). La Melde, alors scindée en deux, deviendra, pour sa partie Nord, un affluent du canal de Nieppe. Ces aménagements lient le bassin versant de la Melde du Nord, les différents sous bassins versants interceptés par le canal de Nieppe et le bassin versant de la Bourre donnent naissance à l'actuel bassin versant des canaux de la Bourre.

Par ailleurs, les parties aval des sous-bassins versants interceptés s'écoulent maintenant vers la Vieille Lys qui dispose d'un exutoire dans chaque bief de la Lys canalisée créant deux sous-bassins versants. Ceux-ci sont également interconnectés entre eux ou avec le bassin versant des canaux de la Bourre par le biais de fossés parallèles à la vallée de la Lys.

L'anthropisation du bassin versant à l'origine de modifications profondes des écoulements a induit l'interconnexion et une forte complexité des bassins versants des canaux de la Bourre qui dispose de 4 exutoires naturels ou artificiels.

La mise en place des canaux de Nieppe, d'Hazebrouck et du Pré à vin avait pour but de faciliter le transport de marchandises par la navigation. A ces fins, diverses écluses ont été construites. Aujourd'hui, la navigation étant révolue, ces écluses servent à la gestion hydraulique des niveaux d'eau.

Les autres ouvrages présents sur le bassin versant sont des ouvrages de traversée (ponts, buses, siphon). Il n'existe pas de seuil hormis sous les ponts au radier élevé. La SANEP a effectué un inventaire des ouvrages : pour le bassin versant de la Bourre, cette étude a recensé 3 écluses, une vanne et 11 ponts/buses. Les enquêtes de terrain et auprès des élus ont permis d'identifier d'autres ouvrages contraignants. Ceci ont pu être levés au cours de l'étude.

Enfin, la station de pompage de Thiennes est un ouvrage qui constitue un exutoire artificiel de la Melde du Nord.

Le régime hydrologique de ces rivières reste mal connu et il n'existe que des jaugeages ponctuels. A ce sujet, la mise en place d'une ou plusieurs stations hydrométriques (hauteur d'eau, débit) permettrait d'améliorer les connaissances dans le futur.

Cette méconnaissance hydrologique n'empêche pas un entretien régulier des différentes becques par le Syndicat de la Bourre (appartenant à l'USAN).

Le bassin versant dispose d'une certaine biodiversité par le biais, notamment, de la forêt domaniale de Nieppe (classée en ZNIEFF). La forêt est également un espace récréatif important. D'un point de vue piscicole, elle héberge des frayères à brochet à proximité de l'écluse du Grand Dam. La pêche est d'ailleurs une activité importante notamment sur l'aval du bassin versant, là où les cours d'eau sont plus importants.

Enfin, le bassin versant est soumis à des inondations qui sont délimitées par l'Atlas Régional des Zones Inondables dans le lit majeur de la Lys canalisée. Pour les zones amont, un recensement des zones inondées a été mené par la DDE de l'arrondissement de Dunkerque en novembre 2000.

1.2.2 Entretiens avec les interlocuteurs locaux

Le tableau suivant présente le calendrier de ces entretiens et les sujets abordés avec les personnes ressources.

Date	Personnes rencontrées	Objet de l'entretien
15 mai 2002	M. Kempa (USAN) M. Barberie (USAN)	Entretien des rivières, drainage
	M. Descamps (ONF)	La forêt de Nieppe et la problématique inondation
22 mai 2002	M. Loisel (SN 59/62)	Crue de 1993 – Gestion des ouvrages sur la Lys canalisée
29 mai 2002	M. Jourdan (FD Pêche) M. Platteuw (CSP) M. Beldame (FD Pêche)	Attentes de la Fédération de pêche et du CSP vis-à-vis de l'étude
5 juin 2002	M. Descamps (ONF) M. Platteuw (CSP) M. Beldame (FD Pêche)	Visite hydraulique et halieutique de la forêt de Nieppe et de ses alentours
	M. Nicolle (DDE 59)	Projets d'aménagement en cours, fourniture des documents d'urbanisme
	M. Briche M. Lefèvre	Gestion des ouvrages des canaux de la Bourre
18 juin 2002	M. Demaret (Syndicat de la Bourre) M. Bart (Syndicat de la Bourre)	Historique du syndicat, objectifs, rôles dans la gestion hydraulique du bassin versant, projets envisagés

2 ANALYSE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DU FONCTIONNEMENT ACTUEL DU BASSIN VERSANT DES CANAUX DE LA BOURRE

2.1 Délimitation du bassin versant

La délimitation du bassin versant a pris pour base la carte fournie par l'USAN. La limite du bassin versant a ensuite été définie de façon plus précise en s'appuyant sur les courbes de niveau du Scan25 de l'IGN qui mettent en avant les lignes de crêtes. Notez, cependant, que si le relief est bien marqué sur l'amont, il devient très plat sur l'aval : la limite du bassin versant s'est alors appuyée sur les infrastructures et notamment les routes. Nos visites de terrain ont également permis de préciser ces limites sur l'aval.

La carte des limites du bassin versant est présentée au 1/25 000^{ème} dans la note technique.

2.2 Etude de l'hydrologie du bassin versant

- Inventaire et analyse critique des données disponibles ;

Il existe peu de données actuellement sur l'hydrologie de la Bourre. Il n'y a pas en particulier de station de mesure hydrométrique permanente sur cet affluent de la Lys. Une étude hydrologique des crues du bassin de la Lys réalisée en 1981 (Mission Déléguée de Bassin Artois-Picardie) a montré que le bassin de la Bourre réagissait de façon assez comparable à celui de la Lys à Delettes (temps de réponse très court et pics de crues très pointus, avec une décrue aussi rapide que la montée de crues). Les estimations du débit maximum et du volume des crues de la Bourre pour différentes périodes de retour issus de cette étude sont données dans le tableau suivant.

Estimations débit maximum et volume des crues de la Bourre (d'après l'étude hydrologique de la Lys de 1981)

Temps de retour	Débit maximal (m3/s)	Volume (Mm3)
3 ans	10	3.4
5 ans	12	4.0
10 ans	16	5.3
20 ans	19	6.3
50 ans	26	8.5

La pluviométrie :

Sur le bassin versant existent deux stations d'enregistrement de la pluviométrie. Les stations sont situées sur les communes de Borre et d'Aire-sur-la-Lys.

En périphérie de la zone d'étude, sur la commune de Doulieu, une station pluviométrique existe également, son installation est relativement récente (1995).

Ces stations sont gérées par la DIREN.

Sur demande, la DIREN a mis à la disposition d'Haskoning France les précipitations journalières enregistrées aux 3 stations.

- Pour la station d'Aire-sur-la-Lys :

Les données brutes fournies s'étalent sur la période allant de janvier 1972 à avril 2002. Les données ont été enregistrées de façon régulière et continue à l'exception de quelques mois pour lesquels les données manquent.

Les données validées et exploitées par calculs statistiques par la DIREN comprennent la période 1973 – 1999. Les résultats de l'exploitation statistique de ces données (chronique de 26 années) sont rassemblés dans le tableau 'Pluviométrie : durée des chroniques et données'.

- Pour la station de Borre :

Les données brutes fournies s'étalent sur la période janvier 1975 – avril 2002. Cependant des données existent également pour cette station depuis 1966. Les données ont été enregistrées de façon régulière et continue à l'exception de quelques mois pour lesquels les données manquent.

Les données validées et exploitées par calculs statistiques par la DIREN comprennent la période 1966 – 1999. Les résultats de l'exploitation statistique des données (chronique de 33 années) sont rassemblées dans le tableau 'Pluviométrie : durée des chroniques et données'.

- Pour la station de Doulieu :

Les données brutes fournies s'étalent sur la période janvier 1995 – avril 2002. Les données ont été enregistrées de façon régulière et continue à l'exception de l'année 1999 pour laquelle les données manquent, rendant la chronique discontinue.

Tableau : Pluviométrie : durée des chroniques et données (Source DIREN)

	STATIONS	AIRE SUR LA LYS	BORRE
	Chronologie	1973-1999	1966-1999
Période	2 ans	27,9	31,1
	5 ans	35,8	43,1
	10 ans	42,3	53,5
de	15 ans	46,5	60,5
	20 ans	49,6	65,8
	25 ans	52,2	70,3
	50 ans	61,0	86,1
retour	100 ans	71,2	105,2

- Principes généraux des crues et analyse des crues historiques :

La région Nord-Pas-de-Calais connaît des phénomènes hydrologiques moins marqués que d'autres parties du territoire national ; les crues y sont moins violentes, mais elles sont néanmoins à l'origine de dommages considérables pour les biens et les activités.

Sur le bassin versant de la Bourre, les crues ont lieu le plus souvent en hiver suite à des événements pluvieux de longue durée qui saturent les sols. C'est le cas de la crue de décembre 1993, pour laquelle des débits de crue importants ont été constatés sans qu'ils n'aient été générés par des événements pluvieux d'intensité exceptionnelle mais vraisemblablement suite à une période de conditions climatiques pluvieuses.

On peut cependant également observer des crues en toutes saisons en cas de phénomènes orageux violents (comme celui qui s'est abattu sur une partie du bassin versant les 8 et 9 mai 2000) provoquant des inondations locales, des coulées de boue ou des mouvements de terrain.

Aujourd'hui de nombreuses habitations et/ou entreprises du bassin versant des canaux de la Bourre sont régulièrement inondées. Les 25 communes de la zone d'étude ont fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle pour inondations, coulées de boues et mouvement de terrain en décembre 2000 (source : MATE).

Analyse de l'événement pluvieux de décembre 1993 :

L'événement pluvieux de décembre 1993 a provoqué des inondations importantes sur l'aire d'étude.

L'analyse de la pluviométrie au cours de ce mois montre que pour les 2 stations pluviométriques :

- les hauteurs de précipitations journalières maximales sont de l'ordre de 30 mm ;
- les événements pluvieux, d'intensité relativement faible sont nombreux et successifs, en effet les hauteurs de précipitations cumulées (1er décembre 1993 - 2 janvier 1994) sont de 252,3 mm (Aire-sur-la-Lys) et de 236,7 mm (Borre).

Il est fort probable que la succession d'événements pluvieux a provoqué les crues au cours de cette période et non un événement de forte intensité.

Par conséquent, il sera nécessaire pour la suite de l'étude de prendre en compte l'accumulation d'événements pluvieux sur sols saturés sur plusieurs jours (pluie cumulée de durée plusieurs jours).

Lors de cette succession d'événements pluvieux, la capacité maximale des sols à absorber la lame d'eau a été atteinte provoquant ensuite un écoulement de surface par dépassement de la capacité maximale d'infiltration.

En effet, cette capacité (infiltrabilité du sol) est supposée décroissante dans le temps jusqu'à une valeur constante (qui pour un sol homogène avec nappe profonde correspond à la conductivité hydraulique à saturation). L'écoulement de surface s'est produit lorsque la capacité d'infiltration est devenue inférieure à l'intensité des précipitations.

- Au début de l'événement pluvieux (7 et 8 décembre puis du 12 au 15 décembre), la capacité d'infiltration des sols était probablement supérieure à l'intensité de la pluie et la lame s'est infiltrée en grande partie. La teneur en eau des sols et la charge hydraulique en surface ont augmenté jusqu'à ce que la teneur en eau à saturation et la pression atmosphérique soient atteintes. Cette durée entre le début de la précipitation et le moment où la surface du sol s'est saturée (temps de submersion), complexe à déterminer, marque le début de l'écoulement de surface. Pour un sol donné, le temps de submersion est

d'autant plus court que l'intensité de la pluie est grande et que l'humidité initiale du sol est importante.

- Ensuite, l'intensité de la pluie est devenue plus importante (de l'ordre de 20 à 30 mm par jour) sur des sols déjà saturés entraînant un écoulement de surface. Les niveaux des cours ont augmenté tandis que l'événement pluvieux se prolongeait provoquant des inondations par débordements.

Cette saturation des sols est favorisée sur le bassin versant par la présence d'un horizon peu perméable à faible profondeur.

Par ailleurs, la présence d'un important réseau de drainage souterrain, particulièrement en zone plate, joue aussi un rôle important dans la genèse de crue.

Si ce réseau n'existait pas, l'eau de pluie qui ne s'infiltrerait pas sur les sols saturés serait temporairement stockée en surface, le ruissellement de surface étant moindre sur terrain plat.

Par contre, en présence d'un réseau de drainage, les eaux infiltrées sont drainées vers le réseau de fossés ou la becque le plus proche. La capacité d'évacuation d'un réseau de drainage dense et efficace peut excéder alors 15mm/j.

Puisque la quantité d'eau infiltrée est drainée à travers le réseau, la capacité de saturation du sol est moindre et les eaux de pluie continuent à s'infiltrer dans le sol et à alimenter le réseau. Le stockage temporaire en surface n'a plus lieu (ce qui est le but de la mise en place d'un réseau de drainage). Cependant, la quantité d'eau reçue par le réseau de fossés ou becque exutoire augmente de façon sensible, ce qui peut provoquer des inondations à d'autres endroits.

Analyse de l'événement pluvieux des 8 et 9 mai 2000 :

A la station de Doulieu une pluviométrie nulle le 8 mai et de 16,2 mm le 9 mai a été enregistrée (la hauteur de 16,2 mm est la valeur journalière maximale enregistrée en mai sur la période de 1995 à 2001).

A la station de Borre une pluviométrie nulle le 8 mai et de 38 mm le 9 mai a été enregistrée (la hauteur de 38 mm est la valeur journalière maximale enregistrée en mai sur la période de 1975 à 2001).

La pluviométrie aux dates des 8 et 9 mai 2000 n'est pas disponible pour la station d'Aire-sur-la-Lys.

Cet événement pluvieux intense et de courte durée a provoqué une montée des cours d'eau mais relativement peu d'inondations par débordement. Cependant des dégâts ont été occasionnés par des coulées de boues dans les zones amont et relativement pentues du bassin versant (par exemple sur St-Sylvestre-Cappel ou encore sur Thiennes).

Analyse de la pluviométrie à prendre en compte pour la modélisation hydrologique :

Afin de déterminer la sollicitation pluviométrique sur l'ensemble du bassin versant à prendre en compte pour la modélisation, une analyse fréquentielle des données de chaque station a été effectuée, puis une analyse comparative des trois stations a été réalisée sur des durées de chroniques communes, pour des hauteurs de précipitations cumulées sur plusieurs jours (1j à 7 j).

Deux méthodes ont été testées :

- la méthode du CEMAGREF – formule de Montana généralisée nécessitant l'ajustement de paramètres
- l'ajustement à une loi de distribution statistique de Gumbel puis la méthode des moments. L'ajustement a été réalisé avec les précipitations maximales journalières. L'échantillon constitué de ces valeurs des pluies les plus fortes extraites de l'ensemble des données pluviométriques a constitué l'échantillon des valeurs extrêmes des pluies.

La seconde méthode a été retenue, fournissant des résultats plus en adéquation avec les valeurs validées par la DIREN.

Comparaison : Borre, Aire/Lys et Doulieu :

- durée commune des chroniques : 6 années
 - Analyse des pluies maximales cumulées de 1j à 7j
- ⇒ La comparaison des résultats pour les 3 stations (sous forme de ratios) a abouti à l'abandon de la prise en compte des données de la station de Doulieu pour la suite.

Comparaison : Borre et Aire/Lys :

- Durée de chronique commune (période : 27 années permettant l'extrapolation relativement fiable des résultats à des périodes d'occurrence plus rares cinquantennale et centennale).
 - Analyse des pluies maximales cumulées de 1j à 7j
- ⇒ La comparaison des résultats des 2 stations (sous forme de ratios) permet de constater que les stations ont une influence quasiment équivalente sur l'aire d'études.

La pluviométrie générée pour la modélisation sur l'ensemble du bassin versant sera donc une pondération des pluies de chacune des stations d'Aire-sur-la-Lys et de Borre appliquée à chaque sous bassin.

Les résultats des calculs de l'analyse fréquentielle de la pluviométrie des stations sont présentés dans la note technique.

- Analyse statistique des débits :

La difficulté de l'analyse des débits afin de déterminer les débits décennaux et centennaux sur les sous-bassins réside dans le fait qu'il n'existe pas de station de jaugeage sur l'aire d'étude.

On ne dispose donc que des données pluviométriques, il s'agit à partir de ces données d'utiliser des méthodes hydrologiques adaptées pour la détermination des débits décennaux et centennaux.

Pour les débits décennaux et centennaux, plusieurs méthodes ont été testées.

Débits décennaux :

Pour ces débits, les méthodes statistiques sommaires Crupédix et Socose ont été employées. Afin de comparer les résultats obtenus, la méthode rationnelle (modèle simple de transformation de la pluie de projet basée sur les coefficients de Montana régionaux) a été utilisée.

Enfin, deux modèles physiques (formule de De Zeeuw et modèle universel de Green-Ampt) ont été appliqués.

Débits centennaux :

Pour l'estimation de ces débits, la méthode du Gradex a été utilisée, ainsi que la méthodologie QdF – Inondabilité du CEMAGREF.

Enfin, deux modèles physiques (formule de De Zeeuw et modèle universel de Green-Ampt) ont été appliqués.

Pour les modèles physiques, l'estimation de l'importance du processus d'infiltration permet de déterminer quelle fraction de la pluie va participer à l'écoulement de surface, et quelle fraction va alimenter les écoulements souterrains et donc aussi participer à la recharge des nappes souterraines. Les facteurs les plus influents, pour une même topographie, sont le type de sol, sa couverture végétale et son taux initial d'humidité.

Un tableau récapitulatif présente les principales caractéristiques physiques, la pluviométrie centrée (durée 1 jour) et les débits décennaux et centennaux pour 5 sous bassins significatifs :

- Sous bassin de la Borre becque amont (sous bassin 16) ;
- Sous bassin de la Bourre entre la confluence de la Plate Becque et l'agglomération de Merville (sous bassin 45);
- Sous bassin de la Petite Steenbecque se jetant dans le canal de la Nieppe (sous bassin 11);
- Sous bassin de petite taille, pentu (2.16 %) descendant de Strazeele dans la Plate Becque (sous bassin 75);
- Sous bassin versant du Berquigneul du Bois d'amont, uniquement dans la forêt de Nieppe (sous bassin 82)

No du BV	Becque	caractéristiques physiques				Pluviométrie		Gradex		Temps de concentration								Débits décennaux :						Débits centennaux : Q1j100				
		surface (km²)	PLP H (m)	pen- te bv (%)	Coeff de ruissel- lement	P1j10 (mm)	P1j100 (mm)	Gradex moyen pluie Ap (1j) (mm/j)	Grade x des débits (Aq 1J) (m3/s)	Durée caractéristique de crue (D de Soco) (h)	Tc (Kirpich 1)Tc (h)	Tc (Kirpich 2) Tc (h)	Tc (Kirpich 3) (petits BV agricoles) Tc (h)	Tc (SOGRE) AH (h)	Tc (Passini) :Tc (h)	Tc retenu (h)	Choix du modèle QdF - CEMAGR EF	CRUP EDIX	SOC OSE	Méth.rati onnelle	De Zeeuw	Gree n & Ampt	Q1j10 reten u	Méth. Gradex	De Zeeuw	Méth. QdF	Gree n & Ampt	Q1j100 retenu (m3/s)
11	petite Steen becque	4,86	4230	1,16 %	0,47	46,98	66,32	8,44	4,27	0,93	1,90	1,21	1,18	1,77	2,67	2,00	Soyans	1,22	0,71	6,20	2,73	3,05	2,33	16,80	3,86	5,14	5,62	4,87
16	Borre becque amont	11,87	5340	0,54 %	0,50	45,59	63,84	8,08	5,36	1,34	3,05	2,23	1,93	3,43	4,97	3,00	Soyans	2,35	0,84	18,48	6,89	6,96	5,40	21,09	9,65	11,92	12,83	11,47
45	Bourre	2,12	1745	0,12 %	0,41	44,91	62,64	7,67	1,01	0,68	2,30	1,55	1,44	4,40	4,47	2,00	Soyans	0,57	0,53	1,40	0,95	1,20	0,91	6,91	1,32	2,00	2,24	1,86
75		1,18	1760	2,16 %	0,25	42,89	59,04	6,96	3,07	0,54	0,76	0,37	0,46	1,08	0,74	1,00	Soyans	0,33	0,64	0,48	0,32	0,57	0,41	11,58	0,44	0,90	1,13	0,83
82	Berqui gneul du bois d'amo nt	3,92	3430	0,06 %	0,31	46,65	65,72											1,01	0,66	2,91	0,64	2,42	1,36	6,77	0,91	3,00	4,47	2,79

Remarque :

Méthode CRUPEDIX : l'intervalle de confiance à 90% est [Q/2 ; 2Q]

Méthode SOCOSE : l'intervalle de confiance à 70% est [Q/2 ; 2Q]

Les débits décennaux retenus sont la moyenne arithmétique des résultats obtenus avec les méthodes Crupédix, De Zeeuw et de Green-Ampt.

Les débits centennaux retenus sont la moyenne arithmétique des résultats obtenus avec les méthodes QdF, De Zeeuw et de Green-Ampt

On note que les différences entre les débits obtenus par les méthodes de calculs peuvent être assez importantes, il n'existe pas sur le bassin versant de station de jaugeage permettant de pouvoir comparer les résultats de calculs à des valeurs réelles de terrain. Par conséquent, pour la modélisation ayant l'objectif d'améliorer la connaissance des inondations et leur prévention (plan de gestion et aménagements...), il s'agit d'être prudent et par principe de précaution de retenir des valeurs de débits « un peu fortes ».

- analyse pour le choix des cours d'eau à prendre en compte dans le modèle ;

Les cours d'eau qui seront pris en compte dans le modèle sont :

- La Melde du Nord,
- La Petite Melde,
- Le canal de Nieppe,
- La Grande Steenbecque,
- Le Canal d'Hazebrouck,
- Le canal du Pré à vin,
- Le Bras de la Bourre,
- La Borre Becque,
- La Foëne Becque,
- La Plate Becque,
- La Bourre,

Il s'agit des cours d'eau les plus importants au regard du fonctionnement hydraulique du bassin versant.

- Détermination des conditions aux limites du modèle ;

Nous proposons de caler le modèle à partir des cotes aval de la crue de 1993 en régime permanent avec des débits centennaux. Ces cotes nous ont été fournies par le Service Navigation du Nord Pas de Calais. Etant donné le faible nombre de laisses de crue, le calage se fera alors en considération de l'étendu de la zone inondée pour les profils concernés, les zones inondées semblant être bien connues. Une analyse d'expert permettra de confirmer les valeurs de coefficient de rugosité (Strickler) obtenus.

Une vérification de ce calage pour une crue de fréquence annuelle devrait aboutir à une crue proche d'une crue de plein bord ne générant pas d'inondation. Cette vérification aboutira à une plus grande précision quant au coefficient de rugosité.

- Détermination des hydrogrammes de crues par calage sur des crues historiques pour les fréquences décennale et centennale.

Il est proposé d'utiliser une pluviométrie d'intensité variable comme donnée de base pluviométrique en courbe en 'S'. Cette pluviométrie d'intensité variable est basée sur l'allure de la courbe de la pluviométrie cumulée de des mois de décembre 1993 et de janvier 1994, pluviométrie ayant occasionné des crues importantes.

Le tableau de la distribution proposée ainsi que le graphe sont fournis dans la note technique.

Afin de prendre au mieux en compte le phénomène climatique ayant entraîné les inondations de 1993, il est proposé que la modélisation soit effectuée pour 4 types de pluie, caractérisés par leur période de retour (décennale et centennale) et la durée de l'événement pluvieux (1 jour puis une pluie cumulée de durée 4 jours).

Par conséquent, il est envisagé de simuler 3 types de sollicitation pluviométrique sur le bassin versant afin d'en étudier la réponse hydrologique.

Les 4 types de pluie sont :

- P4j10 : Pluie décennale de durée 4 j
- P4j100 : Pluie centennale de durée 4 j
- L'orage du 8-9 mai 2000

Cette hypothèse de base étant validée, les hydrogrammes de crue sont établis selon :

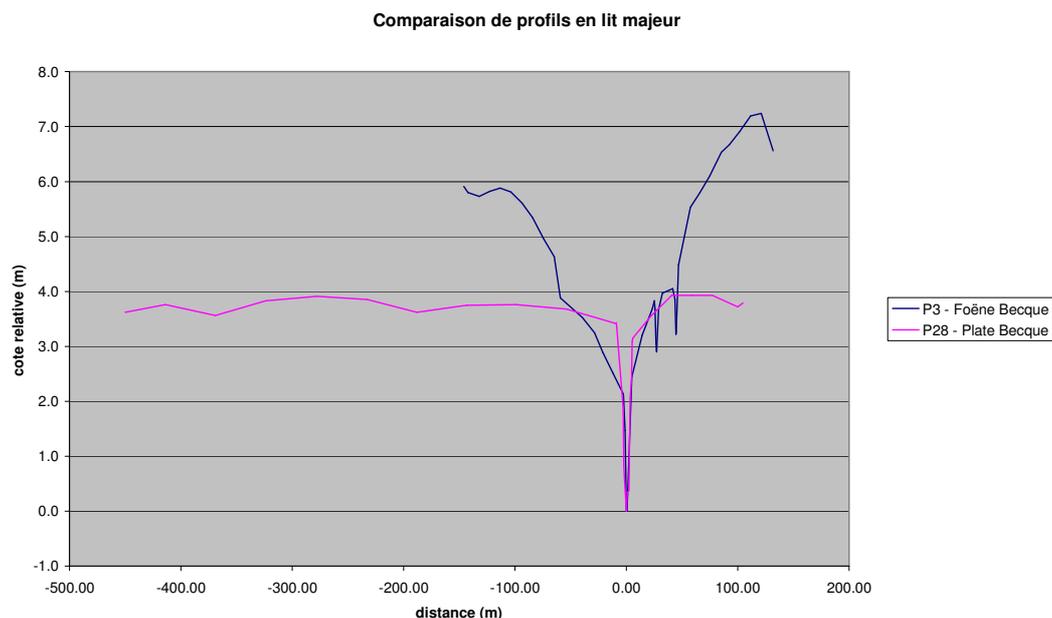
- la méthodologie QdF – Inondabilité récemment développée par le CEMAGREF (transfert de résultats établis sur un autre bassin versant du territoire national (notamment celui de Soyans) aux bassins versants non jaugés de caractéristiques similaires sur l'aire d'étude ;
- le modèle physique de De Zeeuw
- le modèle physique de Green-Ampt

2.3 Morphodynamique

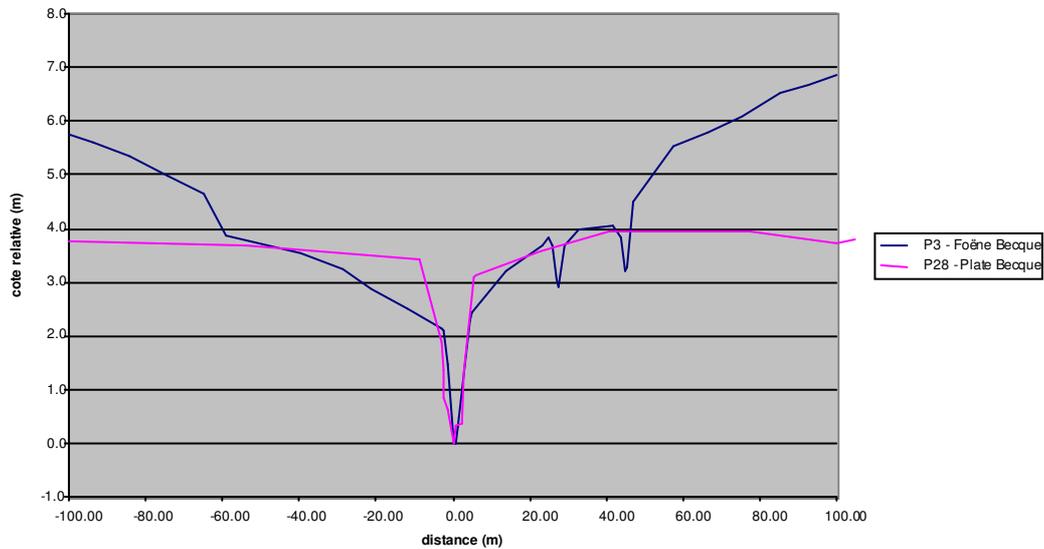
La morphodynamique d'un cours d'eau concerne les caractéristiques de la vallée du point de vue des conditions d'écoulement des crues.

L'étude morphodynamique s'est principalement intéressée au cours d'eau qui seront modélisés.

Les figures suivantes présentent 2 profils en lit majeur pris à l'amont (P3) et à l'aval (P28) du bassin versant. L'origine des abscisses se situe au point le plus bas du profil. Les cotes sont relatives au point le plus bas afin de faciliter la comparaison. La seconde figure est un zoom du lit mineur et du lit majeur.



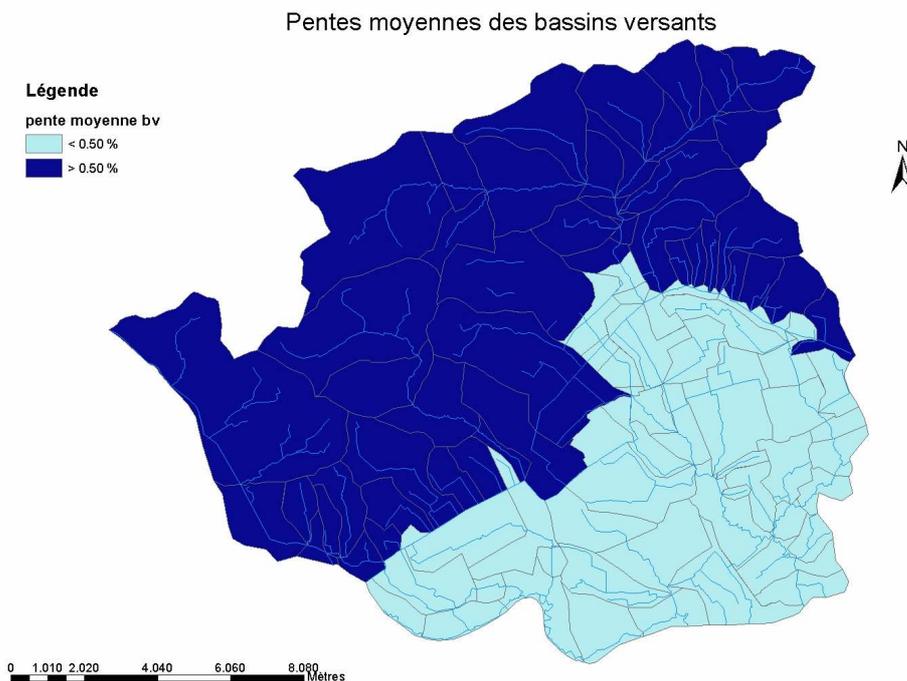
Comparaison de profils en lit majeur - Zoom sur le lit mineur



L'analyse de ces profils montre l'opposition entre deux domaines de topographie différente :

- A l'amont (P3), le lit majeur est marqué par le relief (pente d'environ 4%)
- A l'aval (P28), le lit majeur est particulièrement plat (pente inférieure à 0,1%)

Cette topographie différente est bien marquée et se ressent également sur les pentes moyennes des bassins versants avec une pente seuil de 0,5%. Le bassin versant des canaux de la Bourre peut alors se diviser nettement en deux entre l'amont et l'aval. La carte suivante illustre cette distinction.



Cette distinction ne s'applique pas à l'envasement. En effet, on constate que sur les profils en lit mineur présentés, que ce soit sur l'amont ou sur l'aval, la couche de vase varie de 0 à 50 cm. Le principal facteur influençant le fonctionnement hydrosédimentaire ne semble donc pas être la pente moyenne mais plutôt le curage mécanique des cours d'eau et sa fréquence. Il faut d'ailleurs noter que l'entretien des berges par faucardage est très régulier quel que soit le cours d'eau. On peut également remarquer que les divers entretiens ont façonné des profils en lit mineur de formes similaires à ceux des canaux. D'après nos entretiens en mairie, cette évolution semble récente et correspond à une mise en valeur agricole des sols par le drainage.

L'analyse des pentes moyennes en lit mineur conduit à une différenciation similaire de l'amont et de l'aval. Pourtant, des nuances subsistent notamment pour les bassins versants situés entre les deux zones : elle s'explique par la perception du drain principal qui se situe bien souvent dans la zone aval. C'est tout particulièrement dans cette zone que l'on trouve des becques importantes et particulièrement artificialisées. Ces becques sont le réceptacle des eaux ayant ruisselé sur la zone amont de relief plus marqué. Ces becques se distinguent par un tracé particulièrement géométrique. A l'inverse certains cours d'eau ont conservé leur tracé naturel comme en témoigne certaines zones de méandrement de la Bourre (« Les Crombillons ») ou de la Plate Becque dans leur partie aval sur la commune de Merville. Ce caractère permet en outre de ralentir les écoulements à l'amont de l'agglomération mervilloise.

Sur le bassin versant de la Bourre, les zones inondables se situent principalement en lit majeur du tracé naturel des rivières. Par ailleurs, il existe des zones inondées ponctuellement à la suite de défauts d'entretien, d'un aménagement sous-dimensionné...

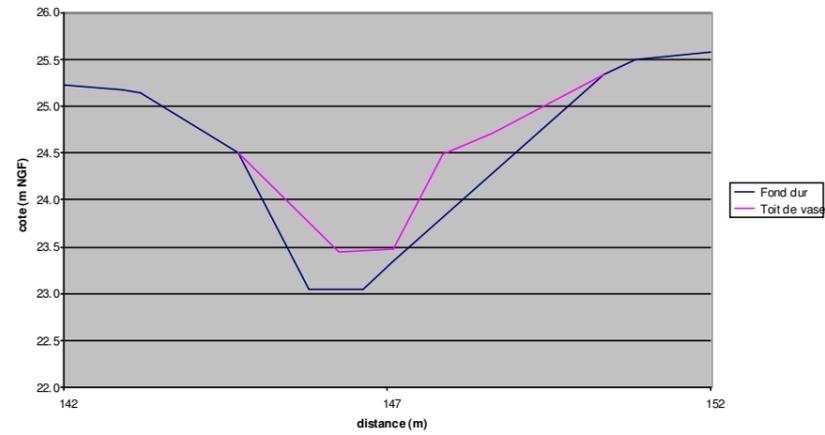
Un inventaire rapide des zones inondables distingue ainsi :

- La Creule, au nord d'Hazebrouck, où la Borre Becque sort de son lit sur environ 5 km de linéaire,
- La zone comprise entre le canal d'Hazebrouck et la Bourre, inondable sur près de 500 ha jusqu'à la forêt de Nieppe,
- La forêt de Nieppe en elle-même, inondable, selon l'ONF, au 2/3 de sa surface,
- Le lit majeur de la Lys de Thiennes à Merville.

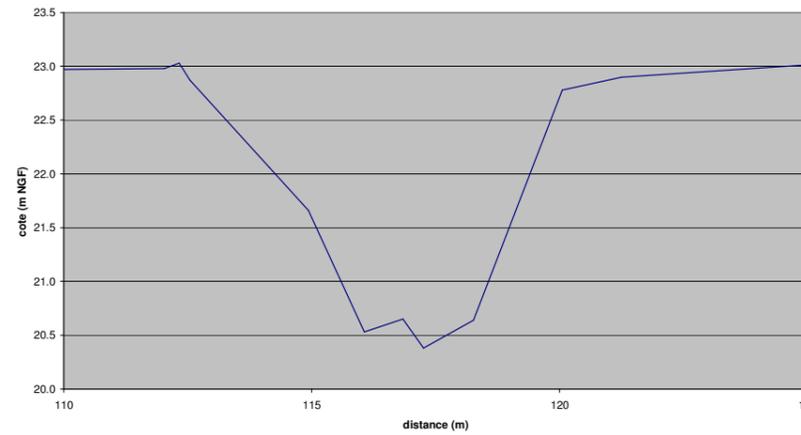
Enfin, du fait de l'entretien régulier, la végétation fait peu obstacle à l'écoulement, excepté peut-être dans la traversée de la forêt de Nieppe.

Exemple de profils en travers en lit mineur sur toit de vase ou sur fond dur

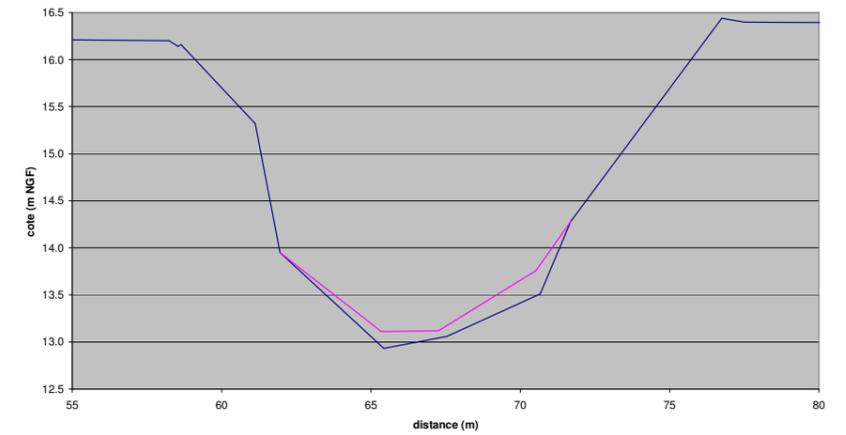
Profil en travers (P3) de la Foëne Becque



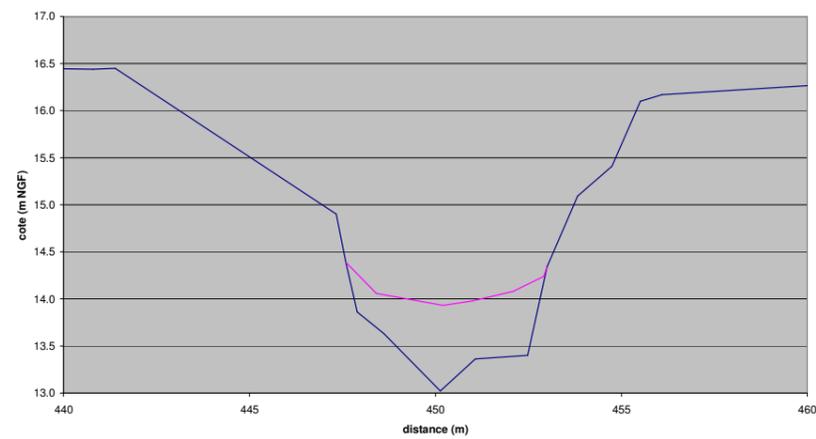
Profil en travers (P6) de la Borre becque



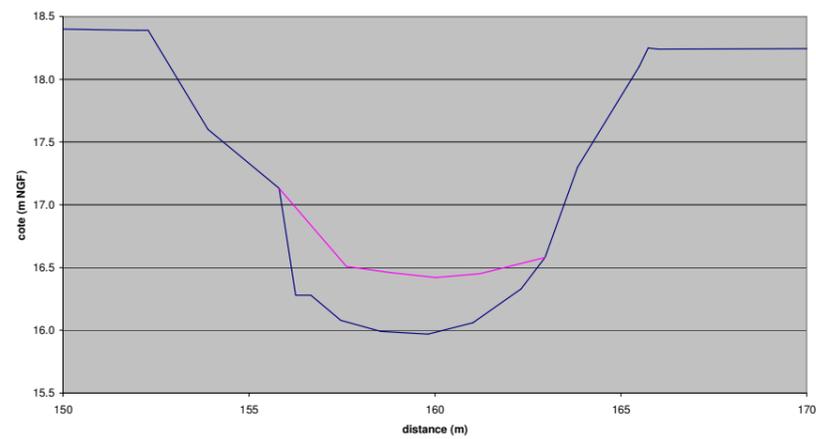
Profil en travers (P18) de la Bourre



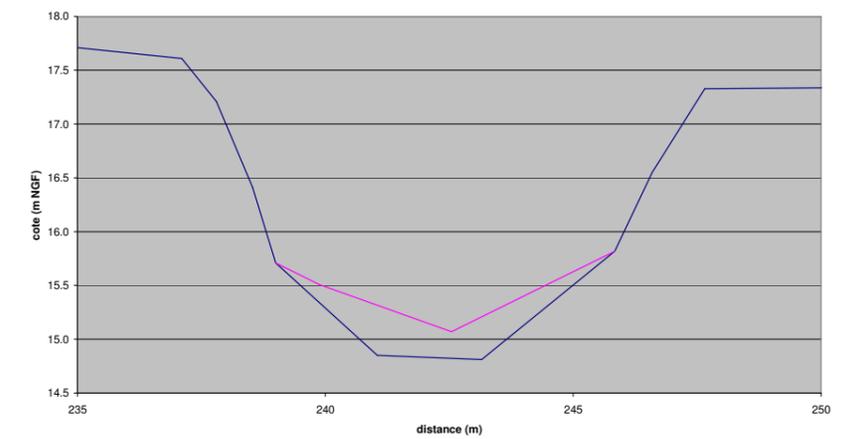
Profil en travers (P28) de la Plate becque



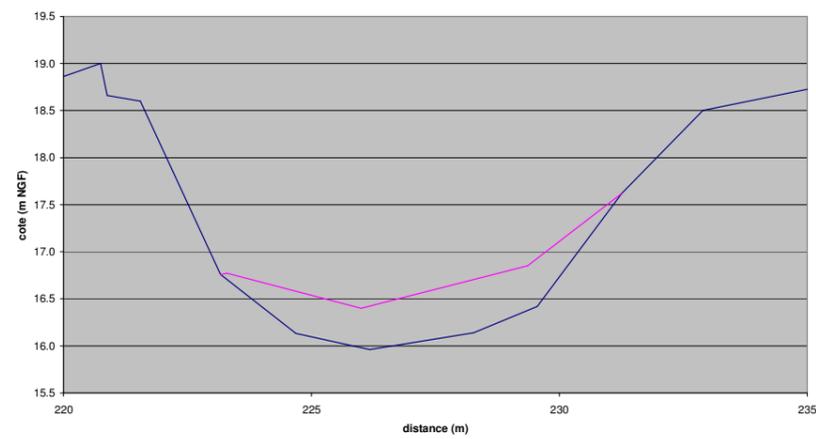
Profil en travers (P33) du canal d'Hazebrouck



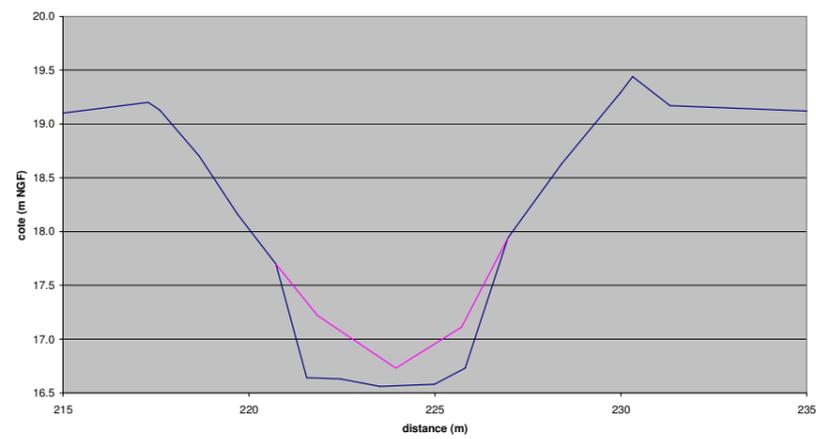
Profil en travers (P39) du canal du Prè à vin



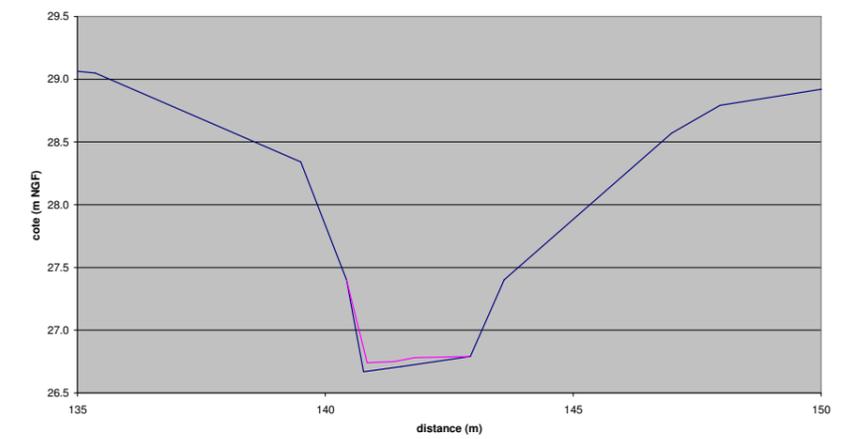
Profil en travers (P41) du canal de la Nieppe



Profil en travers (P47) de la Melde



Profil en travers (P62) de la Grande Steenbecque



2.4 Topographie et bathymétrie

Le repérage des profils en travers est présenté dans la note de présentation. Il est défini de manière à :

- couvrir l'ensemble du linéaire à modéliser,
- couvrir toutes les zones de débordement identifiées,
- pouvoir prendre en compte les apports d'eau des différents sous-bassins versants identifiés,
- définir en cote tous les ouvrages recensés par la SANEP.

2.5 Description du fonctionnement hydraulique de l'aire d'étude

2.5.1 Les ouvrages - fiches ouvrages

Les fiches ouvrages de la SANEP sont présentées en annexes.

Par ailleurs, les différentes écluses et la station de pompage gérées par l'USAN ont été visitées sur le terrain accompagné de Messieurs Briche et Lefèvre chargés de leur manœuvre. Un compte-rendu de visite est fourni en annexe.

2.5.2 Principes de gestion des ouvrages en crue

Les anciennes écluses servant à la navigation sont aujourd'hui utilisées pour la gestion des écoulements. Elles occupent en effet une place centrale dans le bassin versant et tout particulièrement entre les deux grandes villes que sont Merville et Hazebrouck. Le grand principe de gestion est bien entendu de limiter les inondations aussi bien à l'amont qu'à l'aval.

En crue, les ouvrages sont manœuvrés de la manière suivante :

- Les 3 Planches :
 - En période humide, la vanne reste ouverte,
 - En cas de pluviométrie importante, la vanne est ouverte et la buse vannée vers le bras de la Bourre est fermée pour faciliter l'évacuation des eaux en provenance du bourg de Morbecque via la Papote Becque.
- Ecluse du Pré à Vin :
 - Les vannes des portes d'écluse sont manœuvrées plusieurs fois par jour en relation directe avec la manœuvre de l'écluse des Capucins à Merville et de l'évolution du niveau d'eau à l'aval.
- Ecluse du Grand Dam :
 - En cas de forte pluie, les vannes de surface sont ouvertes à titre préventif,
 - En cas de crue importante et si les hauteurs d'eau à l'amont et à l'aval le permettent, la porte rive gauche est ouverte à l'aide d'un treuil manuel.

- Ecluse des Capucins :
 - En saison humide, 2 vannes de surface sont ouverte en permanence,
 - Lors de pluie, 2 vannes de fond sont également levées,
 - Lors de crue, les 12 vannes sont ouvertes pendant, en moyenne, 8 jours, le temps d'atteindre un niveau normal.

- Station automatique de Thiennes :
 - Son fonctionnement est régi par les niveaux d'eau de la Melde du Nord et de la Lys canalisée. Grossièrement, suivant le niveau de la Melde, les 3 pompes se mettent successivement en marche. Cependant lorsque niveau de la Lys atteint un seuil, les pompes ne peuvent plus fonctionner ;
 - La mise en route des pompes entraîne la fermeture d'une porte entre la Melde et la Petite Melde qui conduit l'eau au travers de Thiennes vers le canal de Nieppe.

2.5.3 Les zones inondables

Elles ont été repérées à partir de :

- L'Atlas Régional des Zones Inondables en ce qui concerne le lit majeur de la Lys,
- Du recensement des zones inondées menées par la DDE du Nord (Arrondissement de Dunkerque),
- Des compléments apparus lors de notre enquête dans les communes.

2.5.4 Cartographie des zones inondables (1/25 000^{ème})

Cette carte est présentée en annexe.

2.6 Conclusion : Choix des principes pour la modélisation ultérieure

Au regard de l'ensemble de ces informations, un modèle hydraulique unidimensionnel sera mis en place. Ce modèle sera calé en régime permanent en utilisant au mieux l'ensemble des connaissances résumées précédemment.

Par ailleurs, afin d'aboutir à un plan de gestion des écoulements, les simulations d'aménagement intervenant sur les écoulements seront effectuées en régime transitoire.

Les données d'entrées du modèle seront

- à l'amont, les débits générés par chacun des sous-bassins versants en crue centennale et en crue décennale,
- à l'aval, soit :
 - la cote de gestion normale de la Lys canalisée,
 - la cote maximum observée lors de la crue de 1993 sur la Lys canalisée,

La simulation pour ces deux cotes aval permettra d'identifier la part des volumes d'eau précipités sur le bassin versant dans la genèse des inondations ainsi que l'efficacité hydraulique des aménagements qui seront préconisés vis-à-vis du niveau d'eau dans la Lys.

3 IDENTIFICATION DES ENJEUX LIES AU RISQUE D'INONDATION SUR L'AIRE D'ETUDE.

3.1 Etude détaillée de l'occupation des sols sur l'aire d'étude

L'occupation des sols a été identifiée à partir des photographies aériennes SIGALE de la Région Nord-Pas-de-Calais datant de juillet 2000.

Le document cartographique reporte les éléments suivants d'occupation des sols :

- les infrastructures ;
- les zones industrielles et commerciales ;
- les zones d'habitat dense ;
- les zones d'habitat lâche ;
- les friches ;
- les terres agricoles en culture ;
- les terres agricoles en pâture ;
- les espaces naturels (notamment forêt) ;
- le réseau hydrographique.

Cette méthodologie a été appliquée pour dresser la carte de l'occupation des sols sur l'ensemble du bassin versant au 1/25000^{ème} ainsi qu'au droit des zones inondables¹ au 1/5000^{ème}. Cette dernière cartographie bénéficie, bien entendu d'une plus grande précision qui n'aurait pu être lisible pour une échelle plus petite.

Ainsi, l'occupation des sols se répartit comme suit sur les 228 km² du bassin versant :

- Cultures : 65 %
- Prairie : 14 %
- Zone naturelle : 12 % (Forêt de Nieppe)
- Zone d'habitat dense : 5 %
- Zone d'habitat lâche : 2 %
- Zone industrielle / commerciale : 1 %
- Autres : 1 %

La zone inondable s'étend sur près de 15 % du bassin versant (33,9 km²). Les proportions d'occupation du sol sont les suivantes :

- Cultures : 65 %
- Prairie : 16 %
- Zone naturelle : 4 % (hors Forêt de Nieppe)
- Zone d'habitat dense : 5 %
- Zone d'habitat lâche : 4 %
- Zone industrielle / commerciale : 1 %
- Infrastructure : 3 %
- Autres : 2 %

¹ La zone inondable regroupe ici la zone inondable délimitée par le PPRi de la Lys et les zones inondées recensées par la DDE à l'amont du bassin versant.

Les zones à enjeux (habitat, infrastructure, activité) en zone inondable occupe une surface de près de 4,5 km² : près de 20 % des enjeux présents sur le bassin versant sont soumis au risque inondation. Il est important de souligner que la majorité de ces enjeux se situe dans la zone inondable de la Lys en crue centennale.

Les sous-bassins versants ont été déterminés à partir des courbes de niveau du Scan25 de l'IGN. Une vérification terrain a été réalisée dans la limite de la perception du relief notamment dans la zone aval.

3.2 Evaluation de l'évolution prévisible de l'occupation des sols

Cette évaluation a été réalisée à partir des documents d'urbanisme fournis par la DDE au format numérique. Là où aucun document d'urbanisme est en application, l'évolution de l'occupation du sol a dû être considérée figée.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus. Un ajustement de notre classification de l'occupation des sols et de celle des documents d'urbanisme a été effectué pour permettre la comparaison.

description occupation des sols	description document d'urbanisme	surface actuelle	surface prévisible	évolution	
		en ha			%
infrastructure, zone industrielle ou commerciale, friche	activité, équipement, autre	290	530	240	82,8%
zone naturelle, prairie, culture, eau, habitat lâche	agricole, zone naturelle, loisirs et tourisme	21380	20630	-750	-3,5%
habitat dense	habitat	1100	1610	510	46,4%

Selon cette analyse quantitative, l'évolution de l'occupation des sols affecterait 750 ha soit 3 % de la surface totale du bassin versant. L'habitat dense en serait le principal bénéficiaire mais ce sont les activités économiques qui enregistreraient la plus grosse croissance. Cette surface serait retirée notamment à la Surface Agricole Utilisable (SAU) : les zones naturelles seront conservées voir accrue de la même manière que les zones de loisirs et de tourisme.

D'un point de vue hydrologique, on peut considérer que 750 ha de surface infiltrante seront transformés en surface potentiellement imperméabilisée.

4

BIBLIOGRAPHIE

- Inventaire des ouvrages hydrauliques sur les cours d'eau non domaniaux du bassin versant de la Lys, CCTP, SYMSAGEL, 2001.
- Inventaire des ouvrages hydrauliques sur les cours d'eau non domaniaux du bassin versant de la Lys (sous-bassin versant de la Bourre) – SYMSAGEL – SANEP, 2002.
- Recensement des inondations – Flandre Intérieure, DDE Arrondissement de Dunkerque, Novembre 2000.
- Aménagement de la RN42 – A25 / Hazebrouck, APS Itinéraire 2ème phase, vues en plan des sections courantes renseignées de données hydrologiques et hydrauliques provenant de l'USAN, DDE 59, 2002.
- Jaugeages réalisés sur les rivières du bassin versant de la Bourre, DIREN SEMA, 2002
- Historique des canaux d'Hazebrouck, 1898-1900 (?) (obtenu auprès de VNF).
- SAGE Lys – Bilan hydrologique, Réunion du 13/02/97, SNS Nord Pas de Calais.
- Projet d'implantation d'une station de pompage à Thiennes avec annexes graphiques des profils en long des berges (Lys bief de Merville – St Venant et Bourre Grand Dam – Merville) et des lignes d'eau de la Bourre selon divers scénarios, SNS.
- Consignes d'exploitation de la station de pompage de la Melde du Nord à Thiennes , USAN, 2001.
- Schéma de vocation piscicole et halieutique du département du Nord, Fédération départementales des associations agréées de pêche et de pisciculture du nord, DDAF 59, janvier 1992.
- Carte des cours d'eau entretenus par l'USAN sur le bassin versant de la Bourre, USAN, 2002.
- Atlas des zones inondables – La Lys canalisée – DIREN, Région Nord-Pas-de-Calais, AEAP, date ?. Versions papier et numérique.
- Forêt domaniale de Nieppe, Procès verbal de révision d'aménagement 1992 – 2011, ONF, 1991.
- Etude en vue de l'entretien de la Bourre, la Vieille Lys et le Canal d'Hazebrouck, IDEES, CPIE Val d'Authie, octobre 1995.

=O=O=O=