DREAL Nord Pas de Calais



Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Énergie

TRI de Valenciennes et Douai



Version	Date	Rédigé par	Validé par
0	01/07/2013	B. CHANUT	A. KOCH
0.1	17/07/2013	B. CHANUT	A. KOCH
1	25/07/2013	B. CHANUT	A. KOCH

PROLOG

Analyse bibliographique

Table des matières

1: Contexte et objectifs de l'étude	5
1.1 Contexte réglementaire	5
1.2 L'évaluation Préliminaire du Risque Inondation (EPRI) et la délimitation des zones TRI	5
1.3 Objectifs de la phase 1	6
1.3.1 Les objectifs	6
1.3.2 Le secteur d'étude	6
1.3.3 Les études disponibles	6
2: Synthèse bibliographique – Fonctionnement hydraulique	12
2.1 Contexte du secteur d'étude	12
2.1.1 Climat	12
2.1.2 Topographie	12
2.1.3 Géologie-pédologie	17
2.1.4 Hydrogéologie	17
2.1.5 Hydrographie	19
2.1.6 Occupation du sol	19
2.2 Fonctionnement hydraulique	21
2.2.1 Un territoire aux contraintes spécifiques	21
2.2.2 Le réseau hydraulique principal	21
2.2.3 Le réseau hydraulique secondaire	25
2.2.4 Aménagements – ouvrages hydrauliques	29
2.3 Fonctionnement hydrologique	29
2.3.1 Données sur les bassins versants	29

2.3.2 Analyse hydrologique	30
2.3.3 Débits/hydrogrammes de crue	30
3: Synthèse bibliographique – Historique des inondations	32
3.1 Recensement des événements historiques	32
3.1.1 Décembre 1993	34
3.1.2 Janvier 2003	34
3.1.3 Juillet 2005	34
3.2 Localisation des inondations	34
4: Bilan de la phase 1 – hypothèses proposées pour la réalisation des phases 2 et 4	36
4.1 Phase n° 2 : cartographie hydro-géomorphologique	36
4.2 Phase n°4 – modélisation simplifiée	36
4.2.1 Secteurs à modéliser	36
4.2.2 Conditions aux limites du modèle mise en œuvre	37
4.2.2.1 Modélisation de la Scarpe aval	37
4.2.2.2 Modélisation du canal de la Sensée	37
4.2.2.3 Modélisation de l'Escaut	37

Index des illustrations

Figure 1 - Secteur d'étude et découpage des TRI de Douai et Valenciennes8
Figure 2 - Topographie du bassin versant de l'Escaut14
Figure 3 - Topographie du bassin versant de la Scarpe15
Figure 4 - Pentes du bassin versant de l'Escaut16
Figure 5 - Pentes du bassin versant de la Scarpe17
Figure 6 - Carte du risque de remontée de nappes (source: BRGM)19
Figure 7 - Occupation des sols sur les BV de la Scarpe et de l'Escaut (source: Corine Land Cover)21
Figure 8 - Réseau hydrographique principal des TRI23
Figure 9 - Schématisation du réseau de voies navigables du territoire (source : SAGE Scarpe aval)24
Figure 10 - La Scarpe aval et ses apports intermédiaires (source : [AZI Sogreah], [dossiers d'ouvrages VNF])27
Figure 11 - L'Escaut canalisée et ses apports intermédiaires (source : [AZI Sogreah], [dossiers d'ouvrages VNF])28
Figure 12: Communes ayant fait l'objet de catastrophe naturelle -inondation, coulée de boue- (en vert) pour les événements historiques: a) Décembre 1993; b) juillet 1995 ; c) février 2002 et d) juillet 200533
Figure 13 - Localisation des débordements pour les crues de 1993, 2003, 2005 et emprises des crues décennale et centennale issues de l'AZI35
Figure 14 - Troncons à modéliser: Scarpe aval, Escaut canalisée et canal de la Sensée

Index des tables

Tableau 1.1 - Analyse des documents à disposition: événements historiques / EPRI	9
Tableau 1.2 - Analyse des documents à disposition:informations sur les bassins-versants	.10
Tableau 1.3 - Analyse des documents à disposition: fonctionnement hydrologique et hydraulique.	.11
Tableau 1.4 - Analyse des documents à disposition: méthodes générales et cartes	.12
Tableau 2.1 - Occupation du sol des bassins versants et des TRI	.20
Tableau 2.2 - Caractéristiques des bassins versants étudiés dans l'étude hydrologique de l'AZI	30

1: Contexte et objectifs de l'étude

1.1 Contexte réglementaire

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, transposée en 2010 en droit français.

Cette directive fixe un cadre et un calendrier afin d'aboutir en 2015 à l'élaboration de plans de gestion des risques d'inondation (PGRI) à l'échelle des districts hydrographiques.

Après une première étape d'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI) achevée en décembre 2011, puis une seconde d'identification des territoires à risque important d'inondation (TRI) terminée en septembre 2012, la procédure est actuellement à la phase d'élaboration des cartes des surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue, objet de la présente étude.

Cette étude se déroule en 5 phases :

- phase 1 : analyse de la documentation et du fonctionnement du bassin versant
- phase 2 : cartographie hydrogéomorphologique sur les TRI
- phase 3 : cartographie des zones inondables par un croisement hydrogéomorphologie/LIDAR sur les TRI
- phase 4 : modélisation simplifiée et cartographie des zones inondables
- phase 5 : harmonisation des cartographie sur le TRI de Douai

Le présent document concerne la phase 1 de l'étude.

1.2 L'évaluation Préliminaire du Risque Inondation (EPRI) et la délimitation des zones TRI

A l'échelle du bassin Artois-Picardie, l'Évaluation Préliminaire du Risque Inondation (EPRI), première phase de l'application de la Directive Inondation, a été approuvée le 22 décembre 2011 par le Préfet coordonnateur de bassin. Cette phase a permis l'identification de plusieurs Territoires à Risques Importants (TRI), sur lesquels une cartographie des zones inondables est demandée.

Un TRI est une zone où **les enjeux potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants**. Les critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation fixés par l'arrêté du 27 avril 2012 sont :

- les impacts potentiels sur la santé humaine ;
- les impacts potentiels sur l'activité économique.

Le niveau national a également fixé, en complément de cette base de critères, l'objectif à atteindre de 50 % de la population et des emplois potentiellement exposés à couvrir par des TRI. Un indicateur local, le nombre d'habitants situés dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP) cours d'eau et l'EAIP submersion marine, a été pris en compte dans la définition des TRI du bassin Artois-Picardie.

Ainsi, les unités urbaines pour lesquelles plus de 50 000 habitants sont situés dans l'EAIP cours d'eau ou submersion marine sont sélectionnées. Pour les unités urbaines comprenant entre 15 000 et 50 000 habitants potentiellement impactés par des inondations, ces territoires ont été consultés en mai 2012 et le cas échéant sélectionnés à la stricte condition que les collectivités concernées s'engagent formellement à mettre en place, directement ou par l'entremise d'une structure à laquelle elles adhèrent, une stratégie locale de gestion du risque d'inondation.

Notons que les contours des TRI sont administratifs (communes ou regroupement de communes) et non basés sur des critères hydrologiques.

La cartographie des zones inondables doit être réalisée sur les deux secteurs suivants :

- le TRI de Douai
- le TRI de Valenciennes

La cartographie des zones inondables ne concerne que les cours d'eau principaux (Scarpe, Escaut, canal de la Sensée), elle porte sur la caractérisation du risque par débordement de cours d'eau uniquement, les phénomènes de ruissellement ou d'inondation par remontée de nappe ne sont pas considérés.

Les événements considérés sont d'occurrence fréquente (crue décennale à trentennale), moyenne (occurrence centennale à tri-centennale), et exceptionnelle (crue millénale).

1.3 Objectifs de la phase 1

1.3.1 Les objectifs

Cette première phase a pour objectifs d'analyser le fonctionnement hydraulique des bassins versants de l'étude. Cette compréhension, sur la base de la bibliographie disponible, devra permettre de poser l'ensemble des spécificités et interrogations du secteur d'étude.

1.3.2 Le secteur d'étude

Cette analyse bibliographique est à réaliser sur 2 échelles géographiques :

- l'échelle des bassins versants de la Scarpe et de l'Escaut ;
- l'échelle des TRI de Douai et de Valenciennes.

Les deux échelles de compréhension du fonctionnement hydraulique sont données dans la carte de la figure 1. Les TRI de Douai et de Valenciennes sont respectivement compris majoritairement dans le bassin versant de la Scarpe aval et de l'Escaut.

Le TRI de Douai comprend 31 communes et le TRI de Valenciennes 38 communes.

1.4 La bibliographie

De nombreuses études ont été fournies par la DREAL Nord Pas de Calais. Ces dernières sont recensées dans les tableaux suivants résumant les principaux résultats de chacune d'entre elles, leur pertinence et leur utilisation dans le présent document.

Le contexte général du secteur d'étude et la compréhension de son fonctionnement hydraulique et hydrologique décrits ci-après découlent principalement de l'étude AZI réalisée en 2009 par Sogreah et des documents d'ouvrages fournis par la VNF.

Les différents documents fournis ou récupérés par nos soins ont permis de relever des informations sur les bassins versants et les événements historiques s'y étant produits.

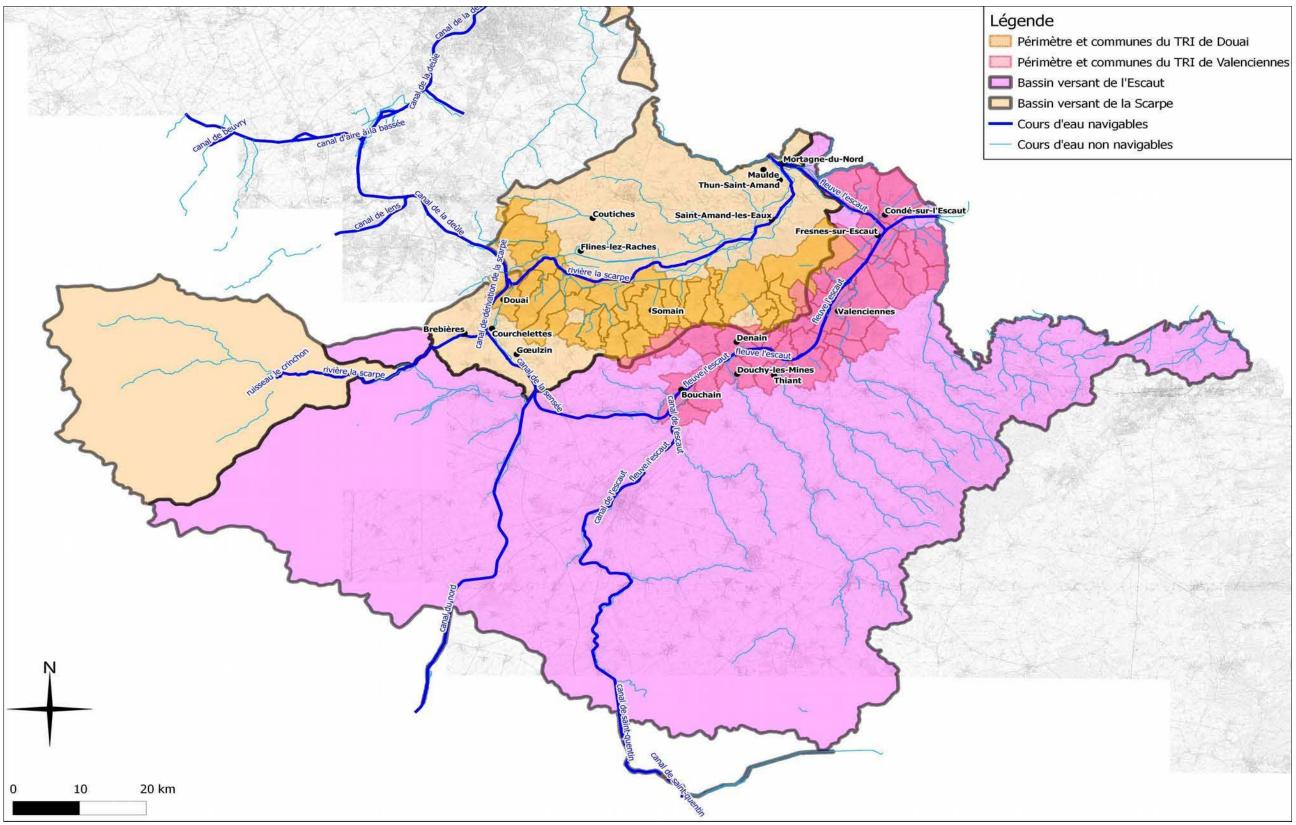


Figure 1 - Secteur d'étude et découpage des TRI de Douai et Valenciennes

	DOCUMENTS	fourni -F- / récupéré -R-	Objectifs - Résultats	Territoire concerné	utilisation du document -Phase 1-	pertinence (1 à 5)
	photos+SIG inondations février 2002 pour: Aunelle- Hogneau/Ecaillon/Rhonelle/Hogneau	E	cartographie zones inondables 2002	BV Escaut	analyse des crues historiques	1
	photos rupture de digue à Thivencelle	F	photos aériennes d'une rupture de digue à Thivencelle	BV Escaut	10 0 3	4
	inondations 1995 Département du Nord revue de presse	E	Extrait d'une revue de presse concernant la crue de 1995: quelques informations sur 8 communes A Mortagne du Nord, la Scarpe et l'Escaut sont 2m au- dessus de leur niveau (15cm de marge)	Escaut et affluents	analyse des crues historiques	4
historique- inondations	étude ruissellement NPDC F		Etude sur la cartographie de la susceptibilité au ruissellement à l'échelle régionale 1) méthodologie de classement des sous BV selon leur susceptibilité au ruissellement 2) Validation de la méthode 3) partie aléa de l'EPRI par ruissellement	Régon NPDC	((2)	5
	Rapport EAEP_ évaluation économique des dommages liés aux inondations	E	Evaluation économique des dommages liés aux inondations 1) typologie des dommages classés selon les enjeux 2) Analyse historique des inondations du bassin Artois-Picardie 3) annuaire des organismes et contacts du bassin	bassin Artois Picardie	très peu d'évènements dans les TRI et peu d'infos	3
	Rapport histo Douai-Valenciennes	E	Chronique des crues et inondations sur les 2 siècles derniers 1) Douai et valenciennes 2) identification des évènements remarquables	BV Scarpe et Escaut	analyse des évènements historiques	1
EPRI	EPRI Bassin Artois Picardie	Е	Présentation du territoire Principaux évènements historiques Impacts potentiels liés aux inondations	Bassin Artois- Picardie	•	3
EPRI	EPRI Unité Scarpe-Escaut-Sensée	F	Présentation du territoire Principaux évènements historiques Impacts potentiels liés aux inondations	Scarpe- Escaut- Sensée	contexte du secteur d'étude analyse des crues historiques	3

Tableau 1.1 - Analyse des documents à disposition: événements historiques / EPRI

il de la companya de	DOCUMENTS	fourni -F- / récupéré -R-	Objectifs - Résultats	territoire	utilisation Phase 1	pertinence (1 à 5)
	fiche AZI Aunelle-Hogneau	R	Fiche synthétique sur l'AZI: 1) description sommaire de la Vallée 2) caractéristiques hydrologiques 3)crues 4) inondations 5) gestion du risque	BV Escaut	contexte du secteur d'étude (BV, hydrologie, crues)	2
	fiche AZI Ecaillon	R	Fiche synthétique sur l'AZI:1) description sommaire de la Vallée2) caractéristiques hydrologiques3)crues4) inondations5) gestion du risque	BV Escaut	contexte du secteur d'étude (BV, hydrologie, crues)	2
infos BV	fiche AZI Rhonelle	R	Fiche synthétique sur l'AZI: 1) description sommaire de la Vallée 2) caractéristiques hydrologiques 3)crues 4) inondations 5) gestion du risque	BV Escaut	contexte du secteur d'étude (BV, hydrologie, crues)	2
	fiche AZI Selle	R	Fiche synthétique sur l'AZI: 1) description sommaire de la Vallée 2) caractéristiques hydrologiques 3)crues 4) inondations 5) gestion du risque	BV Escaut	contexte du secteur d'étude (BV, hydrologie, crues)	2
	SAGE de la Deule	R		BV de la Deule	informations générales mais situées hors du secteur d'étude	4
	SAGE de la Sensée	R	SAGE de la rivière Sensée	BV Sensée	informations sur le BV de la Sensée quelques informations sur le canal de la Sensée mais le document concerne la rivière Sensée	3

Tableau 1.2 - Analyse des documents à disposition:informations sur les bassins-versants

	DOCUMENTS	fourni -F- / récupéré -R-	Objectifs - Résultats	territoire	utilisation Phase 1	pertinence (1 à 5)
	données stations DIREN (site web)	R	contexte hydrologique fiches descriptives des stations		contexte hydrologique	2
fonctionnement hydrologique	AZI Phase 2 hydrologique	Atlas des Zones Inondables - Phase hydrologie - 1) données BV de la Scarpe aval et de l'Escaut à l'amont de la Scarpe 2) débits de crue 3) hydrogrammes de crue		BV Scarpe	analyse hydrologique	1
	rapport pluviométrique et hydrologique provisoire pour les communes inondées du Nord du mois de décembre 1993	E	rapport pluviométrique rapport hydrométrique	hors territoire	<u>=</u> 1	5
	docs ouvrages VNF	F	documents d'ouvrages de la VNF 1) infos sur les biefs (hydrologie) 2) caractéristiques des biefs (NNN) 3) description des ouvrages 4) exploitation des biefs 5) instrumentation	Escaut + Deule + Scarpe moyenne	aide à la compréhension du fonctionnement des biefs navigables informations importantes sur les ouvrages et les apports des biefs (phase 4)	1
	Rapport AZI Scarpe Phase1	Rapport AZI Scarpe Phase1 T) Contexte général du 2) Fonctionner 3) Caractérisation hydrol		Scarpe aval	contexte du secteur compréhension du fonctionnement hydraulique analyse historique	1
f	AZI Phase 2 juin 2009	F	Elaboration et calage du modèle de la Scarpe aval	Scarpe aval		1
fonctionnement hydraulique	étude hydraulique Sensée 2009	F	Etude hydraulique globale dans le cadre du SAGE de la Sensée 1) Informations sur le BV 2) Diagnostic de l'état des cours d'eau 3) Analyse climatologique et hydrologique	en dehors des TRI	*	4
	étude hydraulique 99_ Scarpe Courchelettes	Ë	Etude hydraulique sur le risque d'inondations en rive droite du barrage de Couteau 1) analyse hydraulique du secteur 2) Modélisation hydraulique du réseau EP 3) Modélisation de rupture de digue 4) Propositions d'aménagements	en dehors des TRI	contexte du secteur d'étude analyse des évènements historiques (2005)	3
	étude hydraulique ruissellement valenciennes	F	Etude fine des écoulements superficiels - Modélisation hydrologique	TRI Valenciennes	¥	5

Tableau 1.3 - Analyse des documents à disposition: fonctionnement hydrologique et hydraulique

	DOCUMENTS	fourni -F- / récupéré -R-	Objectifs - Résultats	territoire	utilisation Phase 1	pertinence (1 à 5)
	circulaire 16 juillet 2012	Ë	spécifications minimales pour l'élaboration des cartes			
	guide approche hydrogéomorphologique	R				
méthodes générales	guide approche hydrogéomorphologique_version 2001	R				
	guide PPR inondation	R				
	rapport de la mission 5	R				
	rapport de la mission 6	R				
	rapport de la mission 3	R				
	cartes du SAGE Scarpe aval (site web)	R	zone inondables ouvrages évènements historiques	BV Scarpe aval	compréhension du fonctionnement hydraulique analyse des évènements historiques	1
cartes	Atlas Zone inondable Scarpe Aval	F	emprises des zones inondées pour les crues 1) décennale 2) centennale	BV Scarpe aval	analyse des évènements historiques	1
	carte AZI - désordres historiques	F	emprises des zones inondées pour les crues: 1993, 2003, 2005	BV Scarpe aval	analyse des évènements historiques	1
	couches SIG des emprises AZI portail CARMEN)	R	couche SIG des zones inondées pour les crues décennale et centennale (AZI)	BV Scarpe aval	analyse des évènements historiques	1
	carte courchelettes_inondation2005	E	zone inondée à Courchelettes en 2005	BV Scarpe aval	analyse des évènements historiques	1

Tableau 1.4 - Analyse des documents à disposition: méthodes générales et cartes

2: Fonctionnement hydraulique

2.1 Contexte du secteur d'étude

2.1.1 Climat

Situé dans la région Nord Pas-de-Calais, le secteur d'étude connaît un climat océanique, avec une moyenne annuelle des précipitations de l'ordre de 700 mm.

Les précipitations journalières les plus élevées se déroulent de juin à août et correspondent à des pluies orageuses intenses. Ce type de pluie engendre des risques d'inondation par ruissellement.

Sur la période de septembre à mai, les précipitations journalières maximales sont plus faibles mais plus fréquentes, contribuant à la saturation des sols. Les sols saturés augmentent alors le risque d'inondation par débordement et par ruissellement, les sols saturés limitant l'infiltration des eaux pluviales sur le bassin.

2.1.2 Topographie

La topographie des bassins versants de la Scarpe et de l'Escaut sont données dans les figures 2 et 3.

La topographie générale du territoire d'étude, composée d'une basse plaine aux faibles altitudes et entourée d'une partie collinaire aux altitudes rapidement plus élevées, contribue à des écoulements relativement rapides à l'amont des cours d'eau avant un brusque ralentissement à la rupture de pente, propice aux inondations.

Les pentes découlant de la topographie générale du bassin versant de la Scarpe aval caractérisent ce problème. La pente la plus forte du bassin est de l'ordre de 10% et se situe en bordure extérieure. En deçà de la courbe de niveau des 25 mètres, les pentes sont en moyenne de 5%. Les pentes de la dépression humide sont, quant à elles, très faibles et ne dépassent en général que quelques millimètres par mètre. Du fait de ces faibles pentes, les débits des rivières sont généralement faibles.

Les cartes des pentes des bassins versants de la Scarpe et de l'Escaut sont données dans les figures 4 et 5.

Notons également que la basse plaine (du bassin versant de la Scarpe aval) est composée d'un ensemble topographique hétérogène constitué de dépressions et de petites cuvettes. Ces microreliefs renforcent les risques d'inondations dans les zones spécifiques de cuvettes.

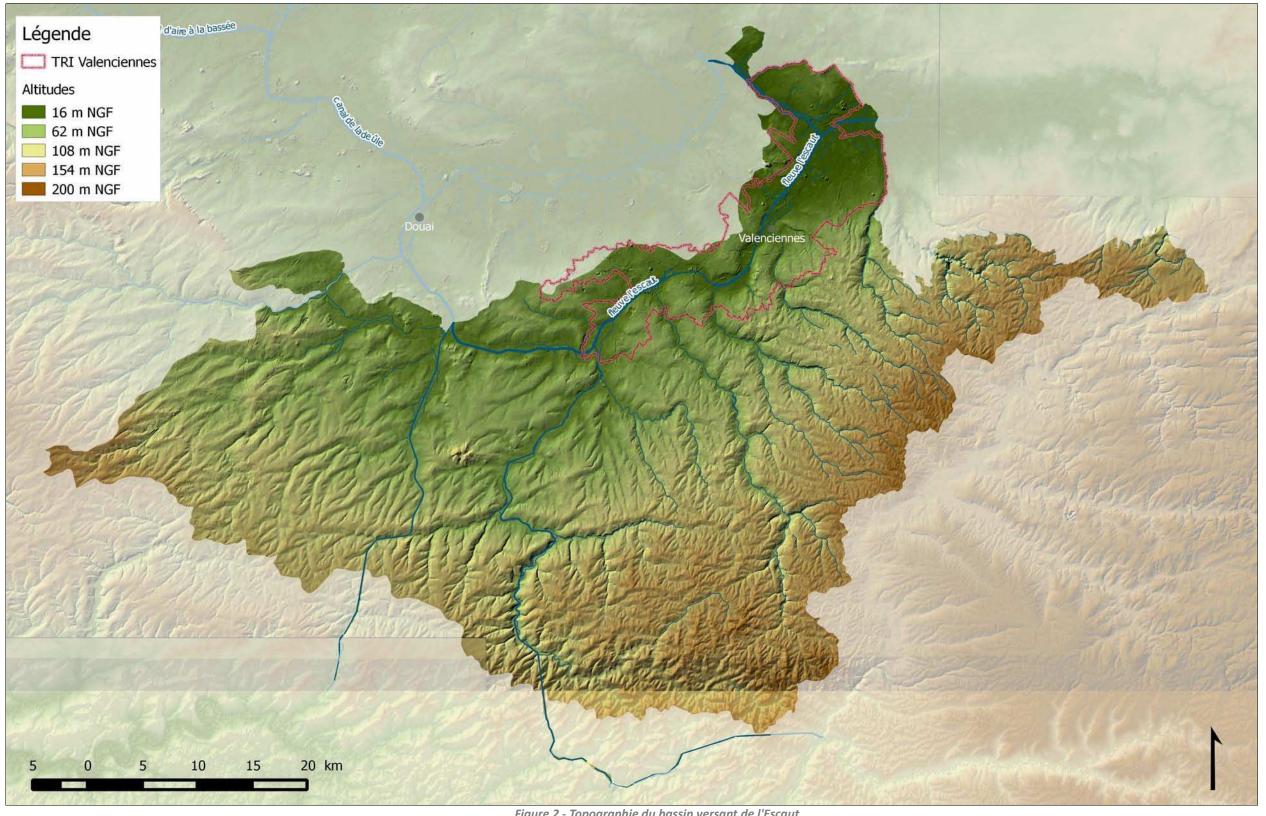
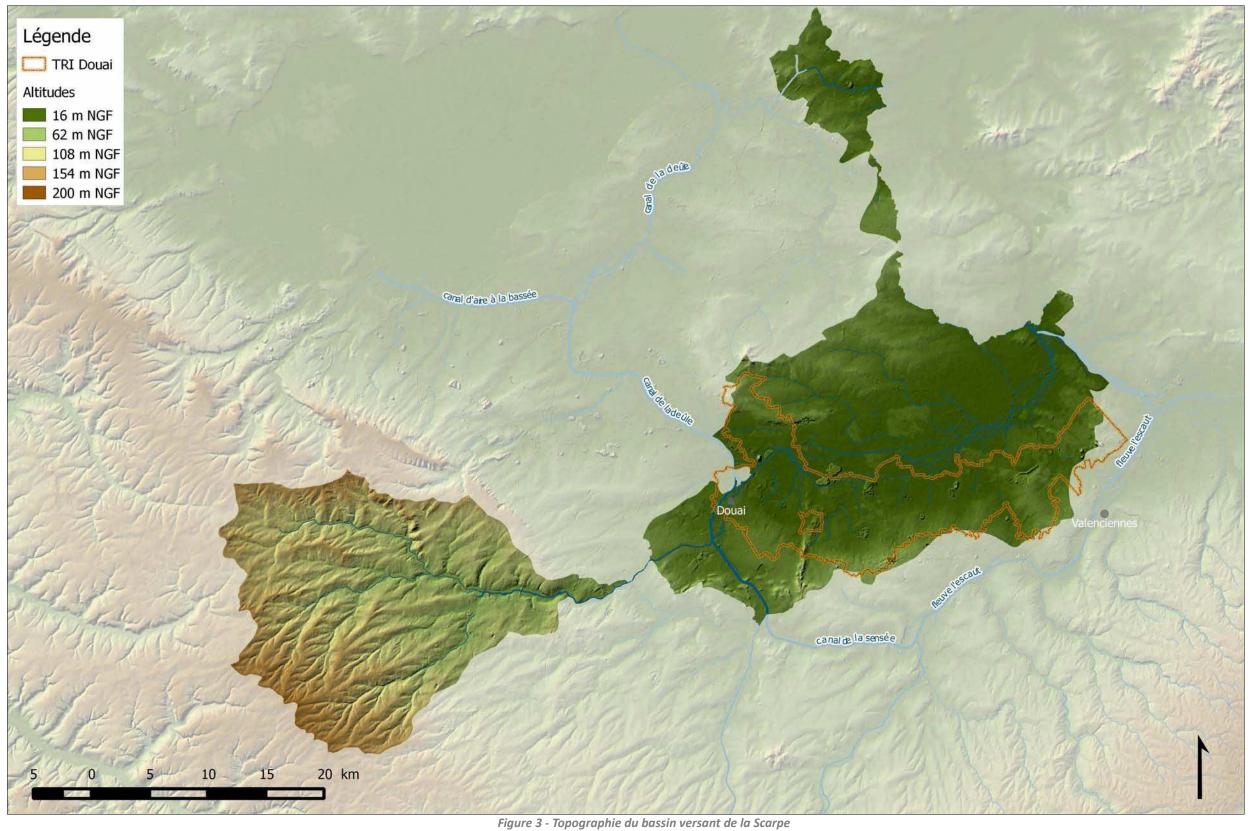


Figure 2 - Topographie du bassin versant de l'Escaut



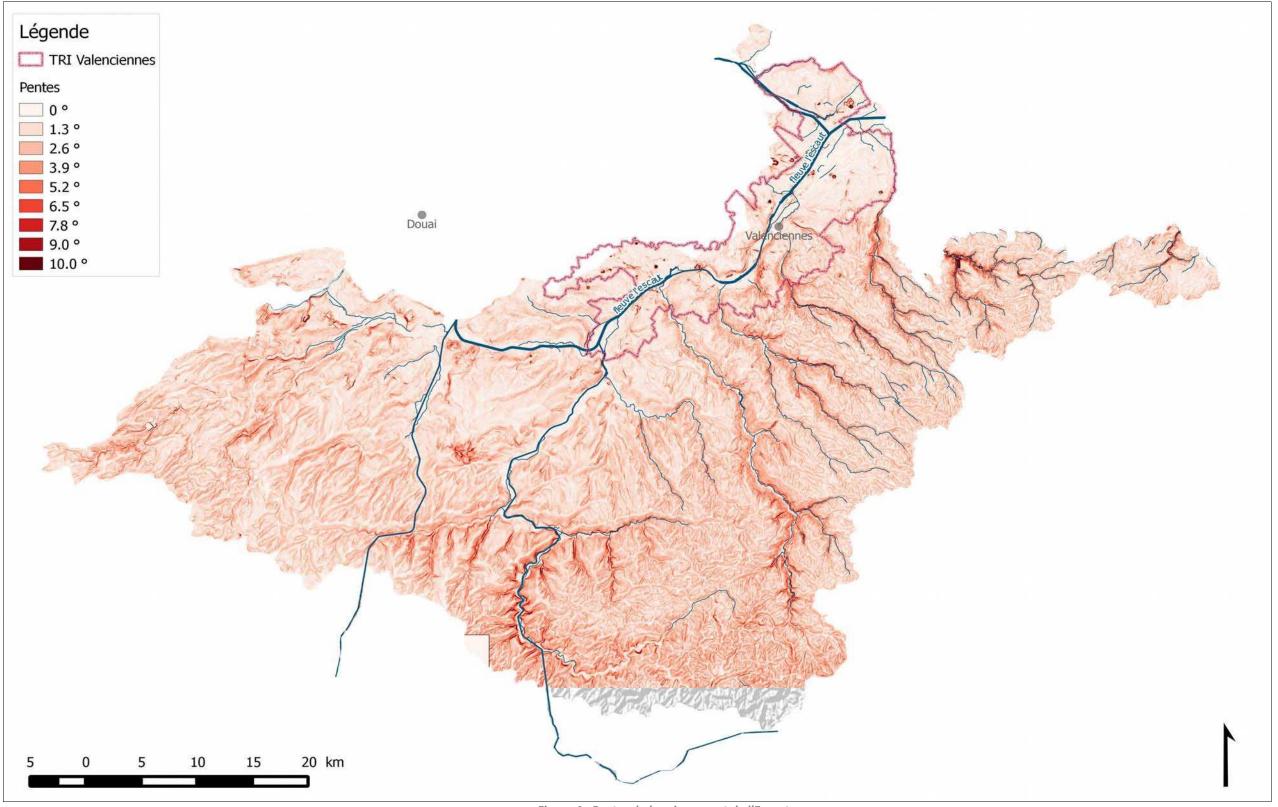


Figure 4 - Pentes du bassin versant de l'Escaut

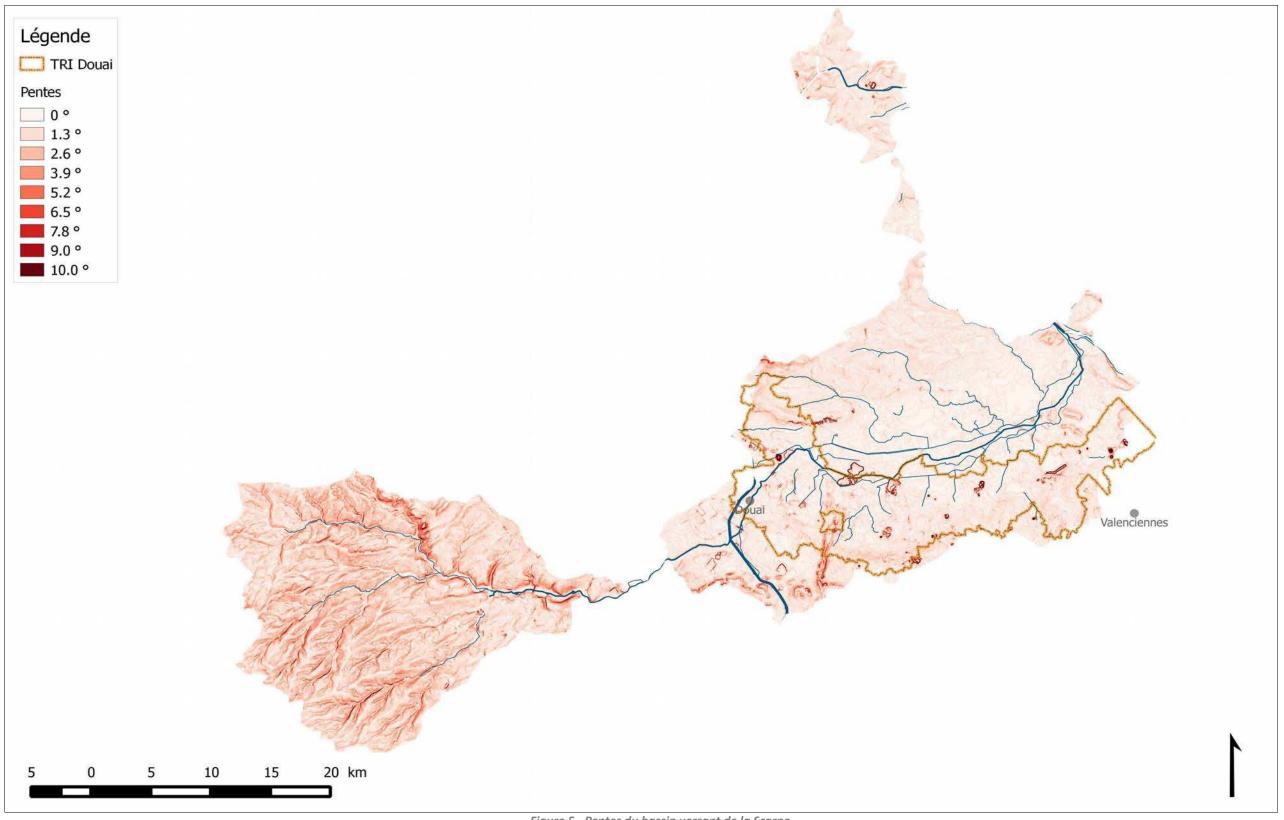


Figure 5 - Pentes du bassin versant de la Scarpe

2.1.3 Géologie-pédologie

Concernant le bassin versant de la Scarpe aval, on note une asymétrie entre la rive gauche et la rive droite de la Scarpe permettant une distinction du réseau hydrographique :

- Rive gauche :le Pévèle argileux disposant d'un réseau de fossés relativement important au regard des pentes. Les écoulements prennent naissance très en amont près de la ligne de crête.
- Rive droite : les hauteurs du sud du bassin versant sont constituées de talwegs secs du fait des sols favorisant l'infiltration.

2.1.4 Hydrogéologie

Bassin de la Scarpe aval

On note trois aquifères remarquables :

• L'aquifère superficiel :

L'alimentation de cette nappe provient directement des précipitations et ses eaux sont drainées, notamment par le réseau hydrographique superficiel, vers la Scarpe et parfois relevées à l'aide de stations de pompage pour être évacuées dans le cours d'eau. Par ailleurs, une partie de l'eau de cette nappe alimente la nappe de la craie sous-jacente par drainance verticale.

La nappe superficielle a une influence sur le fonctionnement du réseau hydrographique et ce en particulier dans les zones d'affaissement minier (Cf. AZI Scarpe aval).

L'aquifère de la craie :

Il est alimenté par les précipitations dans la zone d'affleurement et par des apports de la nappe superficielle au centre et au nord. Les sorties sont représentées par les prélèvements, les échanges avec le réseau hydrographique (zone de nappe libre) et la drainance faible vers le calcaire carbonifère.

La nappe de la craie est captive sur pratiquement tout le territoire d'étude. Elle devient libre dans les zones d'affleurement de la craie comme au sud, dans la région de Douai, et sur une moindre surface à Mortagne du Nord, au nord est du bassin.

La nappe de la craie peut avoir une influence sur le fonctionnement du réseau hydrographique et ce en particulier dans les secteurs où elle est libre (Cf. AZI Scarpe aval).

Le calcaire carbonifère :

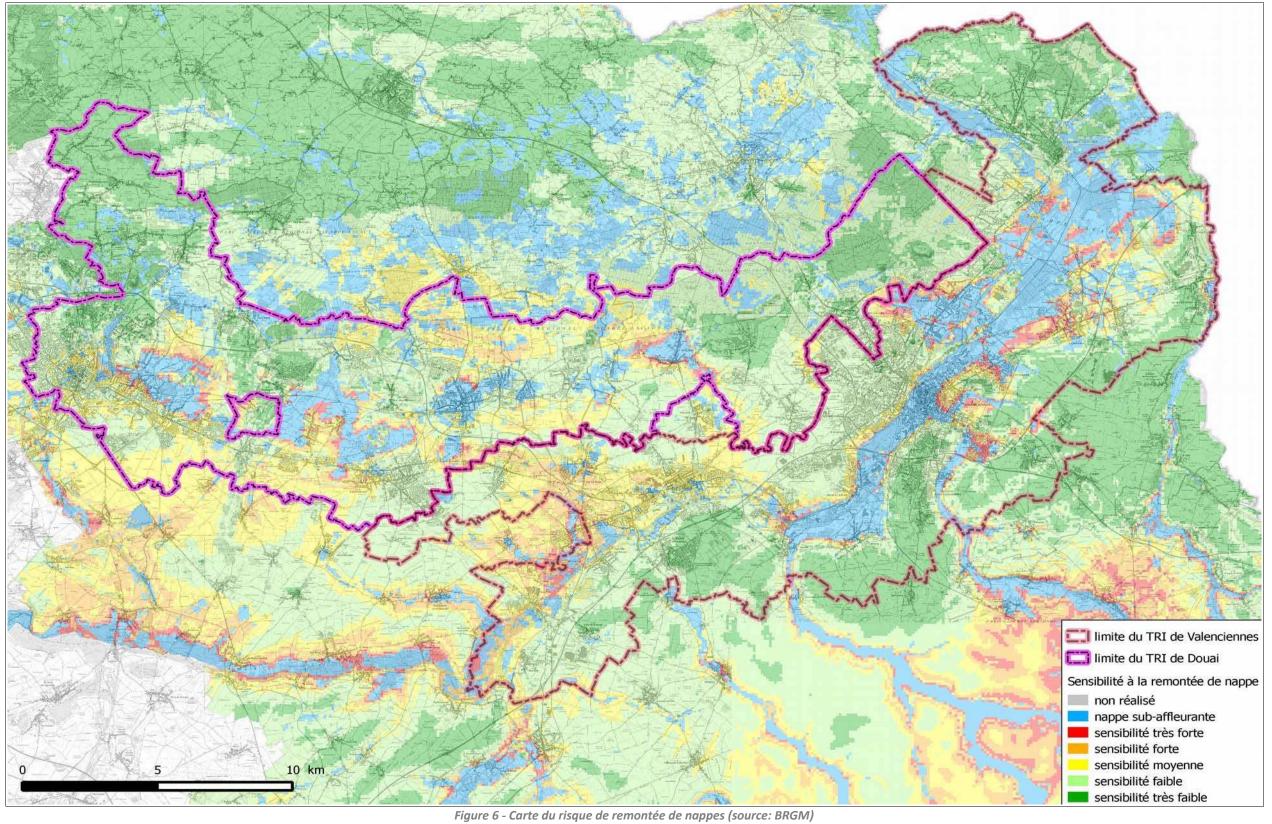
Alimentée par des affleurements en Belgique, la napppe est captive sur le bassin versant de la Scarpe aval.

Bassin de la Sensée (SAGE sensée)

Les principales nappes du bassin versant de la Sensée sont :

- La nappe des Sables tertiaires, captive au Sud et libre au Nord du bassin ;
- La nappe de la craie ;
- La nappe des alluvions.

La figure ci-dessous présente la carte des risques de remontée de nappe du territoire de l'étude. Le risque est fort à très élevé aux abords de la Scarpe aval et de l'Escaut, ainsi que dans les zones d'affaissements miniers au sud du TRI de Douai.



2.1.5 <u>Hydrographie</u>

Le secteur d'étude présente un réseau hydrographique dense et complexe, du fait de sa faible déclivité et de la forte anthropisation de ses cours d'eau au fil des siècles.

Le réseau est notamment complexe par la présence de voies navigables importantes constituant ses exutoires, imposant ainsi des Niveaux Normaux de Navigation (NNN) devant être respectés continuellement.

Le réseau hydrographique est présenté plus en détails dans la partie 2.2.

2.1.6 Occupation du sol

Concernant le bassin versant de la Scarpe aval, l'étude AZI propose les ordres de grandeurs suivants : 45% de zones cultures, 17% de superficies toujours en herbe et par ailleurs environ 10% de boisement et **15% de zones urbaines**.

Le découpage de la couche SIG provenant de Corine Land Cover pour les différents territoires de la présente étude fournit la répartition de l'occupation des sols suivante :

	BV Scarpe aval	BV Escaut	TRI Douai	TRI Valencienne
zone urbaine	20%	11%	29%	38%
surface agricole ou enherbées	72%	81%	53%	49%
boisement	8%	6%	16%	10%

Tableau 2.1 - Occupation du sol des bassins versants et des TRI

L'urbanisation des TRI de Douai et Valencienne est comprise entre 30% et 40%. Environ la moitié de ces territoires est destiné à l'agriculture. L'occupation des sols à l'échelle des bassins versants est donnée dans la carte de la figure 7.

L'urbanisation dans le bassin versant de la Scarpe aval s'est développée principalement en rive droite de la Scarpe. Environ ¼ des surfaces « activités » se trouve en bordure directe de cours d'eau et est donc potentiellement soumis au risque d'inondation.

Le bassin versant de l'Escaut présente quant à lui un tissu urbain étendu mais lâche, se caractérisant par un habitat dispersé longeant l'Escaut du sud-ouest au nord-est. La majeure partie des zones d'activités est également localisée aux abords de l'Escaut.

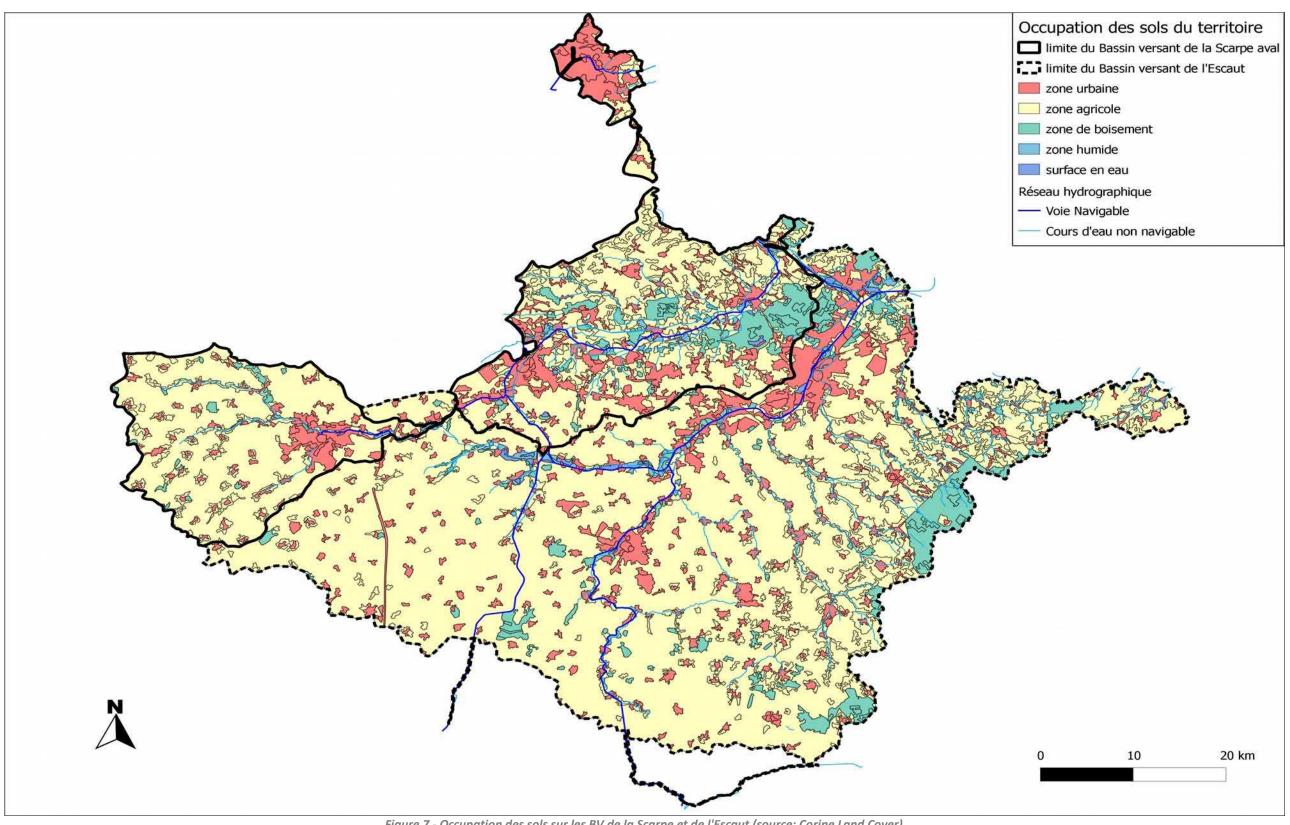


Figure 7 - Occupation des sols sur les BV de la Scarpe et de l'Escaut (source: Corine Land Cover)

Les principales agglomérations du bassin versant de la Scarpe aval sont :

- Douai (~ 42 000 habitants);
- Saint-Amand-les-Eaux (~ 17 000 habitants), qui n'appartient pas au TRI de Douai.

Concernant le bassin versant de l'Escaut, on note la présence des agglomérations importantes suivantes :

- Valenciennes (~ 43 000 habitants);
- Denain (~ 20 000 habitants);
- Douchy-les-Mines (~ 10 000 habitants).

2.2 Fonctionnement hydraulique

2.2.1 Un territoire aux contraintes spécifiques

La topographie du territoire qui est composée d'une basse plaine aux faibles altitudes, entourée d'une partie collinaire aux altitudes rapidement plus élevées. Ce contexte topographique contribue à des écoulements relativement rapides à l'amont des cours d'eau avant un brusque ralentissement à la rupture de pente, propice aux inondations.

Le passé minier constitue également un facteur de modification de la topographie des terrains par des affaissements progressifs dont l'importance peut parfois modifier l'écoulement gravitaire des eaux. De nombreuses stations de relèvement sont ainsi présentes sur le territoire afin d'évacuer les eaux au niveau des affaissements.

La présence des nappes souterraines, notamment la nappe superficielle libre sur la majorité du bassin versant de la Scarpe aval, influence les écoulements du réseau hydrographique particulièrement lors des années humides.

Enfin, **l'anthropisation du réseau hydrographique** au fil des siècles a considérablement modifié le fonctionnement général de ce dernier. Le réseau secondaire a aujourd'hui pour exutoire des voies navigables, imposant ainsi un niveau d'eau qui doit être respecté continuellement.

2.2.2 Le réseau hydraulique principal

Le réseau hydraulique des bassins versants de la Scarpe et de l'Escaut est donné dans la carte de la figure 8.

Ce dernier est dense, artificialisé et complexe. Le réseau principal est constitué des voies navigables dont une représentation schématique est donnée dans la figure 9. Ce schéma permet de distinguer les différents canaux constituant le réseau navigable avec leur sens d'écoulement et la localisation (non exhaustive) des écluses.

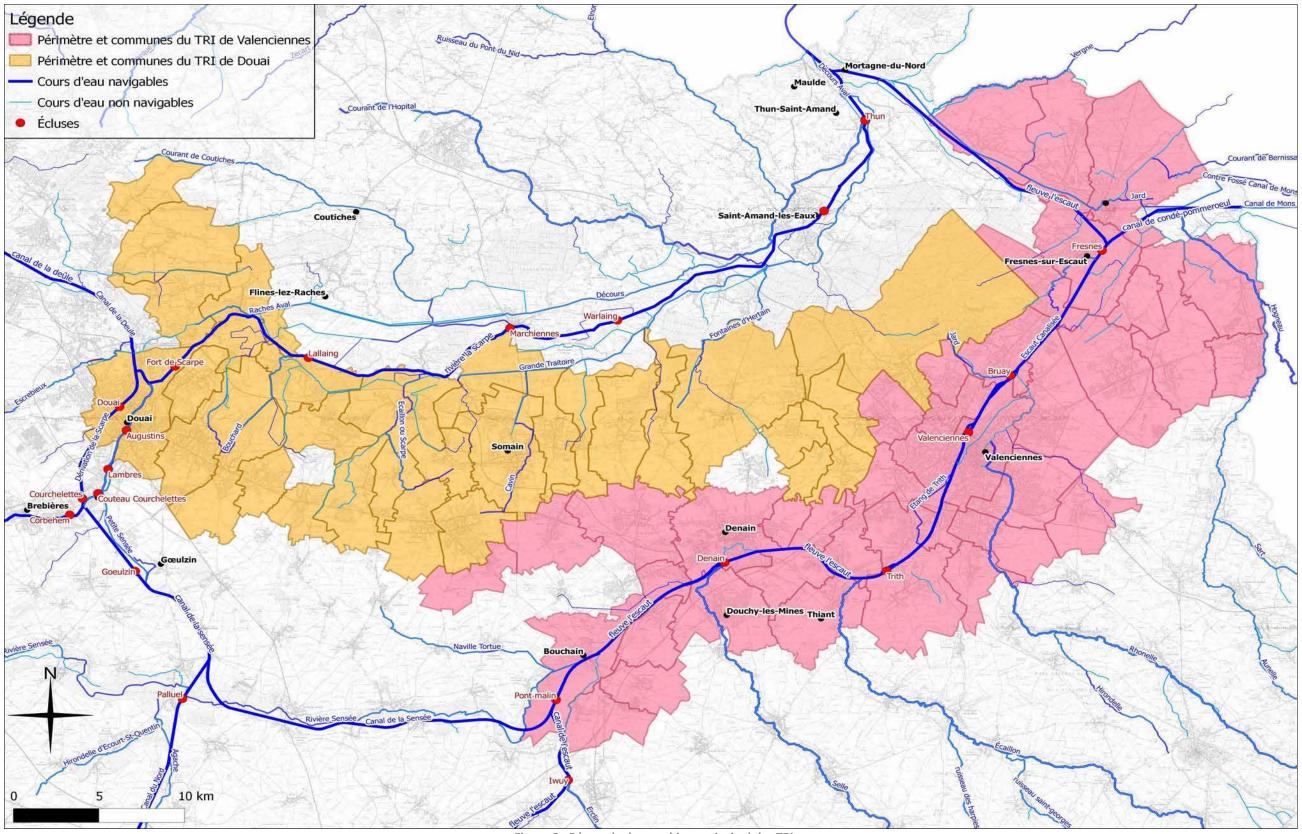


Figure 8 - Réseau hydrographique principal des TRI



Figure 9 - Schématisation du réseau de voies navigables du territoire (source : SAGE Scarpe aval)

Les entités concernées par la présente étude sont la Scarpe aval, le canal de la Sensée et le canal de l'Escaut jusqu'à la confluence avec la Scarpe aval.

La Scarpe se décompose suivants les 3 secteurs suivants avec une direction générale ouest sud ouest – est nord est :

- La Scarpe amont (ou Scarpe supérieure) s'écoule sur 23km d'Arras à Corbehem.
- La Scarpe moyenne, traversant la ville de Douai entre les écluses de Couteau-Courchelettes et Fort de Scarpe (7km). Au niveau de ce tronçon, une dérivation de la Scarpe, réalisée entre Corbehem et Flers-en-Escrebieux permet une liaison entre le canal du Nord et le canal de la Deûle (grand gabarit).
 - En fonctionnement normal, un débit de 1m³/s transite par le barrage de Fort de Scarpe. Le volume d'eau restant rejoint alors le canal à grand gabarit à l'aval de l'écluse de Douai. En cas de crue sur les secteurs à forts enjeux du canal de la Deûle (notamment Lille), un scénario de gestion de crue envisage le délestage des eaux du canal à grand gabarit vers la Scarpe aval, si cette dernière le permet.
- La Scarpe aval (ou Scarpe inférieure) s'écoule sur 37 km de Fort de Scarpe à Mortagne du Nord où elle se jette dans le canal de l'Escaut à l'aval de l'écluse de Fresnes-sur-Escaut et jusqu'à la frontière Belge. Sur tout ce tronçon, la Scarpe est entièrement canalisée et perchée, large de 20m. Dans le secteur de la confluence avec l'Escaut, le fonctionnement hydraulique est globalement géré par le niveau du tronçon Fresnes-sur-Escaut Kain (Belgique).

Le canal de la Sensée, creusé au 19^{ème} siècle sous Napoléon, permet de réunir la Scarpe et l'Escaut. Le canal de la Sensée alimente le canal de l'Escaut au niveau du barrage de Pont malin. Le Canal de la Sensée reçoit les apports du Canal du Nord et de l'Escaut canalisée à l'amont de l'écluse de Pont malin. La particularité du canal de la Sensée est de ne pas avoir un sens d'écoulement unique. Si au niveau du barrage de Pont malin elle alimente le bief aval avec un débit moyen de l'ordre de 7,5 m³/s, elle alimente également le bief à l'aval de l'écluse de Goeulzin par le biais des bassinées (volume d'eau transitant lors du passage de péniches dans l'écluse et ramené à un débit moyen de navigation).

Le canal de l'Escaut va de Cambrai au niveau de la jonction avec le canal de Saint-Quentin à Mortagne-du-Nord. L'Escaut canalisée comprend deux secteurs de gabarit différents, le gabarit Freycinet (gabarit d'écluse permettant à des péniches de 300 à 350t de les franchir) jusqu'à l'écluse de Pont malin puis elle devient à grand gabarit (3000t) à l'aval de cette dernière. Le canal de l'Escaut à grand gabarit (tronçon nous concernant dans le cadre de cette étude) reçoit donc les eaux du canal de la Sensée et de l'Escaut canalisée gabarit Freycinet.

Les dossiers d'ouvrages fournis par la VNF fournissent, pour chacun des biefs, les niveaux normaux de navigation (NNN), les cotes de débordement, les chutes d'eau ainsi que les débits pouvant transiter par les barrages éclusés en période de navigation et hors navigation (débits à l'étiage, moyens et débits de crue -Qix 2, 5, 10 et 20 ans).

Les ouvrages des voies navigables sont dimensionnés pour des crues décennales. Pour des crues exceptionnelles, les écluses et barrages ne sont pas régulés et sont ouverts.

2.2.3 <u>Le réseau hydraulique secondaire</u>

La Scarpe aval

Le réseau hydrographique secondaire du bassin versant de la Scarpe aval est particulièrement développé en raison de la présence de nombreux cours d'eau et canaux, témoignages de siècles d'intervention humaine. Le bassin versant se décompose en plusieurs sous bassins versants dont la majorité se jettent dans les principaux affluents de la Scarpe aval :

- le Décours (36 km) en rive gauche ;
- la Grande Traitoire (24 km) en rive droite.

Ces deux affluents artificiels ont été creusés par les moines au 14ème siècle afin de réguler la Scarpe et d'assécher les marais de la vallée.

Le Décours draine trois principaux sous bassins (environ 400 km²):

- le courant de Coutiches ;
- le courant de l'Hôpital;
- le courant de l'Elnon.

La Grande Traitoire draine quant à elle un sous bassin global de 200 km² avec les principaux cours d'eau suivants :

- Les Fontaines d'Hertain
- la Balle de la Tillière
- le Cavin

Les points d'apports de ces affluents de la Scarpe aval sont recensés dans la carte de la figure 10.

Le canal de l'Escaut

Les principaux affluents de l'Escaut, entre l'écluse de Pont malin et l'écluse de Fresnes-sur-Escaut sont :

- la rivière Sensée ;
- le Vieil Escaut ;
- la Selle ;
- L'Ecaillon;
- la Rhonelle ;
- l'Hogneau et la Haine (rivière belge) via le canal de Conde-Pommeroeul;

Les différents apports intermédiaires des biefs de l'Escaut sont localisés dans la carte de la figure 11 en fonction de la nature des apports :

- BV : apports des bassins versants des affluents ;
- ruissellement : apports issus de ruissellement lorsque les sols sont fortement imperméabilisés et le réseau hydrographique inexistant ;
- bassinées : apports provenant des passages de péniches dans les écluses ;
- autre : apports provenant des biefs amont au niveau des barrages des écluses.

Concernant l'apport de la Haine en Belgique, il s'agira de se rapprocher des autorités belges afin d'obtenir des informations sur le régime hydraulique de cette rivière.

Le canal de la Sensée

Le canal de la Sensée est indépendant du réseau hydrographique naturel. Ses seuls apports proviennent des canaux du Nord (à l'aval de l'écluse de Palluel) et de l'Escaut gabarit Freycinet (à l'aval de l'écluse de Iwuy). A noter que le canal de la Sensée reçoit les eaux de la rivière Sensée amont qui est un affluent du canal du Nord.

A l'amont de l'écluse de Goeulzin, un vannage permet d'alimenter de manière continue la Petite Sensée (débit de 0,8 m³/s).

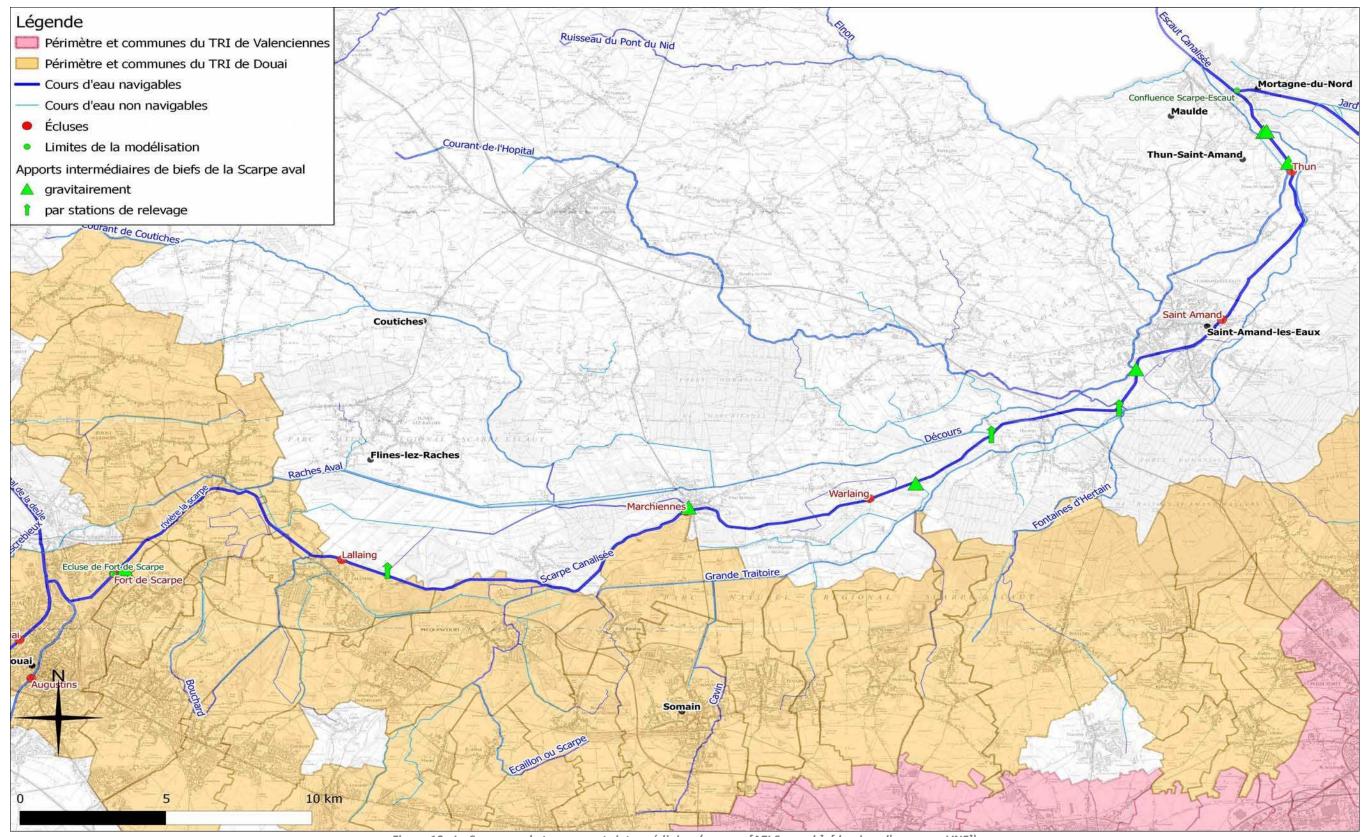


Figure 10 - La Scarpe aval et ses apports intermédiaires (source : [AZI Sogreah], [dossiers d'ouvrages VNF])

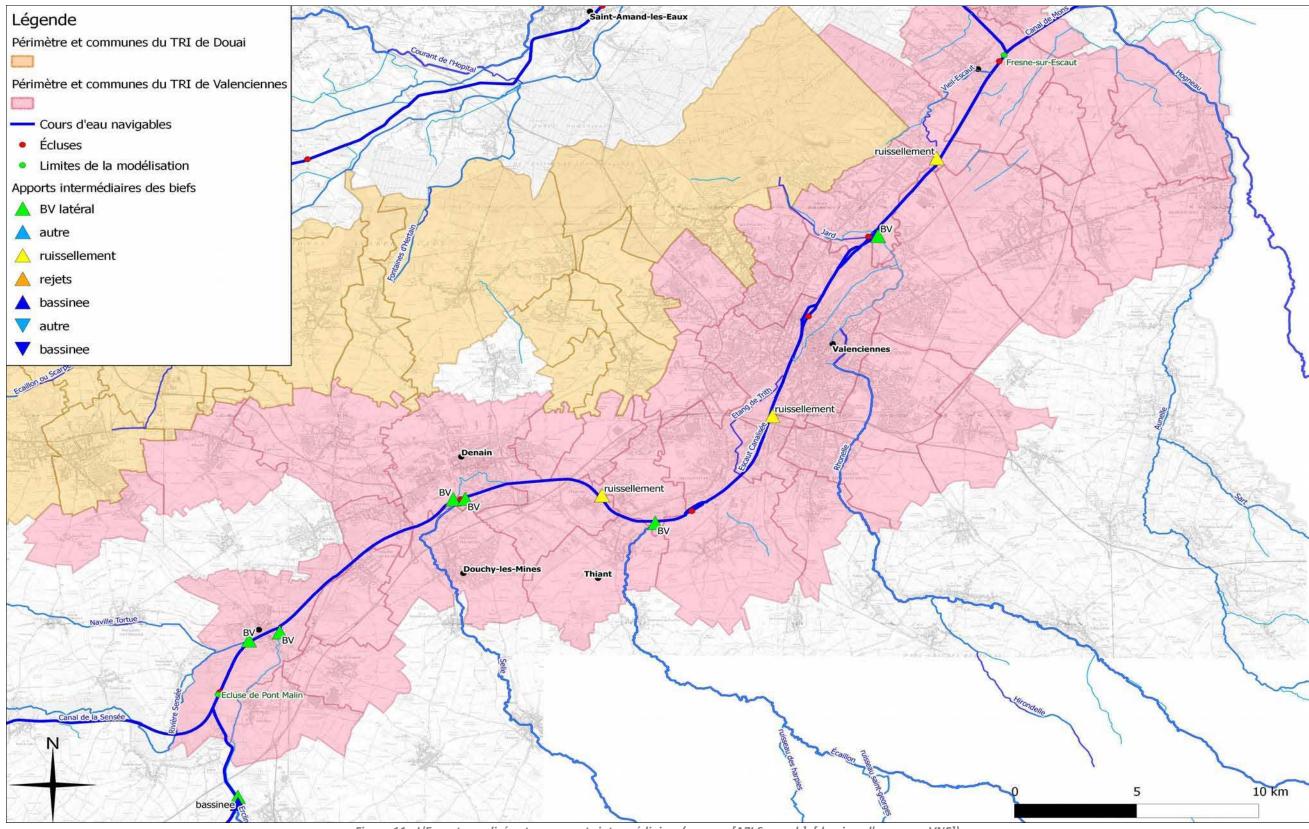


Figure 11 - L'Escaut canalisée et ses apports intermédiaires (source : [AZI Sogreah], [dossiers d'ouvrages VNF])

2.2.4 Aménagements – ouvrages hydrauliques

Le caractère artificiel du réseau hydrographique, couplé aux faibles pentes générales et aux conséquences de l'exploitation minière, a amené à la mise en place d'aménagements nombreux sur le réseau non navigable, notamment sur le bassin versant de la Scarpe aval, où la Scarpe est perchée.

On distinguera les ouvrages de types barrages-écluses, présents en nombre sur les voies navigables et destinés à maintenir le niveau d'eau des différents biefs, des ouvrages aménagés sur le réseau secondaire.

Un inventaire détaillé de ces derniers est disponible dans le SAGE et l'étude AZI de la Scarpe aval. On recense au niveau des affluents de la Scarpe aval les types d'ouvrages suivants :

- Évacuateurs de crue associés à des déversoirs permettant de décharger les cours d'eau en cas de crue vers la Scarpe ;
- plaquage de cours d'eau ;
- siphons de transfert ;
- stations de relèvement des eaux : elles permettent de relever les eaux ne pouvant s'écouler gravitairement dans la Scarpe (cours d'eau, ruissellement, eaux de drainage de la nappe superficielle, eaux du bassin minier) ;
- seuils-déversoirs;
- lames déversantes qui sont abaissées en période de crue (sur le Décours);
- clapets anti-retour;
- vannes.

Des aménagements de rétention ont également été mis en œuvre (d'autres sont actuellement en projet) au niveau des principaux affluents de la Scarpe aval afin de maîtriser les écoulements, notamment en période de crue.

Concernant la présence d'ouvrages hydrauliques sur le réseau hydrographique du bassin versant de l'Escaut, les documents fournis n'ont pas permis d'en relever des informations. A noter que les PPRi de la Selle et de l'Ecaillon, en cours d'étude, peuvent fournir des éléments sur le fonctionnement hydraulique de ces deux rivières ainsi que l'expansion des crues décennales et centennales.

La gestion des ouvrages présents sur le bassin versant de la Scarpe aval est réalisée par télésurveillance, parfois associée à une télégestion des niveaux d'eau. Les consignes de gestion des stations de relèvement et des lames déversantes (datant de 2003 et actualisée en 2006) sont fournies dans le rapport de l'AZI Scarpe aval. Les cotes de remplissage des bassins de rétention déjà présents en 2009 sont également données dans ce document.

Le rapport de l'AZI fait mention de principes de fonctionnement des ouvrages en crue qui doivent être étudiés dans le cadre du SAGE aval.

Remarque : On note sur les cartes du SAGE de la Scarpe aval un plus grand nombre d'ouvrages hydrauliques et de bassins de rétention que recensés dans l'étude AZI.

2.3 Fonctionnement hydrologique

2.3.1 Données sur les bassins versants

L'étude hydrologique complète réalisée de le cadre de l'AZI de la Scarpe aval fournit les données des sous bassins versants du BV de la Scarpe et de l'Escaut (surface, pente, longueur...). La dé composition des sous bassins versants

« principaux » a été réalisée à partir des stations hydrométriques et des données existantes.

Le tableau suivant, issu de l'étude hydrologique, fournit les principales caractéristiques des sous-bassins versants étudiés :

ssin	Bassin ou affluent	Surface (km²)	Longueur (km)	Altitude (m)	Pente (%)	Altitude source (m)
	La Sensée à Etaing	299	28,4	40	0,28	120
	Le Vieil Escaut à Hordain	720	79,5	35	0,13	135
	La Selle à Denain	252	43,4	35	0,22	130
5	L' Ecaillon à Thiant	173	33,2	29	0,41	165
Escaut	La Rhonelle à Aulnoy-lez-Valenciennes	88,4	27,3	36	0,47	165
m,	L' Hogneau à Gussignies	91	16,1	66	0,50	147
	L' Hogneau à Thivencelle	240	34,5	22	0,36	147
	L' Escaut à Condé-sur-l'Escaut	2580	111,8	18	0,10	135
	L' Escaut à Maulde	3400	124,7	16	0,10	135
	La Scarpe à Brebières	473	46,2	40	0,18	121
	La Traitoire à Wandignies-Hamage	42	6,4	18	0,16	28
(fax)	Le courant Fontaines d'Hertain à Hasnon	38,7	7,2	18	0,10	25
ф	Le courant de Coutiches à Flines-lez-Raches	48,4	12,8	25	0,23	55
Scarpe	La Balle de la Tillière à St-Amand-les-Eaux	33,7	4,7	18	0,13	24
0,	La Scarpe (canalisée) à Mortagne-du-Nord	1180	92,0	14	0,12	121
	Le courant de l'Hospital à Bousignies	64,5	17,5	17	0,14	41
	L' Elnon à Lecelles	67,4	14,5	17	0,26	55

Principales caractéristiques physiques des 17 bassins versants étudiés Tableau 2.2 - Caractéristiques des bassins versants étudiés dans l'étude hydrologique de l'AZI.

2.3.2 Analyse hydrologique

On compte actuellement 18 stations hydrométriques DIREN qui sont en service ou qui ont été exploitées sur les bassins de la Scarpe et de l'Escaut. Le rapport de l'AZI précise que l'ensemble des stations arrêtées présentait des problèmes en termes de qualité des données. Concernant les stations en service, les courbes de tarage sont généralement difficiles à définir avec précision (canaux utilisés pour la navigation, possibilité d'avoir des circulations d'eau dans les deux sens en fonction du positionnement des ouvrages...).

L'étude hydrologique sur les bassins versants de la Scarpe et de l'Escaut est réalisée par le BE Design Hydraulique et Energie. Ce dernier transmettra les données d'entrée (hydrogrammes de crue, débits) nécessaire à la réalisation de la phase 4 de la présente étude (modélisation simplifiée).

2.3.3 <u>Débits/hydrogrammes de crue</u>

On retiendra de l'analyse réalisée à partir des données de la Banque Hydro dans le cadre de l'AZI Scarpe aval les points suivants :

- un ratio du débit de pointe sur le débit journalier variant de 1,05 à 1,5 : des valeurs faibles qui traduisent des crues plutôt lentes étalées dans le temps, la forte hétérogénéité des ratios traduit la complexité du fonctionnement hydrologique des bassins;
- les débits de crue sont relativement faibles sur l'ensemble des bassins avec une forte hétérogénéité d'un bassin à l'autre et augmentent progressivement de l'amont vers l'aval ;
- certains bassins présentent des débits de crue spécifiques assez proches comme les deux Hogneau, le courant de l'Hôpital et l'Elnon, la Traitoire et la Scarpe à Brebières, le Vieil Escaut et la Sensée, l'Ecaillon et la Rhonelle.

Des données de bonnes qualité sont disponibles (stations DIREN du Courant de Coutiches sur la Scarpe aval et de l'Hogneau à Thivencelle pour le secteur de l'Escaut) pour les évènements suivants :

- février 1984
- décembre 1993
- décembre 1999
- mars 2001
- février 2002
- janvier 2003
- février 2003
- juillet 2005

D'après l'analyse simultanée de ces événements récents, il en ressort que :

- les plus fortes crues se produisent essentiellement en hiver, avec des pluies peu intenses mais longues ayant pour conséquence une saturation des sols et ainsi une réponse généralisée des bassins ; ces fortes crues se produisant durant les périodes où les niveaux de la nappe est la plus élevée (notamment février 2002) ;
- des crues étalées dans le temps du aux faibles pentes de la plaine de la Scarpe ;
- en terme d'événement estival, la crue de juillet 2005 constitue l'un des événements majeurs enregistrés sur le bassin.

3: Synthèse bibliographique — Historique des inondations

3.1 Recensement des événements historiques

La construction du canal à grand gabarit a fondamentalement modifié le fonctionnement hydrologique de la région. Depuis sa construction en 1968, il n'a plus été répertorié de débordements de l'Escaut, notamment dans les secteurs de Bouchain et Valenciennes.

Les inondations recensées dans notre zone d'étude sont les conséquences de crue des affluents de la Scarpe aval, de l'Escaut et du canal de la Sensée.

La figure 12 montre la répartition géographique des communes de la zone d'étude ayant fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle (inondations, coulées de boues, ...) pour 4 événements importants de ces 20 dernières années.

Ces cartes montrent l'hétérogénéité spatiale des désordres d'un événement à l'autre sur les bassins versants de la Scarpe aval et de l'Escaut. Concernant le bassin versant de la Sensée, la problématique de débordement de cours d'eau reste assez limitée et surtout localisée (pas d'événement de crue généralisé aux bassins voisins).

Selon les archives de Douai, il a été répertorié 17 inondations liées au débordement de la Scarpe ou de ses affluents depuis la tempête du 13 juillet 1788.

Les archives de Valencienne datent d'août 1365. Elles font état de 29 débordements de l'Escaut et de ses affluents (dont 21 depuis juillet 1788). Notons que les dates des débordements à Douai concordent rarement avec les dates des débordements à Valenciennes, excepté pour les plus grosses crues.

D'après les études et rapports récents, les trois événements récents les plus significatifs sont :

- décembre 1993 ;
- janvier 2003;
- juillet 2005.



Figure 12: Communes ayant fait l'objet de catastrophe naturelle -inondation, coulée de boue- (en vert) pour les événements historiques: a) Décembre 1993; b) juillet 1995 ; c) février 2002 et d) juillet 2005

3.1.1 <u>Décembre 1993</u>

La crue de 1993-94 est l'une des plus importantes qu'ait connue le bassin versant de la Scarpe aval. Cette crue hivernale présente le plus grand nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle (80) en dehors de la tempête de 1999. Les crues de décembre 1993, font suite à une longue période pluvieuse (près d'un mois), sans intensité journalière exceptionnelle, mais dans un contexte de saturation des sols que l'automne très pluvieux a engendré (180 à 300 mm en décembre 1993 selon les stations). Elles sont principalement concentrées en deux phases de quelques jours, centrées sur les 12 et 19 décembre. Le premier épisode (entre 40 et 50 mm) sature les sols, le second (50 à 60 mm supplémentaires) ruisselle immédiatement et engendre de nombreuses crues.

La quasi-totalité des cours d'eau, affluents de la Scarpe, de l'Escaut et de la Sensée, sont en crue. Ces inondations sont plus remarquables par leur caractère généralisé que par leur intensité : leur période de retour est souvent comprise entre 10 et 20 ans.

3.1.2 Janvier 2003

La crue de l'hiver 2003 fût moins importante que celle de 1993, mais elle suit le même fonctionnement, bien qu'elle ait été beaucoup plus locale.

Cet épisode est assez peu documenté, mais c'est sur l'Hogneau que la crue a été la plus violente, avec une période de retour de plus de 20 ans. Sur les autres affluents de la Scarpe, les périodes de retour de crues observées ne dépassaient pas 10 ans.

3.1.3 Juillet 2005

Lors de la crue de juillet 2005, le cumul de pluie journalier enregistré le 3 juillet au poste de Landas (au nord de St-Armand-les-Eaux) est de l'ordre de grandeur de la pluie journalière centennale (60mm). Cet épisode pluvieux est arrivé juste après un autre événement pluvieux qui avait saturé les sols. C'est donc une situation de crue sans doute assez voisine des crues hivernales, même si les intensités pluvieuses au cours de l'événement sont beaucoup plus fortes qu'en hiver.

A noter que la crue de juillet 2005 n'a pas la même importance sur le bassin de l'Escaut que sur celui de la Scarpe aval, ce qui en fait un événement davantage localisé que les crues de décembre 1993 et de janvier 2003.

Sur le Courant de Coutiches, la crue de juillet 2005 constitue l'un des événements majeurs enregistrés sur le bassin (période de retour supérieure à 20 ans).

3.2 Localisation des inondations

La carte de la figure 13 présente les emprises des zones inondées pour trois crue historiques (1993, 2003 et 2005) ainsi que les emprises des crues décennale et centennale issues de la modélisation dans le cadre de l'AZI de la Scarpe aval.

Cette carte montre que la majeure partie des débordements se situe en dehors du TRI de Douai excepté au sud de Marchiennes et au niveau de la Fontaine d'Hertain.

Concernant le TRI de Valenciennes, tous les affluents de l'Escaut présentent d'importantes zones de débordement, notamment la partie aval de l'Hogneau.

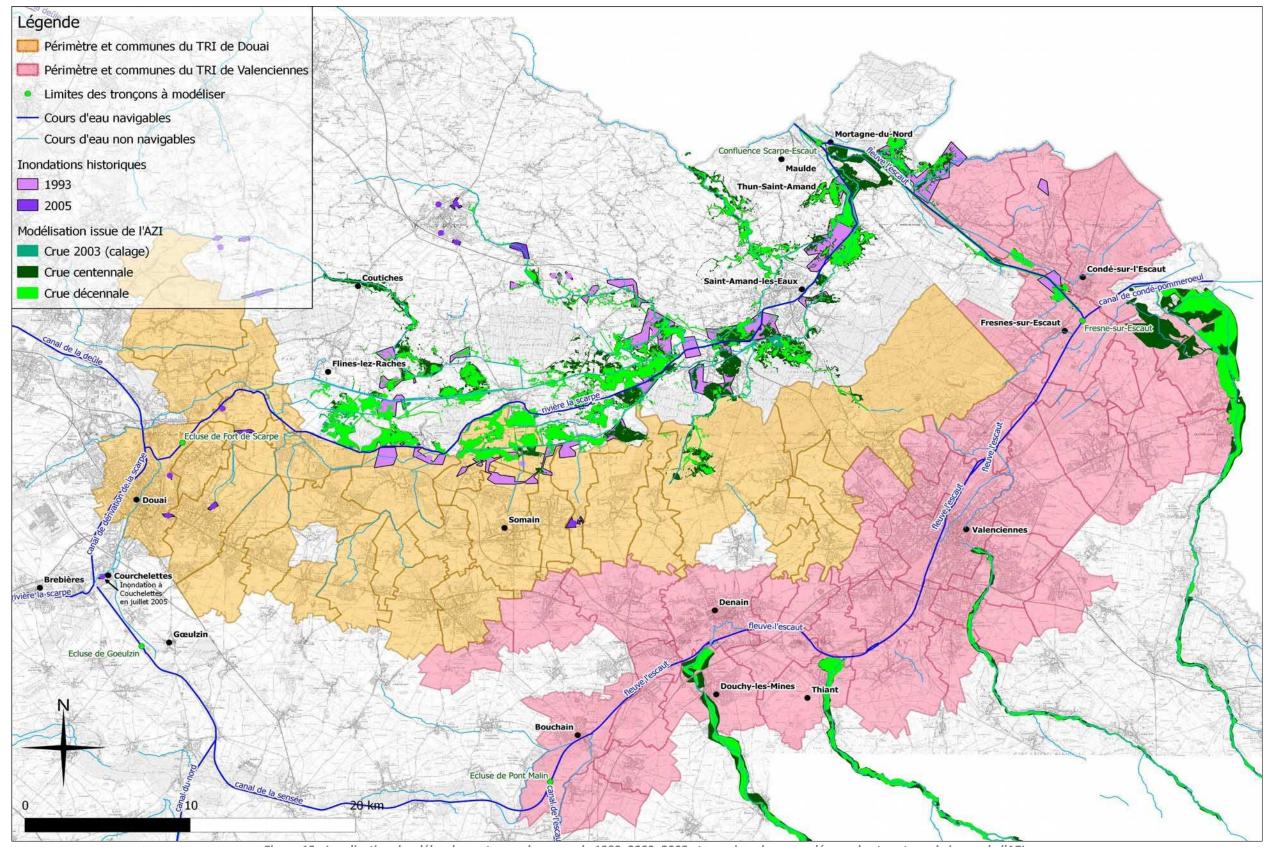


Figure 13 - Localisation des débordements pour les crues de 1993, 2003, 2005 et emprises des crues décennale et centennale issues de l'AZI

4: Bilan de la phase 1 – hypothèses proposées pour la réalisation des phases 2 et 4

Cette phase de recueil et de synthèse bibliographique a permis d'appréhender le fonctionnement hydraulique global du réseau hydrographique très complexe des bassins versants de la Scarpe et de l'Escaut.

L'analyse du fonctionnement hydraulique du réseau et des événements historiques amène à prendre en compte certaines hypothèses dans le cadre des phases suivantes concernant l'approche hydro-géomorphologique de la cartographie des zones inondables et la modélisation simplifiée du réseau.

4.1 Phase n° 2 : cartographie hydro-géomorphologique

Le contexte topographique de la zone d'étude (plaine basse aux reliefs très peu marqués) et la très forte anthropisation du réseau hydrographique impliquent que les différentes entités géomorphologiques ne sont pas forcément présentes ou visibles.

Aussi, si les cartes hydro-géomorphologiques ne comporteront pas forcément le tracé du lit moyen, ces dernières permettront de connaître l'emprise maximale des inondations par le contour de la plaine alluviale. Les remblais et digues seront identifiés et l'on s'attachera à décrire les incertitudes quant à la caractérisation des éléments cartographiés.

L'approche hydrogéomorphologique sera étendue à toute l'emprise des deux TRI y compris les communes de Courchelettes, Loffre et Haveluy (qui n'appartiennent pas aux TRI).

4.2 Phase n°4 – modélisation simplifiée

4.2.1 Secteurs à modéliser

Dans le cadre de la phase n°4, qui porte sur la modélisation simplifiée, le cahier des charges prévoit la modélisation des différents tronçons suivants :

- la Scarpe inférieure depuis Douai (à partir de l'écluse de Fort de Scarpe) jusqu'à sa confluence avec l'Escaut;
- l'Escaut canalisée entre Fresnes-sur-Escaut et l'écluse de Pont Malin ;
- le canal de la Sensée entre l'écluse de Goeulzin et l'écluse de Pont Malin.

Ces différents tronçons sont représentés en rouge dans la carte de la figure 14.

Le canal de la Sensée n'appartient à aucun des TRI de Douai et de Valenciennes. En revanche, il présente un intérêt car la modélisation de ce dernier permettra de représenter correctement le fonctionnement global du réseau canalisé, notamment dans le cas de crues centennale ou supérieure.

Le bas-Escaut, tronçon de l'Escaut entre l'écluse de Fresnes-sur-Escaut et la confluence avec la Scarpe aval, n'est pas clairement identifié dans les tronçons à modéliser selon le cahier des charges. Il présente cependant un intérêt particulier car il reçoit les eaux du canal de Condé-Pommeroel et de l'Hogneau et constitue la condition aval dans le cadre de la modélisation de la Scarpe aval. Il sera donc pris en compte dans la phase n°4.

La Scarpe moyenne, dont le débit conditionne l'entrée du modèle de la Scarpe aval, n'est pas à modéliser. Ce tronçon est inclus dans le TRI de Lille-Lens.

Les affluents des cours d'eau navigables ne seront pas modélisés mais seront pris en compte comme apports intermédiaires par le biais d'hydrogrammes injectés aux confluences.

L'analyse des événements historiques montre que, concernant la Scarpe, les affluents qui débordent se situent

majoritairement à l'extérieur du TRI de Douai. Cela amène à s'interroger sur la modélisation totale de la Scarpe aval et de ses affluents. En effet, aucun des affluents rive gauche de la Scarpe aval ne se situe dans ce territoire, aussi des injections d'hydrogrammes de crue au niveau des confluence seront suffisantes pour représenter le fonctionnement hydraulique local.

4.2.2 Conditions aux limites du modèle mise en œuvre

La présente section détaille les conditions aux limite du modèle, que ce soit les limites amont et aval du modèle ou les apports intermédiaires des cours d'eau affluents.

4.2.2.1 Modélisation de la Scarpe aval

La modélisation de la Scarpe aval sur le tronçon décrit plus haut nécessite la connaissance de deux conditions aux limites :

- une condition en amont de l'écluse de Fort de Scarpe : un débit d'1m³/s transite à travers le barrage-éclusé. En cas de crue dans les secteurs du canal de la Deûle, un scénario envisage le délestage des eaux du canal à grand gabarit dans la Scarpe aval si cette dernière le permet, la consigne de délestage est fournie par le niveau à l'écluse de Don (si le barrage de Don est ouvert et que le niveau du bief atteint +0,10m par rapport au NNN). Cette donnée dépend des résultats de modélisation sur le secteur du TRI Lille-Lens.
- une condition limite aval : le niveau d'eau du bief Fresnes-sur-Escaut Kain.

A ces conditions aux limites viennent s'ajouter les apports intermédiaires localisés dans la figure 10.

4.2.2.2 Modélisation du canal de la Sensée

La modélisation du canal de la Sensée entre les écluses de Goeulzin et de Pont malin nécessite quant à elle de connaître :

- conditions amont : débit du canal du Nord à l'aval de la confluence avec la rivière Sensée amont et débit de l'Escaut canalisée gabarit Freycinet à l'aval de l'écluse d'Iwuy;
- condition aval: niveau d'eau des biefs Pont malin/Denain et Goeulzin/Courchelettes.

4.2.2.3 Modélisation de l'Escaut

La modélisation de l'Escaut, de l'écluse de Pont malin à celle de Fresnes-sur-Escaut implique la connaissance de apports principaux suivants :

- condition amont : hydrogramme au niveau du barrage de Pont malin ;
- condition aval: niveau d'eau du bief Fresnes-sur-Escaut Kain.

A ces conditions aux limites viennent s'ajouter les apports intermédiaires localisés dans la figure 11.

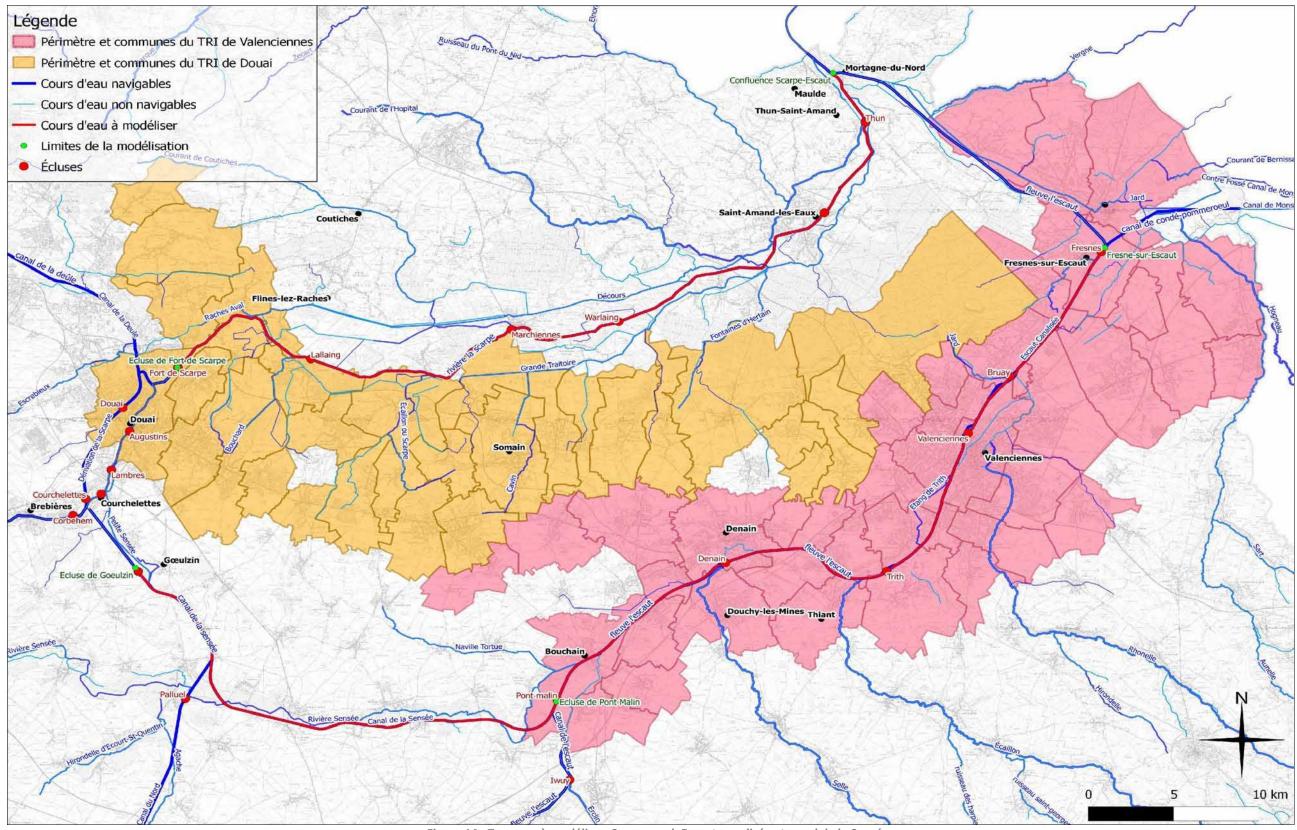


Figure 14: Tronçons à modéliser: Scarpe aval, Escaut canalisée et canal de la Sensée