

4650538

UNION DES SYNDICATS D'ASSAINISSEMENT DU NORD



ETUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'YSER



RAPPORT DE PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

MAI 2009

N° 4650538

SOMMAIRE

1.	PREAMBULE	4
2.	CONTEXTE GENERAL DU SECTEUR D'ETUDE	6
2.1.	CONTEXTE PHYSIQUE	6
2.1.1.	LOCALISATION ET PERIMETRE D'ETUDE.....	6
2.1.1.	CLIMAT	9
2.1.2.	GEOLOGIE.....	10
2.1.3.	HYDROGEOLOGIE	11
2.1.4.	GEOMORPHOLOGIE.....	12
2.1.5.	HYDROGRAPHIE.....	12
2.1.6.	TRAVAUX HYDRAULIQUES RECENTS.....	13
2.1.7.	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	15
2.1.7.1	TRAME VERTE ET BLEUE	15
2.1.7.2	ZONE PATRIMONIALE ET REGLEMENTAIRE.....	18
2.2.	ORGANISATION DE LA GESTION DES EAUX.....	22
2.2.1.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE GLOBAL	22
2.2.2.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE LOCAL.....	23
2.2.3.	PRINCIPAUX ACTEURS DE LA GESTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE	23
3	COLLECTE DES DONNEES	24
3.1	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	24
3.2	DEMARCHE PARTICIPATIVE	25
3.2.1	RENCONTRES AVEC LES INSTITUTIONS.....	25
3.2.2	RENCONTRES AVEC LES COMMUNES.....	26
3.3	ENQUETES DE TERRAIN	28
4	OCCUPATION DU SOL	29
4.1	DESCRIPTION GENERALE	29
4.2	BASE DE DONNEES CORINE LAND COVER.....	29
4.3	RECENSEMENT GENERAL AGRICOLE (RGA).....	30
4.4	DONNEES ISSUES DE SIGALE.....	31
4.5	ANALYSE	33
4.5.1	COMPARAISON DES DONNEES	33
4.5.2	EVOLUTION HISTORIQUE.....	34
4.5.3	LOCALISATION DES ENJEUX	35
5	PEDOLOGIE	37
5.1	PREAMBULE : CAUSES DU DECLENCHEMENT DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION ...	37
5.2	INTRODUCTION	37
5.3	OBJECTIFS ET METHODOLOGIE	38
5.3.1	OBJECTIFS.....	38
5.3.2	METHODOLOGIE	38

5.4	PRESENTATION DES RESULTATS	41
5.4.1	GEOGRAPHIE, TOPOGRAPHIE ET PENTES	41
5.4.2	ELEMENTS DE GEOLOGIE	41
5.4.3	PEDOLOGIE ET CARTOGRAPHIE DES SOLS.....	42
5.4.4	RECHERCHE DES SIGNES D'EROSION / SECTORISATION GEOGRAPHIQUE ET SENSIBILITE AU RUISSELLEMENT DU PERIMETRE D'ETUDE.....	46
5.4.5	PRESENTATION DES RESULTATS.....	47
6	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE.....	65
6.1	PRINCIPALES CRUES HISTORIQUES	65
6.1.1	CRUES HIVERNALES.....	65
6.1.2	CRUES ESTIVALES	67
6.1.3	DEBITS DE CRUE AUX STATIONS HYDROMETRIQUES.....	69
6.2	CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DU BASSIN VERSANT DE L'YSER	70
6.3	SEQ PHYSIQUE DE L'YSER.....	73
6.4	PRELOCALISATION DES DESORDRES	75
6.5	INFLUENCE BELGE SUR L'YSER EN FRANCE	76
7	LOCALISATION DES SECTEURS A ENJEUX PARTICULIERS.....	77
7.1	REMEANDRAGE	77
7.2	LOCALISATION DES SECTEURS ETUDIES POUR LE RUISSELLEMENT	82
7.2.1	DESORDRES RECENSES	84
7.2.2	IMPORTANCE DES PENTES.....	86
7.2.3	OCCUPATION DES SOLS	88
7.2.4	SENSIBILITE DES SOLS A LA BATTANCE.....	91
7.2.5	BILAN.....	94
8	ANNEXES.....	95

1. PREAMBULE

Le bassin versant de l'Yser connaît, depuis de nombreuses années, des problèmes récurrents d'inondation. La nature du sol du territoire favorise le ruissellement des eaux et les cours d'eau « gonflent » rapidement. Les aménagements réalisés dans les années 60-70 (rectification, recalibrage...) ont profondément modifié le comportement du fleuve. Plusieurs études ont été entreprises par le passé notamment dans le cadre du Contrat de Rivière de l'Yser. Ainsi, la gestion des inondations s'est organisée autour de plusieurs actions : création de 2 bassins de rétention sur la commune d'Oudezeele, réhabilitation d'un méandre sur la commune d'Herzeele, création d'un réseau de stations hydrométriques sur l'ensemble du bassin versant. Une étude a également été entreprise sur le bassin versant de la Peene Becque (principal affluent de l'Yser) afin de maîtriser les phénomènes de ruissellement et d'érosion des sols.

Depuis novembre 2006, le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de l'Yser est en phase d'élaboration. La prévention des inondations s'inscrit comme un enjeu fondamental du SAGE de l'Yser. Les premières discussions de la Commission Thématique « Prévention des inondations hydraulique » et de la Commission Locale de l'Eau montrent la volonté des différents acteurs du bassin versant d'agir de façon concrète pour résoudre les dysfonctionnements hydrauliques des cours d'eau du bassin versant. Les dernières inondations de juillet 2007 -survenues sur des secteurs habituellement épargnés - ont encore renforcé cette volonté. Par ailleurs, nos voisins Belges (Région Flamande, Province Flandre Occidentale) sont souvent touchés par les crues de l'Yser et de ses affluents. La Commission Locale de l'Eau a donc délibéré, le 6 novembre 2007, en faveur de la réalisation d'une étude hydraulique sur le bassin versant de l'Yser.

La présente étude hydraulique doit permettre d'aboutir sur un outil décisionnel adapté basé sur l'utilisation du modèle hydraulique, à partir des différentes phases suivantes :

- Phase 1 : Constat, analyse et compréhension de la situation actuelle,
- Phase 2 : Modélisation
- Phase 3 : Simulations d'aménagements,

Les objectifs de l'étude sont d'établir un diagnostic des causes de dysfonctionnements hydrauliques, de cartographier précisément l'ensemble du risque inondation sur le bassin versant de l'Yser, d'effectuer une analyse des enjeux sur le territoire soumis aux aléas et de définir plusieurs scénarios d'aménagements ayant des effets cumulés et complémentaires permettant de réduire les conséquences des crues et des ruissellements dans les zones les plus vulnérables. Les possibilités de réhabilitation du cours naturel de l'Yser, notamment par le reméandrage, seront également étudiées.

Le périmètre de l'étude correspond au périmètre du SAGE de l'Yser. Ce dernier défini par arrêté préfectoral du 8 novembre 2005, comprend 39 communes du département du Nord. Les sous-

**RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
ACTUELLE**

bassins versants étudiés sont ceux de l'Yser et de ses principaux affluents : l'Ey Becque, la Sale Becque, la Cray Becque, la Vleter Becque, la Zwyne Becque, la Becque d'Houtkerque, la Petite Becque et la Peene Becque.

Le présent rapport de phase 1 correspond à la collecte et l'analyse des données existantes afin d'apporter la compréhension nécessaire aux phases suivantes de l'étude.

2. CONTEXTE GENERAL DU SECTEUR D'ETUDE

2.1. CONTEXTE PHYSIQUE

2.1.1. LOCALISATION ET PERIMETRE D'ETUDE

L'étude hydraulique s'effectuera sur le périmètre du SAGE de l'Yser, correspondant au bassin versant de l'Yser en France.

L'Yser prend sa source en France, à l'Ouest du Mont Cassel et se jette dans la Mer du Nord, à Nieuport sur la côte belge, après un cours de 70 km dont 30 sur le territoire français.

Situé en Flandre intérieure, dans un triangle formé par les villes de Watten, Hondschoote et Steenvoorde, le bassin français de l'Yser couvre une surface de 381 km².

Le bassin est limité au Nord par les watergangs de la plaine maritime flamande, à l'ouest par le marais audomarois et au sud par le bassin versant de la Lys. Il se poursuit vers l'est en Belgique (Ijser).

L'Yser prend sa source au lieu-dit « Point du Jour » entre les communes de Broxeele et Buysscheure à une altitude de 30 mètres. Elle franchit la frontière à 1,7 kilomètres en amont de Roesbrugge-Haringe (Belgique), à une altitude de 3 mètres sur la commune de Bambecque.

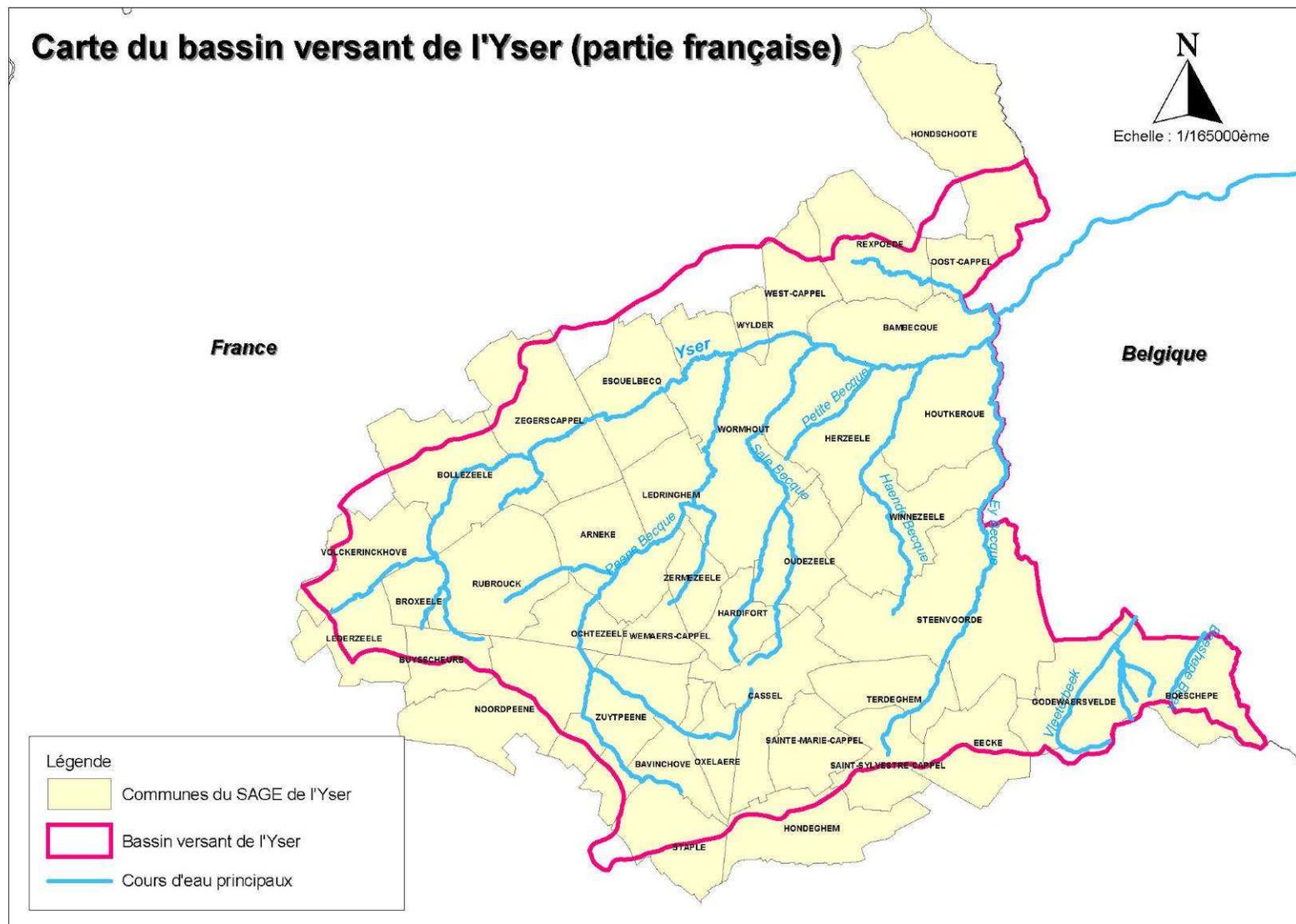
La principale caractéristique du bassin versant de l'Yser est sa dissymétrie. La majorité des affluents sont en rive droite. De l'amont vers l'aval :

- Sur la rive gauche :
 - La Cray Becque
 - La Zwyne Becque

- Sur la rive droite :
 - La Séparative Becque
 - La Peene Becque
 - La Sale Becque
 - La Petite Becque
 - Le ruisseau d'Herzeele
 - Le ruisseau d'Houtekerque
 - Ey Becque
 - La Vleter Becque

**RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
ACTUELLE**

La plupart de ces affluents prennent naissance dans les Monts de Flandres (point culminant : Mont Cassel à 176m), notamment les quatre affluents les plus importants (la Peene Becque, la Sale Becque, le Ruisseau d'Houtekerque et l'Ey Becque)



2.1.1 CLIMAT

L'ensemble de la région jouit d'un climat atlantique tempéré bénéficiant au Nord de l'effet modérateur des influences maritimes.

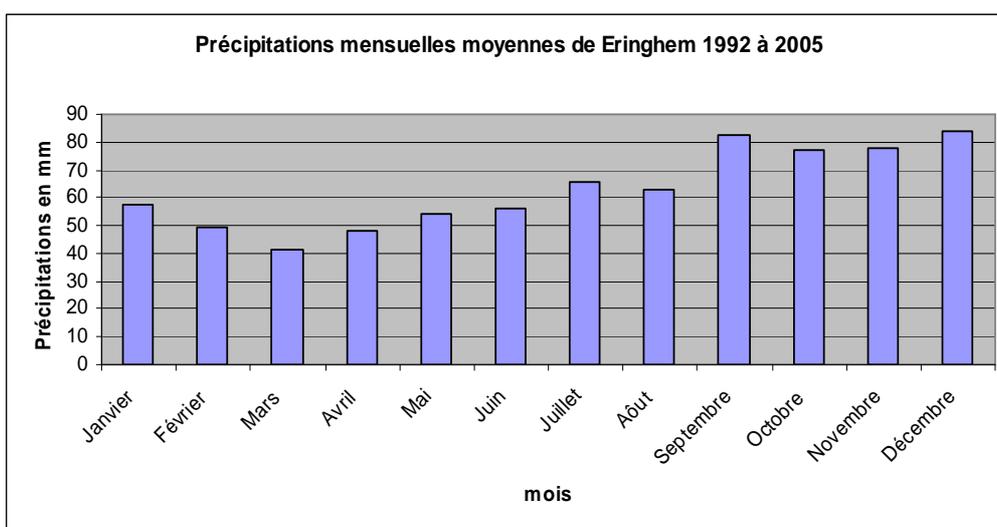
La pluviométrie annuelle est relativement faible sur le bassin versant. En effet, la pluviométrie annuelle moyenne varie entre de 690 mm à Cassel et 800 mm à Poperinge. Les pluies sont cependant fréquentes puisqu'elles sont réparties sur 170 jours par an, la majeure partie en hiver et l'autre suite à de violents orages.

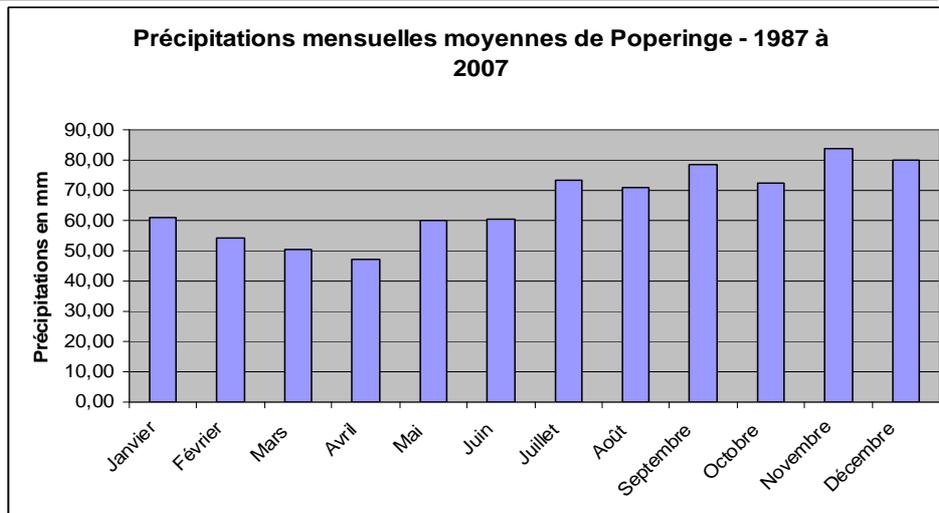
Deux types de précipitations qui engendrent des crues sont observés :

- Les pluies d'automne et d'hiver, d'intensité moyenne (10 à 40 mm/j) mais de longues durées (elles peuvent être réparties sur plus d'un mois) ;
- Les pluies d'orage, qui surviennent en général l'été, de plus forte intensité (50 à 80 mm/j) mais de courtes durées, 1 ou 2 jours.

La répartition mensuelle de la pluviométrie du bassin versant est présentée dans le tableau ci-dessous. On peut remarquer que les mois de septembre à décembre sont, généralement, les plus pluvieux (>65 mm/mois).

Répartition mensuelle moyenne de la pluviométrie au niveau des stations													
Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	annuelle
Cassel	58,51	38,31	57,30	46,81	54,13	47,09	65,83	57,25	65,65	65,68	75,71	60,43	692,71
Borre	58,07	46,83	55,32	47,20	59,62	62,78	57,20	61,53	67,67	71,59	77,61	77,80	743,21
Eringhem	57,40	49,32	41,59	48,16	53,96	56,30	65,63	62,85	82,61	76,99	78,09	83,79	756,69
St Omer	68,89	50,25	55,22	47,34	57,18	54,68	61,53	58,76	68,24	76,35	86,51	81,38	766,33
Poperinge	60,97	54,12	50,37	47,21	59,82	60,54	73,45	70,72	78,61	72,18	83,82	80,07	791,88
moyenne	60,77	47,76	52,00	47,34	56,94	55,06	64,73	62,22	72,56	72,50	80,35	76,69	750,16





Les températures sont dans l'ensemble modérées. Le bassin de l'Yser bénéficie de températures plus douces au nord qu'au sud.

2.1.2 GEOLOGIE

Le bassin de l'Yser se situe en plaine flamande intérieure. Cette région argileuse présente une surface ondulée dont l'altitude moyenne est supérieure de 15 à 25 mètres à celle de la Flandre maritime.

La Flandre doit son principal caractère physique à la nature même de son sol, que celui-ci soit l'argile des Flandres lui-même, ou un limon, résultant de l'altération de cette argile.

La plaine des Flandres est surmontée de deux groupes de collines :

Les collines basses argileuses dont la plus haute est la Montagne de Watten (72 mètres). A Merckegem, on retrouve les traces d'une ancienne falaise côtière escarpée vers la plaine maritime et en pente douce vers la plaine flamande. D'autres collines basses sont isolées dans la plaine (collines du Tom à 63 m entre Cassel et Noordpeene).

Les collines élevées, de nature plus sableuses, représentées par le Mont Cassel (176 mètres), le Mont de Récollets (159 mètres) et le Mont des Cats au sud-est du bassin. Ce sont les derniers témoins des dépôts éocènes du Nord de la France.

L'essentiel du bassin est constitué par les formations limoneuses argilo-sableuses de la Flandre intérieure. Ce limon est dû à la désintégration sur place et sans remaniement des couches argileuses et argilo-sableuses sous-jacentes. Il peut atteindre une épaisseur de 6 mètres et il est peu perméable.

Ce limon est généralement de teinte grise à gris-brun. Au voisinage des reliefs, il est sableux et plus apte à la culture. Sur le bord des becques, il est très argileux et constitue la terre forte du pays.

Sur les reliefs ainsi que localement dans les vallées, affleure l'argile des Flandres d'âge yprésien supérieur. Cette argile est plastique, compacte et homogène, gris-bleuâtre en profondeur, devenant gris-brun à gris-jaune en surface par oxydation. Des petits lits de sables y sont intercalés.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Enfin, les lits des rivières de Flandre intérieure s'écoulent au milieu de dépôts récents et peu épais. Ceux-ci ne se limitent qu'à quelques limons d'inondations (argileux, tourbeux), rendus marécageux et souvent occupés par des prairies humides.

2.1.3 HYDROGEOLOGIE

La prédominance de l'argile fait que la région est pauvre en ressource aquifère. En effet, les seules ressources sont constituées par les nappes superficielles et celles des sables verts landéniens dont les possibilités d'exploitations restent très modestes. Seulement deux types de nappes sont répertoriés :

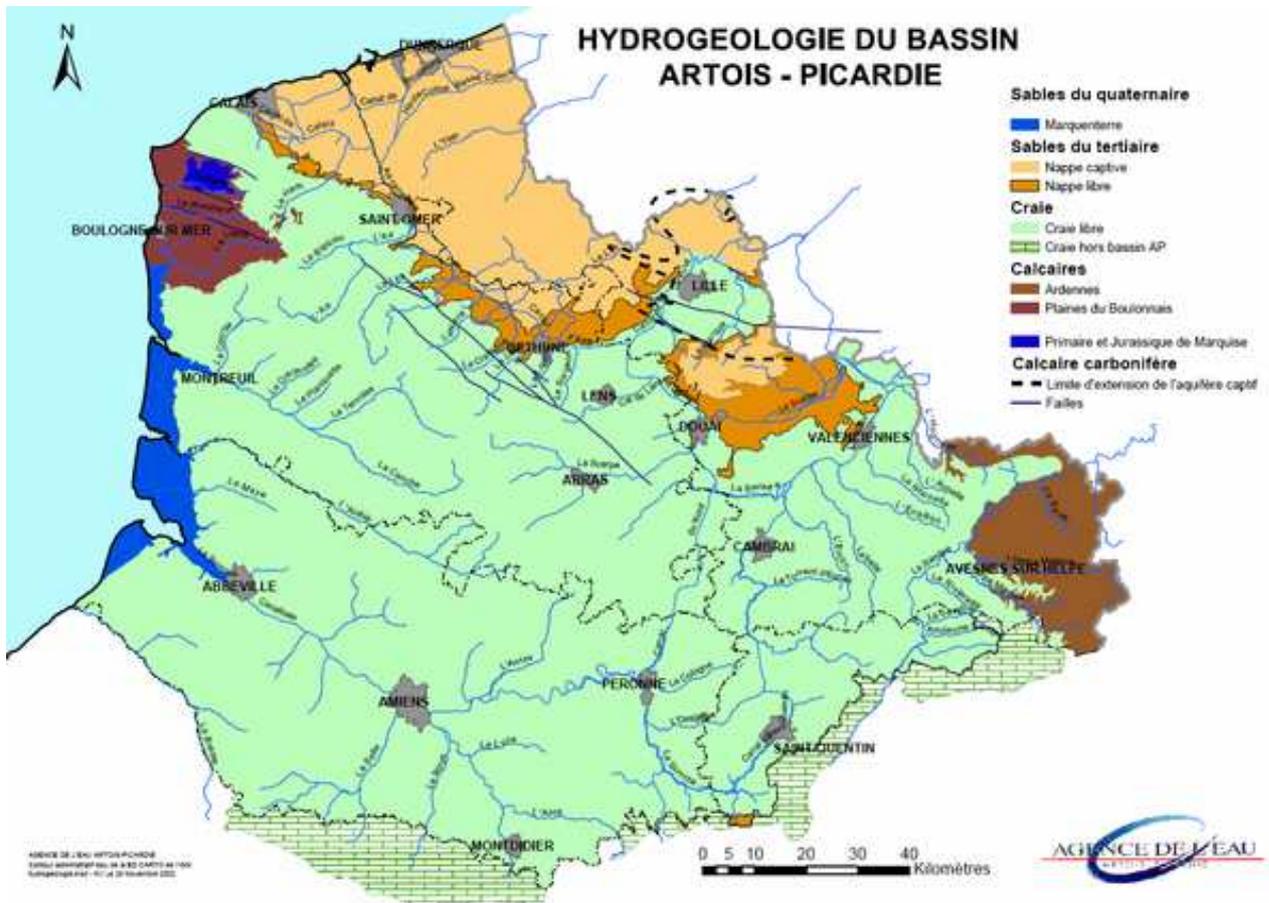
- Nappes superficielles

Les limons sableux qui recouvrent l'argile yprésienne, ainsi que la partie supérieure sableuse de cette dernière, renferment un peu d'eau et donnent des nappes très locales dont les possibilités même domestiques sont faibles, et les risques de pollutions élevés.

Dans le Mont Cassel et le Mont des Récollets, il existe une nappe près du sommet déterminée par l'argile bartonienne à la base des grès et sables ferrugineux, qui alimente quelques sources. Une seconde nappe, de taille plus importante, est retenue par les sables paniséliens. Son affleurement est souligné par une ligne de sources et d'étangs.

- Nappes des sables verts landéniens

Cette nappe est captive sous l'argile des Flandre et se trouve isolée de la craie sous-jacente par l'argile de Louvil. Les forages individuels sont nombreux mais de faibles débits (< 5 m³/h)



2.1.4 GEOMORPHOLOGIE

Le bassin de l'Yser est dissymétrique suite à la présence de deux entités paysagères : Au sud, dans le Houtland, émerge les Monts de Flandres qui font apparaître des altitudes supérieures à 80 mètres, en particulier avec les Monts de Cassel (176 mètres) et des Cats (164 mètres). C'est également dans le sud du bassin versant qu'apparaissent les zones à fortes pentes. La carte des altitudes est fournie en annexe 1 et la carte des pentes en annexe 2. Chaque groupe de collines se dispose selon une orientation principale ouest-nord-ouest/est-sud-est et une seconde nord-nord-est/sud-sud-est, qui affecte dans le détail l'agencement de ces collines. Cette double orientation se retrouve dans le tracé des talwegs du bassin de l'Yser avec des vallées rectilignes (Peene Becque, Sale becque, Ey Becque) et des coudes relativement brusques dans le Houtland, Au nord des monts, se trouve une plaine vallonnée de faible altitude qui tombe rapidement à moins de 30 mètres. La pente moyenne de l'Yser est inférieure à 0,1%.

2.1.5 HYDROGRAPHIE

Les ruisseaux qui descendent du Mont Cassel prennent naissance dans de vastes entonniers creusés dans les sables paniséliens qu'ils traversent ensuite par une vallée encaissée et de forte pente. Au pied de la colline, ils entament l'argile yprésienne, puis coulent en plaine dans des vallées peu profondes. Beaucoup de ruisseaux versant septentrional de la colline montrent une direction Sud/Nord et se rendent à l'Yser ; ceux du versant méridional ont une direction

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Nord/Sud et se jettent dans la Peene Becque qui se redresse ensuite vers le Nord pour rejoindre l'Yser.

Le sous-sol imperméable de la région donne un coefficient de ruissellement important. En cas de fortes précipitations, les Becques arrivent difficilement à évacuer toute l'eau, d'où les inondations dans les points bas.

Les ruisseaux et fossés de drainage sont très nombreux (300km). De plus, depuis quelques années, le drainage des terres agricoles s'est intensifié.

Le régime des rivières du bassin est caractérisé par son irrégularité. Les crues enregistrées actuellement sont de courtes durées (moins de 24 heures), mais parfois conséquentes. Le ruissellement important, renforcé par les vastes superficies drainées, entraîne une augmentation très rapide du débit des cours d'eau. A la station de jaugeage de Bambecque, les débits mesurés dépassent 30 m³/s en crue pour un débit moyen inférieur à 3-4 m³/s, le débit maximal a été mesuré le 21 septembre 2001. Il était de 43,20 m³/s et correspondait à un temps de retour compris entre 10 et 20 ans. Les hydrogrammes de crue montrent une pointe très importante mais de courte durée. Les débits d'étiage sont, quant à eux, relativement faibles (QMNA₂=0.11 m³/s et QMNA₅=0.06 m³/s, source : banque HYDRO).

En aval de la frontière belge, l'Yser est canalisée et navigable. Elle est donc en communication avec le réseau des voies navigables belges qui nécessite des hauteurs d'eau constantes, et qui est gérée par tout un système d'écluses. Près de son embouchure, l'Yser s'écoule à travers les polders à une altitude supérieure à ces derniers, il s'en suit un système de vannes et d'écluses qui régulent les hauteurs d'eau en fonction des marées à Nieuwpoort. A marée haute, la mer étant de 2 à 4 mètres au dessus des polders, les écluses sont fermées puis ouvertes à basse mer afin que l'Yser s'écoule dans la mer. Par conséquent, le créneau d'ouverture des écluses est limité à quelques heures par marée et dépend étroitement des conditions météorologiques.

2.1.6 TRAVAUX HYDRAULIQUES RECENTS

Autrefois le bassin versant de l'Yser était décrit comme « un océan d'arbres », les bourgs d'Esquelbecq et de Wormhout étaient reliés entre eux par une forêt « rivière aux glands », dont il reste actuellement des témoins dans le Petit Bois de Saint Acaire à l'est d'Herzeele. Cependant, l'évolution des techniques agraires, qui débuta au XIV^{ème} siècle, a modifié les pratiques agricoles. En effet, l'assolement triennal avec son année de jachère a été abandonné au profit de l'introduction de plantes fourragères et de l'engrais animal et la culture intensive débute.

Par conséquent la qualité actuelle des sols est le fruit d'un travail de plusieurs siècles de mise en valeur des terres par défrichement progressif des forêts et assèchements des marécages.

Puis l'arrivée de la mécanisation de l'agriculture a nécessité un remembrement des terres agricoles. Des prairies ont été mises en polycultures, les petites parcelles ont disparu ainsi que les bocages. Cette nouvelle utilisation des sols demande un drainage rapide et efficace qui ne peut être réalisé qu'artificiellement.

Tous les cours d'eau du bassin ont fait l'objet de recalibrages, d'approfondissements et, plus récemment de curages afin de lutter contre les inondations et de permettre d'abaisser la ligne d'eau de telle sorte que les drains et les fossés ne soient pas noyés et ressuent les terres efficacement, même à la suite d'épisodes pluvieux importants.

Travaux réalisés sur le cours de l'Yser :

**RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
ACTUELLE**

- 1959-1965 : rectification du cours aval de l'Yser entre la confluence de la Peene Becque et la frontière belge (11km). Ces travaux ont abouti à la réalisation d'un grand gabarit et à un redressement du cours par suppression de méandres. 1500 mètres de cours d'eau ont ainsi disparu.
- 1967-1968 : recalibrage de l'une des rives de l'Yser en amont de la confluence de la Peene Becque.
- Depuis 1979 : faucardement mécanique, annuel sur 15 km.
- 1983 : recalibrage de l'Yser entre la RD 916 (Wormhout) et la RD 928 (Erkels Brugge) sur 15 km
- 1985 : doublement du pont de la RD 928 sur l'Yser à Erkels Brugge (commune de Bollezeele)
- 1986 : agrandissement de la section du pont du CVO 3 sur l'Yser entre Rubrouck et Bollezeele
- 1995 : Curage de l'Yser entre le pont de la RD 916 (Wormhout) et la frontière belge. Par opposition aux recalibrages, le curage n'a constitué qu'en l'enlèvement des embâcles, la restructuration des berges écroulées, l'élagage de la végétation.

Travaux réalisés sur le cours de La Peene Becque

- 1972-1973 : terrassement sur un seul côté et sur une seule rive sur une longueur de 20 km
- 1977-1978 : terrassement sur le second côté
- 1988 : terrassement sur le tronçon Cassel-Oxelaëre
- Depuis 1984 : faucardement annuel sur 5 km
- 1991 : recalibrage à Bavinchove au niveau du Pont rouge
- 1992-1993 et 1994 : travaux de curage et d'élargissements locaux, façonnage et élagage de Bavinchove à l'Yser.
- Après la crue de juillet 1994 : aménagement de 200-300 m de digue en rive gauche
- Fin 1996 : abaissement de 70 cm de radier au niveau du Pont Rouge, canalisation et bétonnage sur 70 m à l'aval du pont.

Travaux réalisés sur la Sale Becque

- 1982 : Recalibrage à l'amont
- 1995 : recalibrage de la confluence de la Becque d'Oudezeele à l'Yser
- Faucardage mécanique annuel de l'aval de la confluence avec la Becque d'Oudezeele à l'Yser

Travaux réalisés sur la Becque d'Oudezeele

- 3 biefs de dérivation ont été aménagés : 2 au niveau du village d'Oudezeele, un en aval
- 2 bassins de rétentions : un à l'entrée d'Oudezeele (4000 m³) et l'autre en aval (17 000 m³)
- 1996 : recalibrage du lit mineur et depuis cette année, faucardement mécanique annuel en aval d'Oudezeele.
- 1996 à 1998 : curage de la partie amont de la Becque

Travaux réalisés sur la Petite Becque

- Avant 1980 : seul un Ø 1000, en angle droit, permettait l'écoulement de la Petite Becque dans Herzeele
- Après 1980 : aménagement d'une seconde buse Ø800 sans angle
- Doublement du gabarit du lit mineur en aval de Herzeele jusqu'à l'Yser

Travaux réalisés sur la Becque d'Houtekerque

- Le dernier curage a été effectué il y a plus de 25 ans
- Faucardage mécanique des berges tous les 2 ans

Travaux réalisés sur L'Ey Becque

- 1992 : recalibrage et renforcement des berges par façinage, dans toute la traversée de Steenvoorde de l'Ey Becque et de la Moe Becque.
- 1992-1993 : recalibrage par l'USAN de Steenvoorde à la frontière
- Remarques : tous les cours d'eau (Moe Becque, Rommel Becque, etc) sont recalibrés

Depuis plus de trente ans, l'ensemble des affluents de l'Yser, ainsi que les affluents secondaires, ont fait l'objet de recalibrages, de curages et de faucardages réguliers.

2.1.7 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

Les sites d'intérêt naturel et paysager ont été recensés au sein du bassin versant de l'Yser. Le but de cette partie est de faire le point des différents périmètres du secteur d'étude et d'en proposer une vision d'ensemble claire.

2.1.7.1 TRAME VERTE ET BLEUE

L'enjeu de la constitution d'une trame verte et bleue est de (re)constituer un réseau écologique cohérent qui permette aux espèces de circuler et d'interagir, et aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services.

Pour toute population ou métapopulation donnée, le territoire utilisé comporte en effet des zones vitales (dites « réservoirs de biodiversité ») où les individus réalisent la plus grande partie de leur cycle (alimentation ici, nidification là, repos ailleurs). Ces réservoirs de biodiversité peuvent être proches ou éloignés. Des corridors écologiques doivent donc permettre les échanges entre ces réservoirs de biodiversité (« cœur de nature »).

Le maillage de ces différents espaces, dans une logique de conservation dynamique de la biodiversité, constituera à terme, la Trame verte et bleue dont les objectifs sont de :

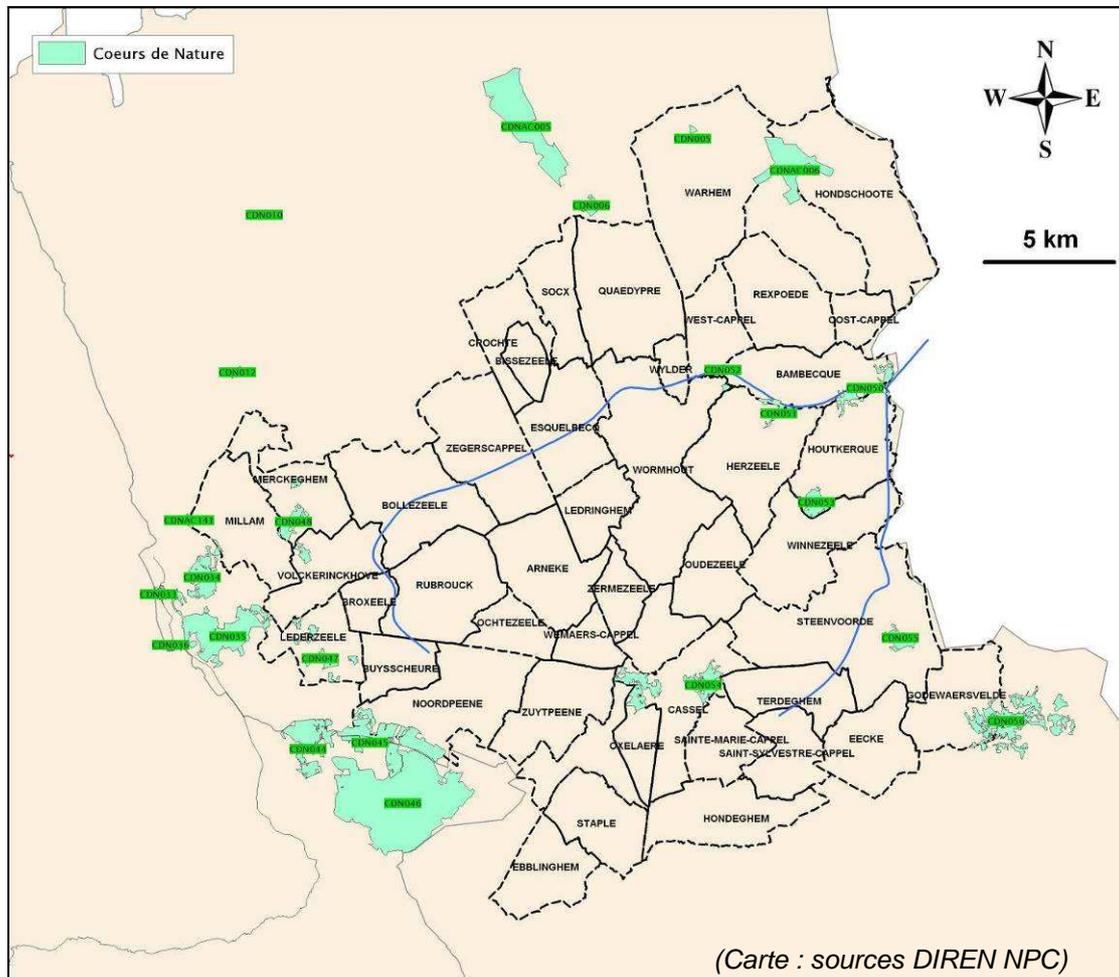
- diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces
- identifier et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques
- atteindre ou conserver le bon état écologique ou le bon potentiel des eaux de surface
- prendre en compte la biologie des espèces migratrices
- faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvage
- améliorer la qualité et la diversité des paysages
- permettre le déplacement des aires de répartition des espèces sauvages et des habitats naturels dans le contexte du changement climatique

Sur le bassin versant de l'Yser, les cœurs de nature localisés sont de trois types :

- Zones humides :
 - N° CDN 005: Polders du Stinkaert et des Petites Moeres
 - N° CDN 010: Bassins de Coppenaxfort, watergang du Zout Gracht et prairies et mares de la Ferme Belle a Loon Plage

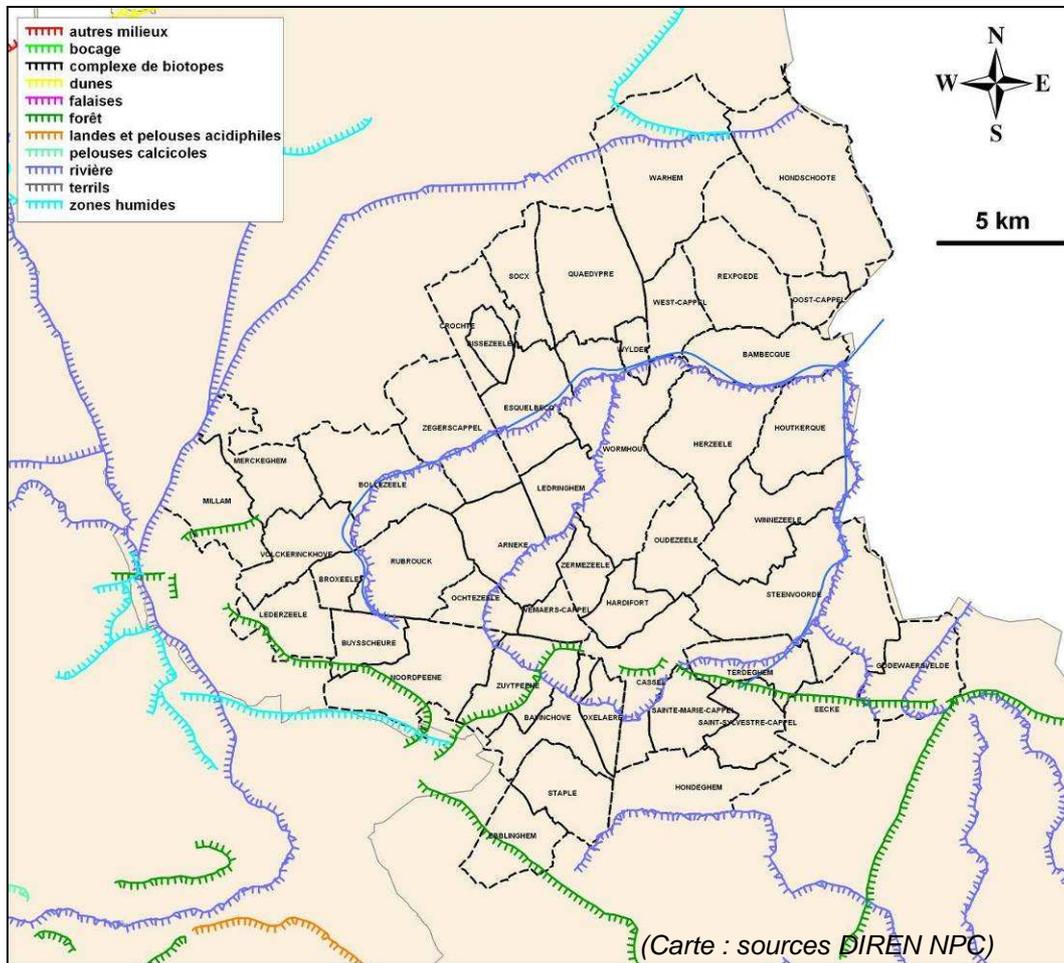
RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

- N°CDN 012 : Prairies et mares de la Vieille Colme
- N°CDN 033: Marais de la Vlotte a Eperlecques
- N°CDN 036 : Marais de Warland et etangs de la Mus ardiere
- N°CDN 044 : Etang et marais du Romelaere
- N°CDN 045: Prairies humides de Clairmarais et du Bagard
- N°CDN 050: Vallée de l'Yser entre la frontière et le Pont d'Houtkerque
- N°CDN 051 : Prairies humides de Bambecque
- N°CDN 052: Prairies humides de Wormhout
- N°CDNAC 005 : Zone humide de Coudekerque
- N°CDNAC 006: Prairies humides des Petites Moeres
- N°CDNAC 141: Prairies humides des Catten au bord de la Colme
- Milieu forestier :
 - N° **CDN 006**: Remparts de Bergues
 - N° **CDN 034**: Bois Royal de Watten
 - N° **CDN 035**: Bois du Ham
 - N° **CDN 046**: Foret domaniale de Clairmarais et ses lisières
 - N° **CDN 048** : Bois du Galberg et Vallon de Braem Veld
 - N° **CDN 053**: Bois Saint-Acaire
 - N° **CDN 054**: Mont des Recollets et Mont Cassel
 - N° **CDN 055**: Bois de Beauworde
 - N° **CDN 056**: Mont des Cats, Monts de Boeschepe et Mont Kokereel
- Bocage :
 - N° **CDN 047**: Prairies bocagères de Lederzeele



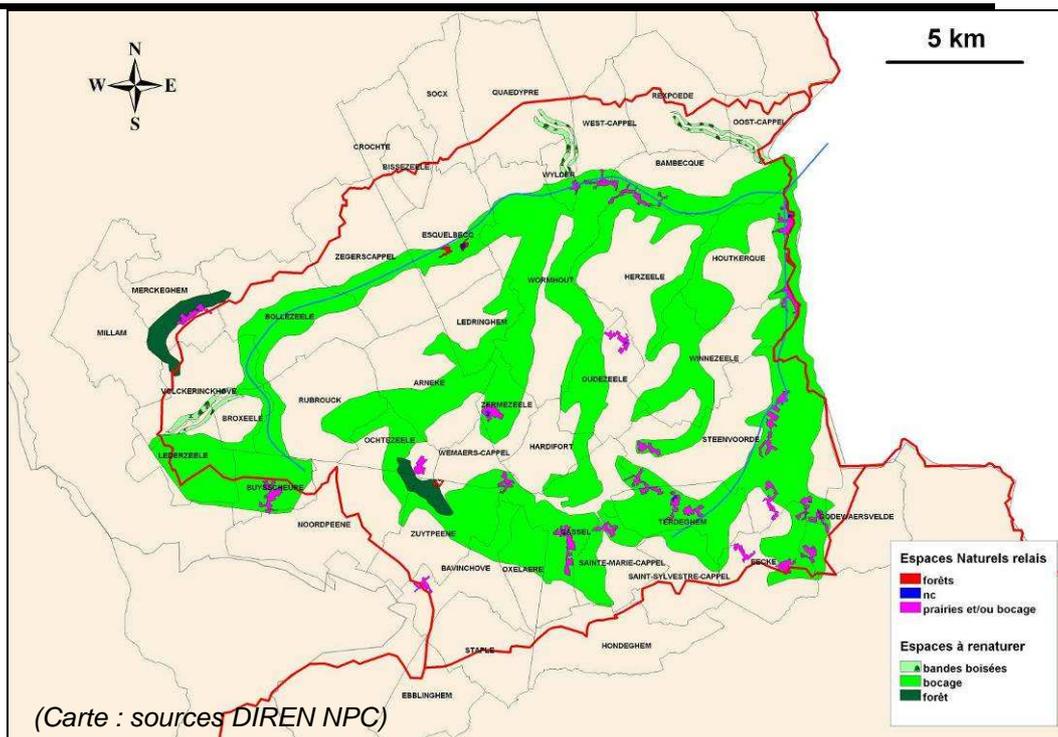
Carte représentant les cœurs de nature

ETUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'YSER
RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
ACTUELLE



Carte représentant les corridors écologiques

ETUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'YSER
RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
ACTUELLE



2.1.7.2 ZONE PATRIMONIALE ET REGLEMENTAIRE

Afin de mieux cerner le contexte écologique au sein duquel se trouve cette zone d'étude, nous avons donc répertorié les différentes zones d'inventaire (ZICO, ZNIEFF...) et de protection (RAMSAR, ZPS, SIC, APB, sites classés ou inscrits...). En effet, les données administratives concernant le paysage, les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont de deux types : les mesures réglementaires et les mesures d'inventaires.

- Les mesures réglementaires :

Elles correspondent à des zonages de sites ou d'espaces au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur. Ces mesures sont au nombre de 7, ce sont les sites classés ou inscrits, les secteurs sauvegardés, les Zones de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager (ZPPAUP), les arrêtés de protection de biotope, les réserves naturelles, les réserves naturelles volontaires (RNV), les propositions de sites pour le réseau Natura 2000...

Notre secteur d'étude est concerné par :

- Le réseau Natura 2000 :

Il s'agit d'un réseau européen de sites naturels ou semi-naturels, institué par la directive 92/43/CEE sur la conservation des habitats naturels de la faune et de la flore sauvages (plus connue comme directive Habitats), ayant une grande valeur patrimoniale. L'objectif de ce réseau est de maintenir la diversité biologique des milieux, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales dans une logique de développement durable.

La politique européenne pour mettre en place ce réseau s'appuie sur l'application des directives Oiseaux et Habitats, adoptées respectivement en 1979 et 1992 pour donner aux États membres de l'Union européenne un cadre commun d'intervention en faveur de la préservation des

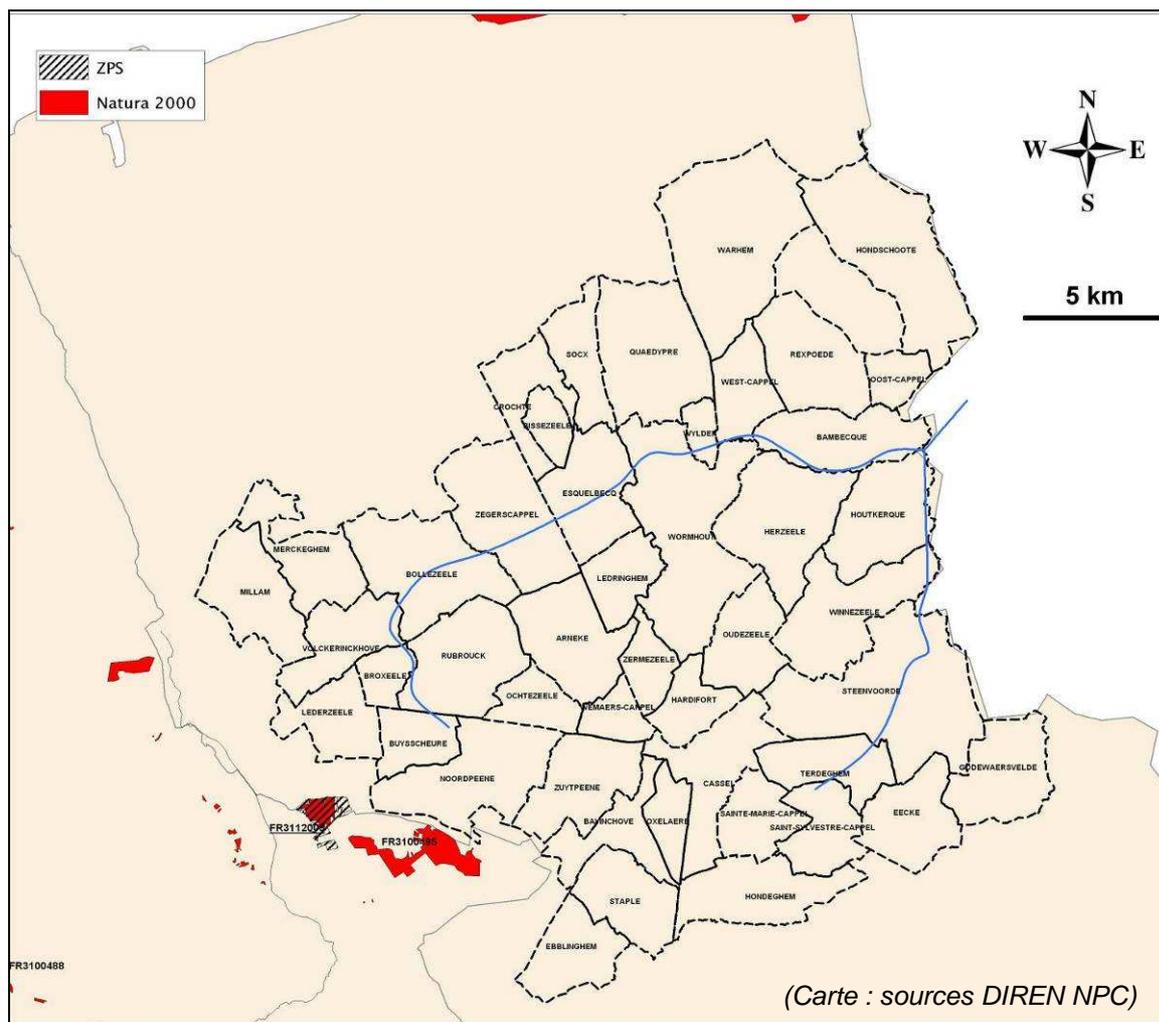
ETUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'YSER
RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
ACTUELLE

espèces et des milieux naturels. C'est donc la réunion des deux directives qui doit permettre la création du réseau.

Deux types de sites interviennent dans le réseau Natura 2000 : les ZPS et les ZSC.

Il existe de zones Natura 2000 à proximité du secteur d'étude:

- FR3100495 : Prairies, marais tourbeux, forêts et bois de la cuvette audomaroise et de ses versants
- FR3112003 : Marais Audomarois



(Carte : sources DIREN NPC)
 Carte représentant les zones Natura 2000 et ZPS

- Réserve naturelle volontaire :

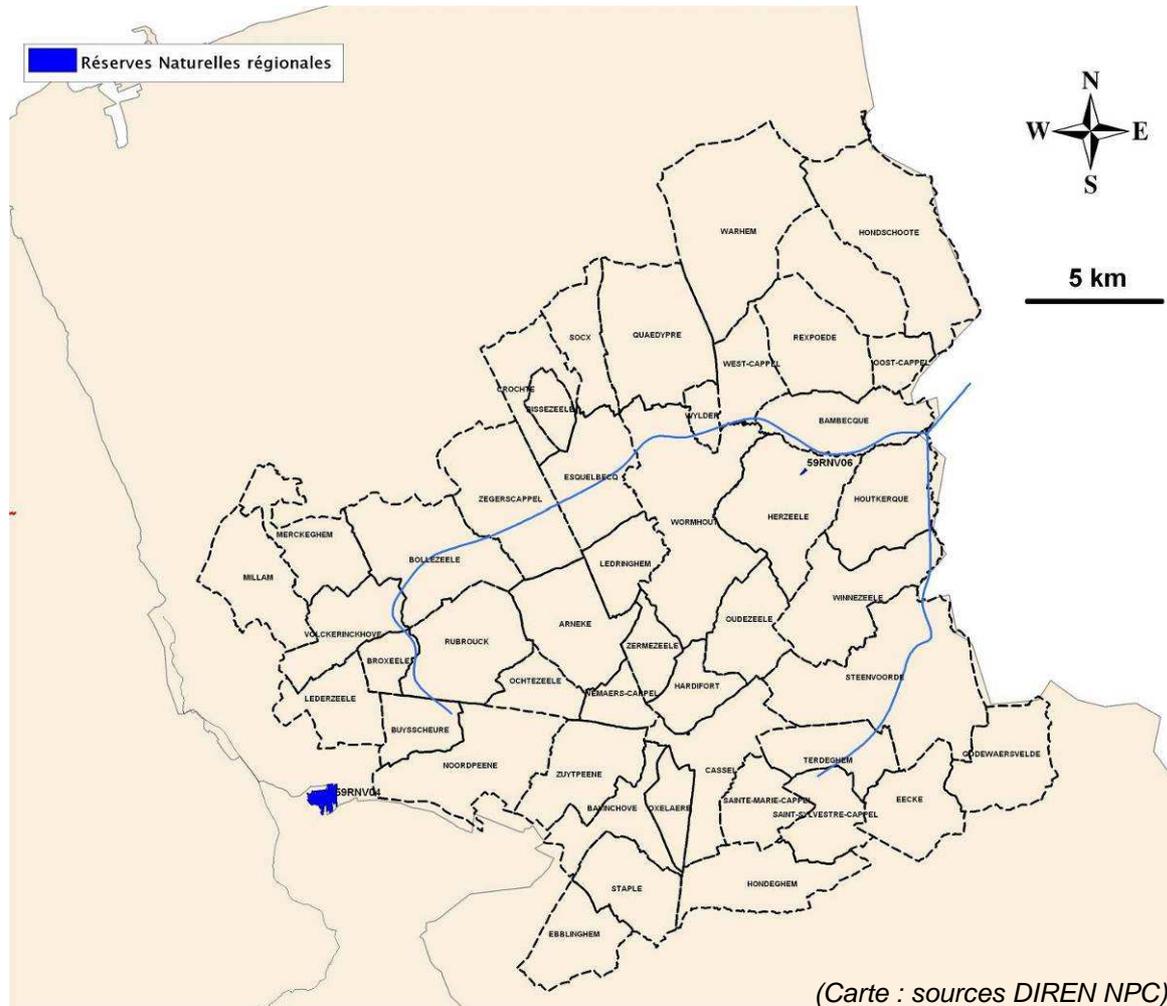
Une réserve naturelle est une partie du territoire où la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière. Il convient de soustraire ce territoire à toute intervention artificielle susceptible de le dégrader.

On distingue les réserves naturelles nationales (RNN), les réserves naturelles de la collectivité territoriale de Corse (RNC) et les réserves naturelles régionales (RNR) qui remplace les réserves naturelles volontaires. Leur gestion est confiée à des associations de protection de la nature dont les conservatoires d'espaces naturels, à des établissements publics (parcs nationaux, Office national des forêts...) et à des collectivités locales (communes, groupements de communes, syndicats mixtes...). Un plan de gestion, rédigé par l'organisme gestionnaire de

la réserve pour cinq ans, prévoit les objectifs et les moyens à mettre en œuvre sur le terrain afin d'entretenir ou de restaurer les milieux.

Deux Réserves Naturelles Volontaires sont présentes sur le site :

- N°59RNV06 : Vallon de la petite Becque.
- N°59RNV04 : Marais du Romelaere.



Carte représentant les Réserves Naturelles Régionales

- Les mesures d'inventaires :

Ces zonages n'ont pas de valeur d'opposabilité mais ont été élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs. Ce sont les ZNIEFF au niveau national (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) et les ZICO (Zones d'Importance Communautaire pour les Oiseaux) au niveau européen.

Dans le Nord Pas-de-Calais, 321 ZNIEFF ont pu être définies suite à l'inventaire du patrimoine naturel français amorcé en 1982 à l'initiative de la Direction de la Protection de la Nature du MATE¹. Celles-ci concernent différents types de milieux naturels : marais, landes, dunes, forêts ...

Les ZNIEFF de type II sont « de grands ensembles naturels riches ou peu modifiés, ou offrant des potentialités biologiques importantes » (circulaire n°91-71 du 14 mai 1991).

¹ Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

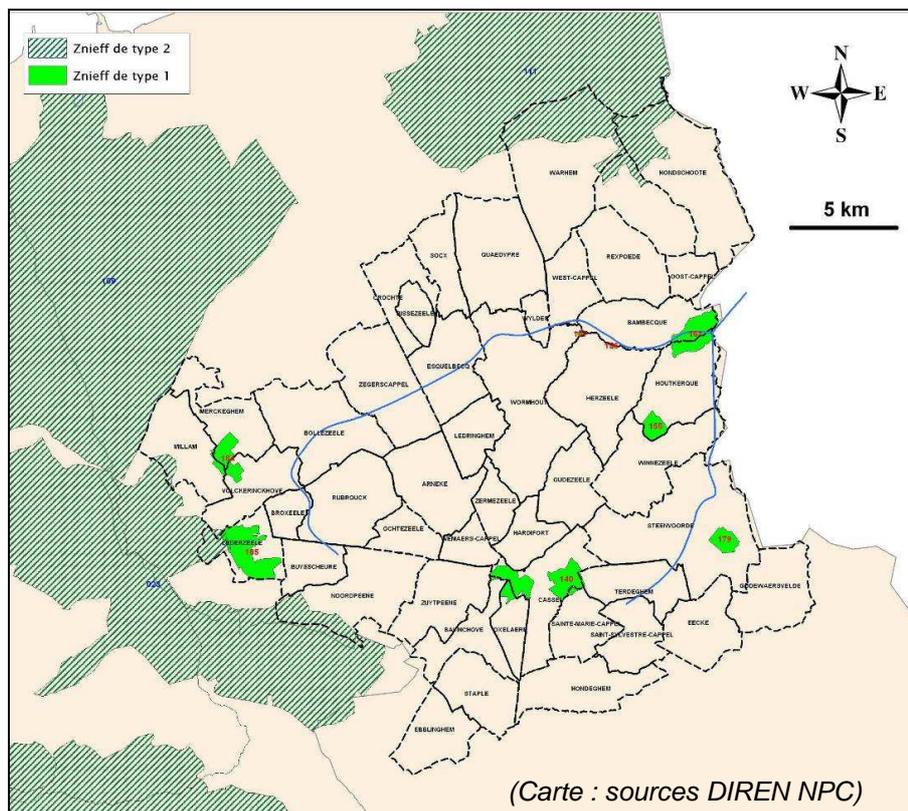
ETUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'YSER
**RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION
 ACTUELLE**

Les ZNIEFF de type I sont « des secteurs de superficie en général limitée, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional » (circulaire n°91-71 du 14 mai 1991). Elles sont au nombre de 293 dans le Nord Pas-de-Calais.

Dans le cadre de cette étude, un inventaire bibliographique des différentes mesures pouvant s'appliquer sur le territoire a été réalisé. Le bassin versant de l'Yser est concerné par :

- ZNIEFF de type 2
 - Zones humides
 - o N°23 : Complexe écologique du marais audomarois et de ses versants
 - Milieu aquatique
 - o N°109 : Plaine Maritime Flamande entre Watten, Loo n Plage et Oye Plage.
 - o N°111 : Les Moeres et la partie Est de la Plaine M aritime Flamande.

- ZNIEFF de type 1
 - Zones humides
 - o N°161 : Vallée de l'Yser entre la frontière et le Pont d'Houtkerque.
 - o N°156 : Prairies humides de Bambecque.
 - o N°167 : Prairies humides de Wormhout.
 - Milieu forestier
 - o N°155 : Bois Saint-Acaire.
 - o N°179 : Bois de Beauworde.
 - o N°140 : Mont des Recollets et Mont Cassel.
 - o N°184 : Bois du Galberg et Vallon de Braem Veld.
 - Systèmes prairiaux
 - o N°185 : Prairies bocages de Lederzeele.



2.2 ORGANISATION DE LA GESTION DES EAUX

2.2.1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE GLOBAL

2.2.1.1 LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

La directive du 23 octobre 2000 adoptée par le Conseil et par le Parlement européen définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Cette directive est appelée à jouer un rôle stratégique et fondateur en matière de politique de l'eau. Elle fixe en effet des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines. La loi n°2004-338 du 21 avril 2004 porte transposition de la directive cadre.

La Directive Cadre est en cours d'élaboration (stade état des lieux) et devrait aboutir en 2015 pour chaque Etat membre chargé de retranscrire, en droit national, la Directive Cadre Européenne. Pour l'Yser, le délai relatif à l'objectif d'atteindre le bon état écologique a fait l'objet d'une dérogation. Le bon état écologique de l'Yser doit être atteint pour 2027.

Cette nouvelle approche du cycle de l'eau devrait permettre aux Etats membres de comparer les avancements dans chacun des pays.

2.2.1.2 LA LOI SUR L'EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES

Sur proposition du ministre de l'Ecologie et du Développement durable et après une phase de concertation et de débats qui a duré près de deux ans, la loi n°2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques a été promulguée le 30 décembre 2006 (J.O. du 31/12/2006). Cette loi a deux objectifs fondamentaux :

- Donner les outils à l'administration, aux collectivités territoriales et aux acteurs de l'eau en général pour reconquérir la qualité des eaux et atteindre en 2015 les objectifs de bon état écologique fixés par la directive cadre européenne (DCE) du 22 décembre 2000, transposée en droit français par la loi du 21 avril 2004) et retrouver une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins dans une perspective de développement durable des activités économiques utilisatrices d'eau et en favorisant le dialogue au plus près du terrain ;
- Donner aux collectivités territoriales les moyens d'adapter les services publics d'eau potable et d'assainissement aux nouveaux enjeux en terme de transparence vis à vis des usagers, de solidarité en faveur des plus démunis et d'efficacité environnementale. Parallèlement cette loi permet d'atteindre d'autres objectifs et notamment moderniser l'organisation des structures fédératives de la pêche en eau douce.

L'une des conséquences de cette loi est la mise en place de plan de gestion pluriannuel sur les cours d'eau pour la réalisation des travaux d'entretien.

Le respect du bon état écologique suppose que les milieux aquatiques soient entretenus en utilisant des techniques douces et que les continuités écologiques soient assurées tant pour les migrations des espèces amphihalines (vivant alternativement en eau douce et en eau salée), que pour le transit sédimentaire.

Le projet de loi propose également que le débit minimum imposé au droit des ouvrages hydrauliques soit adapté aux besoins écologiques et énergétiques et que leur mode de gestion permette d'atténuer les effets des éclusées.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE**2.2.1.3 LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT**

La législation sur l'eau est périodiquement révisée pour l'adapter aux enjeux modernes de gestion équilibrée de la ressource et garantir sa cohérence avec le cadre communautaire. Les lois successives (n°64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution, n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, n°20 04-338 du 21 avril 2004 dite de transposition de la directive cadre sur l'eau) se trouvent aujourd'hui dans le code de l'environnement.

2.2.2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE LOCAL**2.2.2.1 LE SDAGE ARTOIS-PICARDIE**

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Artois-Picardie, adopté par le comité de bassin le 5 juillet 1996, a été approuvé par le Préfet coordonnateur de bassin le 20 décembre 1996. LE SDAGE constitue une démarche prospective et cohérente pour gérer l'eau et des milieux aquatiques à l'horizon d'une quinzaine d'année, en théorie donc 2011.

Toutefois, il y a lieu de noter que la mise en œuvre de la directive 2000/60/CE établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, et s'accompagnera d'une révision en profondeur du SDAGE. L'élaboration d'un « nouveau SDAGE » est en cours et sera arrêté par le préfet coordonnateur de bassin, après avis du comité de bassin à la fin 2009 en même temps que le programme de Mesure qui en découlera. Il portera sur les années 2010 à 2015 incluses

Les dispositions du SDAGE, réparties en 6 orientations générales, forment un dispositif cohérent qui permet une gestion équilibrée de la ressource en eau.

2.2.2.2 LE SAGE YSER

Le SAGE de l'Yser est en cours d'élaboration. Le 3 février 2003, les réflexions ont été engagées au niveau local, par l'Union des Syndicats d'Assainissement du Nord (USAN) autour de la prévention des inondations, la qualité de l'eau, la coopération transfrontalières et la préservation des milieux humides à l'échelle du bassin versant de l'Yser. Son périmètre a été adopté par arrêté préfectoral le 8 novembre 2005.

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Yser a commencé la phase d'élaboration en novembre 2006. Le premier arrêté de modification de composition a été élaboré le 7 novembre 2006, puis modifié le 23 novembre 2008. Depuis 2007, le SAGE est au stade de l'état des lieux.

2.2.3 PRINCIPAUX ACTEURS DE LA GESTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

L'Yser et ses affluents font partie des cours d'eau non domaniaux, par conséquent l'entretien en incombe aux riverains propriétaires des berges et des lits mineurs. Cet entretien a été pris en charge par les communes riveraines qui se sont groupées au Syndicat Intercommunal d'Assainissement du Bassin Versant de l'Yser (SIABY) dès 1957. En 1966, le SIABY a adhéré à l'Union des Syndicats d'Assainissement du Nord (USAN). Actuellement, 300 kilomètres de cours d'eau sont à sa charge.

3 COLLECTE DES DONNEES

3.1 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Le bassin versant de l'Yser a déjà fait l'objet d'études par le passé. Ces données sont apparues comme dispersées aussi bien localement que temporellement, et cette étude s'est avérée l'occasion de réaliser une compilation et une synthèse de ces données à l'échelle du secteur d'étude. Ces documents ont été analysés dans le cadre de la présente étude, afin de prendre en compte l'ensemble des éléments disponibles. Le tableau fourni en annexe 3 liste l'ensemble de ces documents.

L'ensemble de ces études antérieures a permis de prendre connaissance du fonctionnement du bassin versant et de différents sous-bassins versants (Cray Becque, Peene Becque,...) et également de déterminer les zones soumises aux problèmes d'inondation. Cela a permis d'une part de compléter en partie la carte des désordres hydrauliques, mais aussi de mettre en évidence les secteurs où il était nécessaire de consulter les acteurs locaux.

Ces études ont également permis d'obtenir des laisses de crues. Certaines d'entre elles visaient à définir des aménagements permettant de mieux préserver les secteurs soumis aux aléas. Il s'agit notamment des documents DC6, DC7 et DC17.

Par ailleurs, d'autres données ont été acquises par SOGREAH :

- Les photographies aériennes de la campagne de 1996 (mission Eurosense) ne couvraient qu'une petite partie du secteur d'étude. Il s'est donc avéré nécessaire d'acquérir auprès de l'Institut Géographique National 97 photographies aériennes de la campagne 1994-95 FD 59-62/ 200 P+C-. Ces documents ont notamment permis de procéder aux études stéréoscopiques.
- IGN SCAN 25
- Cartes d'archives IGN 2303 O+E (1919 et 1929), 2402 O (1918), 2403 O (1933/1937), 2303 12+34+56+78 (1958), 2402 56 (1958), 2403 12+56 (1958), 2303 O (1984+1993), 2303 E (1980+1993), 2402 O (1977+1980+1987+1990), 2403 O (1977+1987).
- Les photographies aériennes de la crue de 2001, réalisées par la DIREN.
- Les données sols de la DRAF, obtenues pour les communes d'Arnèke, Bambecke, Bavinchove, Boeschepe, Bollezeele, Buyscheure, Cassel, Eecke, Godewaersvelde, Hardifort, Herzeele et Hondeghem.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

- Les données du Recensement Général Agricole.
- BD SIGALE.
- BD CORINE LAND COVER.
- BD Ortho
- BD Carthage
- BD Alti
- Les données des stations pluviométriques de la DIREN de Cassel, Borre, Eringhem et Saint Omer.
- Les données Météo France de la station de Lille Lesquin.
- Les données hydrométriques des stations DIREN de Bambecque, Bollezeele, Ochtezeele et Steenvoorde.
- Les données hydrométriques de la station de Roesbrugge auprès du Laboratoire d'hydraulique d'Antwerpen.
- Les données hydrométriques de la station de Poperinge auprès Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM).
- Les Plans Locaux d'Urbanisme de certaines des communes rencontrées.
- Les plans cadastraux de certaines des communes rencontrées.

Il est important de noter que parmi les précédentes études, l'étude d'établissement de l'Atlas des Zones Inondables du bassin versant de l'Yser (BCEOM, 1998) et l'étude d'établissement du PPRI du bassin versant de l'Yser (SOGETI, 2005) avait pour objectif de déterminer les zones à risque pour les crues exceptionnelles (décennale et centennale) et de définir des prescriptions d'urbanisme pour ces zones, tandis que la présente étude a pour objectif de définir des aménagements permettant de mieux préserver les zones soumises au risque inondation.

3.2 DEMARCHE PARTICIPATIVE

Afin d'avoir une meilleure connaissance du secteur d'étude, des problèmes rencontrés et des attentes de chacun, et en complément des enquêtes déjà réalisées (BCEOM, SOGETI, SAGE Yser), il s'est avéré indispensable de procéder à des rencontres avec les acteurs locaux, les représentants des usagers et les administrations.

3.2.1 RENCONTRES AVEC LES INSTITUTIONS

Suite à la réunion de lancement de l'étude du 27 janvier 2009, qui a permis une première prise de contact, des rencontres ont eu lieu afin de consulter les institutions et de récupérer des informations et de la bibliographie existante.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

La première phase de l'étude consistait en effet à rassembler l'ensemble des connaissances acquises par les différents acteurs de l'étude et de la gestion du réseau hydrographique intervenant sur le périmètre d'étude.

Le tableau ci-dessous synthétise les rencontres qui ont été réalisées au cours de la phase 1 :

Nom de l'institution	Date de RV	Compte Rendu
Service Départementale de Police de l'eau (SDPE)	19/02/09	1
Direction Départementale de l'agriculture et de la forêt (DDAF)	25/02/09	2
Belgique (VMM, WenZ, Laboratoire d'hydraulique Antwerpen)	26/02/09	3
Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP)	11/03/09	6
Direction Départementale de l'Equipement du Nord	12/03/09	7
Fédération du Nord pour la Pêche et pour la Protection du milieu Aquatique (FNPPMA)	19/03/09	14
Chambre d'agriculture	03/04/09	20

Les comptes-rendus de ces réunions sont fournis en annexe 4.

3.2.2 RENCONTRES AVEC LES COMMUNES

La consultation des acteurs locaux s'est faite par l'envoi systématique d'un questionnaire aux 39 communes incluses dans le secteur d'étude. Ce questionnaire a été élaboré par SOGREAH et son contenu validé par le Maître d'Ouvrage. Ce questionnaire est composé de deux parties : l'une concerne les informations générales sur la commune et sur les problèmes rencontrés, l'autre aborde plus spécifiquement un (ou plusieurs) événement ayant engendré des désordres hydrauliques. Un exemple de ce questionnaire est fourni en annexe 5.

Suite au retour des questionnaires, des rencontres ont été organisées sur place avec les représentants des communes. Ces rencontres ont permis de préciser les problèmes rencontrés, là où ceux-ci semblaient les plus importants. En l'absence du retour des questionnaires, SOGREAH s'est également renseigné auprès de l'USAN, du SIABY ou encore des institutions afin de provoquer des rencontres avec les communes subissant le plus de problèmes, même lorsque celles-ci n'ont pas répondu au questionnaire.

Les retours des questionnaires, ainsi que les rencontres avec les représentants des communes, sont synthétisés dans le tableau suivant :

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Communes	Date d'envoi du Questionnaire	Date de retour du Questionnaire	Date de relance	Date de RV	Comptes rendus
ARNEKE	11/02/2009	02/03/2009		26/03/2009	17
BAMBECQUE	11/02/2009	Pas de réponse		17/03/2009	9
BAVINCHOVE	11/02/2009	Pas de réponse		06/04/2009	21
BOESCHEPE	11/02/2009	23/02/2009			
BOLLEZEELE	11/02/2009	23/02/2009		18/03/2009	12
BROXEELE	11/02/2009	24/04/2009	7/04/09		
BUYSSCHEURE	11/02/2009	16/04/2009			
CASSEL	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
EECKE	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
ESQUELBECQ	11/02/2009	Pas de réponse		18/03/2009	13
GODEWAERSVELDE	21/02/2009	12/03/2009		01/04/2009	19
HARDIFORT	11/02/2009	18/03/2009			
HERZEELE	11/02/2009	Pas de réponse		17/03/2009	10
HONDEGHEM	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
HONDSCHOOTE	11/02/2009	24/03/2009			
HOUTKERQUE	11/02/2009	19/02/2009		27/02/2009	4
LEDERZEELE	11/02/2009	02/03/2009			
LEDRINGHEM	11/02/2009	14/04/2009			
NOORDPEENE	11/02/2009	20/04/2009		12/03/2009	8
OCHTEZEELE	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
OOST-CAPPEL	11/02/2009	26/02/2009			
OUDEZEELE	11/02/2009	10/03/2009		23/03/2009	15
OXELAERE	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
REXPOEDE	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
RUBROUCK	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
SAINTE MARIE CAPPEL	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
SAINT-SYLVESTRE-CAPPEL	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
STAPLE	11/02/2009	17/04/2009			
STEENVOORDE	11/02/2009	02/03/2009		11/03/2009	5
TERDEGHEM	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
VOLKERINCKHOVE	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
WEMAERS-CAPPEL	11/02/2009	03/03/2009		17/03/2009	11
WEST-CAPPEL	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
WINNEZEELE	11/02/2009	Pas de réponse	7/04/09		
WORMHOUT	11/02/2009	Pas de réponse		26/03/2009	18
WYLDER	11/02/2009	03/03/2009		25/03/2009	16
ZEGERSCAPPEL	11/02/2009	20/04/2009	7/04/09		
ZERMEZEELE	11/02/2009	10/03/2009			
ZUYTPEENE	11/02/2009	26/03/2009			

Le taux de retour des questionnaires est de 53%.

Les comptes rendus des rencontres avec les acteurs locaux sont fournis en annexe 4.

Au final, les réponses aux questionnaires envoyés, ainsi que les rencontres effectuées sur le terrain, ont permis de collecter des données auprès des deux tiers des communes du bassin versant de l'Yser.

Cette enquête a permis de recenser les problèmes rencontrés localement, de tenir compte les attentes des acteurs locaux et de prendre en compte les initiatives mises en place localement. Plus généralement, cette enquête a permis de mieux appréhender le fonctionnement hydraulique du bassin versant.

En complément, et suite aux conseils donnés par les mairies, des questionnaires ont également été envoyés à des particuliers :

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Communes	Nom personne concernée	Date d'envoi	Date de retour
Arnèke	M Kiers	19/03/2009	
Bambecque	M Vandewaele	19/03/2009	26/03/2009
Esquelbecq	M Deremetz	19/03/2009	02/04/2009
	Mme et M Fleury	19/03/2009	
Houtekerque	M et Mme VERSTAVEL	11/03/2009	30/03/2009
	Mme et M DUFERMONT	11/03/2009	24/03/2009
	M et Mme Choain	11/03/2009	
Noordpeene	M Gaec Lutun	30/03/2009	
	M Christian Devulder	30/03/2009	20/04/2009
Steenvoorde	M Swynghedauw	31/03/2009	
	M Marcourt	30/03/2009	
	Mme Marthe Olivier-Patfoort	30/03/2009	
Wemaers-Cappel	M Maerten	19/03/2009	26/03/2009
	Mme Allard et M Danjou	19/03/2009	
	M Dycke	19/03/2009	
	M Denaes	19/03/2009	
	Mme Dubreucq	19/03/2009	
Wormhout	M Dehaene	30/03/2009	15/04/2009

3.3 ENQUETES DE TERRAIN

Les enquêtes de terrain réalisées au cours de la phase 1 concernent l'Yser et ses affluents étudiés dans le cadre de la phase 2 de l'étude. Elles ont permis de compléter et d'améliorer la connaissance du fonctionnement hydraulique du bassin versant dans son ensemble, et de définir les besoins en données topographiques nécessaires à la construction du modèle hydraulique.

4 OCCUPATION DU SOL

4.1 DESCRIPTION GENERALE

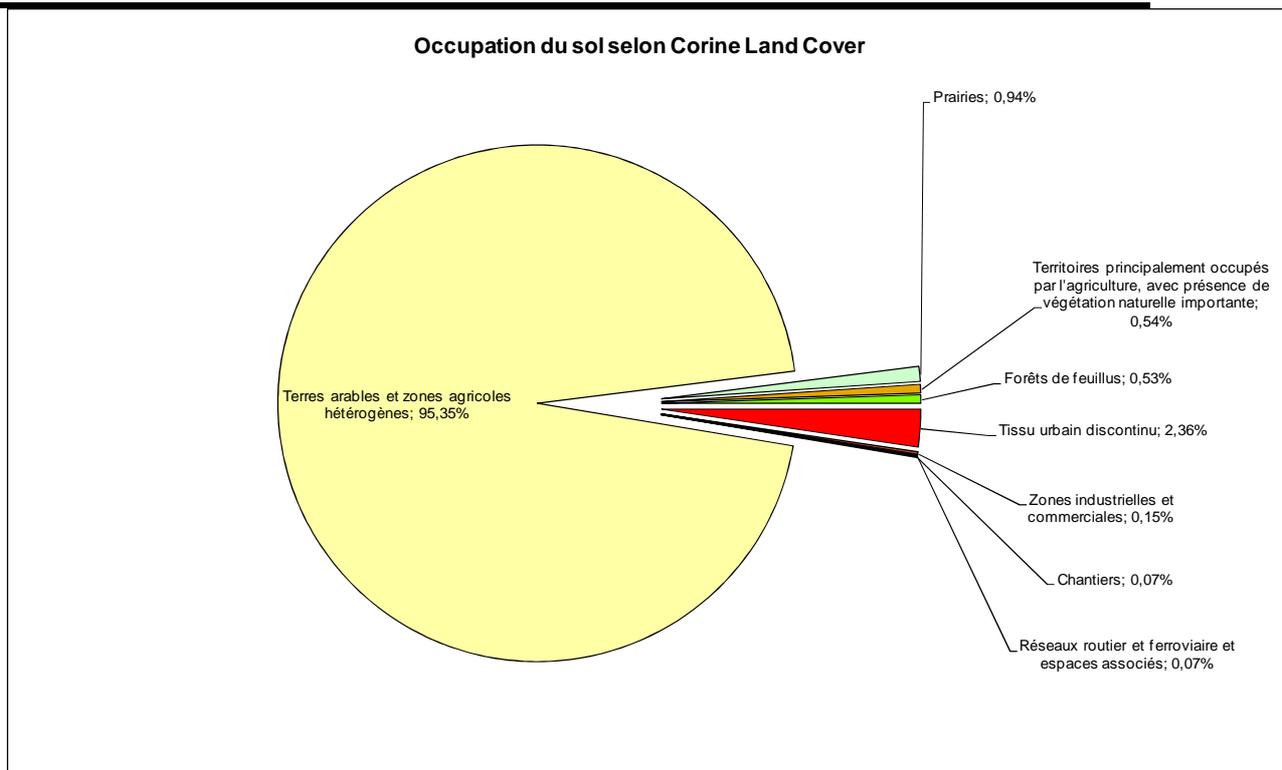
Trois méthodes d'analyses d'occupation des sols seront ici utilisées. Ces méthodes ont une précision différente dans la délimitation des terrains et seront donc complémentaires.

4.2 BASE DE DONNEES CORINE LAND COVER

La base de données de CORINE LAND COVER 2000 est une analyse réalisée à partir d'images satellites sur 29 pays d'Europe et d'Afrique du Nord. Elle regroupe donc les grands ensembles d'occupation des sols d'une superficie supérieure à 25 hectares (surfaces inférieures non perceptibles avec cette technique). Cette base de données est intéressante pour l'étude à des échelles assez importante comme celle de notre bassin versant, en revanche elle peut se révéler imprécise à l'échelle communale, ce qui nous obligera à utiliser d'autres méthodes.

La zone étudiée a une superficie de 381 km². Les différents couverts, ainsi que leurs surfaces, de cette zone sont repris dans le tableau ci-dessous :

Code	Occupation	Surface (ha)	
112	Tissu urbain discontinu	8,97	8,97
121	Zones industrielles et commerciales	0,58	0,58
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	0,25	0,25
133	Chantiers	0,26	0,26
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	362,09	363,30
242	Système culturaux et parcellaires complexes	1,21	
243	Territoires principalement occupés par l'agriculture, avec présence de végétation naturelle importante	2,06	2,06
311	Forêts de feuillus	2,02	2,02
231	Prairies	3,57	3,57



La carte d'occupation des sols réalisées à partir de la base de données CORINE LAND COVER est fournie en annexe 6.

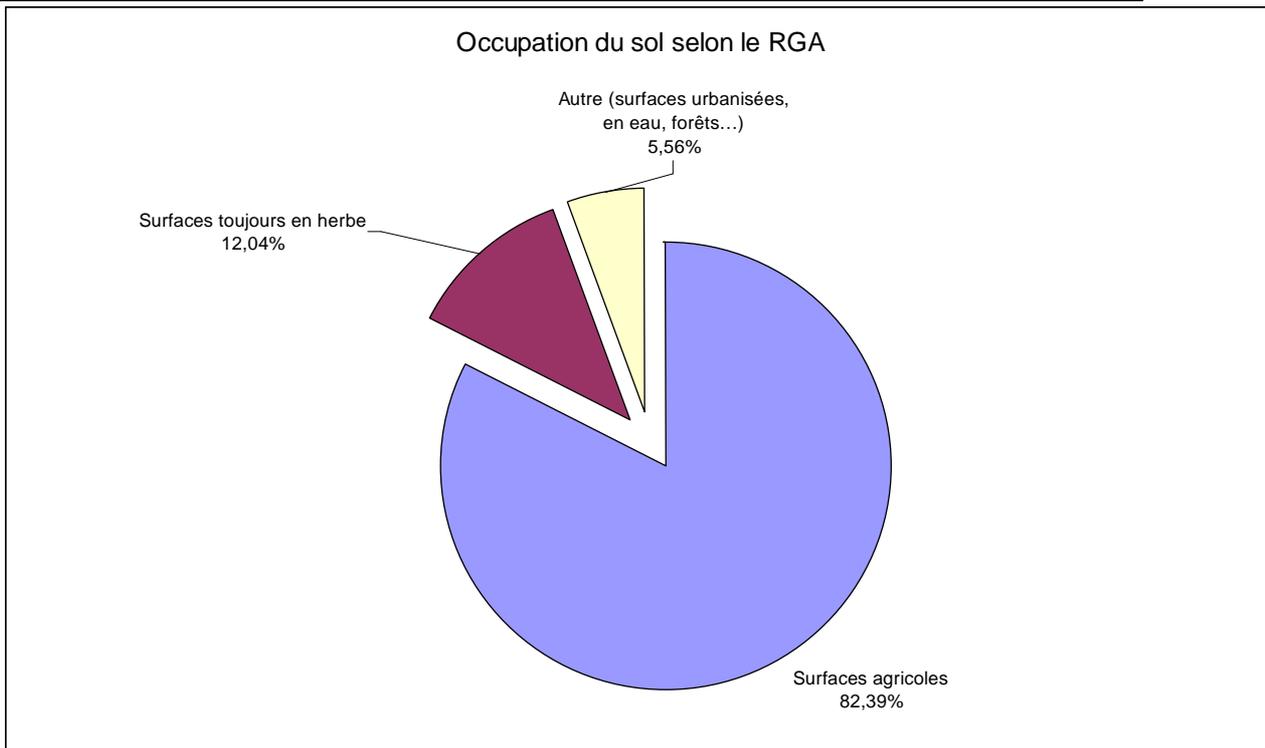
4.3 RECENSEMENT GENERAL AGRICOLE (RGA)

Cette base de données a été réalisée à partir d'informations recueillies en 2000 auprès de l'ensemble des exploitations agricoles françaises. L'un des buts de cette étude d'envergure est de fournir un portrait instantané de l'agriculture française ainsi que de fournir des informations détaillées à différentes échelles géographiques. Cette base de données nous permettra donc d'affiner les éléments extraits du système CORINE LAND COVER 2000 à chaque commune de notre site en ce qui concerne les données agricoles.

On s'intéresse ici aux surfaces totales des communes et aux surfaces agricoles de chaque commune. Dans la base de données du RGA, deux types de superficie sont indiquées : « les superficies agricoles utilisées communales », qui se situe sur le territoire de la commune et « les superficies utilisées des exploitants » qui sont les surfaces agricoles appartenant aux exploitants dont le siège social est sur la commune. D'autre part, les surfaces fourragères dont les surfaces toujours en herbe et les surfaces drainées sont également renseignées.

On se servira de ces données pour établir des moyennes à la fois sur chaque commune mais également sur l'ensemble du bassin versant. On considère que même si un exploitant possède des terres en dehors de la commune, la majeure partie de celle-ci sont sur le bassin versant dans la plupart des cas, ce qui ne gêne pas l'analyse des données à cette échelle.

D'après les données du RGA, les surfaces toujours en herbe représente environ 12 % et les surfaces drainées 75 % de la superficie du bassin versant. L'analyse sur le bassin versant à partir des données des exploitations nous donne les valeurs suivantes :

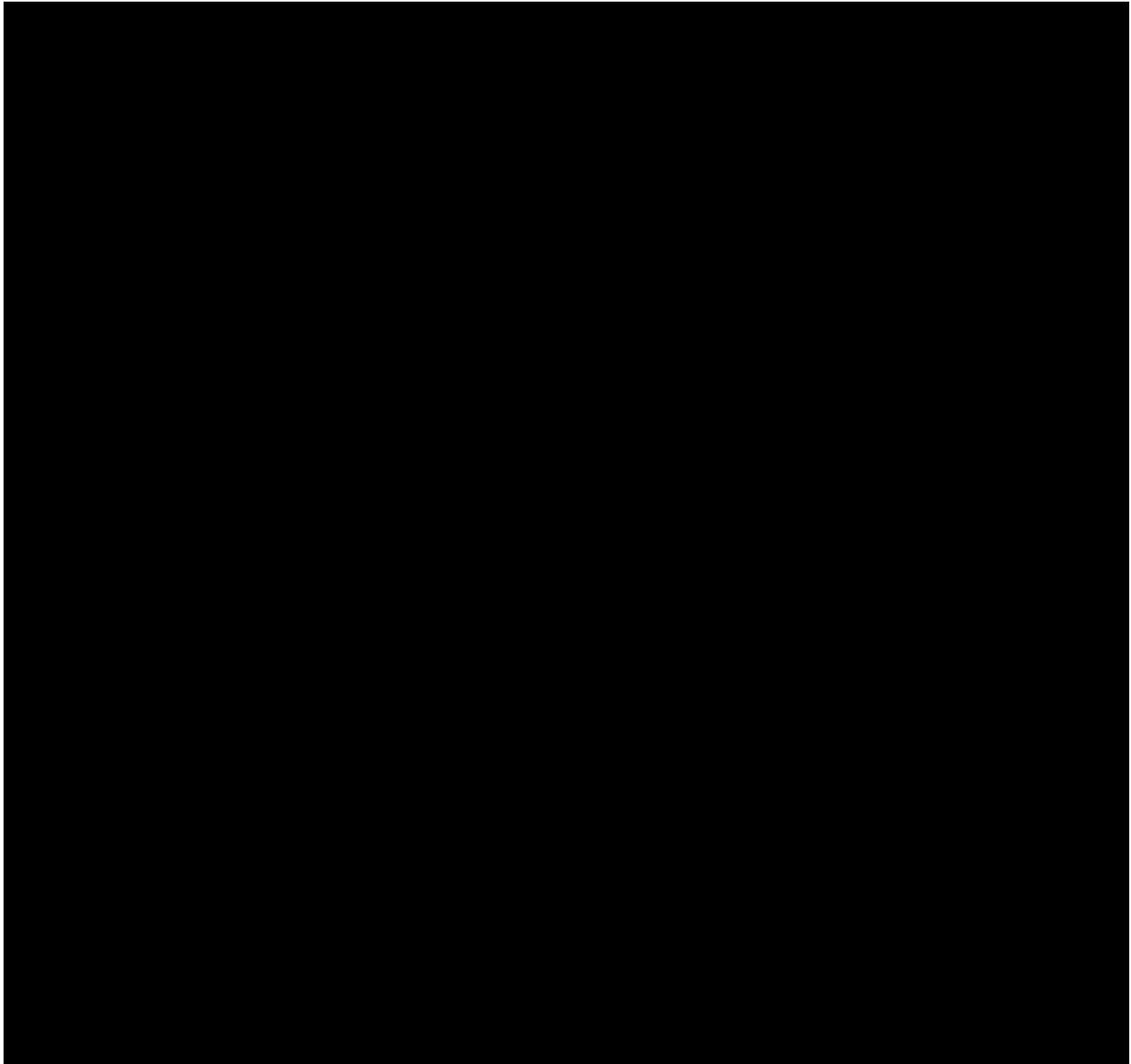


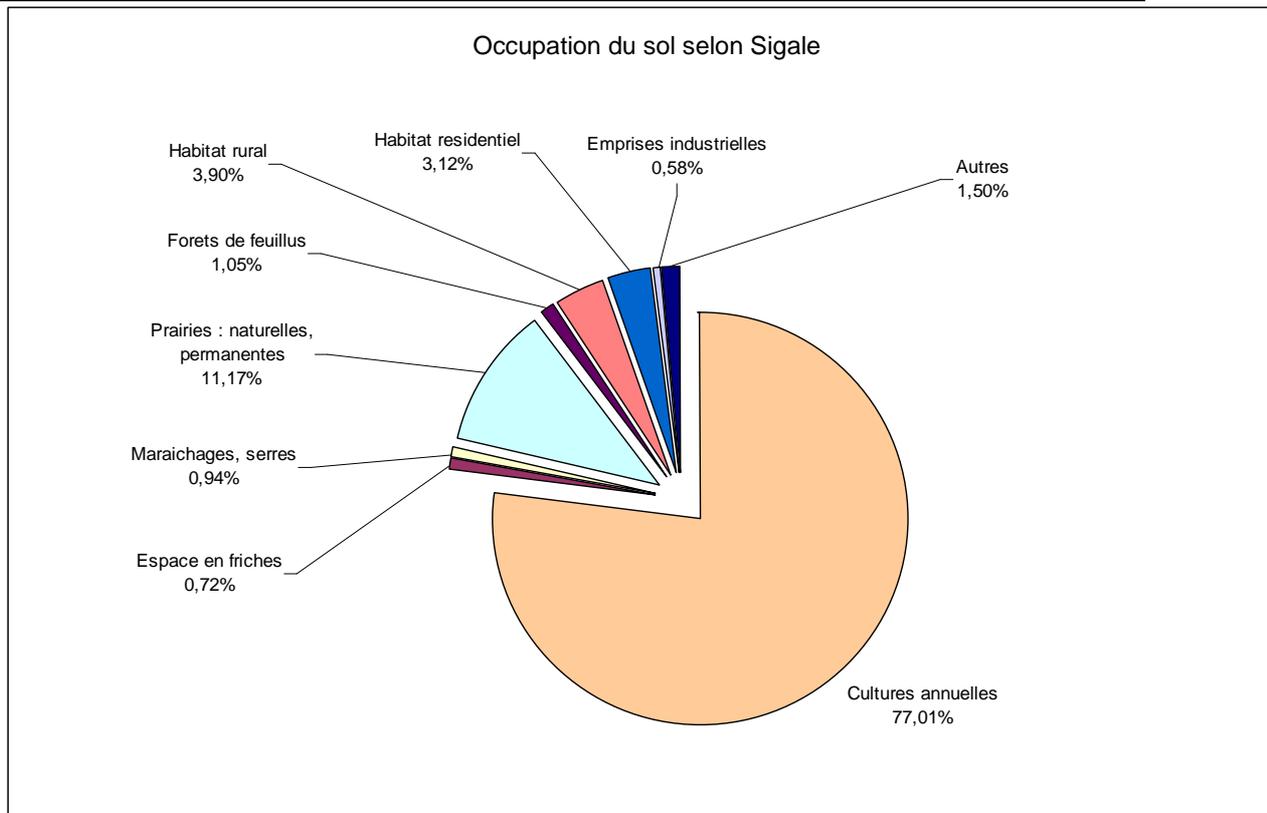
4.4 DONNEES ISSUES DE SIGALE

SIGALE® Nord-pas de Calais (Systèmes d'Information Géographique et d'Analyse de L'Environnement) est le Système d'Information Géographique du service Observation Régionale et Analyse Spatiale de la Région Nord Pas de Calais (nom déposé en 1994). Il est bâti sur un important patrimoine de bases de données géographiques dont des photos interprétations, de logiciels métiers et repose sur une infrastructure informatique spécifique.

Les données SIGALE ont la même nomenclature que Corine Land Cover. Le seuil d'analyse étant de 0,5 ha, contre 25 ha pour Corine Land Cover, l'analyse est donc bien plus précise. L'analyse sur notre secteur se fera sur la version 2005 de SIGALE. Cette base vient donc en complément des deux analyses précédentes : d'un point de vue cartographique, la répartition de l'occupation du sol peut être bien représentée même à l'échelle communale ; d'un point de vue statistique, la finesse de l'analyse apporte des informations détaillées sur une zone, quelque soit l'échelle utilisé.

L'analyse SIGALE fait apparaître de nombreuses nouvelles zones par rapport à Corine Land Cover. Le tableau suivant reprend les différents couverts issus de SIGALE tout en reprenant la nomenclature Corine :





Le niveau d'analyse étant plus fin que Corine, de nouvelles zones apparaissent. Les zones principales sont les cultures annuelles et les zones de prairie.

La carte d'occupation des sols réalisée à partir de la base de données SIGALE est fournie en annexe 7.

4.5 ANALYSE

4.5.1 COMPARAISON DES DONNEES

Dans cette partie, nous allons comparer les résultats obtenus à partir des différentes méthodes. Pour effectuer cette comparaison, on se référera aux superficies des terrains cultivés et des zones de prairies et toujours en herbe communes aux trois méthodes. Cela nous permettra de vérifier la cohérence des trois méthodes les une par rapport aux autres.

Le but de cette comparaison est de vérifier s'il est possible d'utiliser les données de SIGALE pour effectuer une étude de détail à l'échelle d'un sous bassin versant hydrographique.

En ce qui concerne les zones de culture, tous les résultats sont compris entre 77 et 95 %. Dans le détail, on remarque que les deux résultats les plus proches sont ceux obtenus par l'analyse de la base de données SIGALE et celle du RGA. Ces deux résultats sont inférieurs aux données Corine. La surestimation de la surface agricole par le système CORINE peut s'expliquer par l'assimilation de surfaces inférieures à 25 ha (de prairies ou de petites communes) à des surfaces agricoles lorsqu'elles sont entourées par ces dernières. Les données du RGA ont un écart d'environ 5 % avec les données de SIGALE, marge d'erreur acceptable, qui prouve qu'elles sont utilisables pour une étude de détail.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Quant aux surfaces toujours en herbe, on constate que l'analyse Corine Land Cover les sous estime largement par rapport au deux autres méthodes. Ceci peut également s'expliquer par la différence d'échelle d'analyse comme pour la surestimation des surfaces de cultures. En revanche, les méthodes d'analyse par le RGA et par SIGALE sont très proches l'une de l'autre (moins de 1 % d'écart dans l'estimation), ce qui montre que les données de SIGALE peuvent à nouveau être utilisées pour une étude de détail.

On pourra donc se baser sur les données de SIGALE pour caractériser les ruissellements sur les sous bassins versants.

On considère que les superficies en cultures annuelles sont des zones non couvertes pendant la période hivernale. Ces zones sont soumises aux pluies qui peuvent entraîner deux phénomènes différents mais qui ont le même résultat : l'accélération des écoulements. Le premier est la saturation du sol lors d'une pluie. Plus le sol se sature en eau, moins il est capable d'en absorber. L'eau qui ne peut alors plus être infiltrée ruisselle directement vers le cours d'eau et entraîne une crue. Ce phénomène peut se produire lors d'un même épisode pluvieux ou lors d'une succession d'épisodes rapprochés et que le sol n'a pas le temps d'être ressuyé. Le second mécanisme possible est la battance : une croûte se forme par l'éclatement des particules de sol non revêtu par la force des gouttes de pluies. Cette croûte rend le sol très peu perméable même s'il est très peu saturé et l'eau ruisselle donc directement vers le cours d'eau une fois arrivée au sol. Ce phénomène commence dès la première pluie et se poursuit durant les pluies suivantes jusqu'au moment où la croûte est cassée (par un travail du sol par exemple). Le ruissellement augmentera donc dans le temps sur ces surfaces et ce à deux échelles distinctes : à l'échelle d'un épisode pluvieux, du fait de la diminution de l'infiltration du sol ; et à l'échelle de la saison hivernale, du fait de la diminution de la perméabilité du sol.

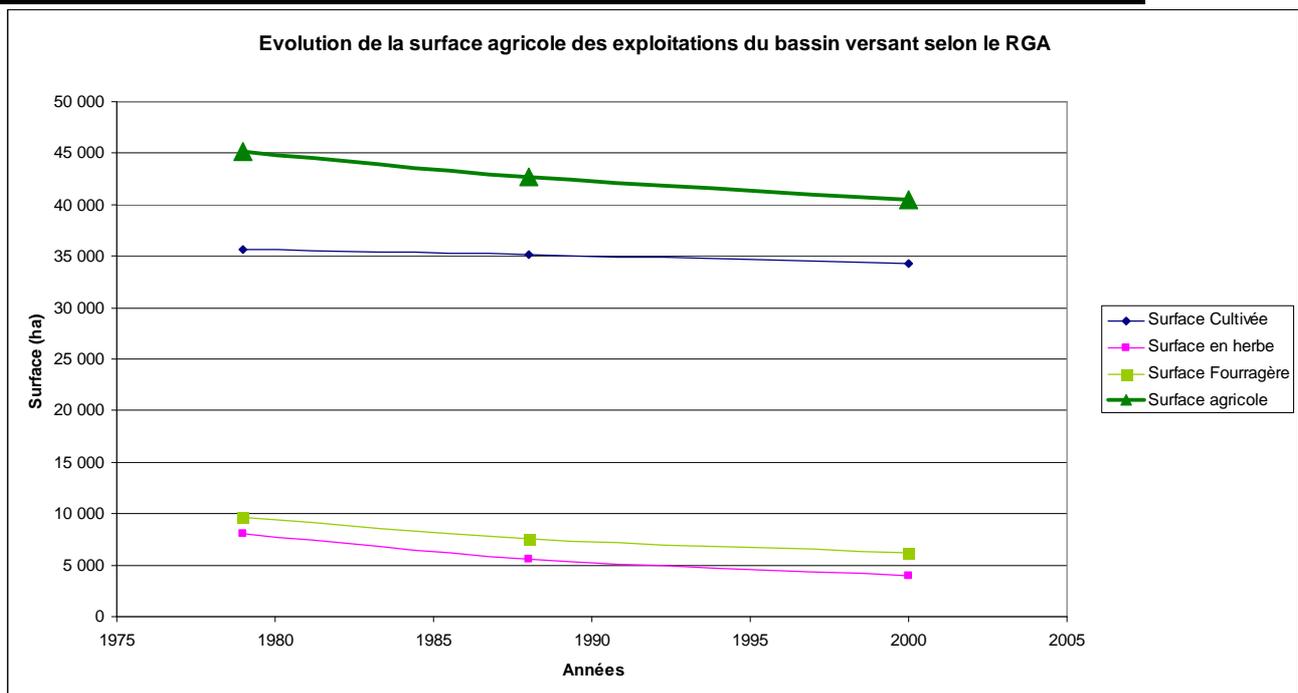
Les zones de forêts et de bois sont des surfaces réceptrices très intéressantes car l'eau y tombant est retenue par la végétation. Ces zones peuvent également jouer un rôle pour l'expansion de crue au même titre que les zones enherbées. Les zones urbaines sont quant à elles des zones où le ruissellement est très fort car la majeure partie des surfaces peut être considérée comme imperméable.

4.5.2 EVOLUTION HISTORIQUE

L'évolution historique de l'occupation des sols sera faite à partir des données issues du recensement général agricole. En effet, des informations similaires à celles de 2000 ont également été collectées en 1979 et en 1988.

Sur ces données portant uniquement sur les surfaces agricoles, trois seront comparées : la surface cultivée des exploitations, la surface fourragère dont la surface en herbe des exploitations et la surface agricole totale, résultant de la somme des surfaces cultivées et des surfaces fourragères.

Dans cette analyse, les surfaces prises en compte sont celles des exploitations ayants leur siège social sur le bassin versant. En revanche, il est possible qu'une partie de ces surfaces soient en dehors du bassin versant. Le paysage agricole étant assez uniforme dans ce secteur, on peut considérer que les taux issus de cette analyse s'appliquent au bassin versant.



Une baisse globale des surfaces agricoles peut être constatée pour les exploitations du bassin versant. Cette baisse de l'ordre de 10,5 % entre 1979 et 2000 pour la surface agricole totale se répartit comme suit : une baisse de 3,5 % pour les surfaces cultivées, de près de 36 % des surfaces fourragères et finalement de 51 % des surfaces toujours en herbe.

Appliqués au bassin versant en considérant que la majeure partie des terres des exploitations se trouvent sur celui-ci, on remarque une diminution de la surface agricole, certainement au profit des surfaces plus urbanisées (les surfaces artificialisées ont augmenté de 10% entre SIGALE 1991 et SIGALE 2005). Cette baisse se fait principalement au détriment des surfaces toujours en herbe.

Les superficies en herbes jouent un rôle important dans les écoulements sur un bassin versant. Lorsqu'elles se situent dans la pente, elles permettent de diminuer les vitesses d'écoulement vers le cours d'eau. Elles participent donc à la régulation du débit et la vitesse de monter de crue dans la rivière. Un autre rôle important est la possibilité d'inonder ces surfaces lorsqu'elles se situent en bordure de cours d'eau et d'y stocker l'eau pendant la période de crue : on évite ainsi le débordement et l'inondation dans les zones urbanisées. On libère ensuite l'eau à débit régulé lors de la descente de crue ou par infiltration naturelle lorsque cela est possible. L'étude sur l'évolution des surfaces en prairies montre une diminution (-51 % d'après les données du RGA entre 1979 et 2000) ce qui peut favoriser les risques d'inondation, d'où la nécessité de favoriser le maintien et la restauration de ces zones dans le futur.

4.5.3 LOCALISATION DES ENJEUX

L'enjeu de cette étude est de prévoir les zones vulnérables aux inondations. La mise en eau de ces zones peut être souhaitable ou au contraire inacceptable. En effet, dans le cas de zones agricoles et de prairies, une inondation peut être utile pour éviter ce phénomène à l'aval sur les zones urbaines par exemple. Ce sont justement ces zones qui sont les principaux enjeux de cette étude.

Sur notre site, les deux villes principales sont Steenvoorde et Worhmout. La première se situe à l'amont du bassin versant de l'Ey Becque alors que la seconde se situe à l'aval de la Peene Becque. On peut également retenir la commune de Godewaersvelde, localisé en amont de la Vleter Becque. Le

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

bassin versant est rural mais de par sa dissymétrie, la plupart des villages se situe en rive droite de l'Yser (au Sud)

Il s'agit donc de protéger ces zones en instaurant des zones inondables en amont qui permettront d'épandre la crue. Ces champs d'expansion se feront dans les zones agricoles avec une préférence pour les zones en herbe.

5 PEDOLOGIE

5.1 PREAMBULE : CAUSES DU DECLENCHEMENT DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION

Le ruissellement et l'érosion sont, comme beaucoup de manifestations naturelles visibles, des phénomènes intégrateurs qui ont pour origine différentes causes.

D'une façon générale les paramètres pouvant influencer sur le déclenchement du ruissellement sont nombreux et variés :

- Caractéristiques de la pluie (hauteur / durée / intensité),
- Caractéristiques morphologiques du bassin versant : surface, pente et longueur,
- Les facteurs « occupation des sols » et « système de culture » qui influent sur la rugosité des sols, donc sur les contraintes à l'écoulement,
- Les caractéristiques pédologiques des sols, définies par la texture, leur perméabilité et leur état hydrique (sols engorgés).

La mission confiée au bureau d'études AXECO prévoit d'appréhender la problématique du ruissellement au travers du volet pédologique.

5.2 INTRODUCTION

L'érosion par ruissellement des terres agricoles est un phénomène fréquent et récurrent en France et dans le Nord-Pas-de-Calais. Des études menées dans la région dès 1978 par la DRAF Nord-Pas-de-Calais (S.R.A.E) et l'Université des Sciences et Techniques de Lille, ont permis de définir le contexte pédologique favorable au déclenchement du ruissellement.

Les sols les plus sensibles du Nord de la France sont les sols limoneux (limons Pléistocènes). Leur évolution a souvent donné naissance aux Brunisols et aux Luvisols (Cf classification du référentiel pédologique - A.F.E.S 2008).

Les études menées dans la région au cours de ces trente dernières années ont montré que cette sensibilité des sols limoneux est liée à leur fragilité : l'énergie des gouttes de pluie désagrège les mottes de terre ; les particules fines ainsi libérées s'accumulent en surface et forment une croûte ; c'est

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

le phénomène de battance qui se traduit par un colmatage de la porosité du sol. Ce colmatage s'oppose à l'infiltration de l'eau et favorise le ruissellement et l'érosion hydrique.

Les études antérieures ont, par ailleurs, mis en évidence un parallélisme étroit entre la fragilité des sols (risque de ruissellement et d'érosion) et les éléments suivants :

- Un faible taux d'argile (moins de 12 à 16%)
- Un faible taux de matières organiques (moins de 9 ‰)
- Une faible réserve en CaO.
- Un pH souvent inférieur à 7.

5.3 OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

5.3.1 OBJECTIFS

La démarche se donne pour objectif d'évaluer la sensibilité au ruissellement et à l'érosion des sols du bassin versant de l'Yser et de définir, le cas échéant, les zones les plus sensibles.

Par ailleurs, l'étude prévoit d'appréhender le comportement des sols, la description du déclenchement et les caractéristiques du ruissellement. La localisation de ces mesures intègre différentes situations topographiques et des pratiques culturales variées.

Nota : Comme indiqué en introduction, les problèmes de ruissellement et d'érosion ont, depuis 30 ans, fait l'objet de nombreuses études dans la région. Les données acquises et archivées au fichier des sols de la DRAF Nord-Pas-de-Calais seront reprises ; elles constitueront la base de notre démarche. La réalisation d'un nombre restreint de mesures dans le cadre de l'étude hydraulique du bassin versant de l'Yser (4 au total pour une surface de 381 km²) a été prévue pour corroborer les résultats des études antérieures.

5.3.2 METHODOLOGIE

La méthodologie comporte plusieurs démarches distinctes et complémentaires :

5.3.2.1 CARTOGRAPHIE DES SOLS

La cartographie pédologique renseigne sur la nature des sols. Elle caractérise notamment la lithologie des sols présents sur le périmètre d'étude :

- Nature des dépôts,
- Existence d'horizons sensibles au tassement,
- Existence d'horizons imperméables,
- Existence d'horizons engorgés

Cette cartographie permet de distinguer les zones sensibles au démarrage du ruissellement, c'est-à-dire principalement les limons faiblement argileux.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Nota : Cette cartographie est établie sur la base des données disponibles

- Cartes départementales des terres agricoles de Cassel et de Calais/Dunkerque/Hondschoote/Steenvoorde)
- Fiches de sols fournies par la DRAF (source : « **BASE SOL DRAF** »)

Concernant la « *BASE SOL DRAF* », selon les avertissements fournis par la DRAF, les observations existant dans le fichier peuvent être entachées d'erreurs :

« Le positionnement géographique de la donnée présente une incertitude courante de 10 m pour des raisons de :

- précision du fond de plan,
- dilatation sur les cartes de certains objets,
- manque d'éléments de repérage sur le terrain.

D'autres erreurs plus rares sont liées à la numérotation des coordonnées entraînant parfois des décalages géographiques importants rendant la donnée inutilisable.

Enfin, il existe des erreurs de report ou de saisie des coordonnées.»

Dans le cadre de notre travail, des erreurs de localisation ont été observées (inadéquation entre la situation communale et les coordonnées Lambert indiquées sur les fiches de sols). L'interprétation de ces données est sujette à caution.

5.3.2.2 RECHERCHE DES SIGNES D'ÉROSION

Outre, la cartographie des sols, la définition de la sensibilité au ruissellement, passe également par la recherche des traces d'érosion. Cette démarche s'effectue en deux étapes :

- L'examen des photos aériennes (mission 1994/1995),
Les objets visualisés sur les photographies sont :
 - les ravines,
 - Les aires blanchâtres sur les parties convexes des versants,
 - Les zones d'atterrissement dans les fonds, ou en rupture de pente
- Les visites de terrain permettant de vérifier les observations sur photos aériennes.

5.3.2.3 MESURES D'INFILTRATION : PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE

Pour une meilleure compréhension du phénomène de crue des cours d'eau, il est important d'appréhender le rôle du sol et l'influence des pratiques culturales sur le ruissellement.

Ces mesures sont déterminantes pour caractériser les différents états du sol (sol glacé, sol nu ou couvert, sol de prairie, etc) et pour définir ceux qui sont les moins contraignants; il s'agit donc de mesures relatives des facteurs de déclenchement du ruissellement.

Ces mesures peuvent également être utilisées pour définir les coefficients d'apport repris dans les modèles mathématiques.

Ce coefficient d'apport doit être rattaché aux pertes initiales et pertes constantes mesurées in-situ :

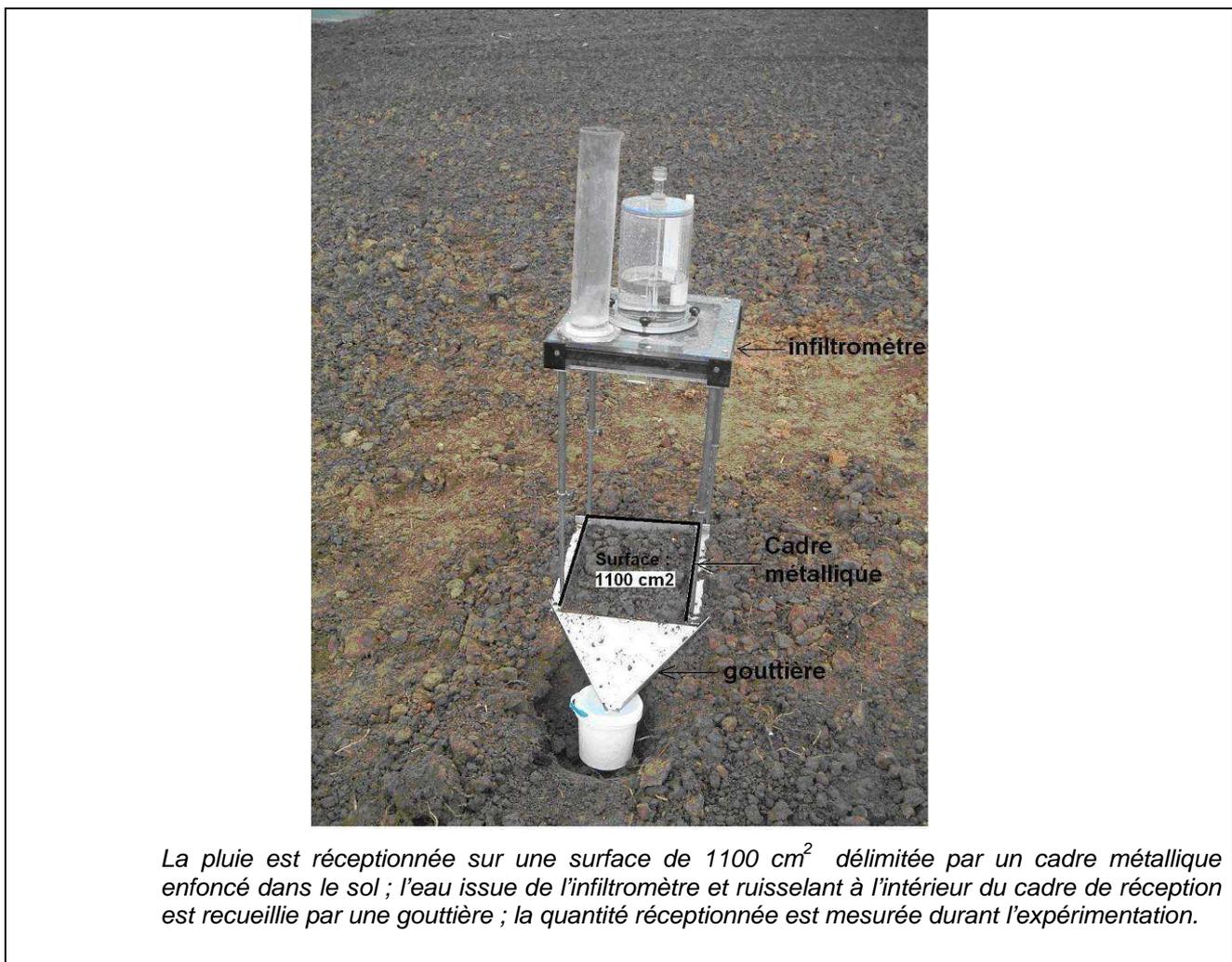
- Pertes initiales : « Pertes au ruissellement supposées s'effectuer au début de l'évènement pluvieux. On considère généralement que ces pertes doivent être satisfaites pour que l'écoulement puisse commencer. Les pertes initiales s'expriment en lame d'eau (mm).»
- Pertes constantes : « Pertes au ruissellement supposées s'effectuer de façon régulière pendant toute la durée de l'évènement pluvieux au-delà des pertes

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

initiales. Les pertes continues s'expriment généralement en lame d'eau par unité de temps. »

Nota : Les mesures de simulation de pluie réalisées par la DRAF dans le cadre de diverses études d'érosion et de ruissellement, se rapportaient, pour un contexte pédologique défini, aux différents types d'occupations et de pratiques culturales. A partir du recensement RGA, ces études antérieures ont permis d'obtenir de façon statistique les pourcentages de chaque type de cultures pour lesquelles ont été calculés les pertes initiales et constantes pour différentes périodes de l'année. Une moyenne pondérée se rapportant aux différents pourcentages d'occupation a permis à la DRAF de définir ces pertes moyennes pour chacune de ces périodes.

Les mesures sont réalisées avec un infiltromètre :



Cette méthode vise à reproduire les effets sur le sol d'une pluie standard. Les résultats, traduits sous forme de graphes, déterminent les étapes du déclenchement du ruissellement, qui sont mises en relation avec les facteurs potentiels observés (texture, occupation et travail du sol, etc)

On peut ainsi discriminer les situations de sol qui permettent l'infiltration et celles qui favorisent le ruissellement et l'érosion.

Rappel: Le nombre restreint de mesures prévues dans le cadre de l'étude hydraulique du bassin versant de l'Yser (5 au total pour une surface de 381 km²) s'explique par le fait que la

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

présente étude doit s'appuyer sur les études antérieures et être corroborée par les résultats de ces études.

A la date de rédaction de ce mémoire, les données existantes relatives à ces meures de simulation de pluie ne nous ont été communiquées qu'en partie.

5.3.2.4 ANALYSE DES RESULTATS ET CONCLUSION

La synthèse générale reprendra l'ensemble des données recueillies au cours de l'étude.

5.4 PRESENTATION DES RESULTATS

5.4.1 GEOGRAPHIE, TOPOGRAPHIE ET PENTES

Le périmètre d'étude se situe en Flandre intérieure ; cette petite région naturelle est limitée au Nord par la Plaine maritime des Wateringues, au Sud-Est par le Marais de Saint-Omer, et la dépression de Neuffossé, au Sud par la Plaine de la Lys. A l'est, les paysages de la Flandre intérieure se prolongent sur le territoire belge.

Topographiquement, le modelé reprend pour partie un trait caractéristique de la région : l'alignement des collines de Flandre qui présente une orientation d'Ouest en Est. Cet alignement ; se prolonge vers l'Ouest, dans le pays de Licques et vers l'Est, en Belgique (Mont Rouge, Mont de Vidaigne, Mont Kemmel, ...).

L'ensemble forme un alignement de buttes témoins tertiaires.

Plusieurs d'entre elles se situent sur la frange Sud du périmètre d'étude : Mont Cassel, Mont des Récollets, Monts des cats, Mont de Boeschepe, Mont Noir.

Au Nord de cet alignement, le modelé présente un glaciais à pente douce, descendant lentement vers la Plaine Maritime des Wateringues. Le relief y est peu contrasté. Le contact entre la Plaine Maritime et les Wateringues est très doux, la transition est peu perceptible.

D'une façon générale, les altitudes oscillent entre 176 m NGF (Mont Cassel) et moins de 5 m NGF (Aval de la vallée de l'Yser, à proximité de la frontière belge). Les pentes sont faibles ; elles n'excèdent généralement pas 2 à 3 %, sauf sur certains versants des buttes témoins tertiaires citées précédemment, où elles peuvent ponctuellement dépasser les 15%.

5.4.2 ELEMENTS DE GEOLOGIE

Selon les données des cartes géologiques de Cassel et Steenvoorde (Source : BRGM), la Flandre intérieure comprend un ensemble de formations quaternaires souvent limoneuses qui masquent les dépôts anciens datés du Tertiaire.

Ces faciès anciens sont constitués de matériaux argileux (argile d'Orchies datée de l'Yprésien supérieur).

Sur les buttes de Cassel et des Récollets, la succession suivante est signalée :

- Sables verts glauconieux avec passées argileuses de l'Yprésien supérieur (Panisélien) ;

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

- Sables blancs calcaires et grès calcaires du Lutétien inférieur ;
- Sables chamois calcaires du Lutétien supérieur ;
- Les argiles plastiques de Cassel datées du Bartonien ;
- Les sables jaunes et grès roux ferrugineux du Diestien.

Le Quaternaire est représenté par des formations loessiques qui masquent généralement les faciès du Tertiaire.

Nous pouvons distinguer :

- Les loess anciens (antérieurs à la dernière période glaciaire) ;
- Les loess récents contemporains du Weichselien (J.SOMME, 1977).

Sur la carte géologique ces dépôts sont regroupés sous l'appellation de limons pléistocènes.

5.4.3 PEDOLOGIE ET CARTOGRAPHIE DES SOLS

5.4.3.1 LES SOLS SUR LE BASSIN VERSANT DE L'YSER

Une carte des sols a été établie à partir des données disponibles et des visites de terrain complémentaires.

La Flandre intérieure est une région argileuse ondulée présentant une pente douce, descendant vers le Nord et dominée par les collines ou buttes témoins souvent sableuses (Cassel et Récollets) ou plus argileuses (Balenberg).

Ces matériaux d'âge Tertiaire sont ennoyés par des dépôts limoneux quaternaires discontinus, généralement plus épais sur les versants Est que sur les versants Ouest où les argiles et sables peuvent affleurer.

Les vallons et vallées sont remblayés par des héritages divers : Sables, argiles, limons (fonction de la nature des formations de versants).

La succession des matériaux comprend généralement un substrat argileux, des limons supérieurs et, assez fréquemment, un niveau intermédiaire sableux pouvant renfermer une petite nappe aquifère.

Au Sud de Cassel, les limons très faiblement argileux épais, offrent, en dehors de la vallée de la Peene Becque, une possibilité de drainage naturel souvent suffisant.

Au Nord de Cassel, les dépôts limono-argileux perdent progressivement de leur épaisseur (moins de 0,40 m au Nord de Wormhout). Ces sols présentent un engorgement apparaissant à faible profondeur.

Nota : Des formations argilo-limoneuses ou argiles lourdes à drainage faible sont signalées :

- aux lieux dits "le Moulin de Brande Staecke" et "Ancien Moulin de la Clite" (communes d'Arnèke / Zermezelle) ;
- au "Grand Bergklaeuw" (commune de Wemaers – Cappel) ;
- au lieu dit "le Rossignol" (commune d'Arnèke) ;

- au lieu dit "le Tom Veld" (communes d'Ochtezeele et Noordpeene).

5.4.3.2 CARTOGRAPHIE DES SOLS

Une carte des sols a été établie à partir des données disponibles et des visites de terrain complémentaires. La démarche a mis en évidence une grande diversité de sols.

L'ensemble des données collectées a été retranscrit sur la carte des sols fournie en annexe 8.

Au total 14 unités pédologiques ont été distinguées. Chaque unité a été caractérisée par sa texture et le cas échéant la profondeur d'apparition des signes d'engorgement (hydromorphie du sol) :

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

UNITE	DESCRIPTIFS	PART DU BV DE L'YSER OCCUPE. (en %)
- Unité 1 :	Limon faiblement argileux épais assez bien drainé présentant des signes d'engorgement au-delà de 0,80 m de profondeur.	7.5
- Unité 2 :	Limon faiblement argileux épais présentant des signes d'engorgement avant 0,40 m de profondeur.	7
- Unité 3 :	Limon faiblement argileux reposant à plus de 0,80 m sur un limon argileux à argile limoneuse.	0.3
- Unité 4 :	Limon argileux épais présentant des signes d'engorgement avant 0,40 m de profondeur.	0.6
- Unité 5 :	Limon faiblement argileux reposant avant 0,50 m sur le substrat argileux. L'engorgement apparaît avant 0,40 m.	0.2
- Unité 6 :	Sols hydromorphes des vallées et vallons humides.	6.8
- Unité 7 :	Limon faiblement argileux présentant des signes d'engorgement entre 0,40 m et 0,80 m de profondeur.	46.2
- Unité 8 :	Argile épaisse présentant des signes d'engorgement avant 0.80 m de profondeur.	2.7
- Unité 9 :	Sable épais localement hydromorphe avant 0.80 m de profondeur.	0.5
- Unité 10 :	Argile limoneuse épaisse présentant des signes d'engorgement avant 0.80 m de profondeur.	0.5
- Unité 11 :	Limon argileux présentant des signes d'engorgement entre 0,40 et 0,80 m de profondeur.	1
- Unité 12 :	Limon argileux reposant en profondeur sur une argile. Les signes d'engorgement apparaissent avant 0,40 m de profondeur.	12.8
- Unité 13 :	Argile limoneuse reposant à faible profondeur sur le substrat argileux. Les signes d'engorgement apparaissent avant 0,40 m de profondeur.	0.6
- Unité 14 :	Limon faiblement argileux à limon argileux pouvant reposer avant 1,60 m de profondeur sur une argile limoneuse. Les signes d'engorgement apparaissent avant 0,40 m de profondeur.	13.3

Conclusions :

Sur le secteur étudié, la distinction entre les formations quaternaires et tertiaires peut être difficile dans la mesure où le substrat ancien (argiles, sables) peut être remanié.

- En ce qui concerne les limons, leur répartition, leur épaisseur et disposition sur les reliefs peut paraître aléatoire ; cependant les études réalisées (Gilleron et al - 1985, Revillon et al – 1987, Masson et al – 1975, 1984 et 1992) mettent en évidence plusieurs aspects :
 - L'épaisseur de ces limons est importante (plusieurs mètres) au Sud et Sud-Est, en arrière des collines de Flandre ;
 - Au Nord des monts de Flandre, le manteau limoneux du glaciaire va en s'amincissant jusqu'à la Plaine maritime ;
- En règle générale, à l'Ouest des éléments de reliefs exposés aux vents dominants et sur les pentes fortes, des matériaux argileux affleurent.

La répartition de ces affleurements argileux ne correspond pas toujours à des zones d'ablation d'anciens dépôts limoneux ; elle peut correspondre aux surfaces où la vitesse des vents a été la plus importante lors des périodes froides périglaciaires, où les dépôts de loess ont été les plus faibles.

- Dans les vallons et vallées, les dépôts de remplissage peuvent avoir deux origines principales :
 - Colluvionnement : Entraînement naturel mécanique (glissements) des dépôts de versants vers les zones basses ; dans ce cas le contexte pédologique des zones basses reflète assez bien la composition granulométrique (texture) observée sur les versants encadrant les vallons ;
 - Alluvionnement : Remplissage des dépressions par des matériaux entraînés par l'eau ; ceci suppose une phase d'érosion à l'amont, par creusement des vallons ; et, à l'aval, par l'accumulation de dépôts fluviatiles en strates différenciées.
- L'hydromorphie des sols

Cette caractéristique morphologique est observée :

- - Dans les sols de vallées et de vallons humides ;
- - Dans les sols argileux et sableux reposant sur le substrat argileux ;
- - Dans les sols limoneux soumis à un processus important d'éluviation des argiles (Luvisols). La principale conséquence de ce mécanisme est une différenciation morphologique au sein du profil : horizon supérieur appauvri en fer et en argile et horizon plus profond enrichi en fer et en argile (l'horizon inférieur moins perméable fait obstacle à l'écoulement de l'eau). Dans ce contexte pédologique les signes d'engorgement (taches d'oxydo-réduction) apparaissent à faible profondeur.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Ces sols hydromorphes, présentent une capacité de stockage de l'eau pluviale réduite. Le ruissellement se déclenche dès lors que la surface piézométrique recoupe la surface topographique.

Sur le bassin versant de l'Yser, le déclenchement du ruissellement et son importance seront variables.

- Sur les unités de sol 1, 2, 3, et 7, à texture limoneuse dominante, c'est l'intensité des pluies qui, en créant une croûte de battance, conduira au ruissellement ;
- Sur les unités de sol 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14, à structure plus stable, c'est la hauteur des pluies ou la succession d'évènements pluvieux modérés qui conduira au ruissellement. Le phénomène est déclenché par la saturation du sol au-dessus d'un horizon peu perméable, à faible macroporosité.

Les résultats fournis ci-dessus intègrent uniquement le contexte pédologique ; Ils ne prennent pas en compte les caractéristiques de la pluie, les pratiques culturales, le type d'occupation des sols, les pentes...

5.4.4 RECHERCHE DES SIGNES D'EROSION / SECTORISATION GEOGRAPHIQUE ET SENSIBILITE AU RUISSALLEMENT DU PERIMETRE D'ETUDE

5.4.4.1 CADRE GENERAL

D'une façon générale, les pentes constituent un paramètre très important dans le déclenchement du ruissellement et de l'érosion des sols. Ces phénomènes peuvent être corrélés de la façon suivante :

- Pour une pente faible (0 - 2 %), le ruissellement sera diffus, visible sur la surface du sol par de petites « griffures » - on parle d'érosion en nappe ;
- Pour une pente moyenne (2 - 5 %) le ruissellement pourra se concentrer en chemin d'eau, créant ainsi une érosion en rigoles ;
- Pour une pente forte (5 – 15 %), le ruissellement aura un débit important, pouvant occasionner de profondes ravines dans l'axe du talweg.

Les interactions possibles avec le facteur "pente" :

- La longueur de la pente va accentuer le ruissellement : plus la pente est longue, plus le ruissellement s'accumule, prend de la vitesse, acquiert une énergie propre qui se traduit par une érosion en rigoles puis en ravines.
- Pour arrêter le ruissellement, un couvert végétal est d'autant plus efficace qu'il absorbe l'énergie cinétique des gouttes d'eau, qu'il recouvre une forte proportion du sol durant les périodes de l'année où les pluies sont les plus agressives, qu'il ralentit l'écoulement du ruissellement et qu'il maintient une bonne porosité à la surface du sol. Ainsi, sous forêt et prairie, l'érosion et le ruissellement sont souvent très faibles ou nuls.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

5.4.4.2 CAS DU BASSIN VERSANT DE L'YSER

L'observation des photos aériennes corrélée avec les données de terrain a permis d'établir une sectorisation relative au problème de ruissellement et d'érosion.

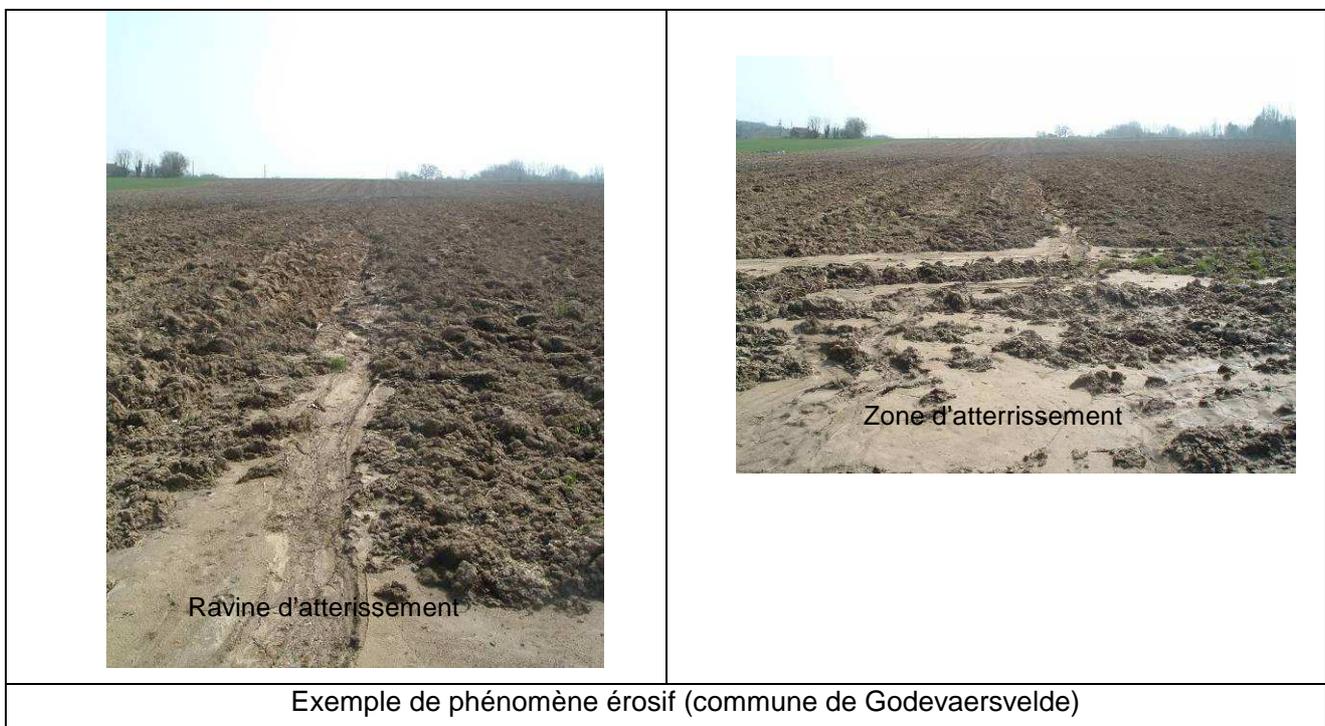
D'une façon générale, les phénomènes érosifs sont peu marqués (signes d'érosion peu nombreux). La carte simplifiée fournie en annexe 9 présente cette sectorisation ; elle comporte trois zones distinctes :

Zone A : Risque de ruissellement et d'érosion modéré

Zone B : Risque de ruissellement et d'érosion faible

Zone C : Pas de signe d'érosion.

Nota : Les pentes fortes à très fortes des Monts Cassel et des Récollets (zone A), présentant une couverture permanente bien développée, sont assez bien protégées des phénomènes érosifs.

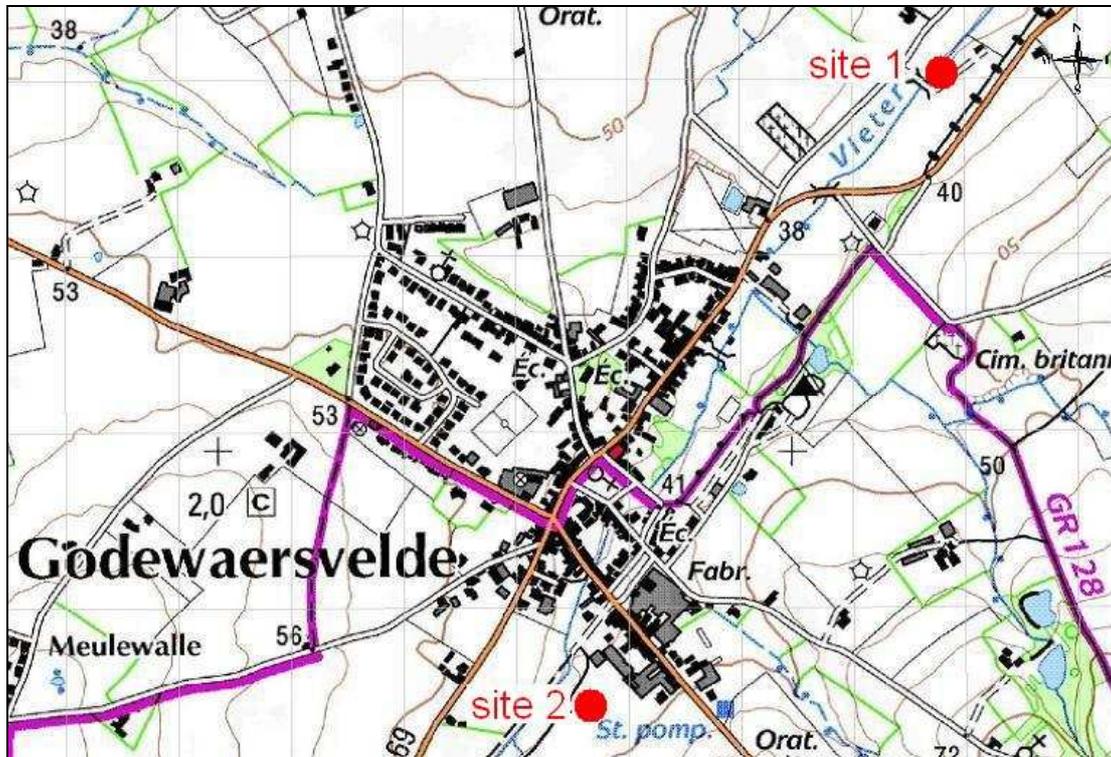


5.4.5 PRESENTATION DES RESULTATS

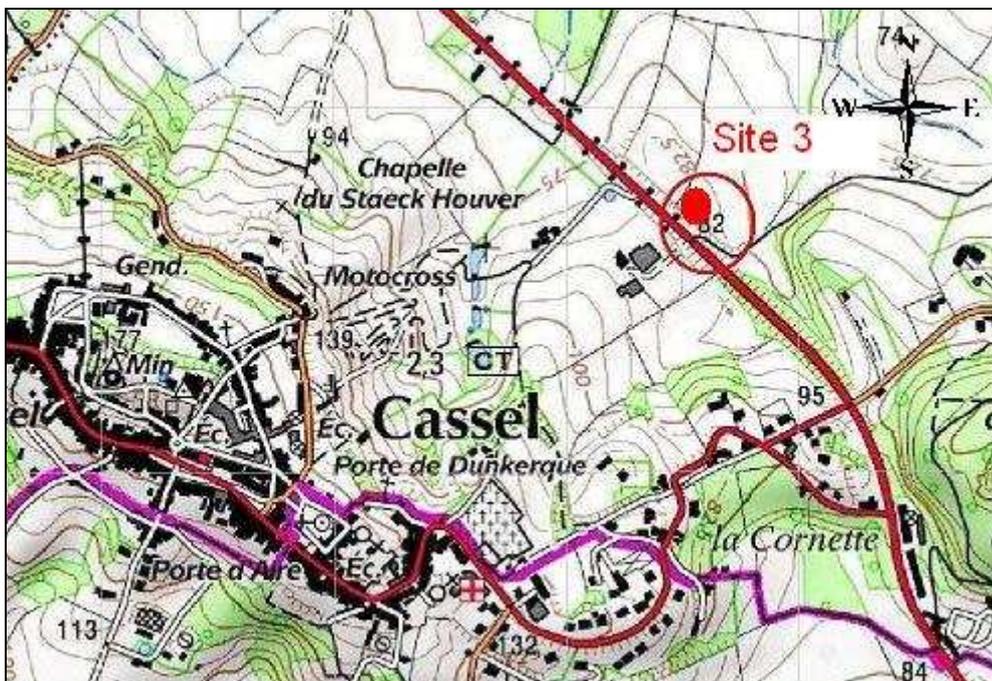
5.4.5.1 LOCALISATION ET PRESENTATION DES SITES DE MESURES

Afin d'appréhender plus précisément les phénomènes de ruissellement et d'érosion, cinq sites d'infiltration ont été retenus; chaque site a fait l'objet d'une mesure, chaque mesure a été répétée quatre fois. Leur répartition intègre des situations pédologiques, topographiques et de pratiques culturales variées. Ces sites sont localisés dans les zones génératrices de ruissellement.

1. Localisation des sites de mesures :



Carte 1 : Localisation des sites 1 et 2



Carte 2 : localisation du site 3



Carte 3 : Localisation des sites 4 et 5

2. Présentation des sites de mesures :

Sites	Communes	Couvert	Travail du sol	Contexte pédologique	Situation morphologique/ pente
1	Gode-waersveld e	Sol nu	Labour	<p>Limon argileux présentant une intercalation argilo-limoneuse entre 0.60 m et 1 m de profondeur.</p> <p>Les signes d'engorgement apparaissent sous le labour.</p>	<p>Talweg</p> <p>Pente faible (moins de 2%)</p>
2	Gode-waersveld e	Sol nu	labour	<p>Limon grossier faiblement argileux, battant.</p> <p>Hydromorphie observée entre 0.30 m et 0.60 m</p>	<p>Bas de versant</p> <p>Pente moyenne (2 à 5%)</p>
3	Cassel	Sol nu	Préparation semis	<p>Limon sableux faiblement argileux présentant une intercalation limono-argilo-sableuse entre 0.40 m et 0.7 m.</p> <p>Hydromorphie observée à partir de 0.40 m ;</p>	<p>Haut de versant</p> <p>Pente forte (5 à 15 %)</p>
4	Oudezeele	Prairie permanente	-	<p>Argile limoneuse reposant vers 0,60 m de profondeur sur un sable argileux.</p> <p>Remblai en surface</p>	<p>Bas de versant</p> <p>Pente faible (moins de 2%)</p>
5	Oudezeele	Sol nu	Préparation semis	<p>Limons argileux faiblement sableux reposant vers 0,80 m de profondeur sur un sable-argileux à limon-argilo-sableux.</p> <p>Les signes d'engorgement apparaissent sous le labour.</p>	<p>Bas de versant</p> <p>Pente faible à moyenne (moins de 5%)</p>

Dates de réalisation des mesures : 6 avril 2009 (sites 1 et 2) et 7 avril 2009 (sites 3, 4 et 5)

Site 1.:



Vue générale su site



Appareil de mesure



Etat du sol en fin de mesure

Site 2



Vue générale su site



Implantation de la l'appareil de mesure



Etat du sol en fin de mesure

Site 3



Vue générale su site



Implantation de la l'appareil de mesure

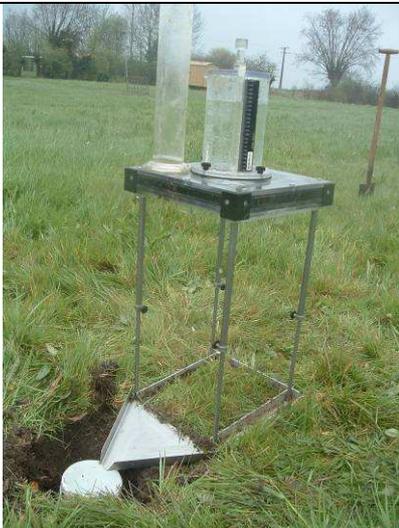


Etat du sol en fin de mesure

Site 4



Vue générale su site



Implantation de la l'appareil de mesure



Etat du sol en fin de mesure

Site 5



Vue générale su site



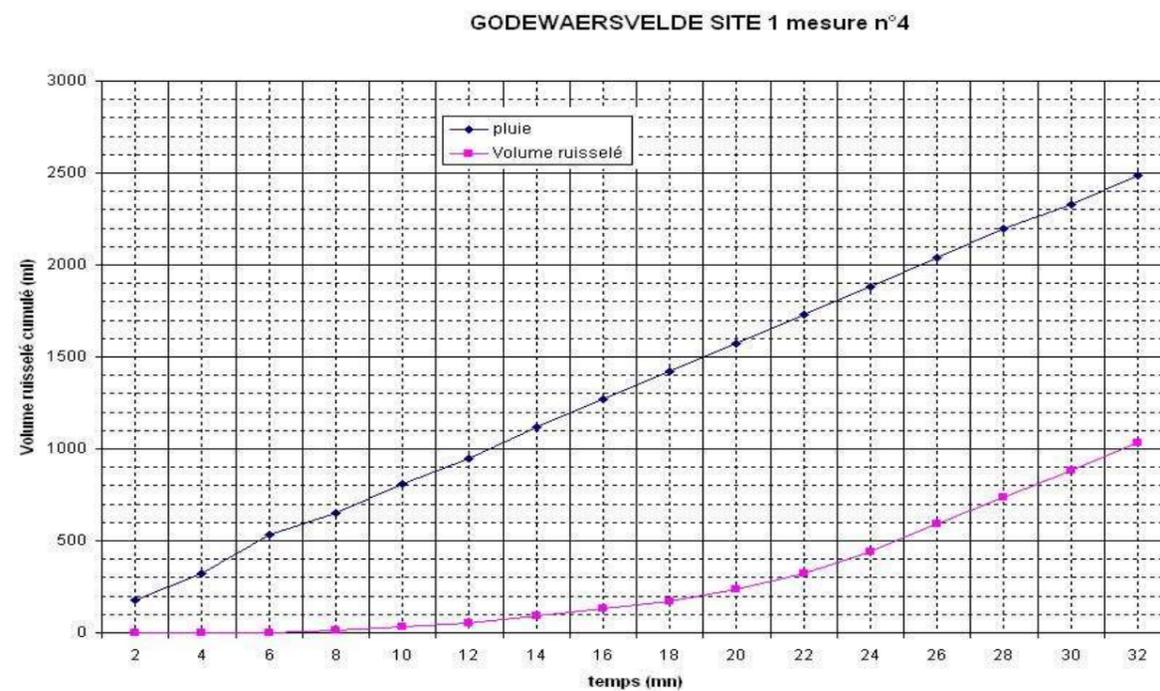
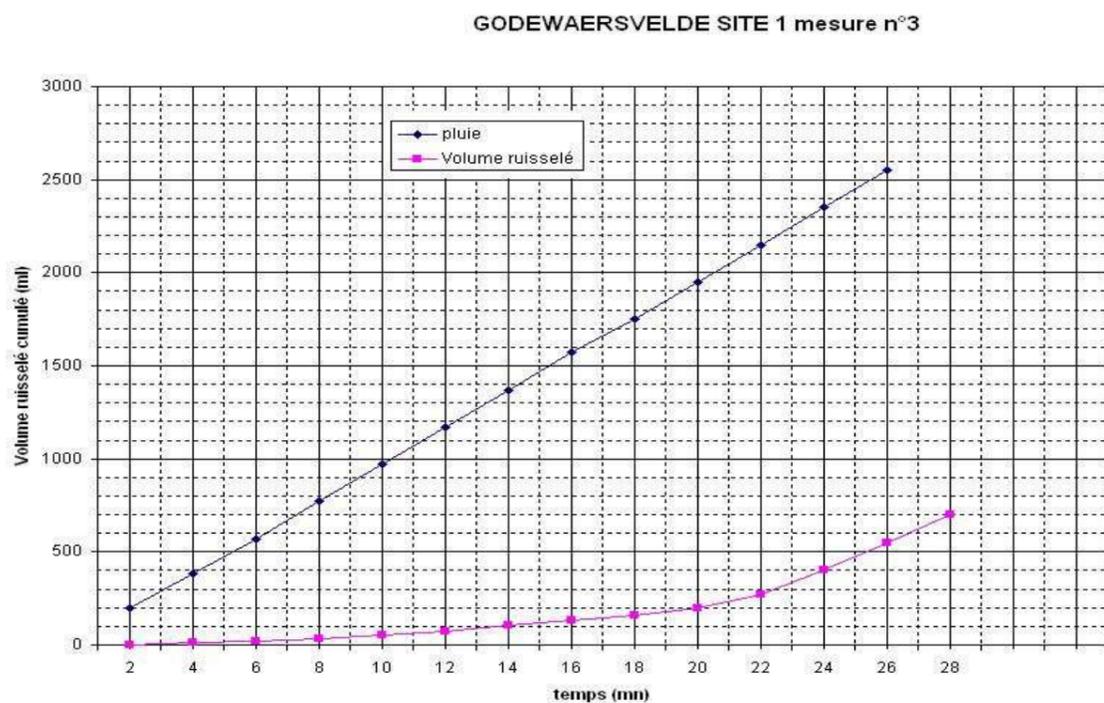
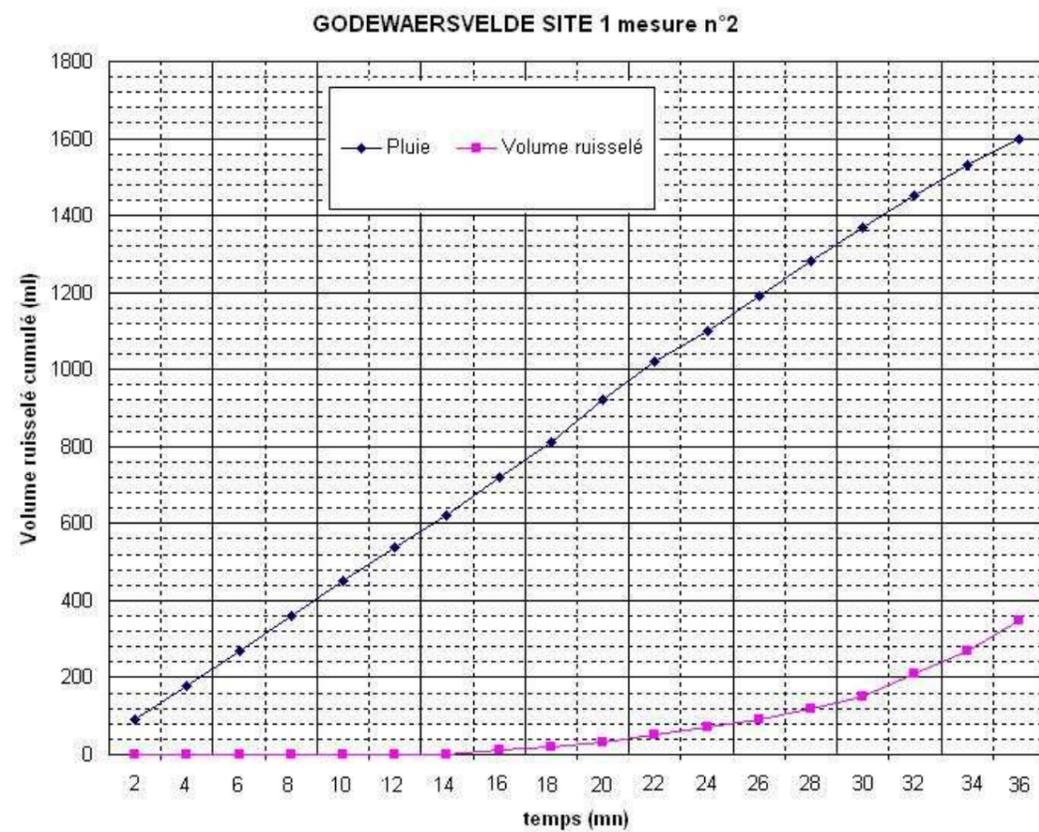
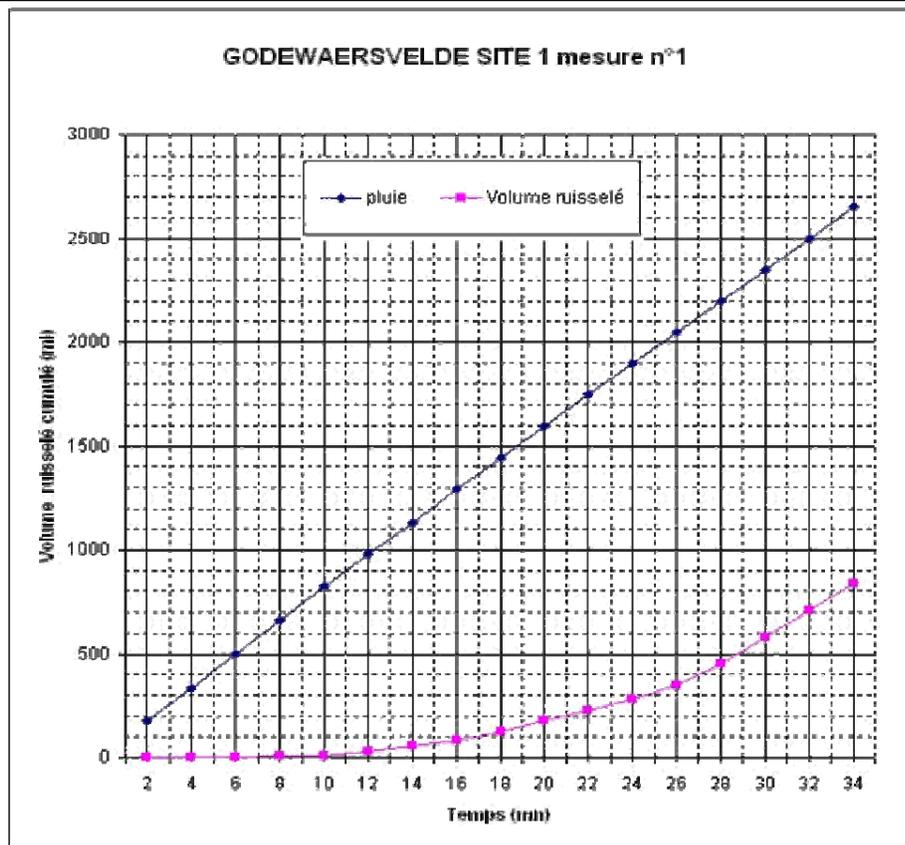
Implantation de la l'appareil de mesure



Etat du sol en fin de mesure

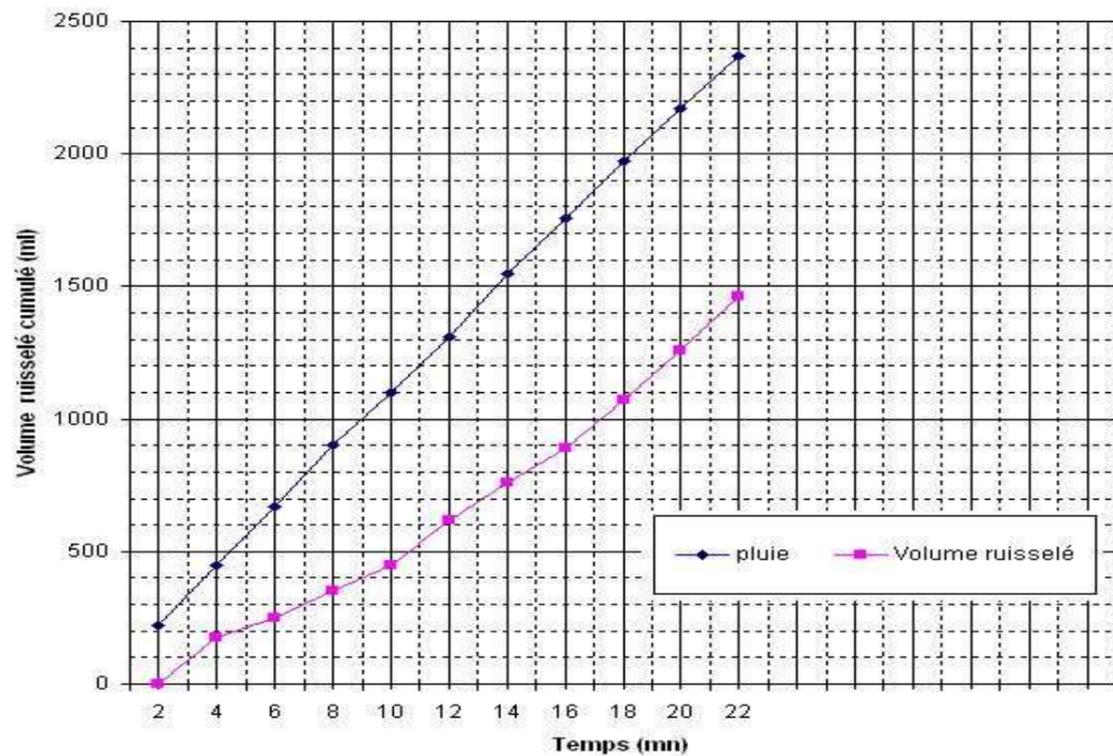
5.4.5.2 ANALYSE DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

Les résultats, traduits sous forme de graphes fournis ci-dessous, permettent notamment de déterminer les étapes du déclenchement du ruissellement; ce dernier peut ainsi être mis en relation avec les facteurs du milieu (pédologie, travail du sol, couvert végétal, etc)

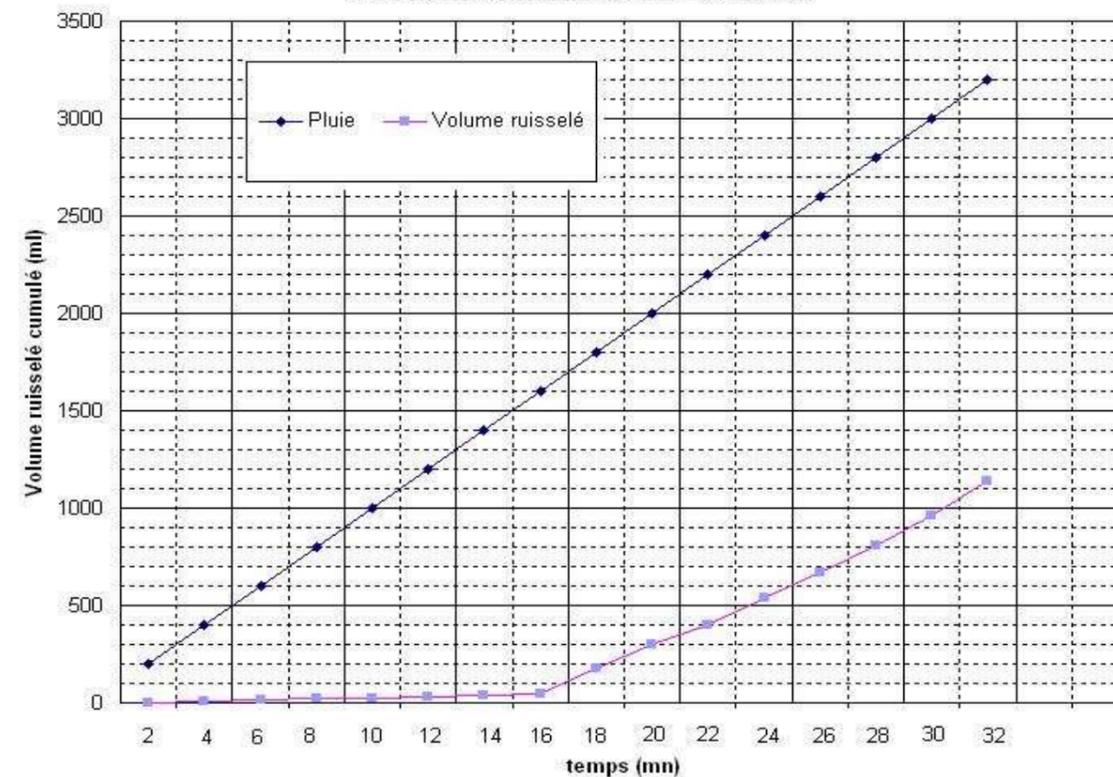


Site 1 : Courbes de ruissellement

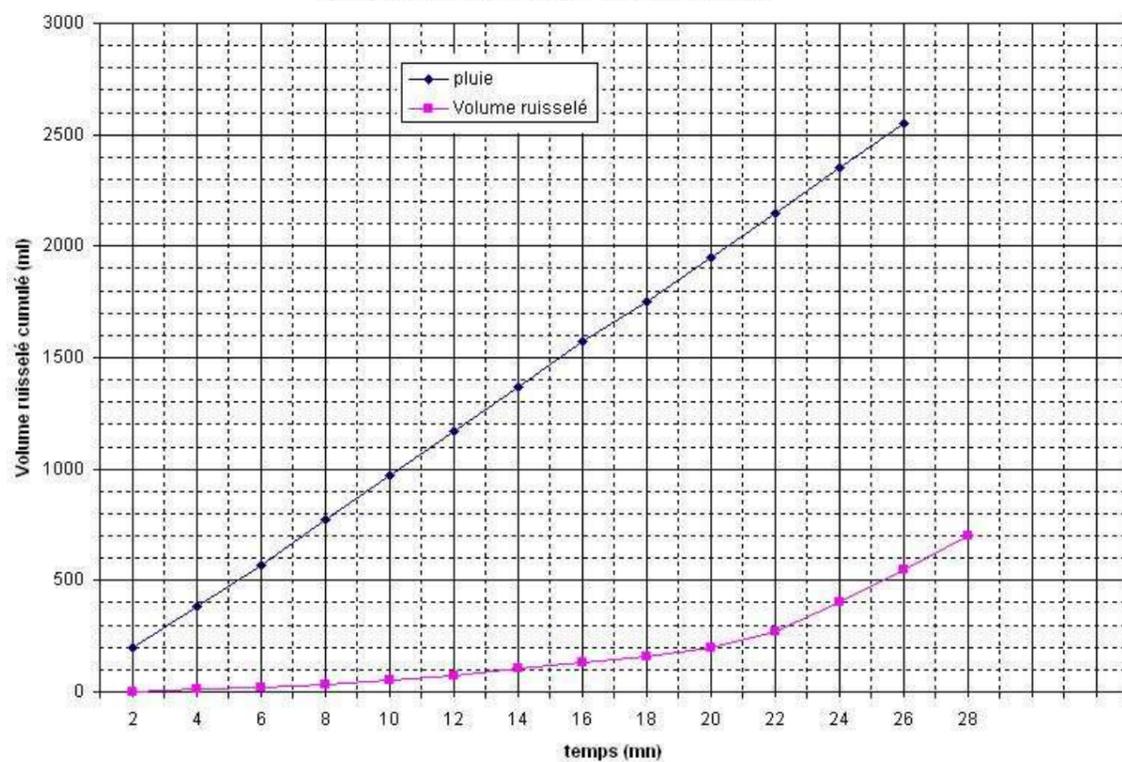
GODEWAERSVELDE SITE 2 mesure n°1



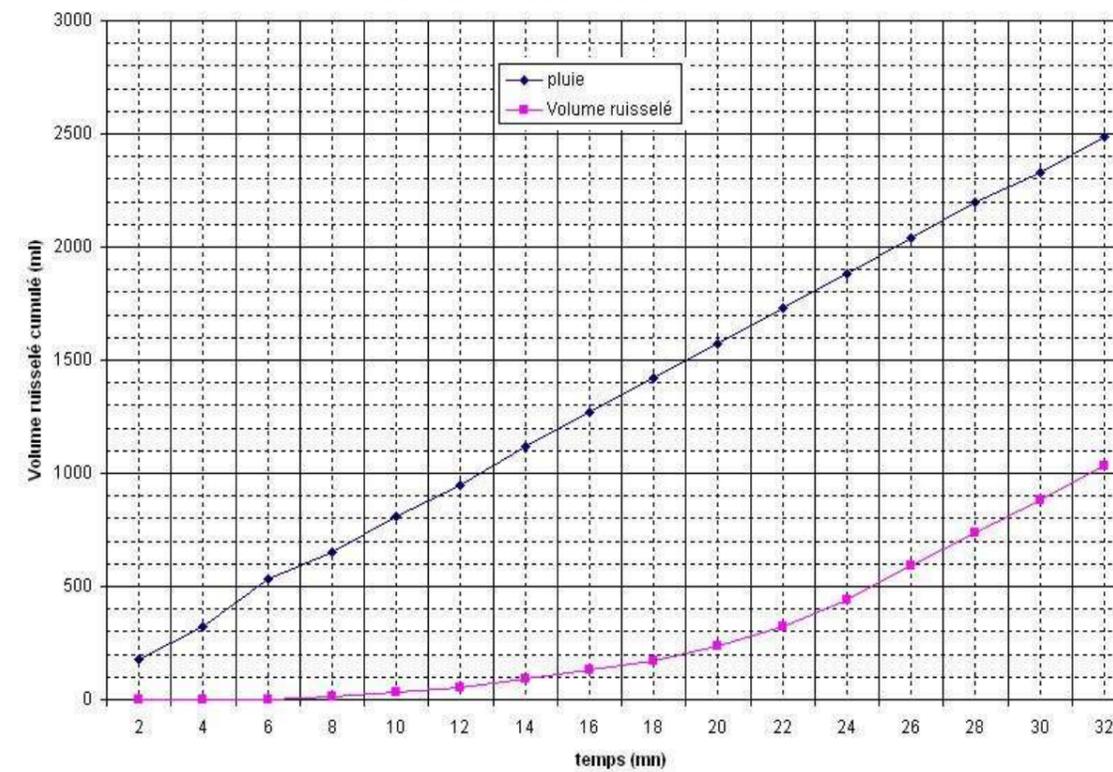
GODEWAERSVELDE SITE 2 mesure n°2



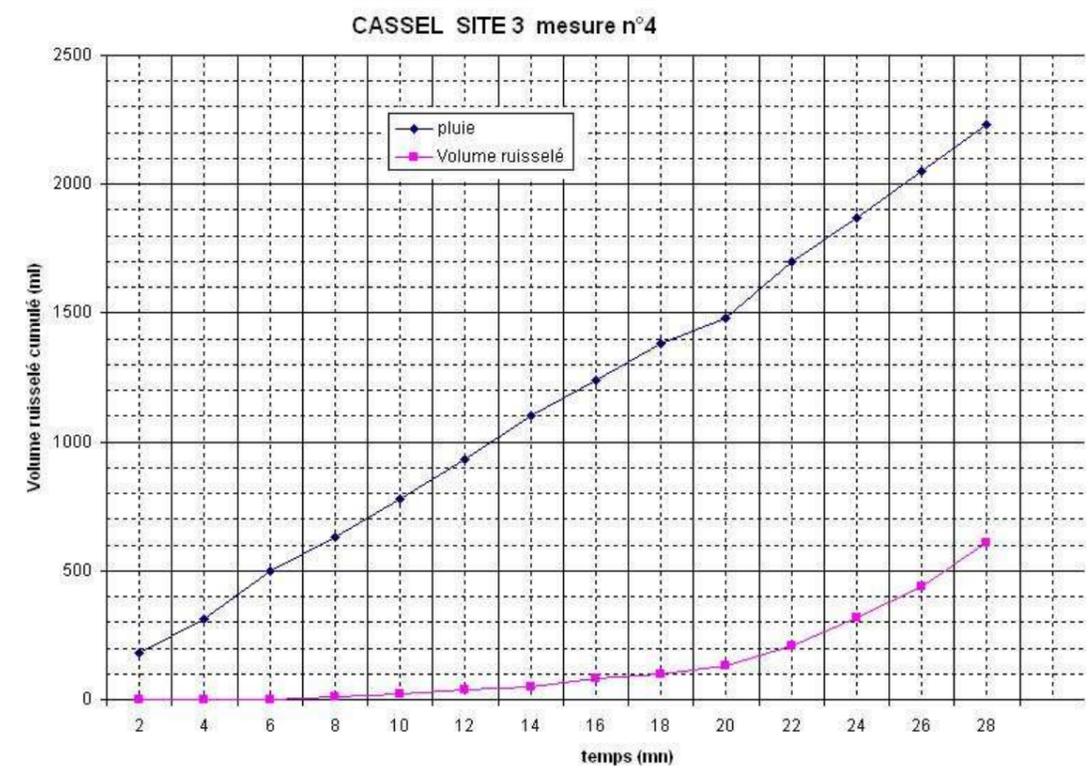
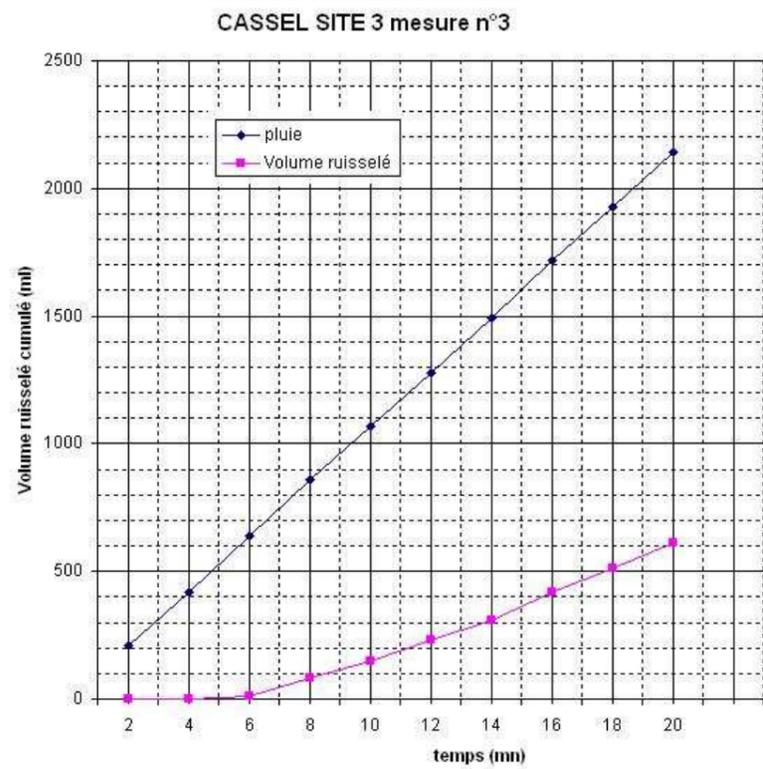
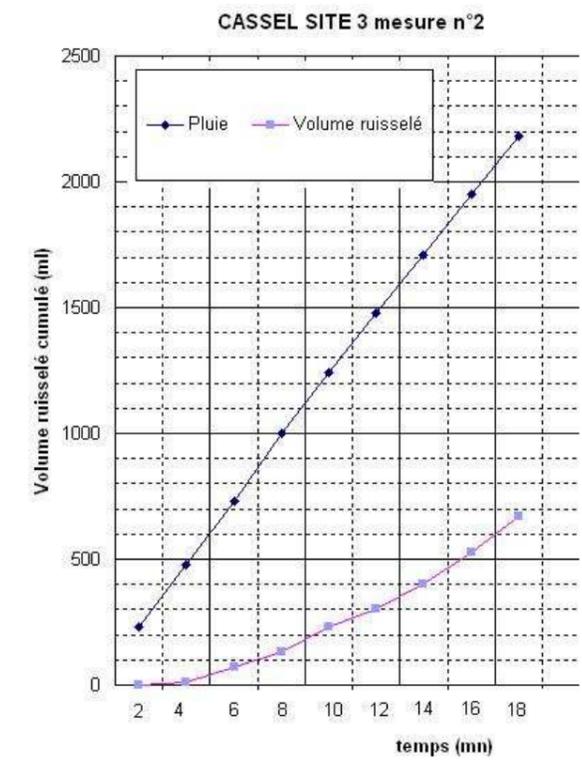
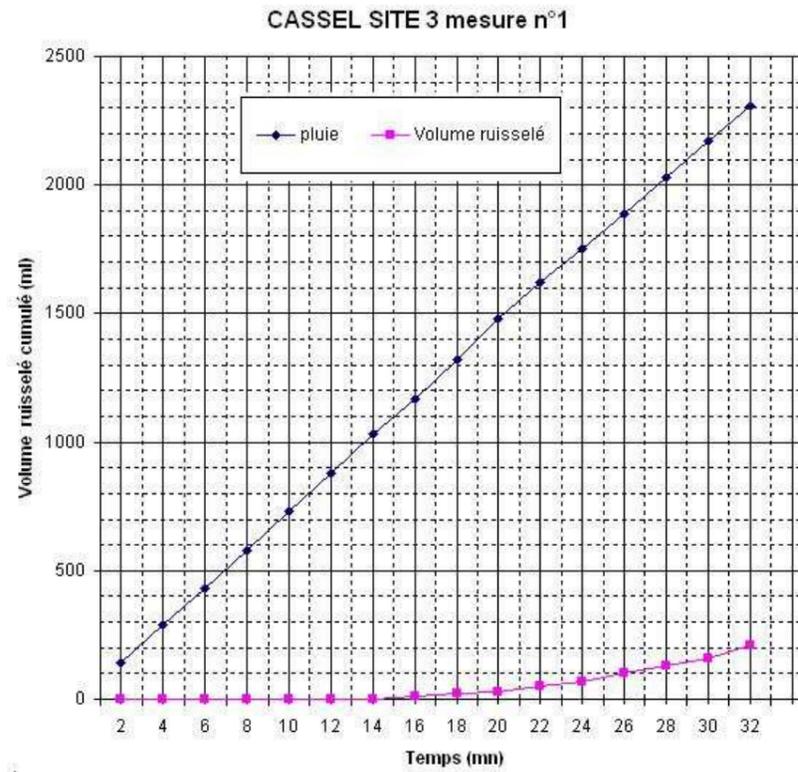
GODEWAERSVELDE SITE 2 mesure n°3



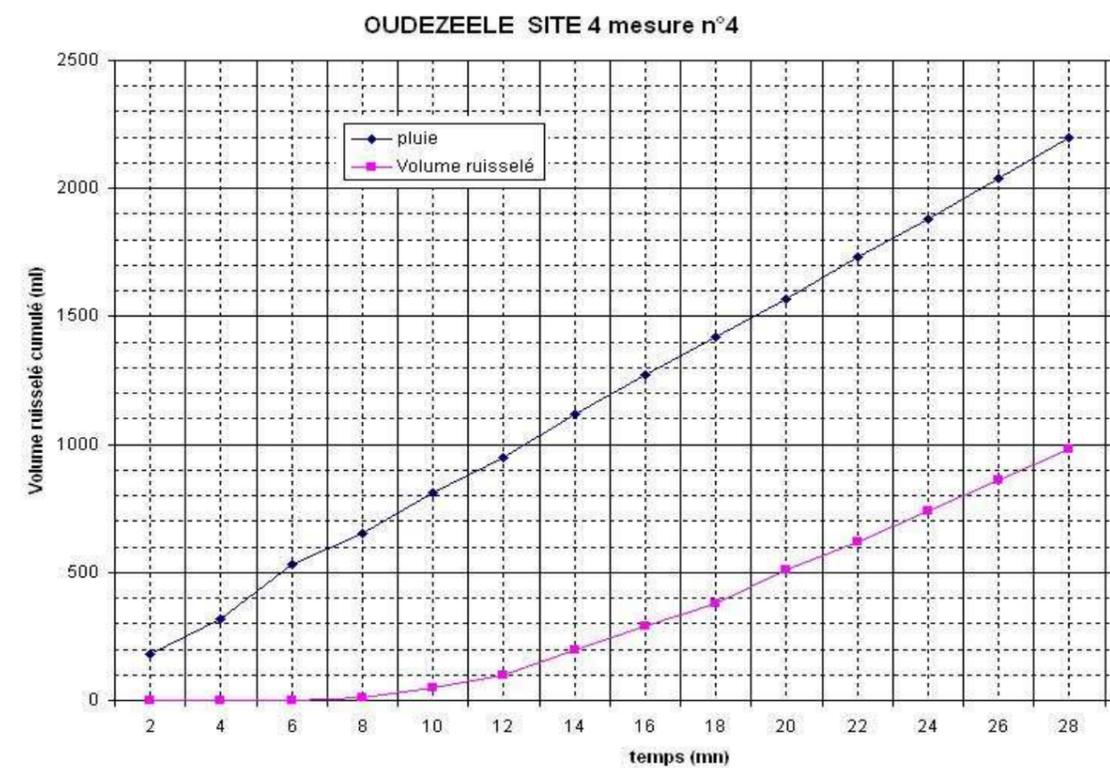
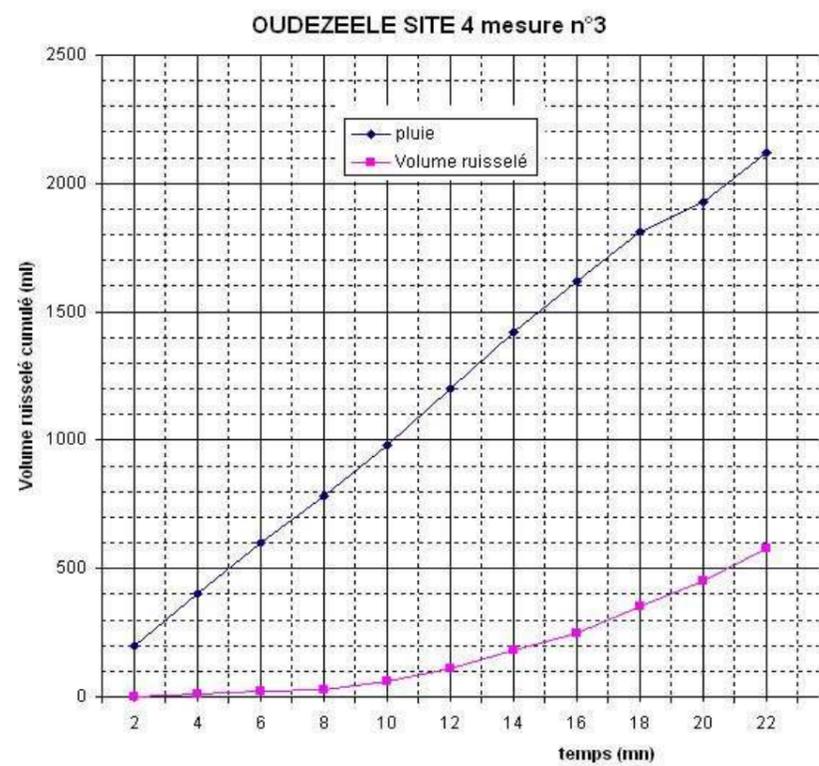
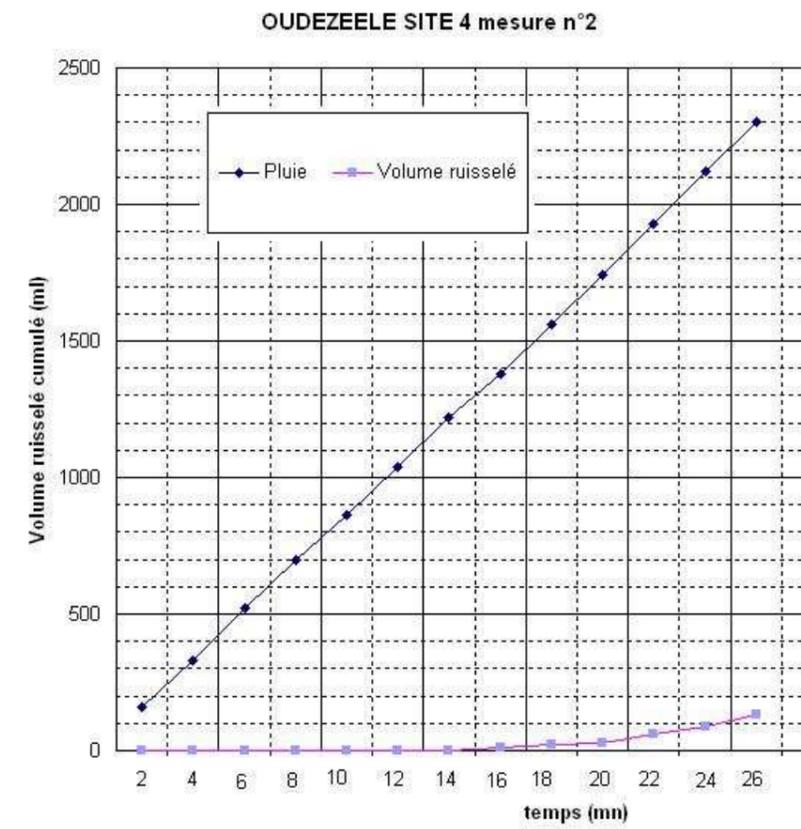
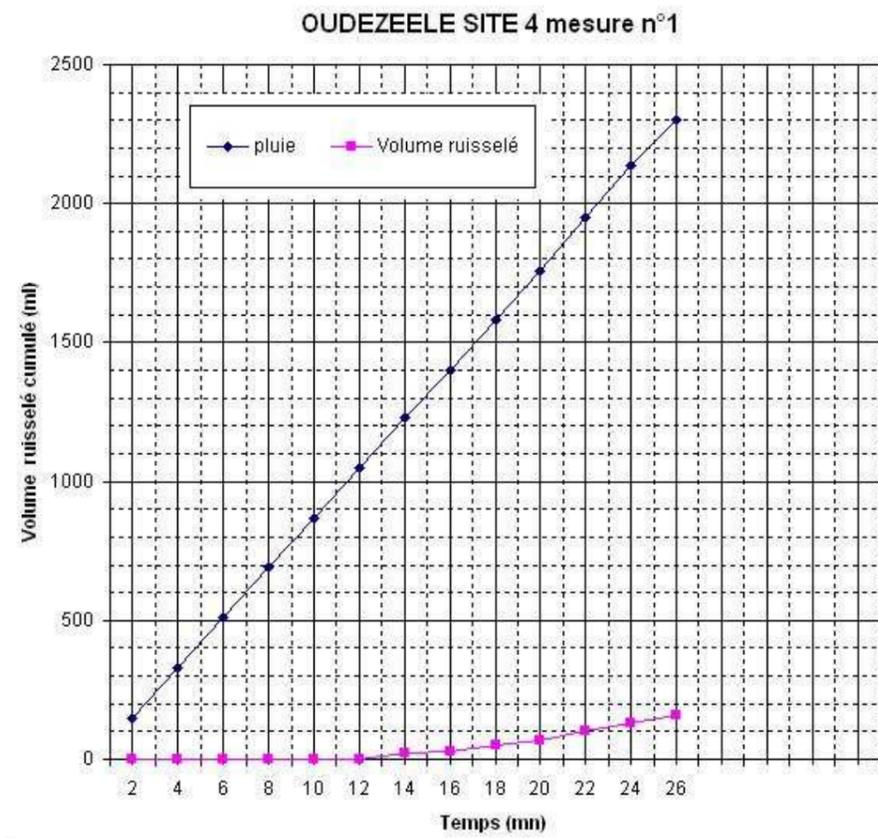
GODEWAERSVELDE SITE 2 mesure n°4



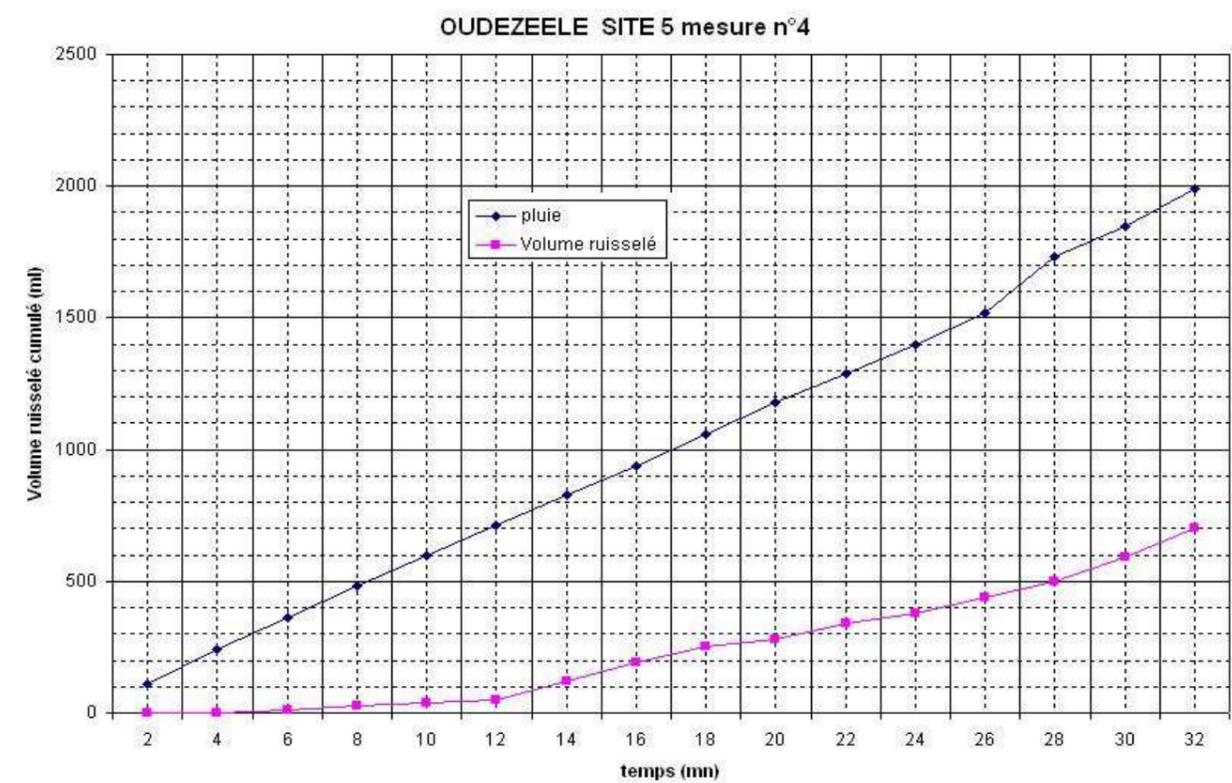
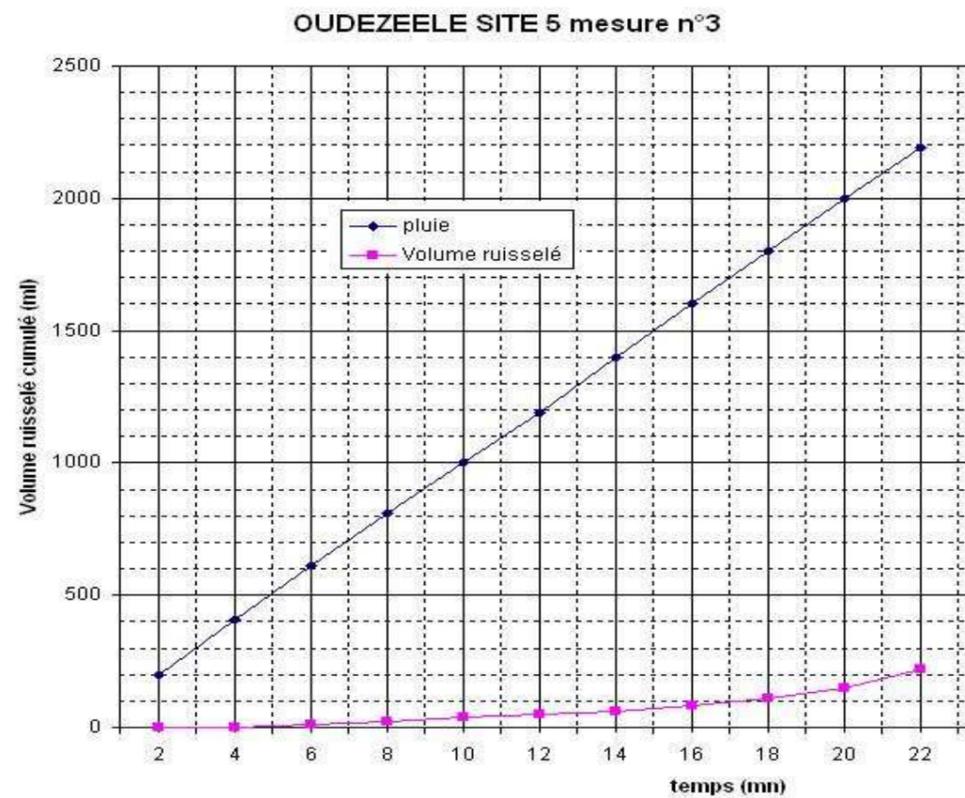
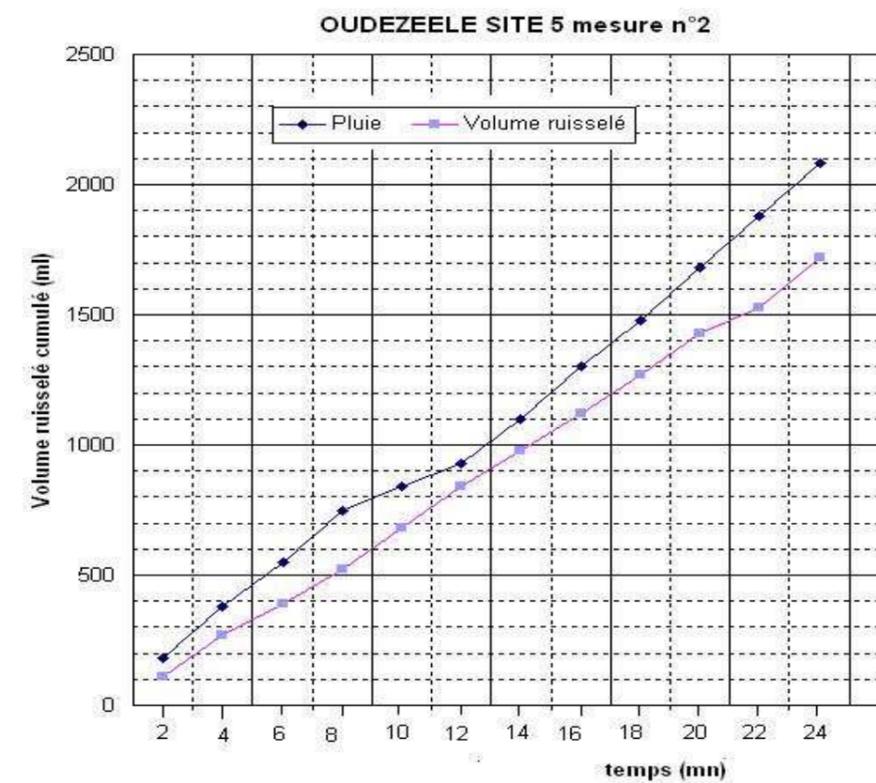
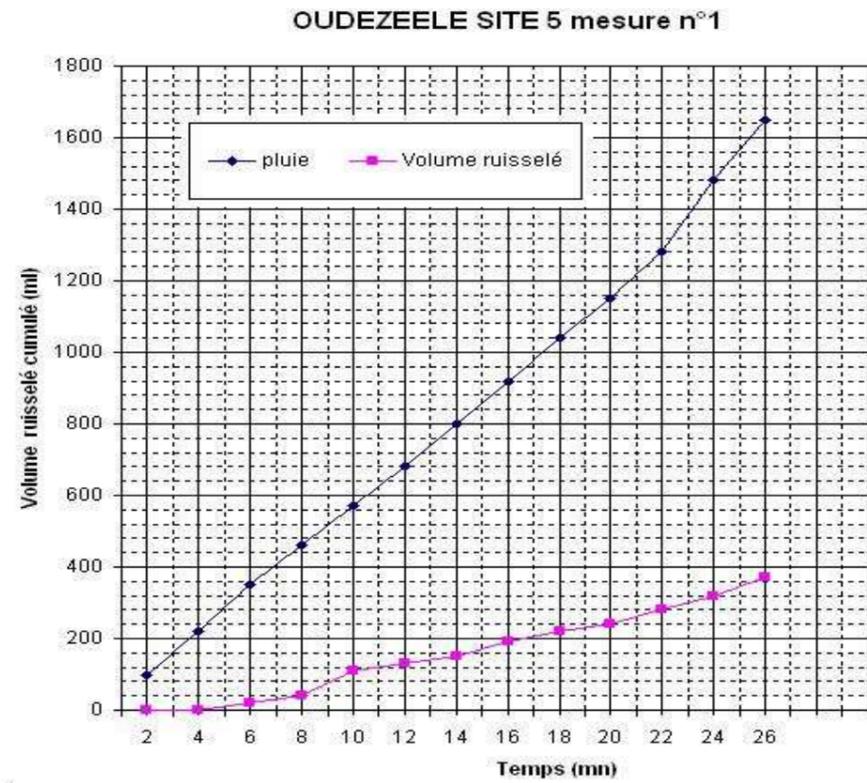
Site 2 : Courbes de ruissellement



Site 3 : Courbes de ruissellement



Site 4 : Courbes de ruissellement



Site 5 : Courbes de ruissellement

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE
Analyse des résultats obtenus :

Selon la Théorie de Horton , « Le ruissellement naît lorsque l'intensité des pluies est supérieure à la capacité d'infiltration du sol. Si on compare l'infiltration à l'intensité de la pluie, on constate que l'intensité d'infiltration décroît au cours du temps, d'une part parce que le potentiel capillaire diminue à mesure que le front d'infiltration pénètre à l'intérieur du sol et d'autre part, par dégradation de l'état de la structure à la surface du sol. »

L'analyse des graphes établis à partir des mesures in-situ, permet de distinguer un régime transitoire d'infiltration-ruissellement et un régime permanent de ruissellement inférieur ou égal à celui de la pluie. Il en résulte la possibilité de déterminer l'influence des différents facteurs qui provoquent le ruissellement.

Site n°1 : Mesure effectuée sur labour (sol limono- argileux reposant à faible profondeur des dépôts à dominante argileuse)

Site 1	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4
Volume total d'eau (ml) (pluie)	2650	1600	2550	2490
Durée mesure (mn)	34	36	26	32
Retard initial au ruissellement (mn)	6	14	2	6
Restitution en régime permanent	87%	54%	75%	97%

Les graphes correspondant au site n°1, mettent en évidence un retard initial du ruissellement de 6 mn à 14 mn ; il est suivi d'une infiltration transitoire qui se prolonge généralement jusqu'à 15 à 20 mn (pente faible sur la première partie des graphes). Ceci s'explique par la capacité d'emmagasinement de l'horizon superficiel liée essentiellement au travail du sol qui ménage une assez bonne macroporosité.

La mesure 3 du site n°1 est un cas particulier ; il correspond sans doute à une zone de tassement subaffleurante (non visible en surface); le retard au ruissellement est quasi-inexistant.

Au-delà de 20 mn, les capacités d'emmagasinement de l'horizon superficiel sont dépassées, les restitutions deviennent importantes dès lors que l'horizon travaillé est engorgé ; le régime permanent est atteint, ceci reflète les capacités d'infiltration de l'horizon sous jacent.

Site n°2: Mesure effectuée sur labour (sol limoneux battant)

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Site 2	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4
Volume total d'eau (ml) (pluie)	2370	3200	2550	2490
Durée mesure (mn)	22	32	26	32
Retard initial au ruissellement (mn)	2	2	2	6
Restitution en régime permanent	80%	69%	70%	94%

Le retard initial du ruissellement est très faible à quasi-inexistant; la pente de la courbe de restitution présente une pente rapidement similaire à celle de la pluie. L'explication de ce phénomène tient au glaçage superficiel lié à un défaut de stabilité structurale des limons battants. La restitution de l'eau précipitée est quasi-intégrale, sans décalage dans le temps.

Site n°3 : Mesure effectuée sur sol affiné en vue de semis de betteraves (sol limono-sableux présentant une intercalation limono-argilo-sableuse)

Site 3	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4
Volume total d'eau (ml) (pluie)	2310	2180	2140	2230
Durée mesure (mn)	32	18	20	28
Retard initial au ruissellement (mn)	14	2	4	6
Restitution en régime permanent	36%	57%	46%	75%

Sur site n°3, le retard initial du ruissellement est généralement faible, inférieur à 10 mn, mais le régime permanent est atteint au-delà de 15 à 20 mn. La pente de la courbe de restitution reste assez faible ce qui traduit une assez bonne infiltration.

La mesure 4 du site n°3 est un cas particulier ; les résultats obtenus (restitution très importante) traduisent l'existence probable d'une zone tassée subaffleurante.

Site n°4 : Mesure effectuée sur prairie permanente (sol argilo-limoneux remanié en surface)

Site 4	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4
Volume total d'eau (ml) (pluie)	2300	2300	2120	2200
Durée mesure (mn)	26	26	22	28
Retard initial au ruissellement (mn)	12	14	2	6
Restitution en régime permanent	39%	19%	51%	70%

Les graphes correspondant au site n°4, permettent de distinguer deux cas :

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

a). Mesures 1 et 2

Après un retard initial du ruissellement compris entre 12 et 14 mn, la courbe de restitution présente une pente très faible ; ceci traduit une bonne infiltration.

b). Mesures 3 et 4

Le faible retard initial du ruissellement, compris entre 2 et 6 mn, est suivi d'une restitution beaucoup plus importante (pente moyenne). Ceci traduit un défaut d'infiltration lié au secteur localement tassé du fait de l'anthropisation (remblai sur 20 à 40 cm d'épaisseur).

Site n°5 : Mesure effectuée sur sol affiné en vue de semis de betteraves (sol limono-argileux faiblement sableux reposant à faible profondeur sur un sable argileux à limon argilo-sableux)

Site 5	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4
Volume total d'eau (ml) (pluie)	1650	2080	2190	1990
Durée mesure (mn)	26	24	22	22
Retard initial au ruissellement (mn)	4	0	4	4
Restitution en régime permanent	27%	85%	28%	50%

Les graphes correspondant au site n°5 mettent en évidence un retard initial du ruissellement très faible à nul (déclenchement du ruissellement dès le début de la mesure). Ceci traduit un colmatage partiel de l'horizon de surface lié à la texture et/ou au travail du sol. Pour les mesures 1, 3 et 4 du site n°5, le régime transitoire se prolonge au-delà de 15 à 20 mn ; ceci correspond aux capacités d'infiltration du limon-argileux faiblement sableux observé en surface. Au-delà, le régime permanent traduit la perméabilité de l'horizon sous-jacent. La restitution permanente reste modérée compte tenu de la bonne perméabilité de l'horizon profond.

La mesure 2 du site n°5, ne suit pas les caractéristiques décrites précédemment. Le ruissellement quasi-instantané et le coefficient de restitution élevé dès le début de la mesure traduit, en plus du colmatage superficiel cité précédemment, l'existence d'une zone de tassement sous-jacente (semelle de labour)

L'attention du Maître d'ouvrage est attirée sur le fait que, pour chacun des 5 sites de mesures, les résultats fournis dans le cadre de cette étude n'intègrent pas les aspects suivants :

- o les variations d'intensité et de hauteur de pluies ;
- o l'état du sol (plus ou moins saturé) en début de mesure ;
- o la diversité, les variations spatiales, et les surfaces occupées par les différentes cultures sur le bassin versant ;
- o pour une pluie et un contexte pédologique donnés, les variations éventuelles en fonction de la pente ;

- la notion de périodes critiques

Les résultats obtenus ne sont donc représentatifs que du site étudié au temps "T" (date de réalisation de la mesure).

La définition des pertes initiales et constantes, permettant de caler le modèle mathématique, à partir des seules mesures réalisées dans le cadre de cette étude (prévues initialement uniquement pour corroborer les résultats des études antérieures), sans intégrer les données existantes acquises lors d'études antérieures, reste tout à fait aléatoire.

Au final, l'analyse pédologique du bassin versant permet de mettre en évidence les zones plus ou moins sensibles au phénomène de battance. La carte présentée en annexe 10 synthétise ces informations.

6 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

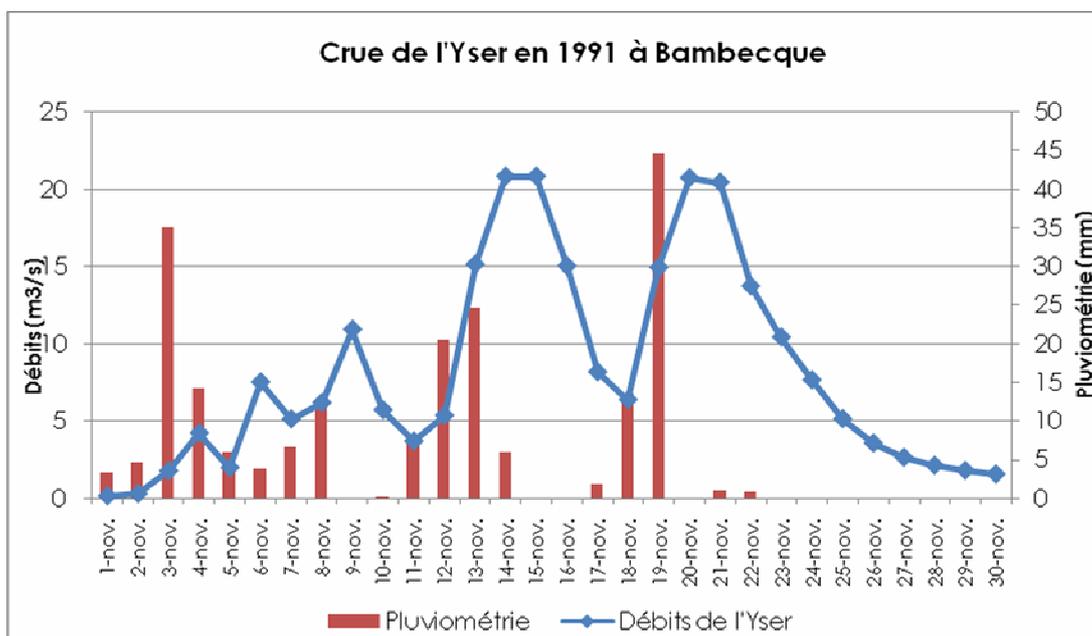
6.1 PRINCIPALES CRUES HISTORIQUES

Les données pluviométriques présentées dans cette partie sont prises par défaut à la station Météo France de Steenvoorde.

6.1.1 CRUES HIVERNALES

19-20 novembre 1991 : « Il est tombé en l'espace de quelques heures quelques 50mm d'eau. C'est la plus grosse valeur atteinte en novembre depuis 1947 ». L'Yser, l'Ey Becque, la Sale Becque et la Peene Becque sont sortis de leur lit. « De nombreux dégâts matériels et des pertes en animaux ont été constatés. Plusieurs exploitations agricoles et des poulaillers industriels ont été ravagés. » (Voix du Nord 21/11/1991).

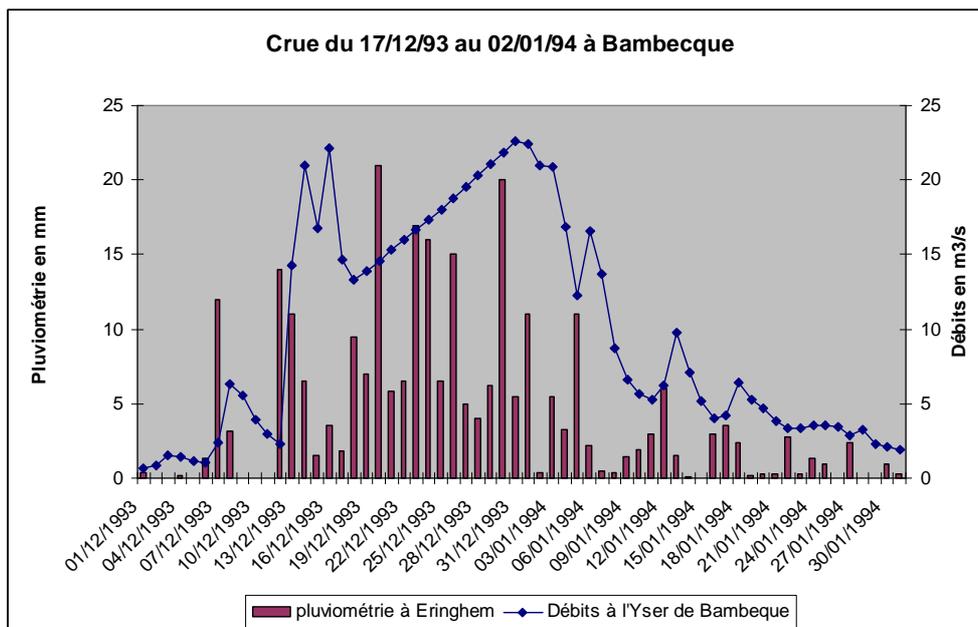
Le mois de novembre 1991 a été marqué par une pluviométrie importante (206mm à Steenvoorde) avec un maximum de précipitation de 58,2mm atteint sur 48h le 18 et 19 novembre. Le 12 et 13 novembre d'importantes précipitations s'étaient également abattues sur le secteur mais sans causer de dégâts. En effet, ce premier épisode pluvieux intervenait après trois années de sécheresse ayant donné au sol et au sous-sol des capacités d'absorption exceptionnelles.



RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

On constate par ailleurs que les deux épisodes pluvieux ont généré des débits quasiment équivalents. Si la première pluie a pu s'infiltrer dans le sol, le second épisode du 18 et 19 novembre est survenu alors que les sols étaient déjà saturés en eau. En conséquence, cette pluie a généré une crue 24h plus tard entraînant une inondation avec des dégâts importants.

19 décembre 1993 au 2 janvier 1994 : La crue de décembre 1993 exceptionnellement longue et sans baisses substantielles du niveau d'eau ne peut s'expliquer autrement que par le fait que des pluies relativement fortes n'ont cessé de tomber de la mi-décembre jusqu'au nouvel an.

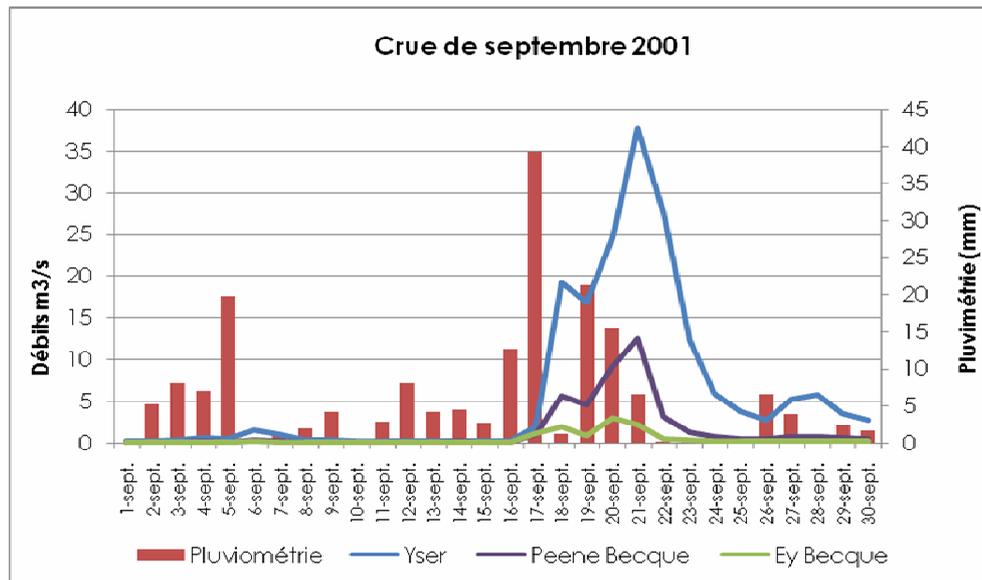


21 septembre 2001 : « Les violents orages et les trombes d'eau qui se sont abattus jeudi 20 septembre 2001 sur le secteur de Zegerscappel, Esquelbecq et Wormhout ont causé de nombreux dégâts. » (Voix du Nord 22/09/2001)

« Situé à l'aval du Mont Cassel, le village d'Arnèke s'est littéralement retrouvé sous les eaux dans la nuit du 20 au 21 septembre [...] Déjà bien encombré par les pluies incessantes du début de la semaine, fossés et rivières n'ont pu évacuer toutes les eaux tombées. La Peene Becque est sortie de son lit : l'eau a envahi les rues pour atteindre jusqu'à 50cm de hauteur dans certaines habitations. » (L'indicateur du 28/09/2001)

Cette crue a été engendrée par la pluviométrie importante des 17, 19 et 20 septembre. Le premier pic de la crue résulte de la pluie du 17 septembre, puis les pluies des 19 et 20 septembre ont considérablement augmenté le débit des cours d'eau. Les affluents (Peene Becque et Ey Becque) se comportent de la même façon que l'Yser.

La crue de septembre 2001 est la crue la plus importante enregistrée sur l'Yser et ses affluents en terme de débit. En effet, les valeurs maximales atteintes à Bambecque ont dépassé celles connues jusqu'alors (depuis 1971). Le pic de crue s'est produit le 21 septembre avec un débit maximal instantané de 43,2m³/s mesuré à Bambecque. Cette crue a une période de retour d'environ 20 ans.

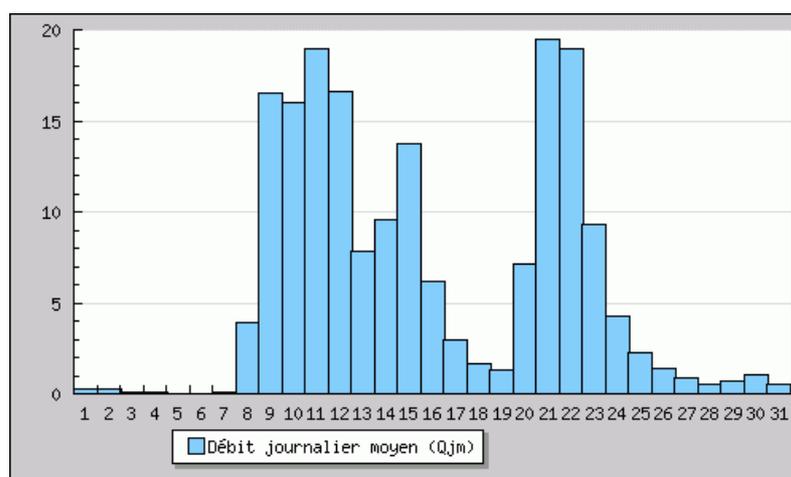


Mars 2002 : « Une partie de la Flandre intérieure a subi les caprices de l'Yser » « Pour la deuxième fois en 6 mois l'Yser est sortie de son lit [...] La Peene Becque s'est mué en une nuit en un torrent. L'affluent a atteint une côte de près de 2m à partir de son lit » (Voix du Nord)

6.1.2 CRUES ESTIVALES

Les crues estivales sont causées par des orages localisés avec un volume de précipitation important. Ce sont des crues soudaines qui touchent en général un nombre moindre de communes.

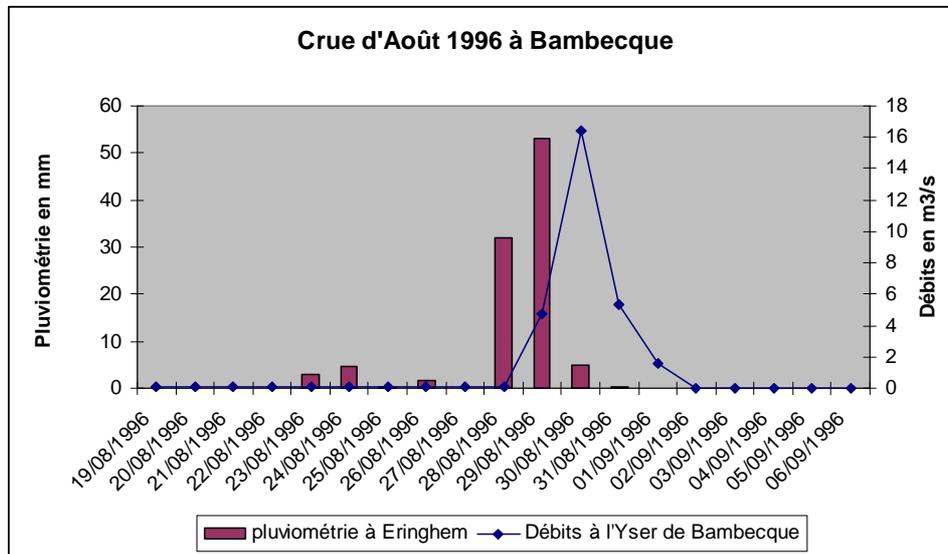
Juillet 1980 : suite à des averses orageuses, deux crues exceptionnelles ont atteint des débits comparables, voire plus élevés que ceux des plus fortes crues automnales. La commune d'Herzelee a été touchée.



Crue du 29 août 1996 : en pleine période estivale, alors que les niveaux d'eau sont au plus bas, une pluie d'orage a provoqué une crue importante. La commune de Bambecque a été touchée.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

Les pluies orageuses importantes du 28 et 29 août, respectivement de 32mm et 53mm, ont provoqué une augmentation soudaine des débits dans la soirée et la nuit du 29 août.



Juillet 2007 : « La route du Mont des Cats, située juste derrière une rivière à Godewaersvelde, est sous les eaux [...]. Un torrent de boue s'est littéralement déversé dans la rue, inondant une quinzaine de maisons. L'eau a atteint 1,50m et 2m de hauteur. » (Voix du Nord 24/07/07)

Le mois de juillet 2007 a été marqué par une pluviométrie exceptionnelle dans de nombreux secteurs. La Flandre n'a pas été épargnée avec un total record de 178,4 mm de pluie pour le mois de juillet à Steenvoorde.

Ce fort cumul de précipitations s'explique par un mois de juillet particulièrement maussade au cours duquel orages et perturbations pluvio-orageuses se sont succédés. (DIREN Nord-Pas-de-Calais)

Le rapport à la normale du mois de juillet 2007 est donc remarquable puisque l'on atteint un excédent de plus de 200%.

Le 23 juillet, il est tombé en quelques heures à Steenvoorde 56,9 mm. Les pluies déjà intenses du milieu du mois de juillet (19,9 mm le 16 juillet et 33,8 mm cumulés le 19-20 juillet) ont gorgé les sols d'eau et provoqué une augmentation des débits et parfois des débordements.

La pluie du 23 juillet, tombée sur des sols déjà saturés en eau, a engendré des phénomènes de ruissellement importants dans les secteurs au relief marqué. Cette pluie a également causé des débordements de cours d'eau sur l'ensemble du bassin versant.

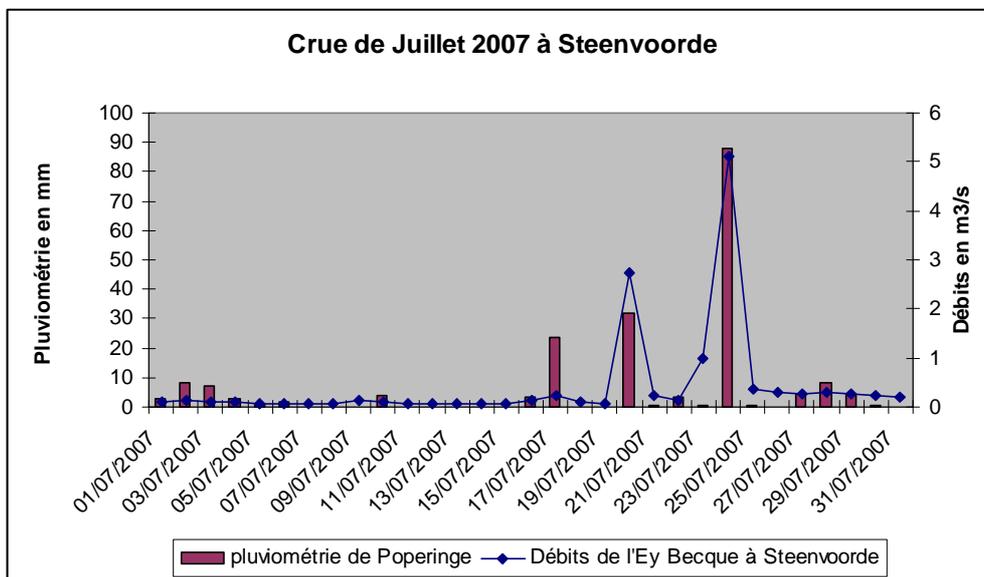
Les phénomènes les plus impressionnants ont eu lieu sur la commune de Godewaersvelde. 1,70 m d'eau boueuse a envahi les rues de la commune située au pied du Mont des Cats. Le dernier incident de ce type date de 1968 mais son importance était moindre.

On déplore également de nombreux dommages aux cultures sur l'ensemble du bassin versant.

Du point de vue des débits, l'Yser a atteint un débit instantané de 32,1 m³/s et une hauteur d'eau de 3,67 m au maximum de la crue le 24 juillet. Pour mémoire, le débit moyen annuel de l'Yser à Bambecque est de 1,72 m³/s et le débit moyen mensuel de juillet est de 0,581m³/s (calculés sur la période 1971-2007).

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

La station hydrométrique de Steenvoorde, en place depuis 1999, a enregistré une hauteur d'eau et un débit record en ce 24 juillet. Le débit maximal instantané relevé à cette station est de 8,7 m³/s pour une hauteur d'eau de 3,16 m.



Cette forte pluviométrie s'est traduite par une forte augmentation des débits des cours d'eau du bassin versant de l'Yser.

6.1.3 DEBITS DE CRUE AUX STATIONS HYDROMETRIQUES

Les données suivantes sont extraites de la Banque Hydro. Elles ont été calculées avec la loi de Gumbel à partir des données hydrologiques de la période « 1971-2008 », le 14 avril 2009. L'intervalle de confiance est de 95%.

Temps de retour	Débits journaliers en m ³ /s
2 ans	21.00 [19.00 ; 23.00]
5 ans	30.00 [27.00 ; 35.00]
10 ans	37.00 [33.00 ; 44.00]
20 ans	43.00 [38.00 ; 52.00]
50 ans	51.00 [45.00 ; 62.00]

Les données hydrologiques de la période « 1999-2009 » obtenues pour les stations hydrométriques de Bollezeele, d'Ochtezeele et de Steenvoorde ne permettent pas de procéder à des études statistiques sur ces séries de débits. En effet, la loi de Gumbel serait peu fiable avec un échantillon de 11 ans.

Tableaux récapitulatifs des plus hauts débits mesurés sur trois stations entre 1999 et 2009:

Numéro de la Station	Nom de la station	Années	Q _{max} en m ³ /s
E4905711	L'Yser à Bollezeele	2001	6.4
E4907005	La Peene Becque à Ochteezele	2001	12.5
E4909405	L'Ey Becque à Steenvoorde	2007	5.12

6.2 CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DU BASSIN VERSANT DE L'YSER

L'Yser prend sa source au lieu-dit « Point du Jour » entre les communes de Broxeele et Buysseure à une altitude de 30 mètres. Elle franchit la frontière à 1,7 kilomètres en amont de Roesbrugge-Haringe (Belgique), à une altitude de 3 mètres sur la commune de Bambecque. Dans l'ensemble, le relief des versants de l'Yser est très peu marqué.



Secteur amont de l'Yser à Broxeele



L'Yser à la frontière franco-belge

En aval de la frontière franco-belge, l'Yser est rapidement canalisée et coule vers l'est, puis vers le nord dans une région de polders, en traversant notamment la ville de Diksmuide. L'Yser se jette dans la mer du Nord, après environ 40 kilomètres en Belgique, au niveau de Nieuwpoort par l'intermédiaire d'un système d'écluses.



L'Yser à son embouchure à Nieuwpoort

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

La pente moyenne de l'Yser en France est de 0,9‰, ce qui est relativement faible. On remarque une opposition entre la partie amont, où la pente est proche de 1,5‰, et la zone frontalière qui s'aplanit considérablement, avec une pente réduite à 0,1‰.



L'Yser à Bambecque

Cette rupture de pente correspond à l'apparition d'une vaste plaine humide qui va en s'élargissant vers la Belgique (les zones inondables par l'Yser y sont environ dix fois plus étendues qu'en France).

Une autre caractéristique du bassin versant de l'Yser est sa dissymétrie. Ses principaux affluents sont en rive droite. La plupart de ces affluents prennent naissance dans les Monts de Flandres (point culminant : Mont Cassel à 176m), notamment les quatre affluents les plus importants (la Peene Becque, la Sale Becque, le Ruisseau d'Houtekerque et l'Ey Becque). Il faut également noter l'importance des apports de ses affluents dont la pente moyenne est généralement plus élevée (2 à 6‰). Ainsi, les apports de la Peene Becque sont en moyenne plus importants que les apports de l'Yser au niveau de la confluence entre ces deux cours d'eau.



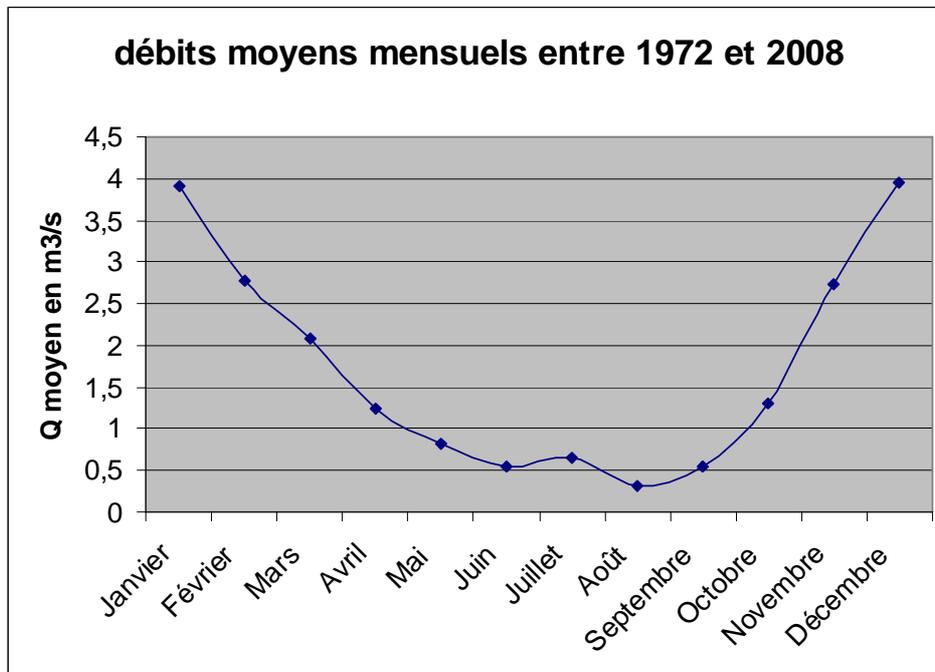
Confluence Yser (1^{er} plan) et Peene Becque

Ces apports primordiaux des affluents, ainsi que l'opposition entre les pentes en amont et en aval de l'Yser, expliquent que les zones inondables les plus importantes en superficie se situent dans le tiers

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

aval de l'Yser (notamment en aval de la confluence avec la Peene Becque). Toutefois, de nombreuses zones inondables du secteur d'étude sont situées dans les secteurs amont de l'Yser et le long des principaux affluents (Peene Becque, Sale Becque, Ey Becque).

Au niveau hydrologique, l'Yser se caractérise par une très forte différence entre les débits moyens tout au long de l'année. Ceci est dû à la quasi inexistence des apports souterrains sur ce bassin versant :



On note une relation entre ces débits moyens mensuels et les données fournies en pages 9 et 10 sur le climat. Les périodes où les débits les plus importants sont observés correspondent aux périodes pluvieuses, avec un léger décalage dans le temps probablement lié à la saturation progressive des sols.

Depuis plus de trente ans, l'ensemble des affluents de l'Yser, ainsi que les affluents secondaires, ont fait l'objet de recalibrages, de curages et de faucardages réguliers. Ainsi, le fonctionnement hydraulique a été profondément transformé. L'Yser et ses affluents n'ont plus rien d'un cours d'eau naturel. Des crues plus violentes que dans la première moitié du siècle sont ainsi constatées. En effet, ce type d'aménagement accélère fortement la réaction des cours d'eau.

Concernant les ouvrages hydrauliques, seuls des ouvrages de franchissement sont rencontrés sur le bassin versant de l'Yser.

La carte du fonctionnement hydraulique est fournie en annexe 11.

6.3 SEQ PHYSIQUE DE L'YSER

Le SEQ physique de l'Yser est en cours de finalisation lors de la rédaction du présent rapport. Néanmoins, et en accord avec l'Agence de l'Eau Artois Picardie, les éléments suivants peuvent d'ores et déjà être présentés :

L'Yser a été divisée en huit tronçons homogènes. Les notes fournies pour chaque tronçon sont sur 100.

Altération du lit majeur								
Lit majeur	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8
Indices	24	28	28	32	32	32	36	24

Concernant les altérations du lit majeur, le tableau ci-dessus indique que les tronçons sont significativement perturbés. On peut retenir que le lit majeur est essentiellement occupé par des cultures. On remarque localement l'absence de bandes enherbées.

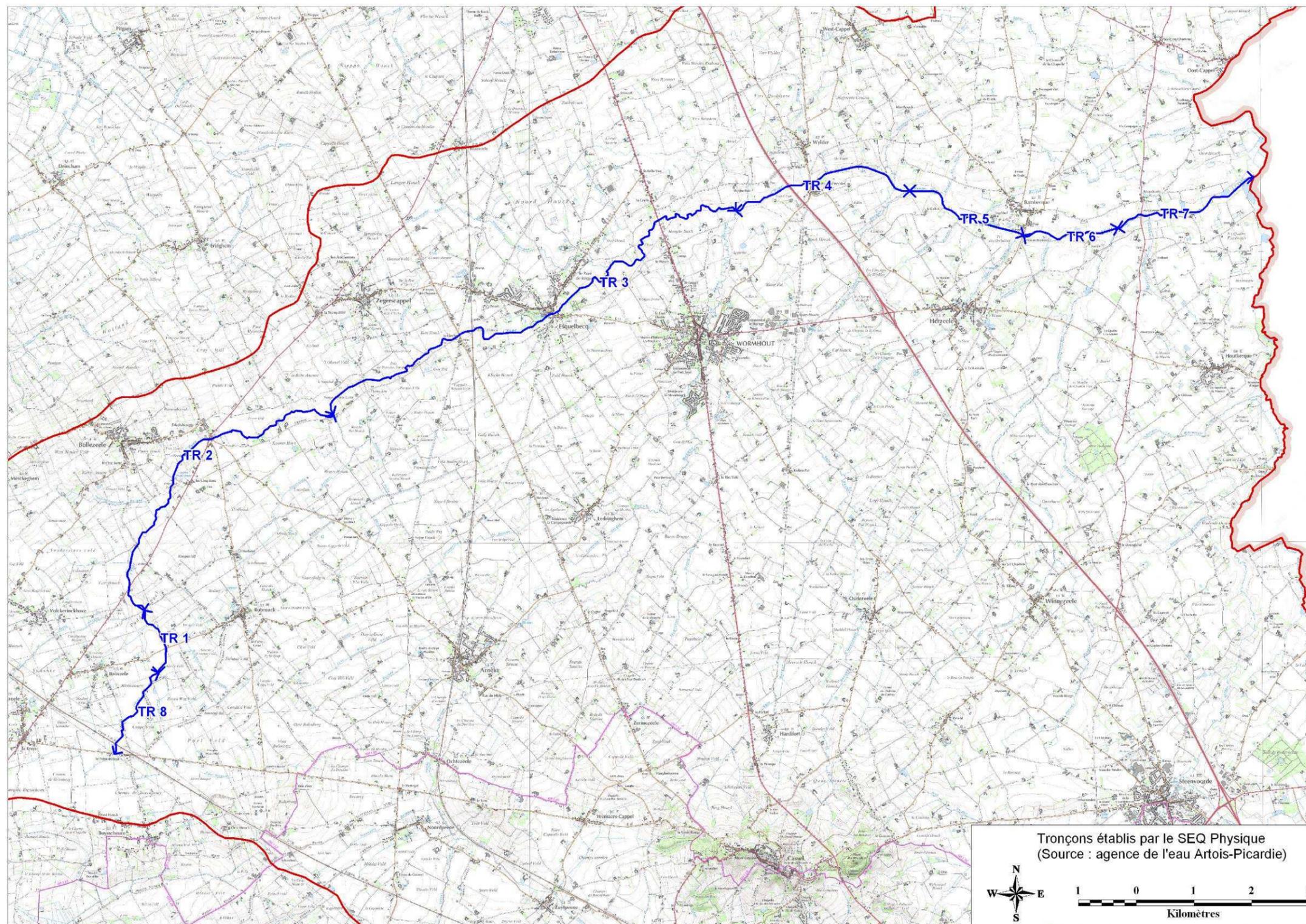
Altération des berges								
berges	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8
Indices	14	14	25	27	27	24	24	14

Altération de la ripisylve								
ripisylve	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8
Indices	0	0	36	43	43	34	34	0

A propos des altérations des berges et de la ripisylve, les deux tableaux ci-dessus indiquent que tous les tronçons sont perturbés, dont certains très sévèrement. Les nombreux recalibrages ont conduit à des pentes des berges non naturelles. Par ailleurs, on note l'absence quasi généralisée d'abris sous berge. On remarque aussi un enfoncement du lit. Enfin, la végétation ligneuse est absente, ou sa présence est insuffisante.

Altération du lit mineur								
Lit mineur	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8
Indices	43	54	45	51	37	43	51	43

Enfin, le tableau ci-dessus montre que le lit mineur de l'Yser est perturbé. On remarque la pauvreté des faciès d'écoulement avec une absence de hauts fonds, des mouilles et des cavités sous berges. La pauvreté des faciès d'écoulement se traduit également par l'absence d'alternance des faciès rapides, des mouilles et des plats. L'Yser a aussi fait l'objet de rectification de son lit mineur. On note aussi l'absence de diversités d'écoulements en lien avec la ripisylve.



6.4 PRELOCALISATION DES DESORDRES

Parmi les zones victimes de désordres importants, où des enjeux tels que des habitations sont touchés, on peut notamment retenir les communes de Wormhout (Peene Becque), Steenvoorde (Ey Becque) et Godewaersvelde (Vleter Becque) :

- D'une façon générale, les importants changements de l'occupation du sol (changement des pratiques culturelles, déboisement) expliquent la vulnérabilité des secteurs inondés.
- Concernant la commune de Godewaersvelde, les fortes pentes du bassin versant de la Vleter Becque entraînent un fort ruissellement, et donc des crues qui peuvent être importantes. De plus, l'urbanisation de la commune de Godewaersvelde s'est faite dans une zone vulnérable, à proximité directe de la Vleter Becque, voire au-dessus du cours d'eau.
- Concernant la commune de Steenvoorde, elle est implantée au niveau de la confluence entre trois cours d'eau (Ey Becque, Moe Becque et Rommel Becque). De plus, on observe une rupture de pente au niveau de Steenvoorde, avec des pentes plus fortes en amont (notamment pour l'Ey Becque et la Moe Becque) et un aplanissement au niveau de la commune de Steenvoorde. Enfin, tout comme à Godewaersvelde, l'urbanisation s'est faite à proximité directe des cours d'eau (notamment pour l'Ey Becque et la Moe Becque), voire au-dessus des cours d'eau.
- Concernant la commune de Wormhout, on remarque également une urbanisation localisée près du lit mineur de la Peene Becque. On peut également noter la présence d'une succession d'ouvrages de franchissement dans le centre ville, avec certains ponts qui sont en charge lors des crues importantes (cas du pont de l'Eglise en 2001), ce qui engendrent un exhaussement de la ligne d'eau en amont et donc une augmentation de la superficie inondée (dans laquelle sont situées des habitations). Par ailleurs, la commune de Wormhout est implantée légèrement en amont de la confluence entre l'Yser et la Peene Becque, au niveau de laquelle les superficies inondées sont importantes.

C'est dans ces trois communes que les désordres les plus importants ont été recensés, néanmoins de nombreux autres problèmes existent sur le bassin versant, autour de l'Yser mais également au niveau de ses affluents.

Certains secteurs sont également victime de problèmes de ruissellement importants. La partie 4 du présent rapport permet de cibler les secteurs les plus sensibles au risque ruissellement. Parmi les communes les plus concernées par ce problème, au sein desquelles des habitations sont notamment victimes du problème, on peut retenir les communes de Wemaers Cappel ou de Godewaersvelde qui sont situées dans des zones plus sensibles aux phénomènes de ruissellement.

L'ensemble des désordres recensés en phase 1 est cartographié sur la carte des désordres, fournis en annexe 12.

6.5 INFLUENCE BELGE SUR L'YSER EN FRANCE

Au cours de la phase 1 de l'étude, de nombreux contacts ont eu lieu avec les partenaires flamands de l'étude. Cela a notamment donné lieu à une réunion le 26 février 2009. Le compte rendu de cette réunion figure en annexe 4.

Au cours de cette réunion, et à propos des écluses de Nieuwpoort, les partenaires flamands ont affirmé que l'influence en amont est ressentie jusqu'à Fintele (Belgique) en temps de crue, pas en amont de cette ville. En revanche, la cote de la ligne d'eau est quasiment similaire sur l'ensemble du linéaire belge de l'Yser en été, durant l'étiage. Par conséquent, les écluses de Nieuwpoort n'ont pas d'influence sur les écoulements en France en temps de crue.

Au cours de cette même réunion, aucune étude n'a été réalisée à ce jour sur des aménagements permettant la prise en compte de l'élévation du niveau de la mer (en lien avec le changement climatique).

7 LOCALISATION DES SECTEURS A ENJEUX PARTICULIERS

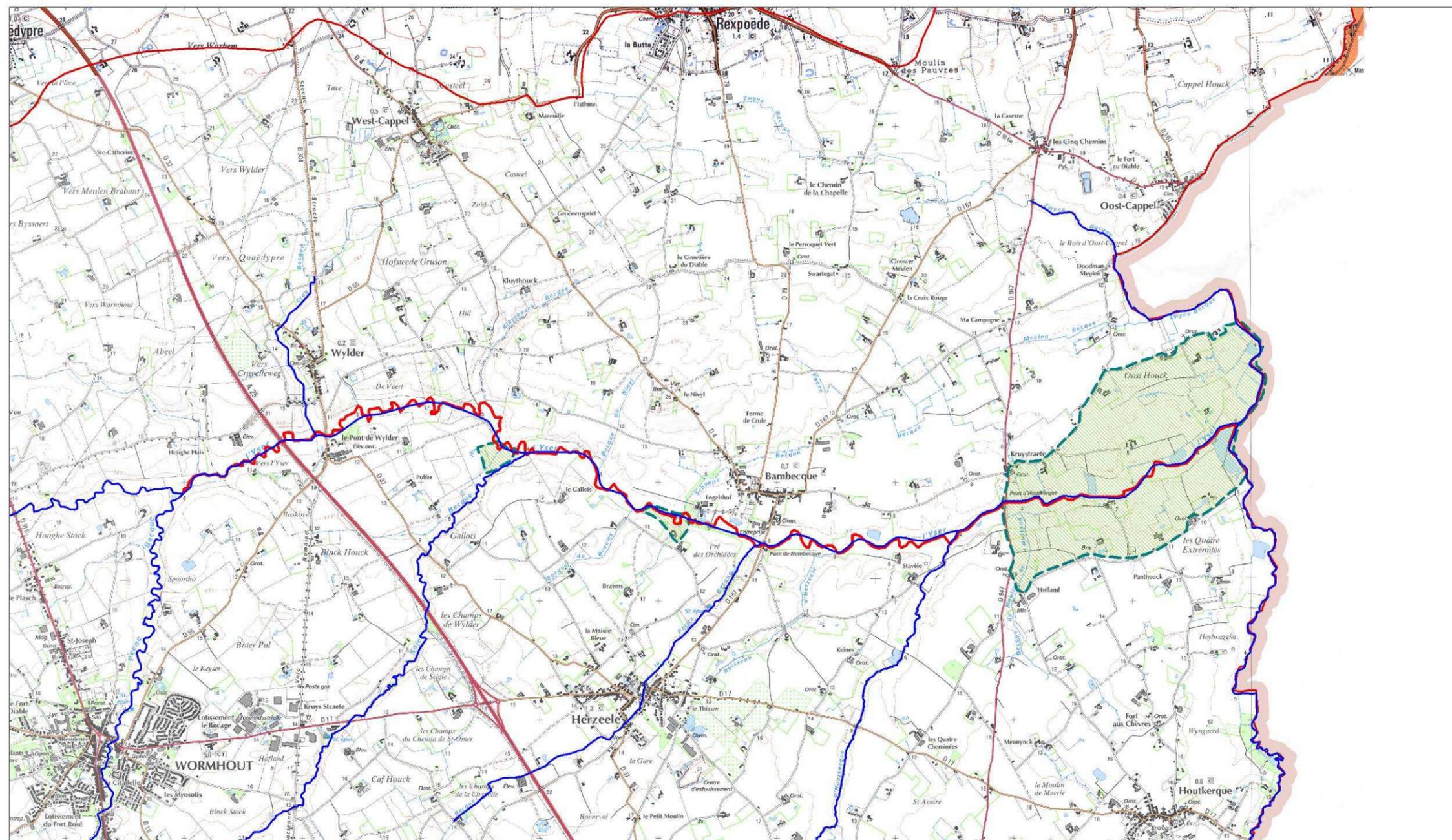
7.1 REMEANDRAGE

L'analyse de la bibliographie existante, ainsi que la comparaison des cartes IGN d'archives avec les cartes actuelles, ont permis de mettre en évidence un tronçon de l'Yser qui a été fortement rectifié. Il s'agit du tronçon compris entre la confluence Yser/Peene Becque et la frontière franco-belge.

Cette rectification a été effectuée dans les années 60. De nombreux méandres ont ainsi été supprimés. Le linéaire de cours d'eau sur le tronçon considéré, avant rectification, était de 13,53 km. Aujourd'hui, le linéaire de cours d'eau sur ce même tronçon est de 10,21 km. Cela correspond à la perte d'un linéaire de cours d'eau de 3,32 km, due à la rectification.

Hydrauliquement, la rectification a engendré une diminution des superficies inondables. En effet, la rectification conduit à une augmentation de la pente, des vitesses d'écoulement et donc à une diminution de la hauteur d'eau. La rectification est également préjudiciable pour les zones situées à l'aval de l'aménagement, c'est-à-dire en Belgique. Enfin, on peut noter que cet aménagement augmente la force tractrice du cours d'eau, qui cherche alors à dissiper ce regain d'énergie afin de rétablir son équilibre. On provoque ainsi plus d'érosion sur le fond du lit et sur les bords, ce qui peut porter atteinte aux berges ainsi qu'aux ouvrages tels que les radiers des ponts.

Un reméandrage sur le tronçon rectifié de l'Yser pourrait donc augmenter le temps de transfert et préserver les secteurs situés à l'aval, et également amener de nouveau à l'inondation de secteur qui étaient inondables par le passé.



**ETUDE HYDRAULIQUE DU
 BASSIN VERSANT DE L'YSER**

**PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION
 DE LA SITUATION ACTUELLE**

TRACÉ DE L'ANCIEN LIT MINEUR, ET ZNIEFF

Echelle 1 / 30 000

1 cm = 300 m

Etude : 465 0538

Mai 2009



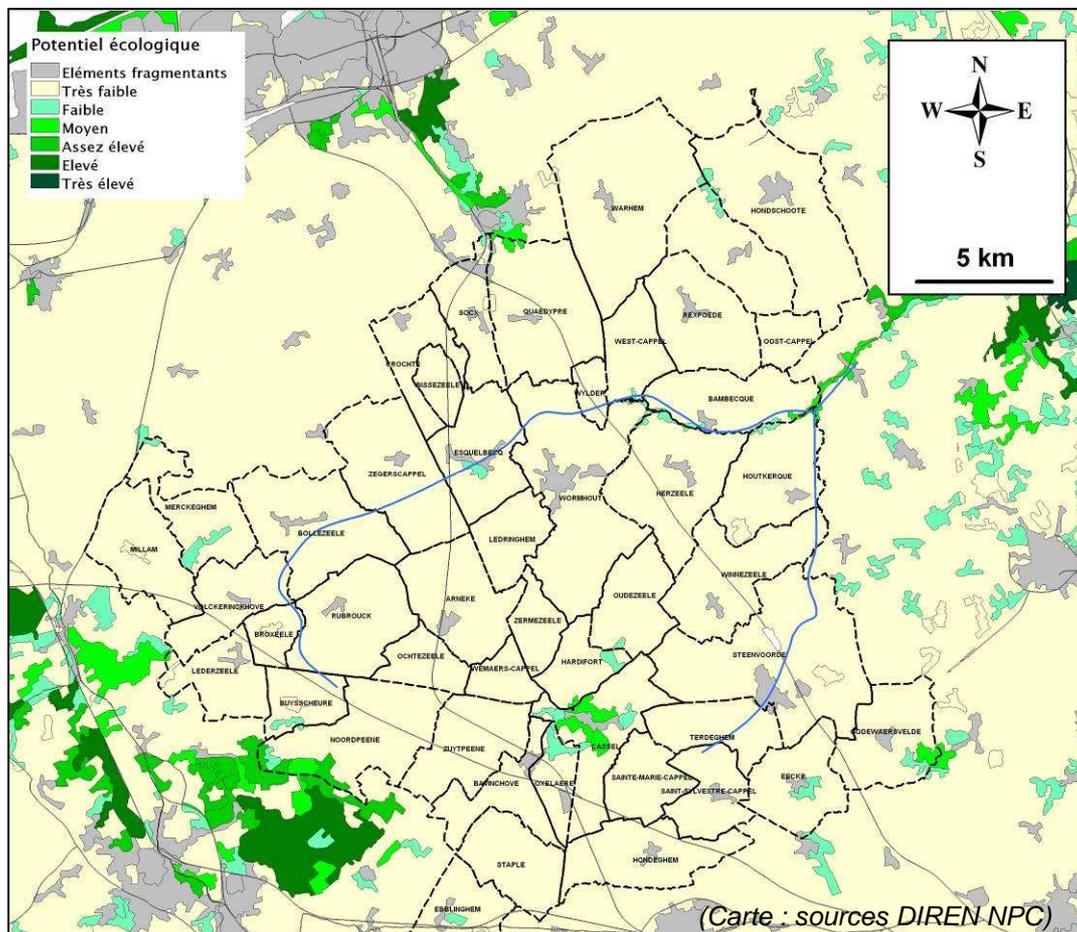
Visa : CDU

Tech. : BTX



Tracé du lit mineur d'après les cartes
 carte IGN STEENVOORDE 1-2 1937
 carte IGN CASSEL 1929

Concernant la pertinence d'un reméandrage sur le secteur pressenti selon un point de vue écologique, on peut retenir les éléments suivants :



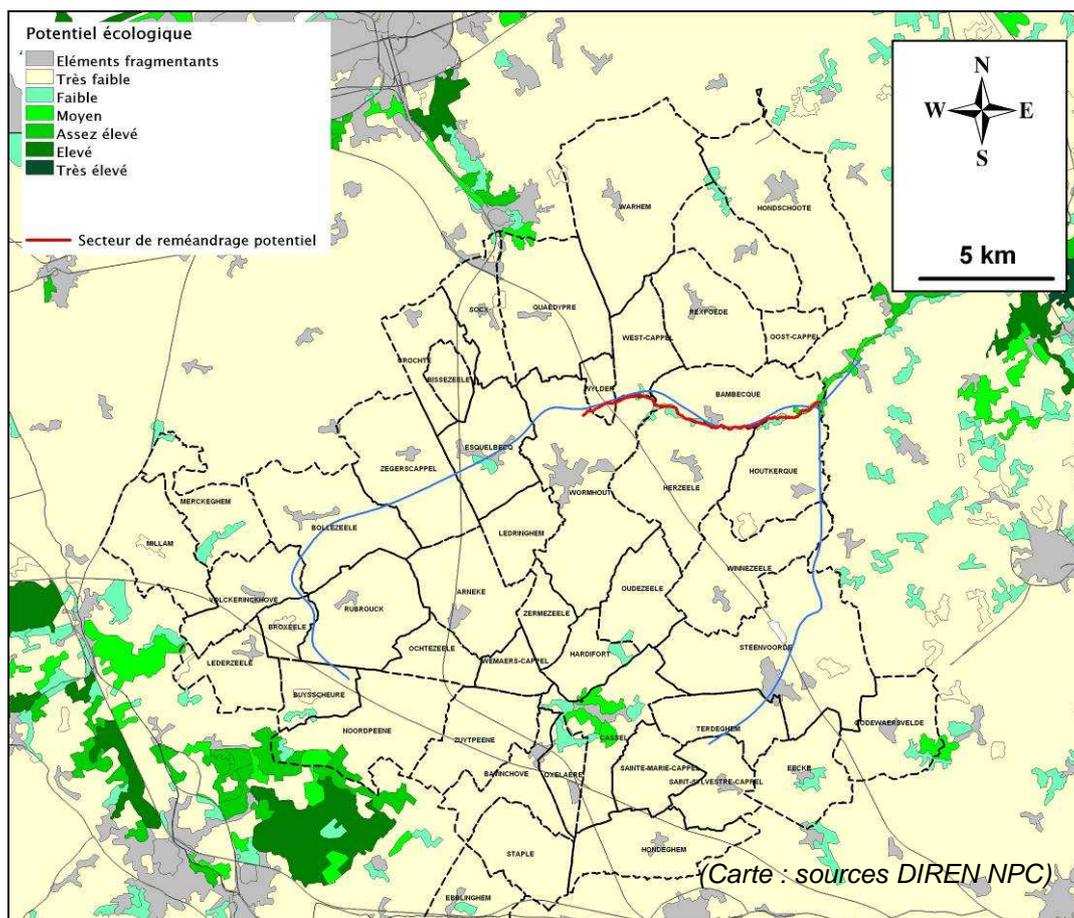
→ **Le bassin de l'Yser s'écoule majoritairement en secteur cultivé intensément et artificialisé.** Le « pincement » du cours d'eau entre les champs cultivés et par conséquent la dégradation du système alluvial limitent fortement les potentialités écologiques au niveau du cours d'eau et de ses milieux riverains.

Toutefois, certains secteurs sont encore bien préservés, notamment au niveau du linéaire pressenti pour les travaux de reméandrage (communes de Bambecque, Houtkerque, Herzeele, Wormhout...).

Ainsi, trois surfaces sont inscrites en ZNIEFF de type 1 :

- Vallée de l'Yser entre la frontière et le pont d'Houtkerque (n°161)
- Les prairies humides de Wormhout (n°167)
- Les prairies humides de Bambecque (n°156)

Globalement ces zones sont reconnues pour leurs intérêts faunistiques et floristiques liés à la présence de prairies inondables, de vasières, de mares et de petites ripisylves souvent arbustives (saulaies linéaires).



→ A titre d'exemple, on citera le cas des **prairies humides de Bambecque** qui expriment une flore typique du système alluvial de la partie française de la vallée de l'Yser, tel qu'il existait jadis. Des banquettes alluviales permettent l'expression d'un gradient de végétations remarquables.

Ces complexes humides cours d'eau-prairies-vasières-boisements arbustifs sont également tout à fait favorables à l'accueil de la faune.

→ Les **principales recommandations** (DIREN) relatives à ces ZNIEFF se résument à :

- Ne pas recréer le lit et maintenir le méandre du cours d'eau en l'état dans les zones remarquables,
- Reconstituer le système alluvial : berges en pente douce avec terrasses successives, reboisement de niveaux supérieurs afin de limiter les impacts de la culture intensive,
- Préserver les berges de qualité (en pente douce, terrasses alluviales...),
- Maintenir la gestion traditionnelle en fauche tardive sur les rives au sein des ZNIEFF,
- Restauration de secteurs de ripisylve, de haies,
- Conservation des mares, des saules têtards...
- Restauration des secteurs dégradés.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

→ Ainsi, le secteur pressenti pour le reméandrage concentre des zones humides d'intérêt écologique remarquable. Ces zones sont entrecoupées de secteurs dégradés beaucoup moins favorables à la faune et à la flore.

Dans un premier temps, il est important de préserver en l'état les milieux remarquables relictuels témoins d'habitats en forte régression et donc de ne pas les perturber par un reméandrage.

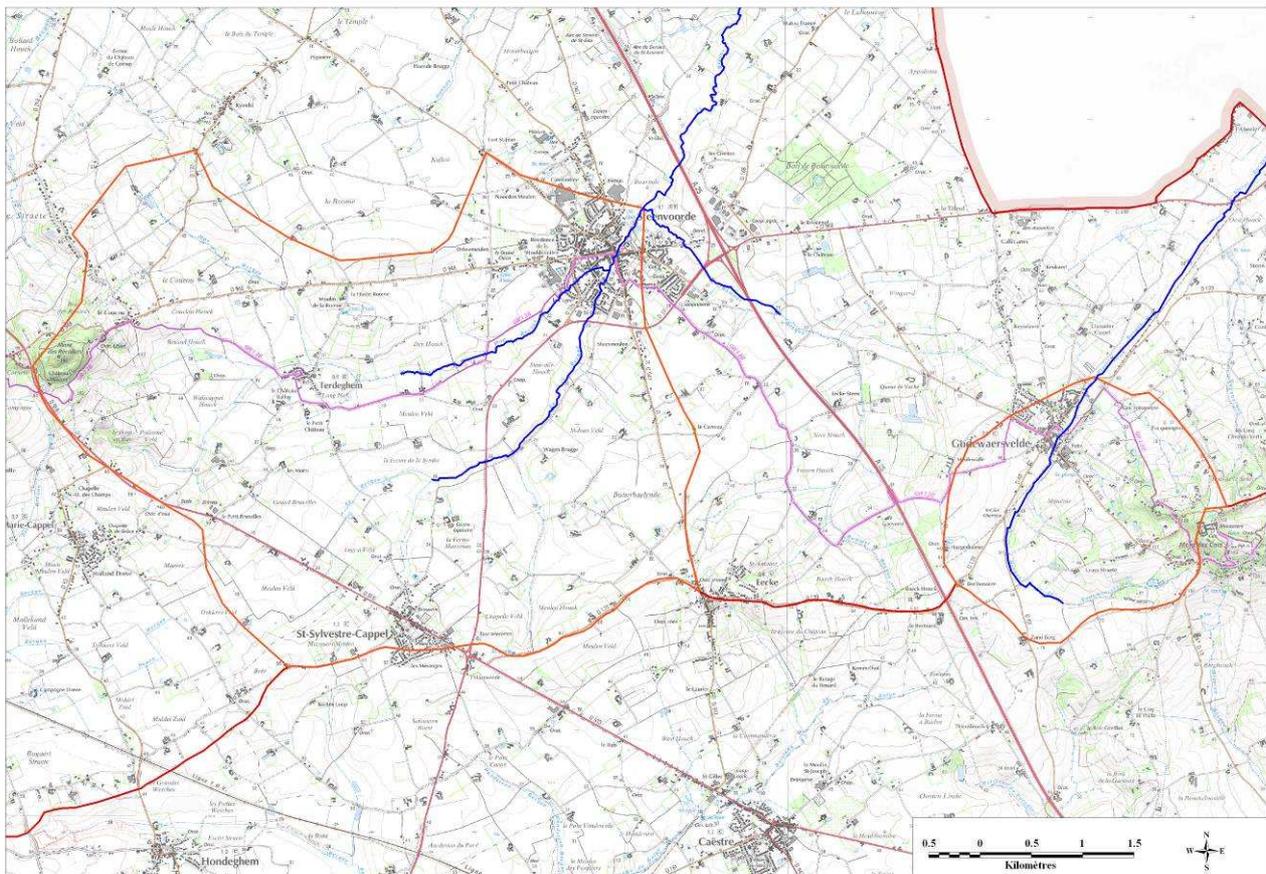
Cependant, il serait intéressant de valoriser les zones actuellement dégradées se trouvant entre les différentes ZNIEFF ainsi qu'éventuellement certains tronçons en mauvais état de conservation au sein de certaines ZNIEFF (notamment dans la ZNIEFF 161).

Le reméandrage peut être l'occasion de recréation de banquettes alluviales, de vasières... et être éventuellement complété de zones d'expansion de crues. Ce type d'aménagement, judicieusement positionné en secteur à restaurer entre des cœurs de nature existants, permettra d'augmenter la biodiversité, d'améliorer les continuités écologiques entre des zones remarquables sensibles et de restaurer des habitats en voie de forte régression.

Il est en outre primordial de veiller à vérifier que toute intervention (reméandrage...) en amont n'impactera pas l'intérêt écologique d'une zone humide reconnue située en aval. Les modélisations devront confirmer le maintien du fonctionnement hydraulique des zones humides remarquables.

7.2 LOCALISATION DES SECTEURS ETUDIES POUR LE RUISSELLEMENT

Les retours des questionnaires, les visites de terrain et l'analyse des données sur les inondations passées ont montré qu'en dehors du bassin versant de la Peene Becque, deux zones urbaines sont touchées par des inondations liées au ruissellement : le centre-ville de Steenvoorde (ruissellements drainés par la Moe Becque et l'Ey Becque) et de Godewaersvelde (ruissellements drainés par la Vleter Becque) :



D'autres zones sont très sensibles aux phénomènes de ruissellement, notamment dans le bassin versant de la Peene Becque. Toutefois, ces zones ont déjà fait l'objet d'une étude spécifique (Etude d'un schéma de gestion des écoulements des eaux liés au ruissellement du bassin versant de la Peene Becque, SOGETI Ingénierie, 2005).

Afin de préciser les problèmes de ruissellement rencontrés sur ce bassin versant, les facteurs suivants ont été analysés :

- Désordres recensés.
- Importance des pentes.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

- Occupation des sols.
- Sensibilité des sols à la battance.

La carte des désordres (annexe 12) indique que la commune de Steenvoorde a déjà été touchée par les inondations, notamment en 1991 et en 2007. En amont de la commune, les désordres recensés se situent au sud de Steenvoorde (désordres de 2005, source : Direction Départementale de l'Équipement). La commune de Godewaersvelde a elle été touchée par le ruissellement en 2005 et surtout en 2007.

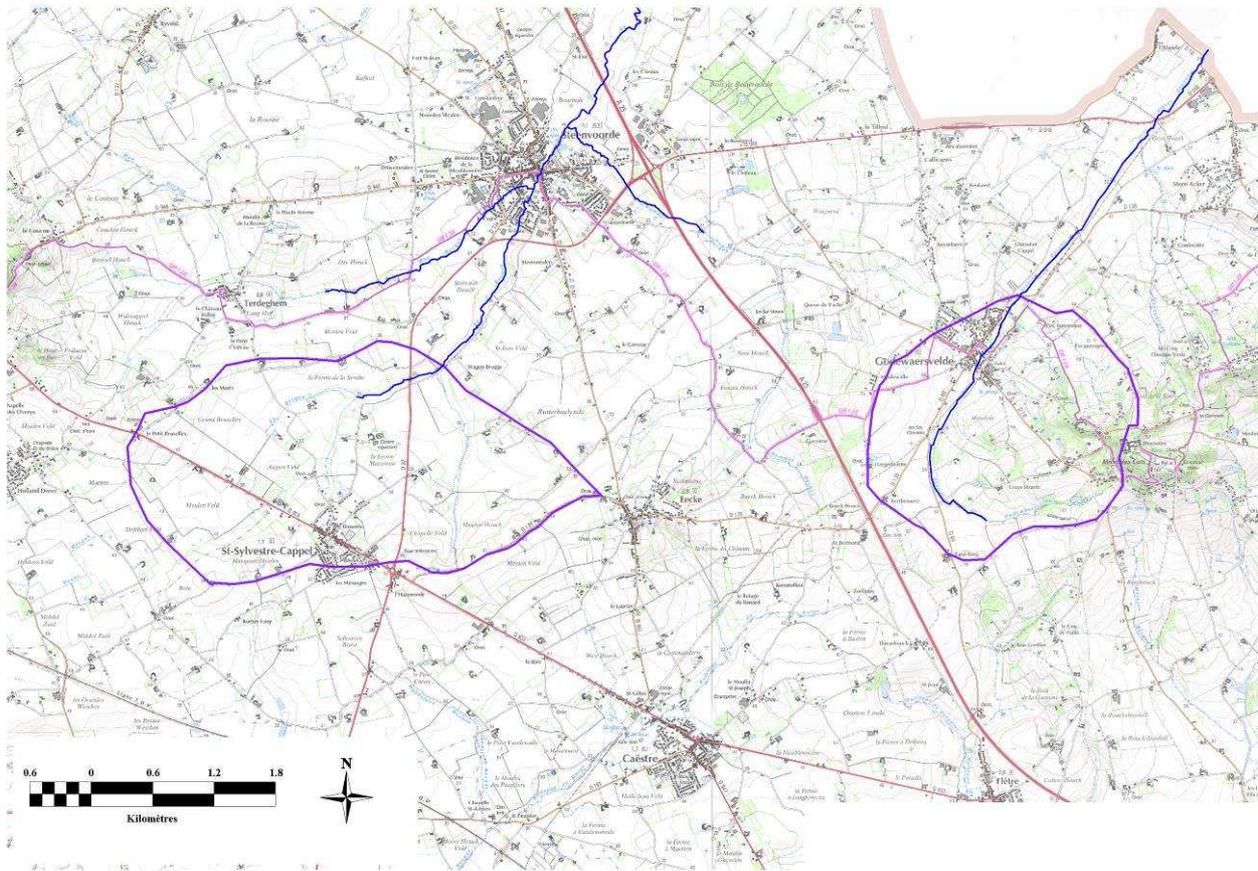
La carte des pentes (annexe 2) montre que les bassins versants de ces deux villes sont fortement pentus. Les pentes du bassin versant de Godewaersvelde dépassent les 10% en de nombreux endroits. Les pentes du bassin versant de Steenvoorde sont fortes notamment à l'extrême ouest et à l'extrême sud du bassin versant. Le sous-bassin versant de la Moe Becque a une pente de 1,47%, tandis que le sous-bassin versant de l'Ey Becque a une pente de 1,15%.

La carte d'occupation des sols en annexe 7 montre que :

- L'occupation des sols du bassin versant de Godewaersvelde se différencie autour de la Vleter Becque : en rive droite du cours d'eau on observe de nombreuses prairies et forêts, tandis que la rive gauche est occupé par des zones de cultures.
- L'occupation des sols au sud de Steenvoorde est plus favorable à la genèse du ruissellement qu'à l'ouest de Steenvoorde, où on rencontre plus de prairies et de forêts à mesure que l'on se dirige vers le mont Cassel.

La carte de la sensibilité à la battance (annexe 10) fait ressortir que les sols situés en rive gauche de la Vleter Becque sont plus sensibles à la battance que les sols situés en rive droite. Cette carte permet également de constater que les sols du sous-bassin versant de l'Ey Becque sont fortement battants, tandis que les phénomènes de battance sont beaucoup plus relatifs sur le bassin versant de la Moe Becque.

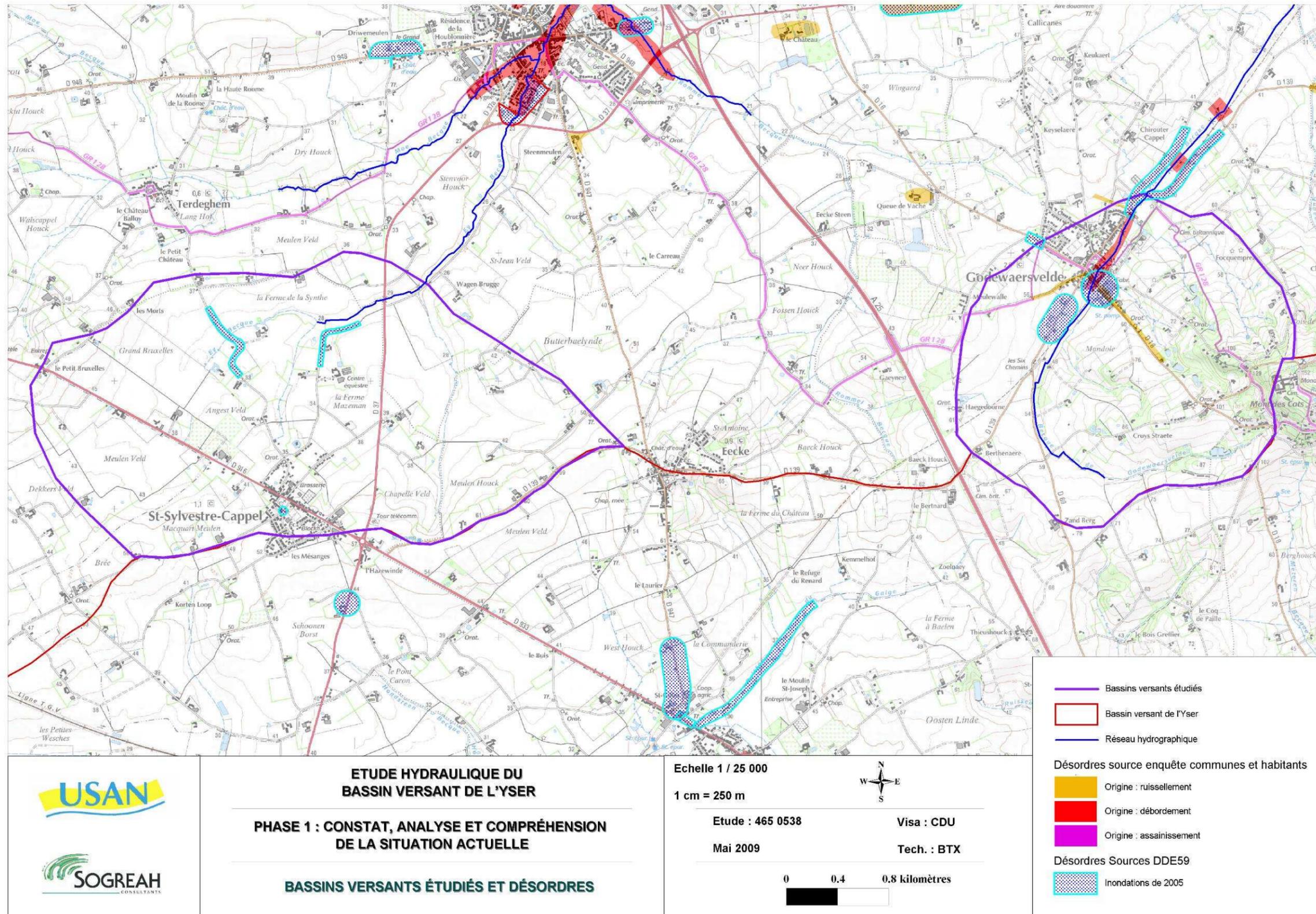
Deux secteurs apparaissent donc comme particulièrement sensibles aux phénomènes de ruissellement. On retient le bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde (environ 4,9 km²). Par ailleurs, du fait des caractéristiques pédologiques observées (sensibilité à la battance), de l'occupation des sols et des désordres recensés, le bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde (environ 7,4 km²) ressort comme la zone la plus sensible au ruissellement en amont de Steenvoorde. Les deux bassins versants suivants seront donc étudiés :



7.2.1 DESORDRES RECENSES

Le bassin versant sélectionné sur l'Ey Becque en amont de Steenvoorde a fait l'objet de différents désordres. On peut notamment retenir les désordres occasionnés par l'événement de juillet 2005 (source : Direction Départementale de l'Équipement du Nord). De plus, les ruissellements produits par ce bassin versant peuvent potentiellement provoquer des désordres importants en aval au centre-ville de Steenvoorde.

Quant aux ruissellements engendrés sur les versants situés en amont de Godewaersvelde, ils sont à l'origine de l'inondation catastrophique qu'a connue la commune en juillet 2007.



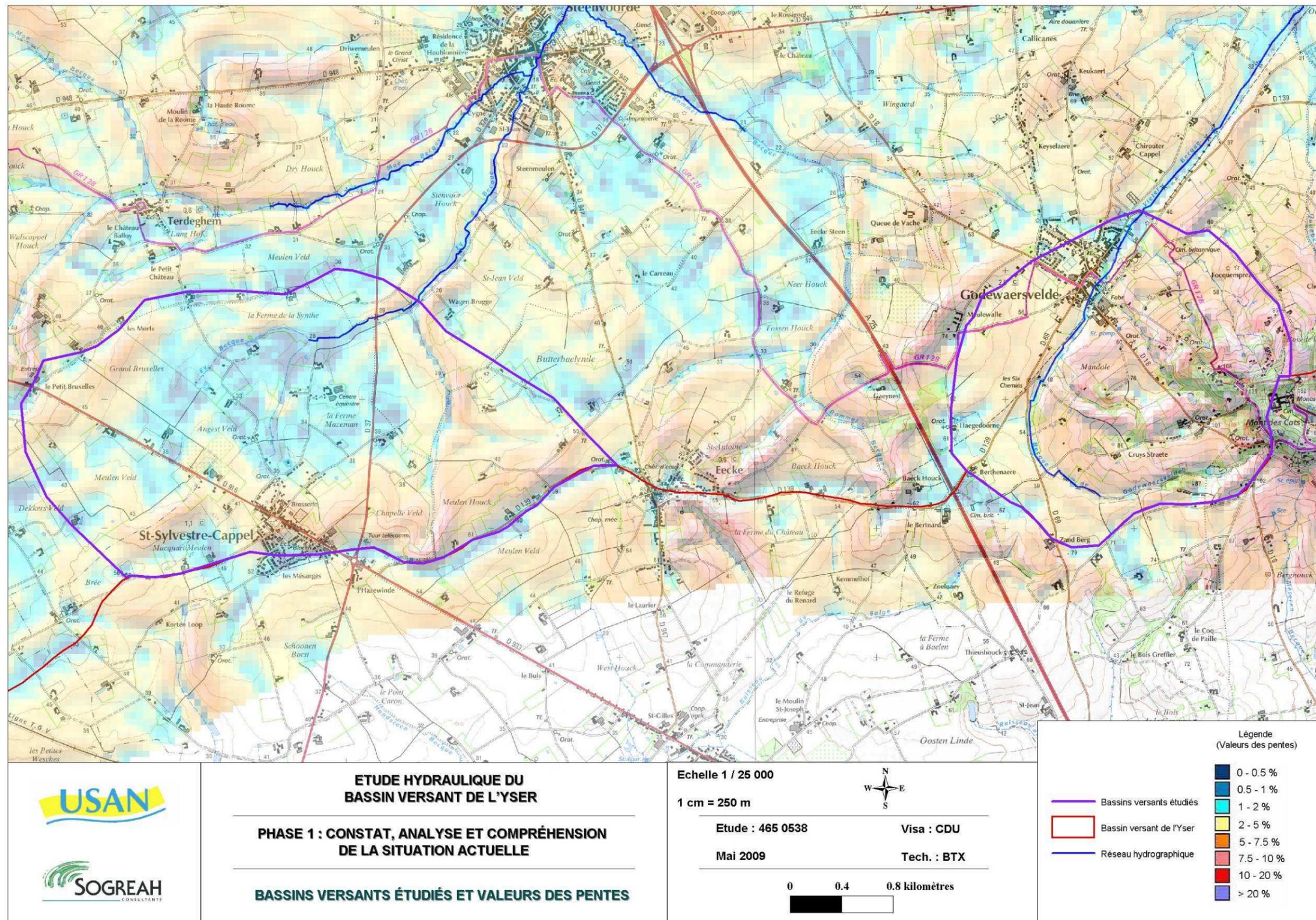
7.2.2 IMPORTANCE DES PENTES

Les deux bassins versant sélectionnés sont implantés dans le sud du bassin versant de l'Yser, zone où l'on rencontre les plus fortes pentes. Or, la pente est l'un des facteurs qui favorisent l'apparition de phénomènes de ruissellement. La carte en page suivante détaille les pentes rencontrées sur les deux bassins versants sélectionnés.

On remarque que sur le bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde, les pentes sont régulièrement supérieures à 5%, et dépassent localement les 10%.

Sur le bassin versant de la Vleter Becque en amont de Godewaersvelde, on remarque que les pentes en rive droite du cours d'eau sont de l'ordre de 5%. En rive gauche, les pentes observées sont beaucoup plus importantes : elles sont de l'ordre de 10% et plus, et atteignent même 20% localement au Mont des Cats.

Ces pentes relativement importantes participent à la genèse du ruissellement sur les deux bassins versants sélectionnés.

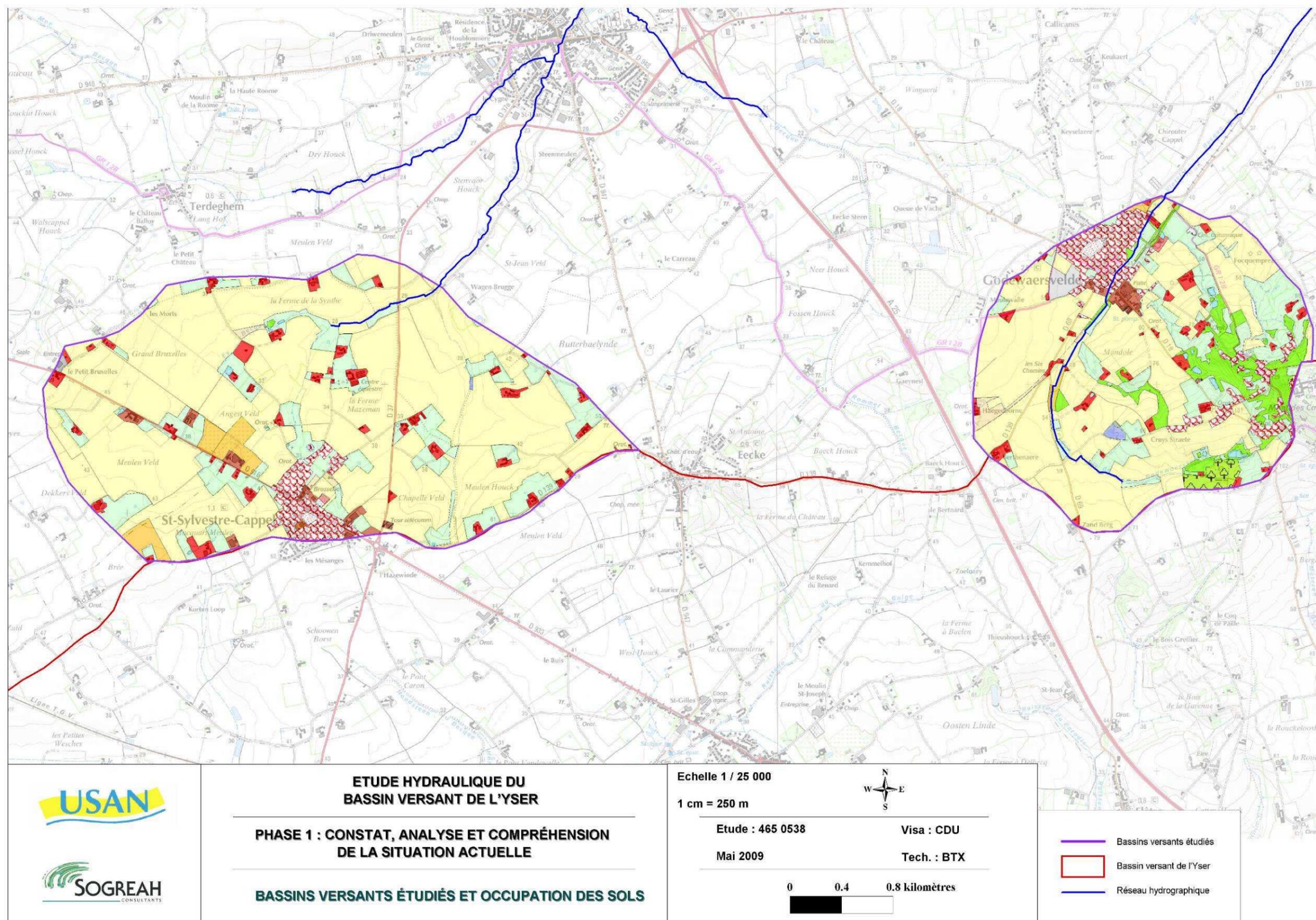


7.2.3 OCCUPATION DES SOLS

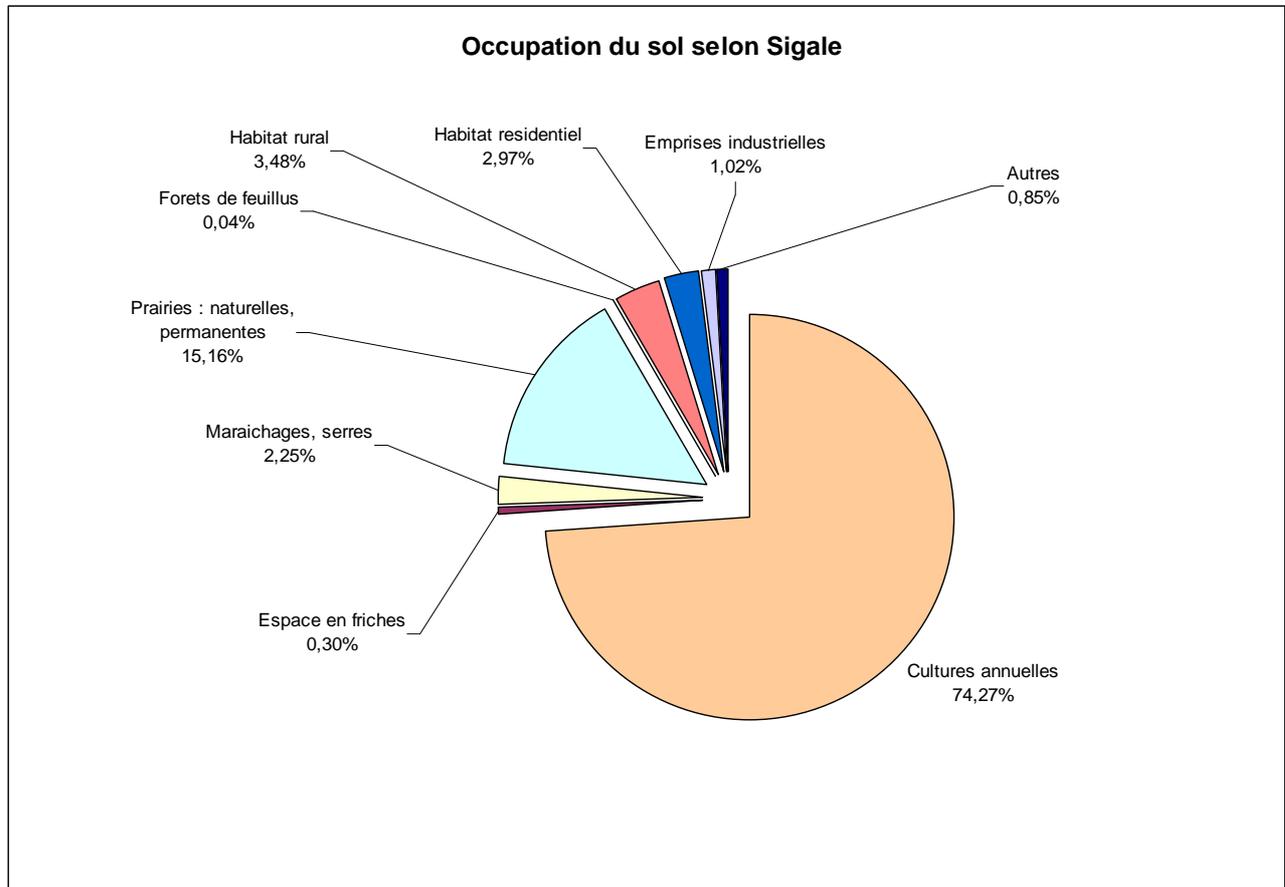
La carte fournie en page suivante symbolise l'occupation des sols présente sur les deux bassins versants sélectionnés. Elle a été réalisée à partir de la base de données SIGALE 2005. La légende est la suivante :

Légende :

	EMPRISES INDUSTRIELLES
	HABITAT RURAL
	PLANS D'EAU
	SYSTEMES CULTURAUX ET PARCELLAIRES COMPLEXES
	FORETS DE CONIFERES
	FORETS DE FEUILLUS
	COUPES FORESTIERES RECENTES
	PEUPLERAIES RECENTES
	LANDES ARBUSTIVES
	COURS D'EAU ET VOIES D'EAU
	PRAIRIES : NATURELLES, PERMANENTES
	REBOISEMENTS RECENTS
	CULTURES ANNUELLES
	EMPRISES HOSPITALIERES
	CAMPINGS, CARAVANINGS
	COUPES ANCIENNES
	AUTRES EMPRISES PUBLIQUES
	HABITAT RESIDENTIEL
	EMPRISES COMMERCIALES
	FRICHES INDUSTRIELLES
	AXES ROUTIERS PRINCIPAUX ET ESPACES ASSOCIES
	ESPACES VERTS URBAINS ET PERIURBAINS
	JARDINS OUVRIERS
	STADES, EQUIPEMENTS SPORTIFS
	EMPRISES SCOLAIRES ET/OU UNIVERSITAIRES
	HABITAT COLLECTIF HAUT
	URBAIN CONTINU DENSE
	PEUPLERAIES
	ESPACES EN FRICHE
	MARAICHAGES, SERRES
	VERGERS ET PETITS FRUITS
	DECHARGES
	CIMETIERES
	AXES FERROVIAIRES PRINCIPAUX ET ESPACES ASSOCIES
	CHANTIERS
	MARAIS INTERIEURS

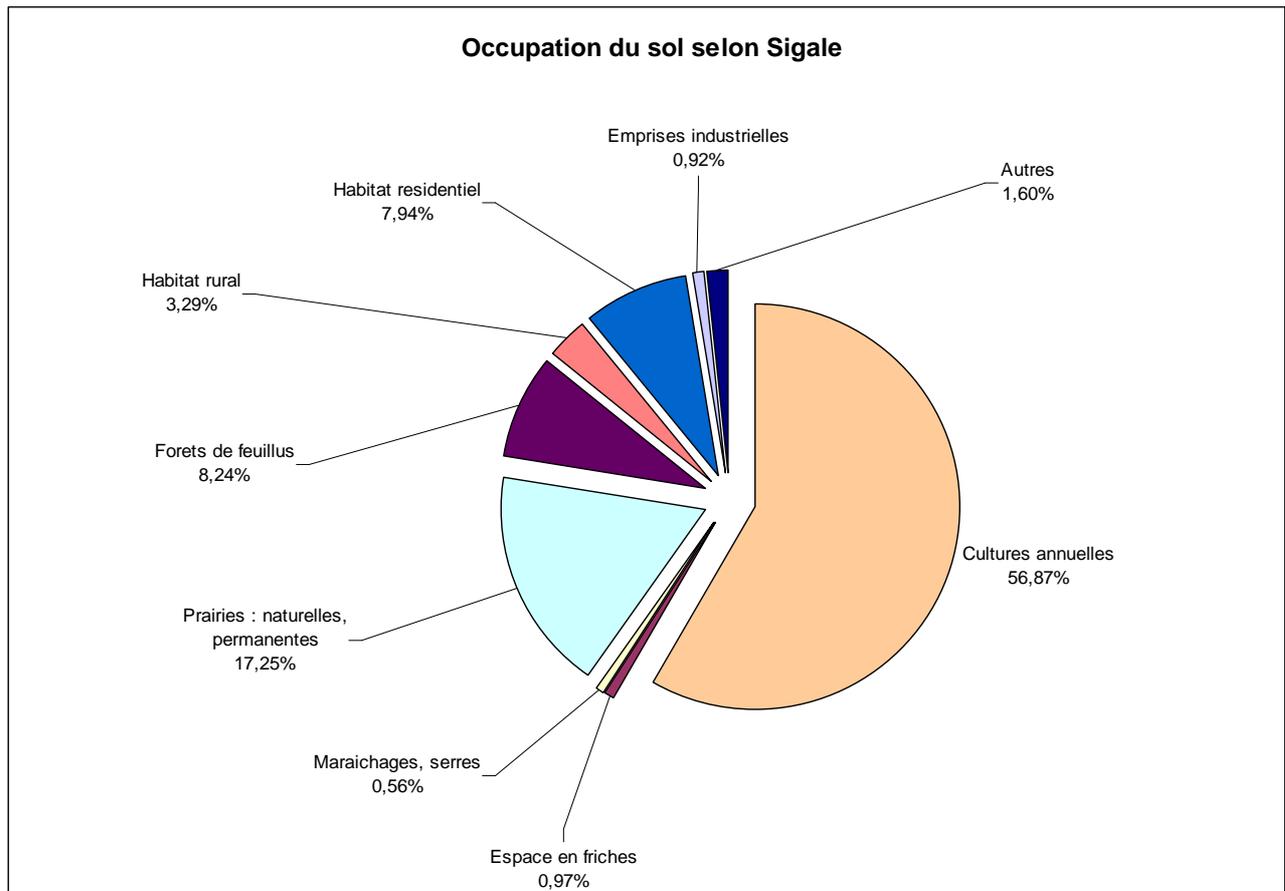


L'occupation des sols du bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde se répartit de la façon suivante :



Plus de 80% de la surface de ce bassin versant est constituée de surfaces propices à la formation de ruissellement (surfaces cultivées, surfaces urbanisées,...).

Concernant le bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde, la répartition de l'occupation des sols est la suivante :



Environ 70% de la surface de ce bassin versant favorise la formation du ruissellement. On remarque qu'à l'inverse plus d'un quart de l'occupation des sols du bassin versant (prairies, surfaces boisées) permet une meilleure infiltration et donc diminue le ruissellement. Toutefois, ces surfaces sont localisées à l'est de la Vleter Becque sur les secteurs à fortes pentes (10% et plus).

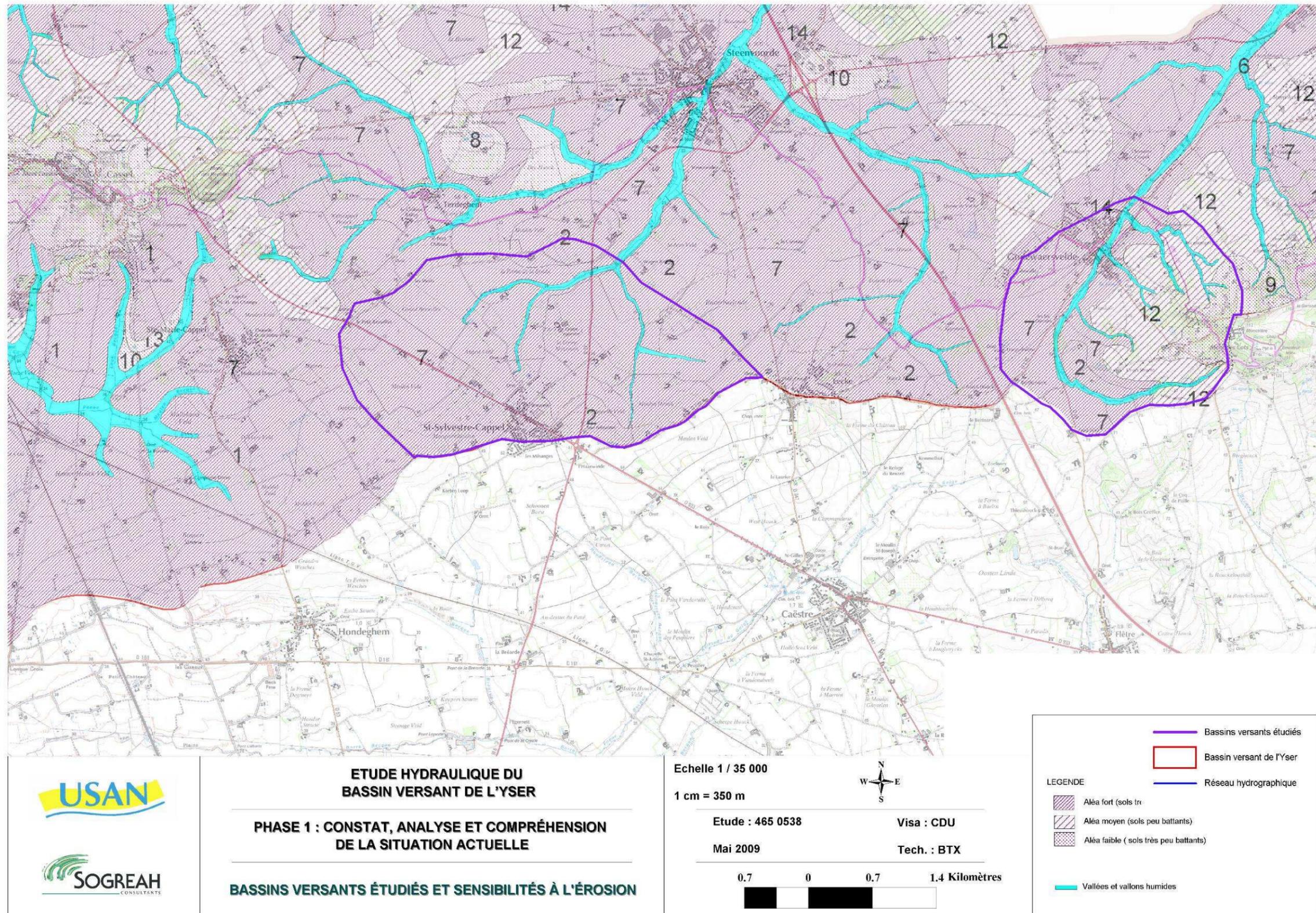
7.2.4 SENSIBILITE DES SOLS A LA BATTANCE

Les deux bassins versants sélectionnés se situent tous deux dans la zone A de la carte présentée en [annexe 9](#), ce qui signifie qu'ils sont localisés dans la zone du bassin versant où l'on observe le plus de phénomènes érosifs (ravines).

La vue en page suivante (réalisée à partir de l'[annexe 10](#)) permet de visualiser la sensibilité à la battance des sols rencontrés sur les deux bassins versants étudiés. Pour rappel, La battance provient de la désagrégation des couches de surface et consiste à la formation, à la surface du sol, de structures appelées croûtes de battance. On distingue les croûtes structurales qui sont le produit d'une réorganisation de la structure superficielle et d'une fermeture de la porosité de surface ; et les croûtes sédimentaires qui résultent de dépôts lités successifs de sédiments dans les flaques apparues suite à un excès d'eau. La sensibilité des sols à la battance est fonction de leurs caractéristiques physicochimiques, et en particulier de leur teneur en argile, en matières organique, en oxyde de fer et en cations dispersants. Le phénomène de battance permet de voir apparaître des phénomènes de ruissellement pour des précipitations relativement faibles. Son rôle est donc essentiel dans la problématique ruissellement.

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

On constate que les sols du bassin versant situé en amont de Steenvoorde sont très battants. Concernant le bassin versant de Godewaersvelde, on remarque qu'une moitié ouest du bassin versant est constituée de sols très battants, et que la battance des sols situés à l'est du cours d'eau est plus relative.



7.2.5 BILAN

Le bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde apparaît bien comme une zone très sensible au ruissellement, avec une pédologie défavorable (sols très battants), des pentes importantes et une occupation des sols propice à la formation de ruissellement. Par ailleurs, des désordres y ont été recensés, ainsi qu'en aval (à Steenvoorde).

Le bassin versant de la Vleter Becque en amont de Godewaersvelde est également une zone particulièrement sensible au ruissellement. Les pentes y sont très élevées. La pédologie y est également problématique, avec des sols dans l'ensemble sensibles à la battance. L'occupation des sols reste désavantageuse par rapport aux phénomènes de ruissellement, bien que cela soit dans une moindre ampleur que sur le bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde. Enfin, les importants désordres recensés à Godewaersvelde, suite à la crue de juillet 2007, ont été provoqués par les ruissellements du bassin versant sélectionné.

8 ANNEXES

Annexe 1 : Carte des altitudes

Annexe 2 : Carte des pentes

Annexe 3 : Liste de la bibliographie recueillie

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

n° du document	Description du document						
	Date de réalisation	Type de document	Titre	Réalisation	Commanditaire	Lieu d'emprunt	Support
DC1	03/1998	Rapport d'étude phase 1	Etudes hydrauliques pour la constitution d'un Atlas des Zones Inondables du Nord - Pas-de-Calais	BCEOM	Région Nord - Pas-de-Calais --- DEED	USAN	Papier
DC2	10/1998	Rapport d'étude phase 2	Etudes hydrauliques pour la constitution d'un Atlas des Zones Inondables du Nord - Pas-de-Calais	BCEOM	Région Nord - Pas-de-Calais --- DEED	USAN	Papier
DC3	12/1998	Rapport d'étude phase 3	Etudes hydrauliques pour la constitution d'un Atlas des Zones Inondables du Nord - Pas-de-Calais	BCEOM	Région Nord - Pas-de-Calais --- DEED	USAN	Papier
DC4	10/1999	Recueil des repères de crue	Etudes hydrauliques pour la constitution d'un Atlas des Zones Inondables du Nord - Pas-de-Calais	BCEOM	Région Nord - Pas-de-Calais --- DEED	USAN	Papier
DC5	10/1999	Cahier des profils en travers et des ouvrages hydrauliques	Etudes hydrauliques pour la constitution d'un Atlas des Zones Inondables du Nord - Pas-de-Calais	BCEOM	Région Nord - Pas-de-Calais --- DEED	USAN	Papier
DC6	05/2004	Rapport d'étude phase d'inventaire	Etude d'un schéma de gestion des écoulements des eaux liés au ruissellement du bassin versant de la Peene Becque	SOGETI Ingénierie	Région Nord-Pas-de-Calais - Agence de l'Eau Artois Picardie - Conseil Général du Nord - Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt - Chambre Départementale de l'Agriculture du Nord	USAN	Papier
DC7	03/2005	Rapport d'étude phase hydrologie, hydraulique et aménagements	Etude d'un schéma de gestion des écoulements des eaux liés au ruissellement du bassin versant de la Peene Becque	SOGETI Ingénierie	Région Nord-Pas-de-Calais - Agence de l'Eau Artois Picardie - Conseil Général du Nord - Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt - Chambre Départementale de l'Agriculture du Nord	USAN	Papier
DC8	02/2007	Dossier mis à la consultation officielle	PPRi de la vallée de l'Yser	Direction Départementale de l'Équipement du Nord	Préfecture du Nord	USAN	Papier
DC9	12/2000	Photogrammétrie	Photogrammétrie de la vallée de l'Yser	SIGALE Région Nord - Pas-de-Calais	Région Nord - Pas-de-Calais	USAN	CD
DC10	01/1994	Compte rendu crue	Rapport - crue de l'Yser décembre 1993 à janvier 1994	DIHO	Ministère de la communauté flamande	USAN	Papier
DC11	02/1992	Compte rendu crue	Rapport sur les inondations de novembre 1991	USAN	USAN	USAN	Papier
DC12	01/2000	Rapport	Contrat de rivière de l'Yser			USAN	Papier
DC13	06/1988	Rapport de stage (2 parties)	Pulsations brutales de l'Yser à travers quelques crues particulières	Josianne Hunel	USTL	USAN	Papier
DC14	avant 2002	Rapport d'étude	Etude en vue de la resstauration du cours amont de l'Yser	USAN	USAN	USAN	Papier

RAPPORT PHASE 1 : CONSTAT, ANALYSE ET COMPREHENSION DE LA SITUATION ACTUELLE

n° du document	Description du document						
	Date de réalisation	Type de document	Titre	Réalisation	Commanditaire	Lieu d'emprunt	Support
DC15	1989	Rapport d'étude	Etude intégrée de l'Yser et de ses affluents : Ey Becque et Peene Becque	BIEA	Conseil Général du Nord - CARFO	USAN	Papier
DC16	04/2003	Compte rendu de terrain	Visite du bras mort d'Herzeele (Yser)	Fédération du Nord pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	Fédération du Nord pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	USAN	Papier
DC17	12/2007	Rapport d'étude	Etude hydraulique du bassin versant de la Cray Becque	DDAF - Service de l'Ingénierie de l'Eau et des Equipements Ruraux	Communauté de Communes de Bergues	USAN	Informatique
DC18	16/07/2002	Rapport d'étude	Etude des écoulements d'eau des secteurs du Valle Meulen, du Braswalle et du Cygne	DDAF du Nord	Commune d'Arnèke	USAN	Papier
DC19	01/06/1995	Rapport de crues	Rapport des crues du 21/01/1995 au 06/02/1995	DIREN Nord Pas de Calais	Préfecture du Nord Pas de Calais	DIREN Nord Pas de Calais	Papier
DC20	1998	Rapport de crues	Rapport des crues du 24/10/1998 au 16/11/1998	DIREN Nord Pas de Calais	Préfecture du Nord Pas de Calais	DIREN Nord Pas de Calais	Papier
DC21	12/01/2000	Rapport de crues	Rapport des crues du mois de décembre 1999	DIREN Nord Pas de Calais	Préfecture du Nord Pas de Calais	DIREN Nord Pas de Calais	Papier
DC22	17/01/2001	Rapport de crues	Rapport des crues du mois de novembre 2000	DIREN Nord Pas de Calais	Préfecture du Nord Pas de Calais	DIREN Nord Pas de Calais	Papier
DC23	2002	Rapport de crues	Rapport sur les crues de l'hiver 2002	DIREN Nord Pas de Calais	Préfecture du Nord Pas de Calais	DIREN Nord Pas de Calais	Papier
DC24	2005	Rapport de crues	Rapport de crue du 04/07/2005	DIREN Nord Pas de Calais	Préfecture du Nord Pas de Calais	DIREN Nord Pas de Calais	Papier
DC25	10/2005	Rapport d'étude	Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la gestion des ressources piscicoles PDPG 59	Fédération du Nord pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	Fédération du Nord pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	USAN	Informatique

Annexe 4 : Comptes rendus de réunion

Annexe 5 : Exemple de questionnaire

Annexe 6 : Occupation du sol selon CORINE LAND COVER

Annexe 7 : Occupation du sol selon SIGALE

Annexe 8 : Carte pédologique simplifiée

Annexe 9 : Carte simplifiée de l'érosion, du ruissellement et de la pédologie

Annexe 10 : Carte de sensibilité des sols à la battance

Annexe 11 : Carte du fonctionnement hydraulique

Annexe 12 : Carte des désordres