



DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DES TERRITOIRES ET DE LA MER

NORD PAS DE CALAIS

Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Pas-de-Calais

Service Eau et Risque

Unité connaissance et prévention des risques



*Détermination de l'enveloppe approchée de l'aléa inondation
par remontée de nappe dans le bassin versant de la Sensée*

- Rapports Phase 1 et Phase 2-



Immeuble Central Seine 42-52 quai de la
Rapée 75582 Paris Cedex 12
Email : hydra@hydra.setec.fr
T : 01 82 51 64 02
F : 01 82 51 64 02

N°affaire : 29988
Directeur de projet : NVC
Responsable d'affaire : DYR
Secrétaire : HRV
Réf fichier : Rapport_Phase1.4.doc

Version	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb pages	Observations
1	10/01/2013	DYR	NVC	95	
2	12/04/2013	DYR	NVC	96	Suite COPIL Final

1	INTRODUCTION	7
1.1	Objectifs de l'étude	7
1.2	Aire d'étude	8
1.3	Méthodologie	10
1.3.1	Bibliographie	10
1.3.2	Enquêtes sur le terrain	11
1.3.3	Cartographie et restitution	12
2	PHASE 1 : CONNAISSANCE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT HYDROGEOLOGIQUE ET SES PRINCIPALES PROBLEMATIQUES	13
2.1	Connaissance générale du fonctionnement du bassin versant hydrogéologique	13
2.1.1	Contexte général	13
2.1.2	Piézométrie – variations	16
2.1.3	Carte piézométrique de 2001, BRGM	21
2.1.4	Carte piézométrie issue de la modélisation hydratec	22
2.1.5	Précipitations	23
2.2	Historique des inondations	26
2.2.1	Consultation des arrêtés CAT-NAT	26
2.2.2	Inondation par débordement des cours d'eau	26
2.2.3	Inondations par remontée de nappe	27
2.3	Données des repères de crue	30
2.4	Données de profil en travers de la vallée	31
2.5	Précision du fonctionnement des événements de remontée de nappe	32
3	PHASE 2 : DETERMINATION DES ZONES INONDABLES ET DE SATURATION DES SOLS	34
3.1	Eléments de méthodologie	34
3.2	Cartographie 1 / 7 000ème : Résultats des enquêtes	34
3.3	Cartographie finale 1 / 7 000 ^{ème}	51
3.3.1	Boiry-Becquerelle	52
3.3.2	Boiry-Saint-Martin	53

3.3.3	Boiry-Sainte-Rictrude.....	53
3.3.4	Boisleux-au-Mont	53
3.3.5	Boisleux-Saint-Marc.....	53
3.3.6	Boyelles.....	54
3.3.7	Guémappe	55
3.3.8	Haucourt.....	55
3.3.9	Héninel	55
3.3.10	Hénin-sur-Cojeul	56
3.3.11	Saint-Martin-sur-Cojeul.....	56
3.3.12	Villers-les-Cagnicourt	57
3.3.13	Vis-en-Artois.....	57
3.3.14	Wancourt	57
3.4	Cartographie générale	76
4	PRINCIPAUX ENJEUX.....	79
4.1	Les habitations	79
4.2	Les lieux publics.....	79
4.3	Entreprises	79
4.4	Prairies, cultures.....	79
4.5	Cartographie des enjeux au 1 / 7 000ème.....	79
5	ACTIONS ENVISAGEABLES	95
5.1	Inventaire des actions préventives	95
5.2	Inventaire des actions curatives.....	96
6	CONCLUSION.....	96

Figure 1 : Communes concernées par l'étude	8
Figure 2 : Cartographie du mur de la craie (source Hydratec, 2009)	13
Figure 3 : Cartographie générale de la piézométrie moyenne de la craie	14
Figure 4 : Cartographie de l'hydrographie générale	15
Figure 5 : Emplacements des piézomètres	16
Figure 6 : Chronique piézométrique sur le piézomètre de Guémappe	17
Figure 7 : Comportement de la nappe de la craie et période de retour (Source ADES)	18
Figure 8 : Niveaux piézométriques classés sur le piézomètre de Guémappe	18
Figure 9 : Chronique piézométrique au forage de Boisieux-Saint-Marc	20
Figure 10 : Piézométrie de hautes eaux de 2001 (Source BRGM)	21
Figure 11 : Schématisation du modèle hydrogéologique	22
Figure 12 : Piézométrie de hautes eaux 2001 (Source Hydratec)	23
Figure 13 : Précipitations relevées au poste de Wancourt (source MétéoFrance/Hydratec)	24
Figure 14 : Variations de la pluie utile	25
Figure 15 : Caractérisation statistique de l'évènement piézométrique de 2001 (ADES)	29
Figure 16 : Caractérisation statistique des évènements piézométriques majeurs à Guémappe	30
Figure 17 : Travaux topographiques des vallées du Cojeul et de la Sensée	31
Figure 18 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boiry-Becquerelle	36
Figure 19 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boiry-Ste-Rictrude et Boiry-Saint-Martin	37
Figure 20 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boiry-Ste-Rictrude	38
Figure 21 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boisieux-au-Mont	39
Figure 22 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boisieux-Saint-Marc ..	40
Figure 23 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boyelles	41
Figure 24 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Guémappe	42
Figure 25 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Haucourt	43
Figure 26 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Heninel	44
Figure 27 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Henin-sur-Cojeul	45
Figure 28 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Saint-Martin-sur-Cojeul	46
Figure 29 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Villers-les-Cagnicourt ..	47
Figure 30 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Vis-en-Artois (Cojeul) ..	48
Figure 31 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Vis-en-Artois (Sensée) ..	49
Figure 32 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Wancourt	50
Figure 33 : Légende des cartes au 1/7 000 ^{ème}	51
Figure 34 : Zone de source sur Boiry-Becquerelle	52
Figure 35 : Zone de source à Boisieux-Saint-Marc	54
Figure 36 : Position de la nappe par rapport au terrain naturel sur la commune de Boyelles	54
Figure 37 : Extrait de la carte géologique	56
Figure 38 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boiry-Becquerelle ..	59
Figure 39 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boiry-Saint-Martin et Boiry-Sainte-Rictrude 1	60
Figure 40 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boiry-Saint-Martin et Boiry-Sainte-Rictrude 2	61
Figure 41 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boisieux-au-Mont ..	62
Figure 42 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boisieux-au-Mont – Modification locale	63
Figure 43 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boisieux-Saint-Marc	64
Figure 44 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boisieux-Saint-Marc – Modification locale	65
Figure 45 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Boyelles	66
Figure 46 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Guémappe	67
Figure 47 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Haucourt	68
Figure 48 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Heninel	69
Figure 49 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Henin-sur-Cojeul ...	70
Figure 50 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Saint-Martin-sur- Cojeul	71
Figure 51 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Villers-les-Cagnicourt	72
Figure 52 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Vis-en-Artois Cojeul	73

Figure 53 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Vis-en-Artois Sensée	74
Figure 54 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Wancourt	75
Figure 55 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : Secteur AMONT ...	77
Figure 56 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation quantitative par remontée de nappe : secteur AVAL.....	78
Figure 57 : Enjeux principaux sur la commune de Boiry-Becquerelle.....	80
Figure 58 : Enjeux principaux sur la commune de Boiry-Sainte-Rictrude et Boiry-Saint-Martin 1	81
Figure 59 : Enjeux principaux sur la commune de Boiry-Sainte-Rictrude et Boiry-Saint-Martin 2	82
Figure 60 : Enjeux principaux sur la commune de Boisieux-au-Mont	83
Figure 61 : Enjeux principaux sur la commune de Boisieux-Saint-Marc.....	84
Figure 62 : Enjeux principaux sur la commune de Boyelles	85
Figure 63 : Enjeux principaux sur la commune de Guémappe	86
Figure 64 : Enjeux principaux sur la commune de Haucourt	87
Figure 65 : Enjeux principaux sur la commune de Héninel.....	88
Figure 66 : Enjeux principaux sur la commune de Hénin-sur-Cojeul	89
Figure 67 : Enjeux principaux sur la commune de Saint-Martin-sur-Cojeul	90
Figure 68 : Enjeux principaux sur la commune de Villers-les-Cagnicourt.....	91
Figure 69 : Enjeux principaux sur la commune de Vis-en-Artois (Cojeul).....	92
Figure 70 : Enjeux principaux sur la commune de Vis-en-Artois (Sensée).....	93
Figure 71 : Enjeux principaux sur la commune de Wancourt	94

Tableaux

Tableau 1 : Regroupement des communes concernées par l'étude.....	9
Tableau 2 : Liste des contacts pour les entretiens.....	11
Tableau 3 : Statistiques sur les maximums annuels piézométriques 00275X0005	17
Tableau 4 : Relevés piézométriques annuels au forage de Boisieux-saint-Marc, 00354X0002	19
Tableau 5 : Statistiques sur les maximums annuels piézométriques 00354X0002	20
Tableau 6 : Période de retour théorique (loi normale) des évènements pluviométriques	24

1 INTRODUCTION

1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Historiquement, le bassin versant hydrogéologique de la Sensée et du Cojeul est sujet aux inondations lors d'évènements pluvieux remarquables. Ces inondations peuvent être de plusieurs types :

- Inondations par ruissellement : ces inondations sont liées à des évènements orageux intervenant sur sols saturés en hiver, ou bien faisant intervenir des phénomènes de battance. L'eau est chargée en particules de sol dues à l'érosion sur les parcelles agricoles. C'est un phénomène rapide.
- Inondations par remontée de nappe : elles sont liées à une mise en charge progressive de la nappe jusqu'à atteindre un niveau exceptionnel, et peut déborder sur le sol. Ce phénomène est lent, révélateur de l'inertie du milieu poreux.

L'étude s'intéresse ici aux inondations par remontée de nappe et ne concerne donc pas les problématiques d'inondation par ruissellement.

Bien que n'engendrant pas de danger pour la vie humaine, ce type d'inondation, impressionnant, peut aboutir en revanche à d'importants dégâts matériels (matériel dans les caves principalement, ou parcelles agricoles impraticables).

La succession de nombreuses inondations par remontées de nappe sur le bassin versant hydrogéologique de la Sensée et du Cojeul ont impliqué, depuis les années 1980, la mise en place d'arrêtés de CATastrophe NATurelle (CAT NAT) au sein de la plupart des communes du secteur. De manière automatique, un Plan de Prévention RIsque inondation (PPRi) a été prescrit sur les communes présentant un minimum de trois arrêtés CAT NAT.

La DDTM 62, engageant une politique de prévention du risque naturel dans le département confie donc à Hydratec les missions suivantes :

- Connaissance plus fine du phénomène d'inondation par remontée de nappe afin de développer une politique d'aménagement cohérente / Aide à la décision.
- Donner les éléments nécessaires au débat concernant la mise en place ou non d'un outil tel que le PPRi, force de proposition sur d'autres outils, éventuellement moins « lourds ».

1.2 AIRE D'ETUDE

L'étude concerne le bassin versant de la Sensée amont, et plus particulièrement la vallée du Cojeul, de la petite Sensée, et Sensée amont.

Les 14 communes concernées par cette étude sont cartographiées ci-dessous.

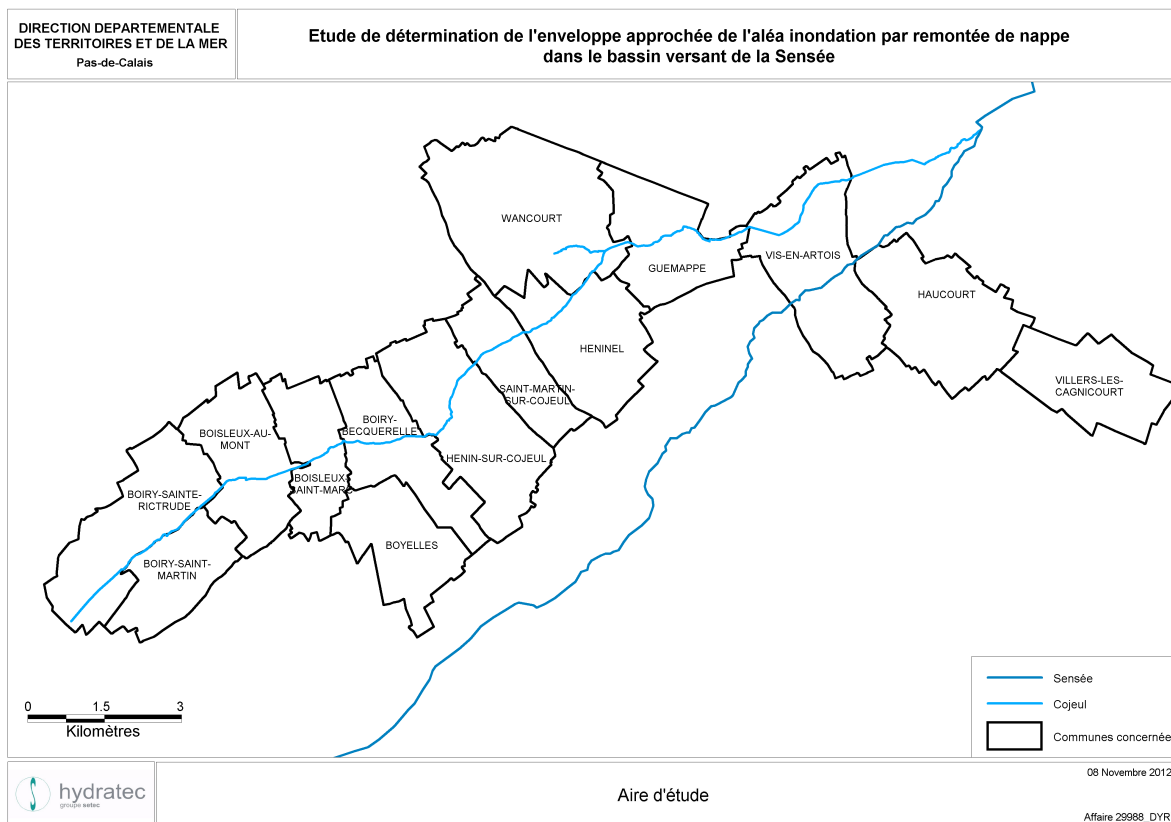


Figure 1 : Communes concernées par l'étude

Ces 14 communes appartiennent à différentes communautés de communes (voir tableau ci-dessous) : la communauté de communes du Sud Arrageois, la Communauté Urbaine d'Arras, la Communauté de communes des Vertes Vallées et la Communauté de communes OSARTIS.

Afin d'améliorer la vision territoriale de l'aménagement sur le secteur, des regroupements entre ces communautés de communes sont prévus au cours de l'année 2013.

Dans le cadre de ces modifications administratives, la possibilité de réviser les Plans Locaux d'Urbanisme est offerte aux communes. Ainsi, cette étude permettra d'approcher un zonage de l'aléa d'inondation par remontée de nappe, afin qu'il soit mieux pris en compte dans ces documents d'urbanisme.

Communes	Regroupement actuel	Regroupement futur
Boiry Becquerelle	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Boiry Saint Martin	Communauté de com. des Vertes Vallées	Id
Boiry Sainte Rictrude	Communauté de com. des Vertes Vallées	Id
Boisleux au Mont	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Boisleux saint Marc	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Boyelles	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Guémappe	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Haucourt	Communauté de com. Osartis	Id
Hénin sur Cojeul	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Héninel	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Saint Martin sur Cojeul	Communauté de com. du Sud-Arrageois	Communauté Urbaine d'Arras
Villers les cagnicourt	Communauté de com. Osartis	Id
Vis en Artois	Communauté de com. Osartis	Id
Wancourt	Communauté Urbaine d'Arras	Id

Tableau 1 : Regroupement des communes concernées par l'étude

La Sensée prend sa source sur les plateaux calcaires en amont de Vis en Artois et s'écoule sur une quarantaine de kilomètres jusqu'à Bouchain. Son lit est creusé dans un épais matelas d'alluvions. A l'ouest et au sud, la tête du bassin versant est le siège de terres de grandes cultures, où les vallées sont en général dépourvues de végétation arborescente. Plus en aval, la vallée se verdit à l'approche de Rémy. L'essentiel des zones écologiquement riches est situé dans la basse vallée et se concentre sur le secteur des zones humides constituées par les étangs. Ce cours d'eau traverse les communes de Vis-en-Artois et Haucourt.

Le Cojeul prend sa source sur les plateaux de Boiry-Sainte-Rictrude et rejoint la Sensée à Etaing. Il est intermittent tout au long de l'année et présente une vallée plutôt étroite où les alluvions sont assez peu représentées. Il traverse les communes à l'ouest de la zone d'étude jusqu'à Vis-en-Artois.

Les évènements notables (arrêtés CAT NAT) sont :

- 1988 : inondations/coulées de boues et remontées de nappe
- 1993-1994-1995 : remontées de nappe
- 1999 : inondations/coulée de boues
- 2000-2001-2002 : inondations/remontées de nappe
- 2005 : inondations/coulées de boue

A noter que d'autres évènements ont été retrouvés dans la bibliographie.

1.3 METHODOLOGIE

1.3.1 Bibliographie

Les documents principaux consultés sont les suivants :

- Remontées de la nappe de la craie dans le bassin minier Nord pas de Calais (BRGM, 1991)
- Article, Le Cojeul, site de la commune de Boisieux-au-Mont, (26 juillet 2012) <http://www.boisieuxaumont62.fr/articles.php?lng=fr&pg=64>
- Rapport sur les inondations de l'hiver 1994-1995 (Mise Pas de Calais, 1995)
- DESS Geode 1998/1999
- Inondations par remontée de nappe en 2000-2001 dans la région Nord Pas de Calais (BRGM, 2001)
- Inondations par remontée de nappes phréatiques : Proposition d'un outil d'évaluation de l'aléa inondation sur le territoire du bassin minier Nord Pas de Calais, Note de présentation du projet – 2002
- Compte-rendu du groupe de travail : Aléa d'inondations par remontées de nappes phréatiques DDTM, 2003
- Aléa inondation par remontée de nappe sur le territoire du Bassin Minier du Nord Pas de Calais – 1ère partie
- Etude de préféabilité d'un programme de gestion préventive des remontées de nappe sur le territoire de la Communauté de Communes du Sud Arrageois, ANTEA (2005)

L'analyse de la bibliographie permet en particulier de préparer les enquêtes de terrain en initiant une fiche technique par commune. Cette fiche technique décrit les connaissances détenues par Hydratec au moment de l'entretien afin de faciliter les échanges avec les interlocuteurs.

1.3.2 Enquêtes sur le terrain

Les enquêtes de terrain ont débuté en octobre 2012 et se sont achevées début Novembre. L'ensemble des élus a répondu positivement aux sollicitations d'Hydratec. Par ailleurs, de nombreux contacts ont été établis avec les riverains.

La liste des contacts établis et entretiens est la suivante :

						coordonnées pour confirmation	Date RV
Commune	Maire	NOM	Adresse	Code	Tel		
Boiry-Becquerelle	Mr	M. Dollet	9 rue de l'Eglise	62 128	03 21 59 51 74	mairie.boirybecquerelle@wanadoo.fr	05-nov
Boiry-Saint-Martin	Mr	C. Suquet	10 rue de la Mairie	62 175	03 21 22 47 46	mairie-de-boiry-st-martin-@wanadoo.fr	12-oct
Boiry-Sainte-Rictrude	Mr	R. Godefroy	7 rue Bucquoy	62 175	03 21 22 45 45		18-oct
Boisieux-au-Mont	Mr	J.M. Distinguin	9 rue de la Mairie	62 175	03 21 22 43 66	Permanence mardi/jeudi/vend 17h30-19h le maire 06.81.51.50.95	11-oct 05-nov
Boisieux-Saint-Marc	Mr	M. Delmotte	2 rue de la Mairie	62 175	03 21 22 42 02	ecoleboisieuxstmarc@wanadoo.fr	09-oct
Boyelles	Mr	J.G. Lesage	2 rue Principale	62 128	03 21 73 50 85	Permanence lundi et vendredi de 18h30 à 19h30 et le mercredi de 10h00 à 11h00 le maire	11-oct
Hénin-sur-Cojeul	Mr	P. Roussez	8 rue René Edouard	62 128	03 21 48 90 06	mairie.heninsurcojeul@wanadoo.fr	10-oct
Saint-Martin-sur-Cojeul	Mme	T. Lefrere	25Bis rue Debeugny	62 128	03 21 48 95 00	Tel commun école/mairie Permanence mairie le mercredi journée et le samedi matin	22-oct
Héninel	Mr	J.M. Fournier	1 rue Saint Martin	62 128	03 21 59 48 93	envoyer un mail à Frédérique PLE mairiedeheninel@wanadoo.fr	09-oct
Wancourt	Mr	E. Dufлот	1 rue de Picardie	62 128	03 21 48 15 86	envoyer un mail à Frédérique PLE mairiedewancourt@orange.fr le maire	15-oct
Guémappe	Mr	R. Roche	Rue Chérisy	62 128	03 21 48 29 35	mairie.gemappe@wanadoo.fr	10-oct
Vis-en-Artois	Mr	C. Thievet	5 place Jules Viseur	62 156	03 21 48 18 60	mairie@visenartois.fr Permanence : lundi 16h00-18h00 et vendredi de 16h00 à 18h30 Secrétariat : après-midi lundi mardi jeudi vendredi et jeudi matin maire	11-oct
Haucourt	Mr	P. Dubus	50 rue Général de Gaulle	62 156	03 21 22 38 78	Permanence : mardi 16h00-19h00 et jeudi de 18h00 à 19h00 psdubus@nordnet.fr	10-oct
Villers-les-cagnicourt	Mr	M. Legros	Rue de la Mairie	62 182	03 21 50 86 67	Mardi 17h30 - 19h00 / Vendredi 16h30 - 18h00	09-oct

Tableau 2 : Liste des contacts pour les entretiens

Chaque entretien a fait l'objet d'un compte-rendu, présenté en annexe de ce rapport.

De manière générale, les entretiens enseignent les éléments suivants :

- Des phénomènes d'inondation sont observés sur l'ensemble des communes concernées par cette étude, mais ne sont pas systématiquement dus aux phénomènes de remontées de nappe (ruissellement spécifiquement sur quelques communes). Par ailleurs, sur certaines communes, faute d'enjeu, les inondations par remontées de nappe ne sont pas identifiées.

- Le phénomène de remontée de nappe est un élément connu et plus ou moins bien accepté des élus et des riverains. Il y a conscience du risque.
- Les mémoires commencent d'ores et déjà à s'estomper concernant les évènements : cependant des éléments mesurés ont pu être recueillis sur les phénomènes de remontée de nappe de 1988 et 2001.

Les éléments des entretiens seront repris pour chaque commune lors de la cartographie finale de l'aléa inondation.

1.3.3 Cartographie et restitution

A l'issue des enquêtes de terrain, une cartographie est réalisée sur chaque commune sur les bases topographiques relevées par le géomètre.

La méthodologie développée est ici décrite :

- Recherche de repères et profils en travers clé
- Passage d'un géomètre
- Etablissement de la piézométrie mesurée de l'évènement de plus hautes eaux (2001 essentiellement)
- Corrélation avec la morphologie de la nappe en hautes eaux issue de la bibliographie (BRGM, modèle hydrogéologique)
- Cartographie de l'aléa au 1/7 000^{ème} pour chaque commune
- Cartographie des enjeux au 1/ 7 000^{ème} pour chaque commune

Une restitution préalable de la cartographie de ces zones inondables est réalisée auprès des élus, avant validation générale par le comité de pilotage, ceux-ci ayant une connaissance pointue de leur territoire. Ainsi, cette cartographie sera amendée par l'ensemble des acteurs concernés.

Une restitution globale sera réalisée par la suite à l'échelle territoriale mais ne concerne pas cette étude.

2 PHASE 1 : CONNAISSANCE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT HYDROGEOLOGIQUE ET SES PRINCIPALES PROBLEMATIQUES

2.1 CONNAISSANCE GENERALE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT HYDROGEOLOGIQUE

2.1.1 Contexte général

Le contexte géologique global est marqué par la présence de l'aquifère crayeux sénonturonien qui constitue le réservoir naturel principal de l'Artois.

La craie est structurée en profondeur par les remontées du socle primaire et de ses champs de faille associés, dont les principales structures aux abords de la Sensée sont les suivantes :

- approfondissement et épaissement de la craie au droit de la structure synclinale du bassin d'Orchies,
- remontée et amincissement de la couche de craie au droit de Lille, au-dessus d'un bombement anticlinal (dôme du Mélandois) limité au Nord par la faille dite d'Hambourdin.

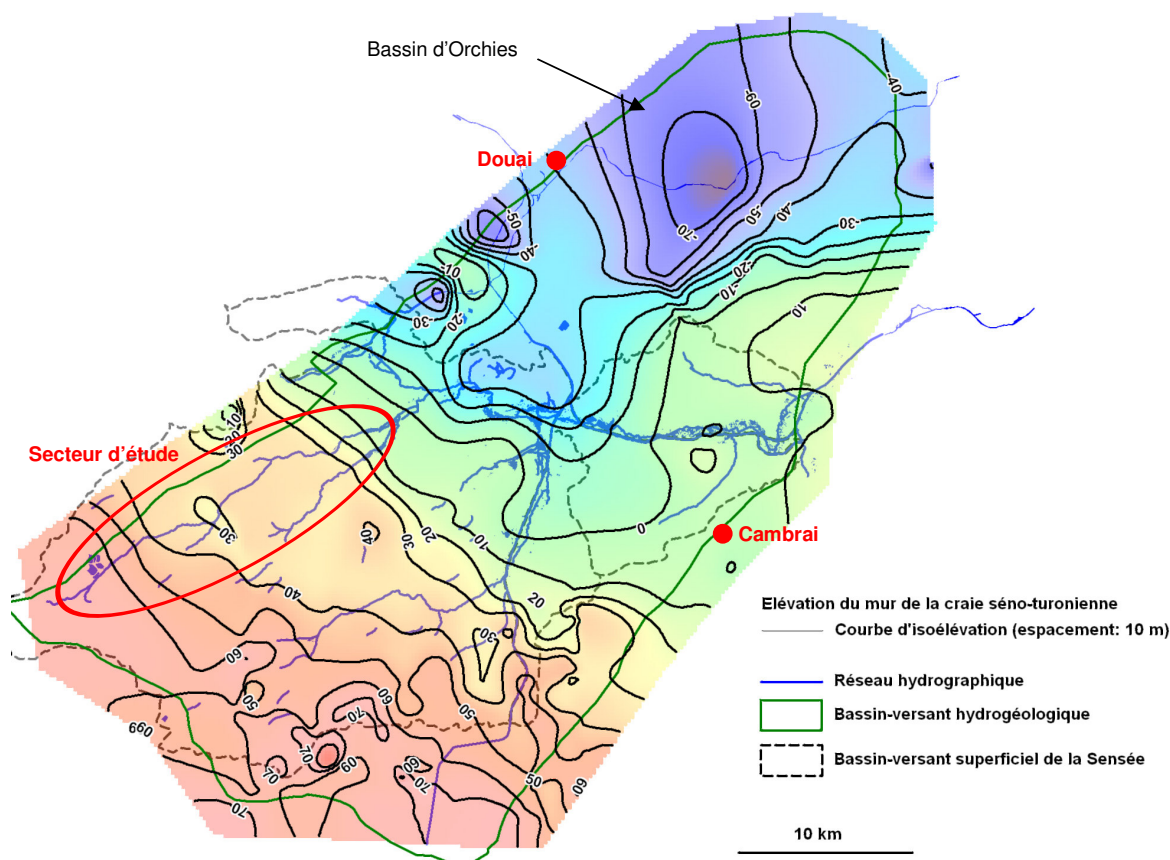


Figure 2 : Cartographie du mur de la craie (source Hydratec, 2009)

Cette carte montre que le mur de la craie sénonturonienne plonge du sud-ouest vers le nord-est. Sur le secteur d'étude, le mur de la craie se trouve entre 30 et 40 mNGF.

La nappe de la craie s'écoule au-dessus de son substratum marneux du Turonien moyen, selon un axe Sud Ouest/Nord Est, du Dôme de l'Artois vers le bassin lillois, et présente deux régimes d'écoulement distincts :

- un régime de nappe libre dans le secteur de l'Artois où la craie est affleurante (la nappe ne sature pas toute la couche crayeuse, celle-ci est alimentée directement par l'infiltration des pluies efficaces),
- un régime de nappe captive sous recouvrement tertiaire, du bassin d'Orchies (craie recouverte par l'argile de Louvil et les Sables d'Ostricourt) vers le Nord du bassin où la craie est totalement saturée et la nappe est en pression sous le recouvrement paléocène.

Ainsi, sur le secteur d'étude, la nappe de la craie est majoritairement libre.

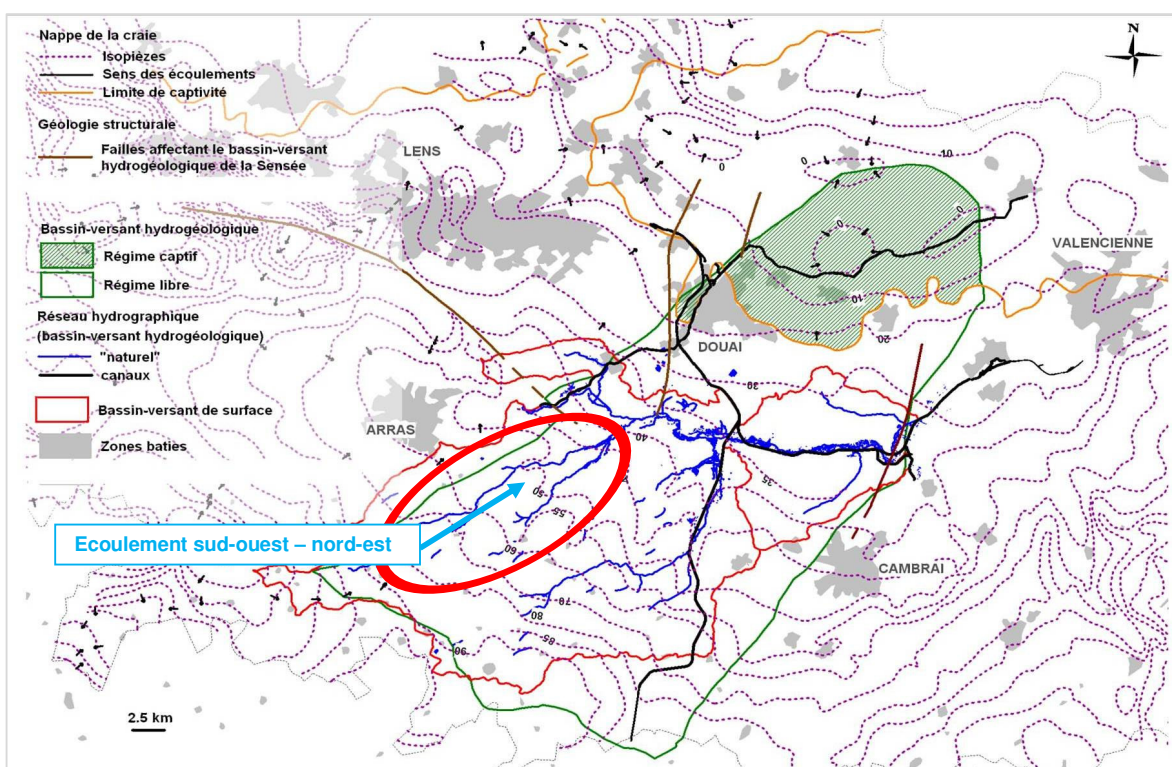


Figure 3 : Cartographie générale de la piézométrie moyenne de la craie

Les autres nappes en relation avec la nappe de la craie sont :

- Les Sables d'Ostricourt (étage Landénien, équivalent approximatif du Thanétien) : cette nappe transfrontalière, à l'affleurement en Belgique, concourt à l'alimentation, par drainance, de la nappe captive de la craie, notamment sous le bassin d'Orchies.
- Les alluvions des vallées : les alluvions sableuses sont le plus souvent recouvertes par une couche plus ou moins importante de limons, d'argile limoneuse et de tourbe.
- La nappe alluviale est en relation plus ou moins étroite avec la nappe de la craie, selon la perméabilité des horizons d'interface du fond de la vallée.

Affluent de l'Escaut, la rivière Sensée prend naissance en plusieurs sources, situées entre Vis-en-Artois, Haucourt et Rémy.

La Sensée amont se subdivise en deux parties ; l'une à écoulement temporaire, de Saint-Léger à Rémy, et l'autre à écoulement permanent, de Rémy à Arleux. La totalité des eaux de la Sensée amont est reprise par le canal du Nord pour l'alimentation des voies navigables.

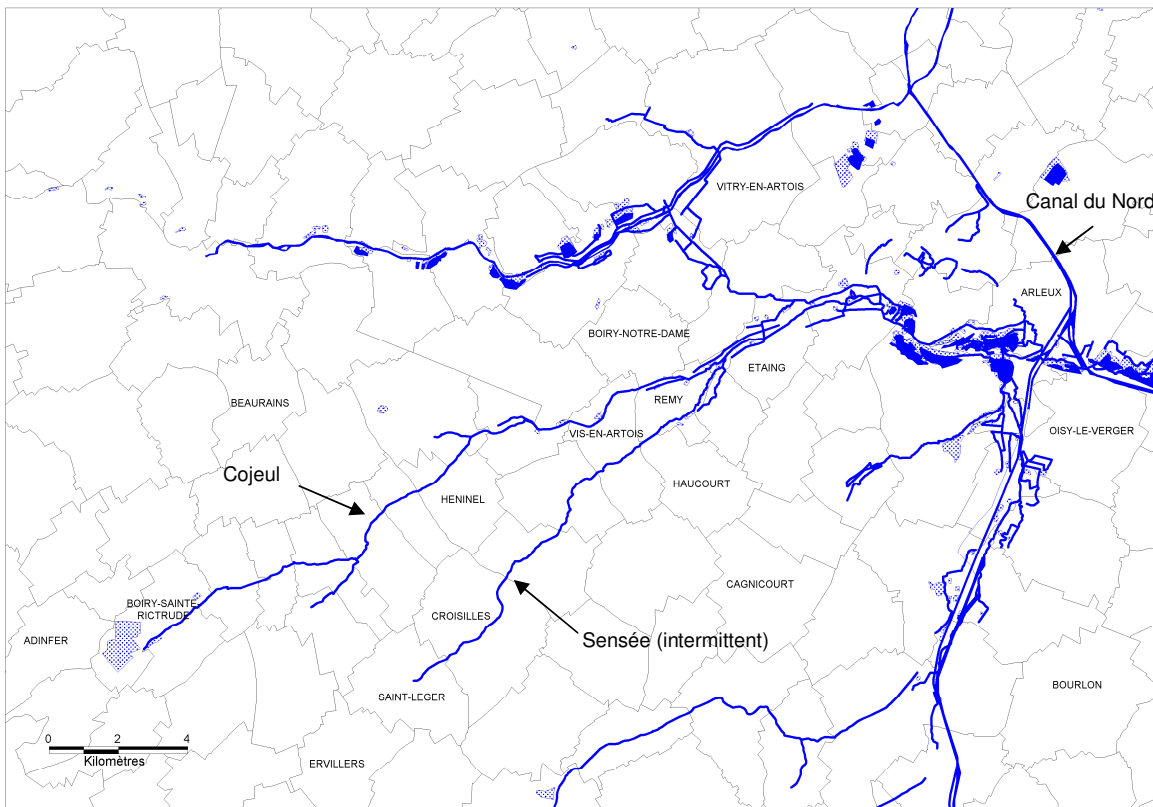


Figure 4 : Cartographie de l'hydrographie générale

Le Cojeul concernant de nombreuses communes de cette étude est un affluent principal de la Sensée qu'il rejoint à Etaing. Il est intermittent pratiquement toute l'année.

2.1.2 Piézométrie – variations

Les piézomètres sur lesquels nous disposons d'une série chronologique sont implantés comme suit :

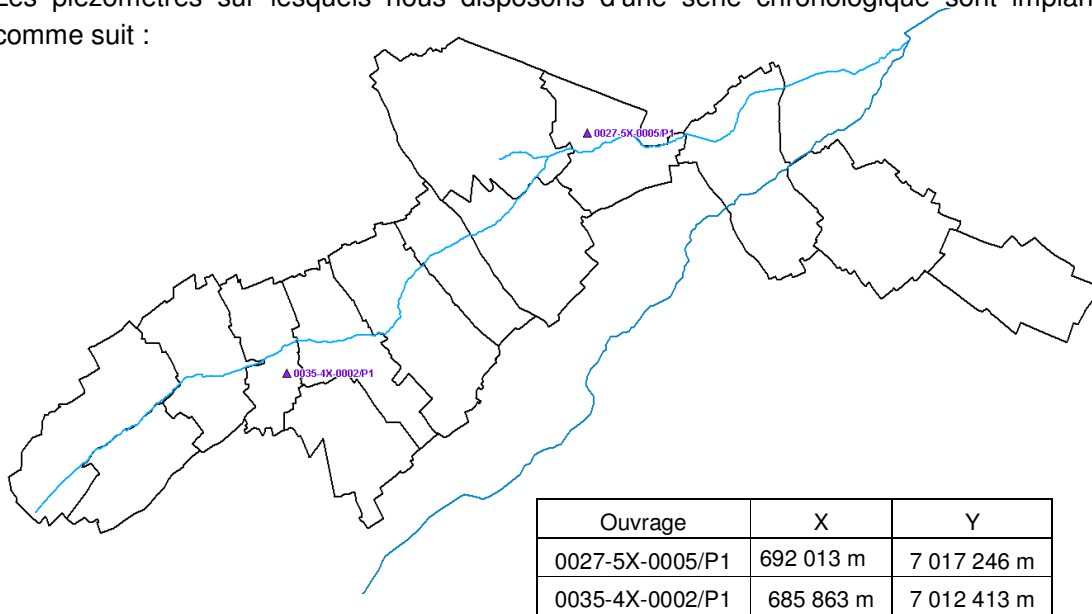


Figure 5 : Emplacements des piézomètres

Dans ce qui suit nous analysons à ces ouvrages, les variations piézométriques et présentons des éléments de statistiques, permettant de juger de l'importance des épisodes d'inondation vécus sur le territoire d'étude.

2.1.2.1 Piézomètre de Guémappe n°0027-5X-0005/P1

La nappe de la craie est suivie de façon quantitative sur un piézomètre situé sur la commune de Guémappe dont la chronique, des années 70 à aujourd'hui, est présentée ci-dessous.

Sur ce graphique, on remarque bien le comportement cyclique général interannuel de la nappe de la craie et ses variations annuelles. Il est cependant difficile de discerner un cycle interannuel régulier sur ce piézomètre.

Sur ce même graphique, figure l'analyse par l'ajustement statistique sur les cotes piézométriques maximales annuelles à l'aide d'une Loi Normale dont les valeurs de périodes de retour sont précisées ci-dessous.

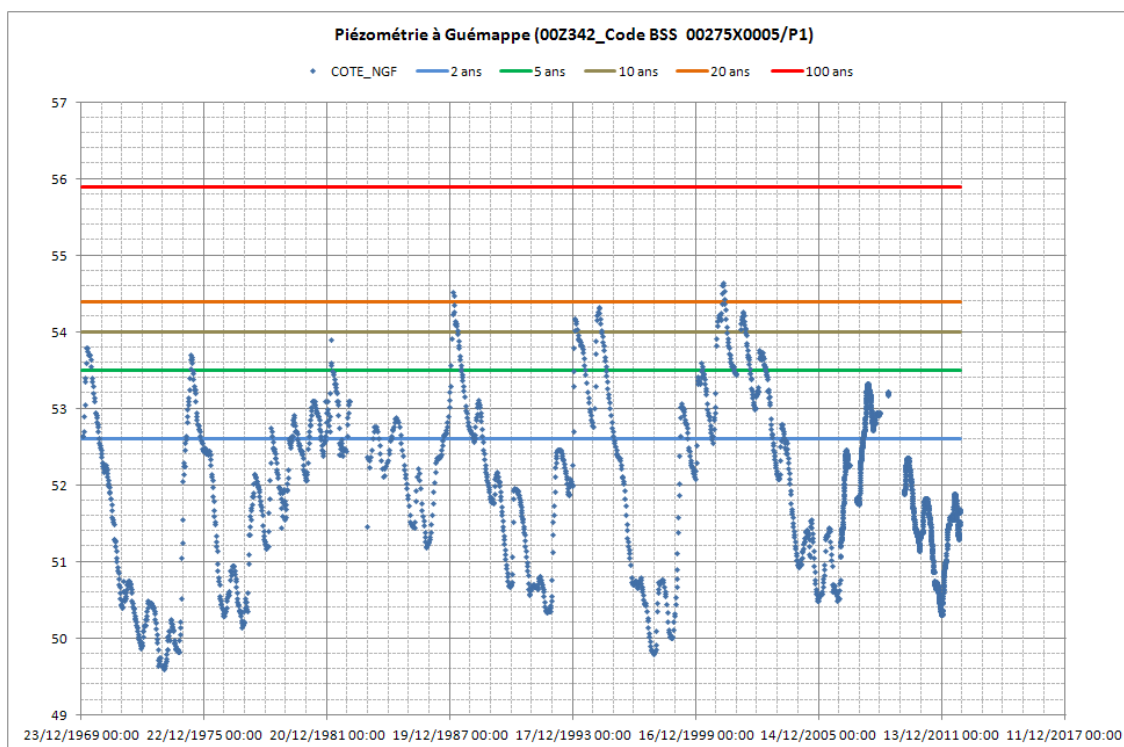


Figure 6 : Chronique piézométrique sur le piézomètre de Guémappe

La moyenne des variations annuelles sur le piézomètre est de 1,2 m.

La cote piézométrique minimale est enregistrée le 29/12/1973, avec une valeur de +49,60 mNGF, tandis que la cote maximale, le 06/04/2001 est enregistrée à +54,64 mNGF, ce qui fait de l'évènement de 2001 le plus important jusqu'ici enregistré.

Sur l'ensemble de la chronique (soit plus de 40 ans de mesures), 6 évènements notables, de période de retour 10 ans, sont à identifier : 1981, 1988, 1995, 1996, 2001, et 2002.

Période de retour	Cote de nappe atteinte en mNGF
2 ans	+ 52.6
3 ans	+ 53.1
5 ans	+ 53.5
10 ans	+ 54.0
20 ans	+ 54.4
100 ans	+ 55.9

Tableau 3 : Statistiques sur les maximums annuels piézométriques 00275X0005

Ainsi, sur le piézomètre de Guémappe, un évènement de période de retour 20 ans atteindra la cote de +54,4 m NGF, soit une nappe à environ 6,6 m de profondeur. L'évènement maximal enregistré sur la chronique (2001) a donc une période de retour de 20 ans.

La chronique de ce piézomètre étant assez longue, il est possible par ailleurs de calculer des périodes de retour (source ADES), basées sur des statistiques mensuelles moyennes depuis 1970. Les niveaux atteints selon les périodes de retour (2.5 à 20 ans) sont donc présentés sur la figure suivante.

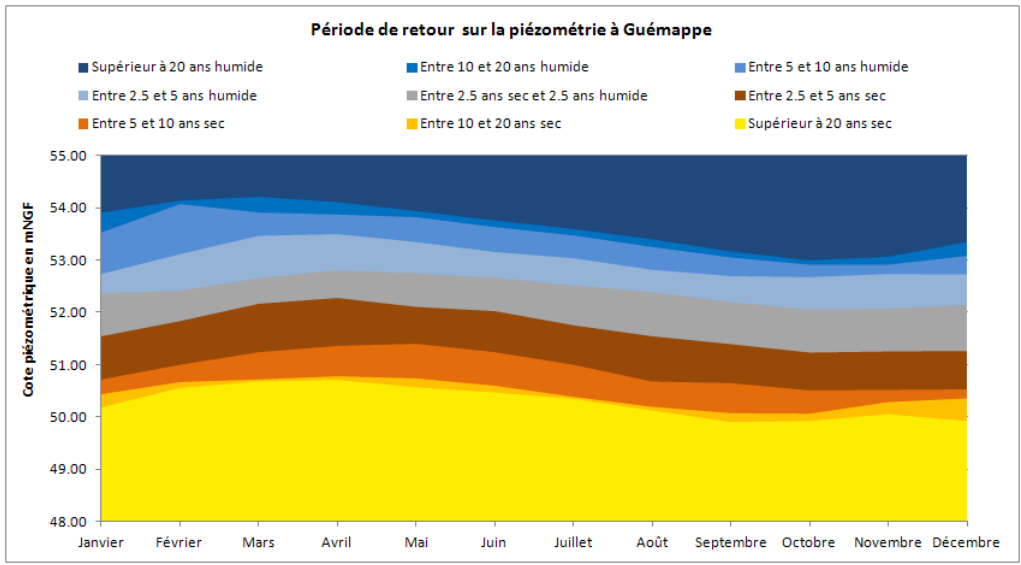


Figure 7 : Comportement de la nappe de la craie et période de retour (Source ADES)

Globalement, les hautes eaux sont relevées de janvier à mai et les basses eaux d'août à fin octobre.

Sur le graphique, on peut voir qu'un évènement de période de retour 20 ans sec se situe à une cote piézométrique de printemps d'environ +50,5 m NGF. Un évènement de période de retour entre 2,5 ans humide et 2,5 ans sec se situe autour de +52 m NGF et un évènement de période de retour 20 ans humide se situe à environ +54 m NGF.

Ce graphique nous permettra de situer les évènements décrits dans cette étude en fonction de leur période de retour (voir chapitres suivants).

Une autre approche est effectuée sur la courbe classée des piézométries enregistrées depuis les années 70. Elle est présentée ci-après.

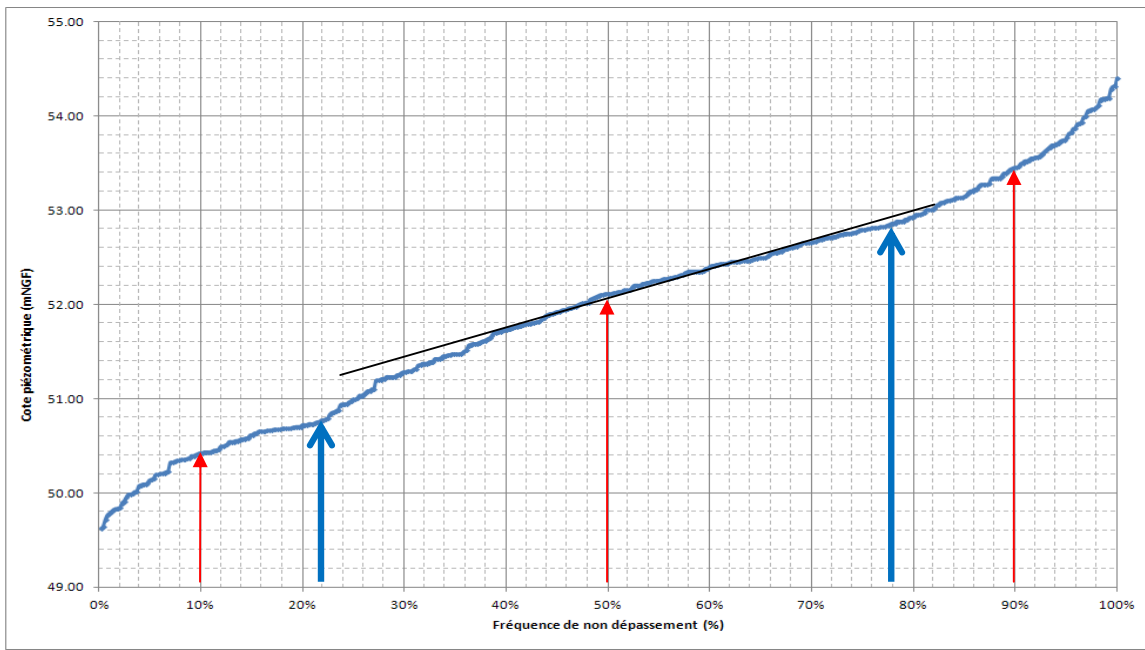


Figure 8 : Niveaux piézométriques classés sur le piézomètre de Guémappe

On peut ainsi apprécier les valeurs des niveaux caractéristiques en rouge :

- du module (fréquence de non dépassement de 50%), soit +52,1 m NGF
- des hautes eaux annuelles (dépassement 1 mois par an) + 53.4 m NGF
- à l'opposé des basses eaux annuelles (non dépassement 1 mois par an) soit + 50.40 m NGF

Le régime de la nappe se dégage de ce graphique. Les flèches bleues montrent les inflexions du comportement du régime d'étiage et de remplissage de la nappe jusqu'à 2.5 mois (22%) ; au régime de saturation à partir de 8.5 mois.

2.1.2.2 Forage de Boisieux-Saint-Marc n°0035-4X-0002/P1

Lors de la première phase de cette étude, des données piézométriques ont pu être récupérées sur le forage se situant sur la commune de Boisieux-Saint-Marc et alimentant, via le SIVOM de la vallée du Cojeul, sept communes concernées par cette étude (Boiry-Becquerelle, Boisieux-au-Mont, Boisieux-Saint-Marc, Boyelles, Héninel, Hénin-sur-Cojeul, Saint-Martin-sur-Cojeul).

Les données piézométriques relevées au puits AEP de la commune sont réalisées après une phase d'arrêt du pompage et seraient donc modérément influencées par le prélèvement. Elles sont présentées ci-dessous.

Année	Maximum annuel	Minimum annuel	Amplitude annuelle (m)
1997	+ 67.69	+ 64.79	2.90
1998	+ 68.04	+ 65.79	2.25
1999	+ 72.83	+ 68.19	4.64
2000	+ 73.39	+ 71.68	1.71
2001	+ 75.24	+ 74.09	1.15
2002	+ 75.19	+ 73.74	1.45
2003	+ 74.19	+ 71.59	2.60
2004	+ 71.69	+ 68.59	3.10
2005	+ 68.54	+ 67.44	1.10
2006	+ 68.79	+ 67.44	1.35
2007	+ 71.94	+ 68.69	3.25
2008	+ 73.59	+ 71.39	2.20
2009	+ 73.14	+ 70.64	2.50
2010	+ 71.28	+ 69.49	1.79
2011	+ 70.19	+ 69.79	0.40

Tableau 4: Relevés piézométriques annuels au forage de Boisieux-saint-Marc, 00354X0002

La variation moyenne annuelle piézométrique est de 2.3 m. Elle est plus importante que sur le piézomètre de Guémappe : soit les niveaux piézométriques sont légèrement influencés par le prélèvement, soit les conditions géologiques très locales impliquent un comportement sensiblement différent de la nappe.

On remarque sur ce tableau les années humides en vert, soit 2001, 2002, 2003 et les années plus sèches en rouge, soit 1997, 1998, 2005 et 2006.

L'année présentant le marnage de nappe le plus important (4.64 m) est l'année 1999.

De la même façon, l'ajustement statistique est réalisé sur les cotes piézométriques maximales annuelles (Loi Normale).

Période de retour	Cote de nappe atteinte en mNGF
2 ans	+ 71.7
3 ans	+ 72.8
5 ans	+ 73.9
10 ans	+ 75.0
20 ans	+ 75.9
100 ans	+ 79.6

Tableau 5 : Statistiques sur les maximums annuels piézométriques 00354X0002

Ainsi, sur le piézomètre de Boisleux-Saint-Marc, un évènement de période de retour 20 ans atteindra la cote de +75,9 mNGF, soit une nappe à environ 4.1 m de profondeur au piézomètre.

Les mesures relevées sont tracées depuis 1996 ci-dessous.

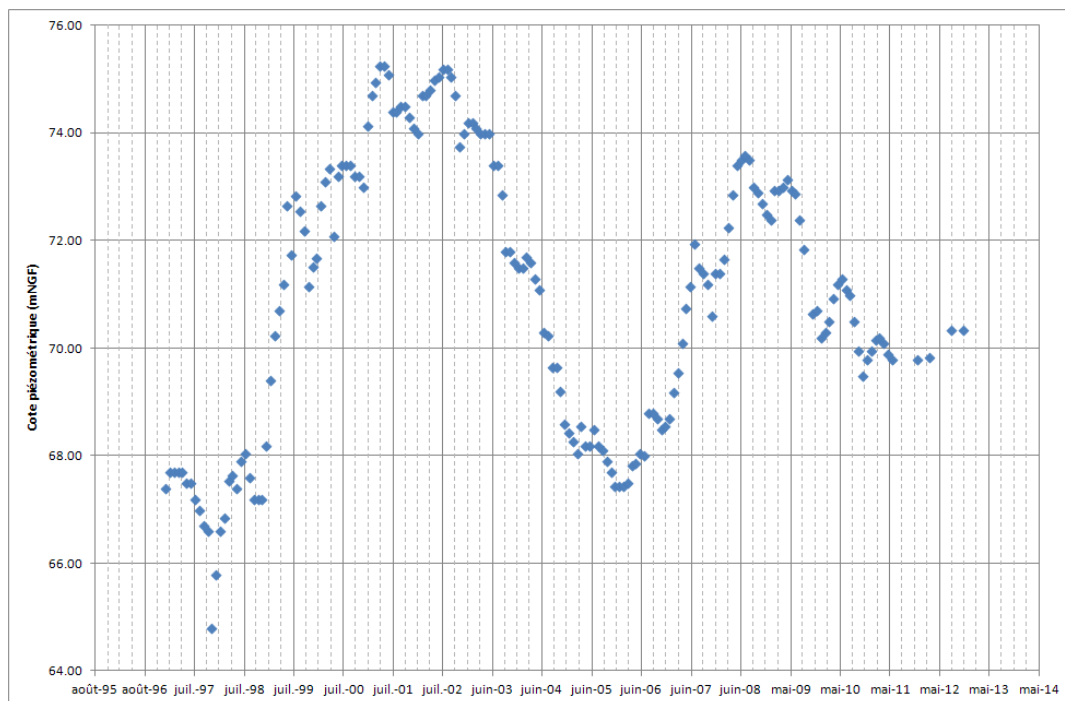


Figure 9 : Chronique piézométrique au forage de Boisleux-Saint-Marc

La chronique sur ce piézomètre n'apparaît pas assez longue pour déterminer un cycle interannuel de la nappe de la craie.

La piézométrie enregistrée sur Boisieux-Saint-Marc est naturellement beaucoup plus élevée que sur Guémappe puisqu'en amont hydrogéologique. La pente de la nappe, lors d'une remontée de période de retour 20 ans, serait de 2.7 ‰ entre les deux piézomètres, distants de 7,8 km.

Les surcotes de période de retour 20 ans sont comparées aux cotes piézométriques de période de retour 2 ans : en amont la surcote est égale à 4,2 m et en aval, à 1,8 m. La nappe est beaucoup plus réactive en amont.

2.1.3 Carte piézométrique de 2001, BRGM

Une piézométrie de hautes eaux a été réalisée par la BRGM en 2001 et est cartographiée ci-dessous au pas de 5m.

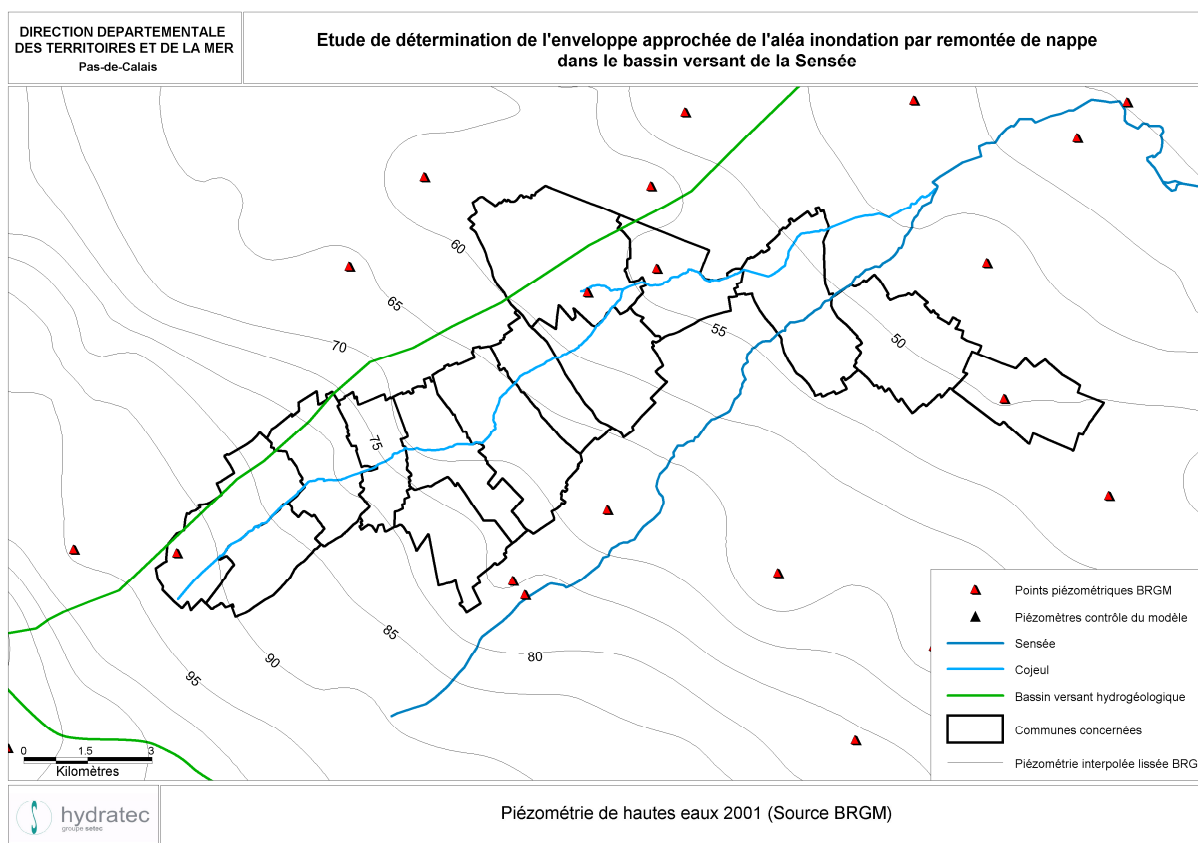


Figure 10 : Piézométrie de hautes eaux de 2001 (Source BRGM)

Sur leurs parties amont, le Cojeul et la Sensée drainent assez peu la nappe. La pente hydraulique calculée le long du Cojeul est d'environ 3 ‰.

Par ailleurs, on constate un léger replat piézométrique sur la commune d'Hénin-sur-Cojeul.

2.1.4 Carte piézométrie issue de la modélisation hydratec

Dans le cadre de l'étude pour le SAGE de la Sensée, un modèle hydrogéologique a été réalisé par Hydratec. Il s'étend sur l'ensemble du bassin versant hydrogéologique de la Sensée : il comprend donc l'ensemble des communes concernées par cette étude, sur sa partie amont. L'emprise du domaine modélisé est de 57 x 37 km. Il est construit à l'aide du code de calcul Modflow 2000.

Le modèle hydrogéologique construit prend en compte :

- la géométrie des couches aquifères en trois couches géologiques supérieures : la craie non altérée (couche 3), la craie altérée (couche 2), et les alluvions ou les sables tertiaires (couche 1).
- le réseau hydrographique, représenté par des cellules rivières, dont les échanges avec la nappe peuvent se faire dans les deux sens, ou des cellules drains, qui ne peuvent qu'extraire de l'eau au système aquifère. Les tronçons pérennes de cours d'eau et les étangs sont modélisés par des cellules rivière (ainsi que le souterrain de Ruyaulcourt). Les vallées sèches et les canaux sont représentés par des drains.
- les prélèvements souterrains,
- les relations entre ces différentes entités.

Le modèle est découpé selon un maillage rectangulaire de taille variable, fluctuant entre 125x125m (dans les vallées) et 500x500m (sur les plateaux). Il compte 178 710 mailles.

Le principe de modélisation du cycle de l'eau est présenté ci-dessous pour rappel.

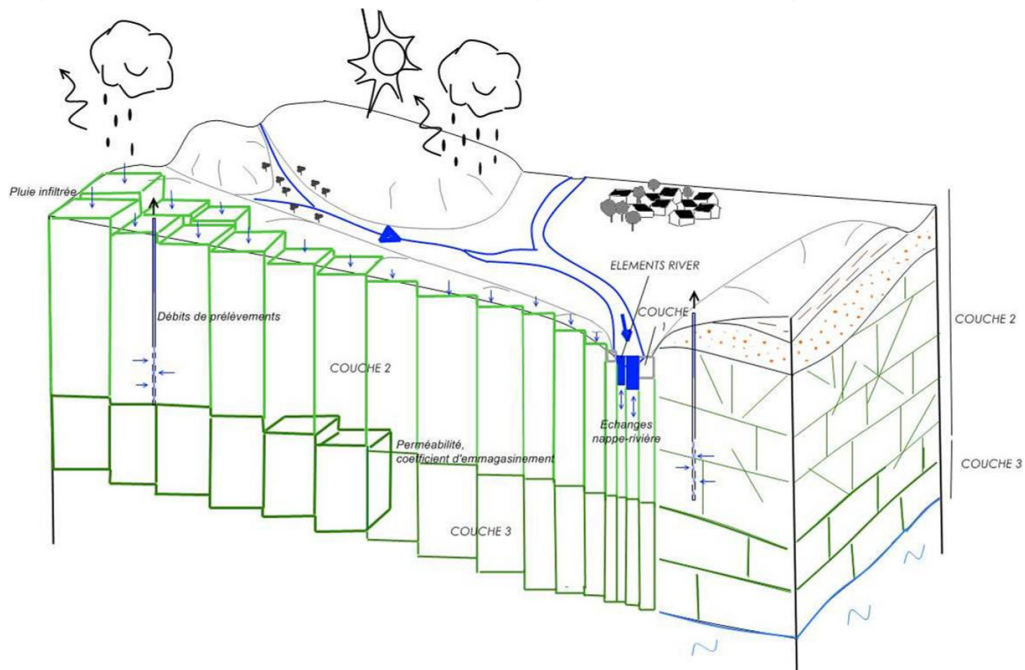


Figure 11 : Schématisation du modèle hydrogéologique

La simulation hydrogéologique est réalisée en régime transitoire, sur la période comprise entre le 1^{er} octobre 1997 et le 3 octobre 2008.

Elle peut donc être utilisée pour représenter la morphologie de la nappe lors des évènements de 2001.

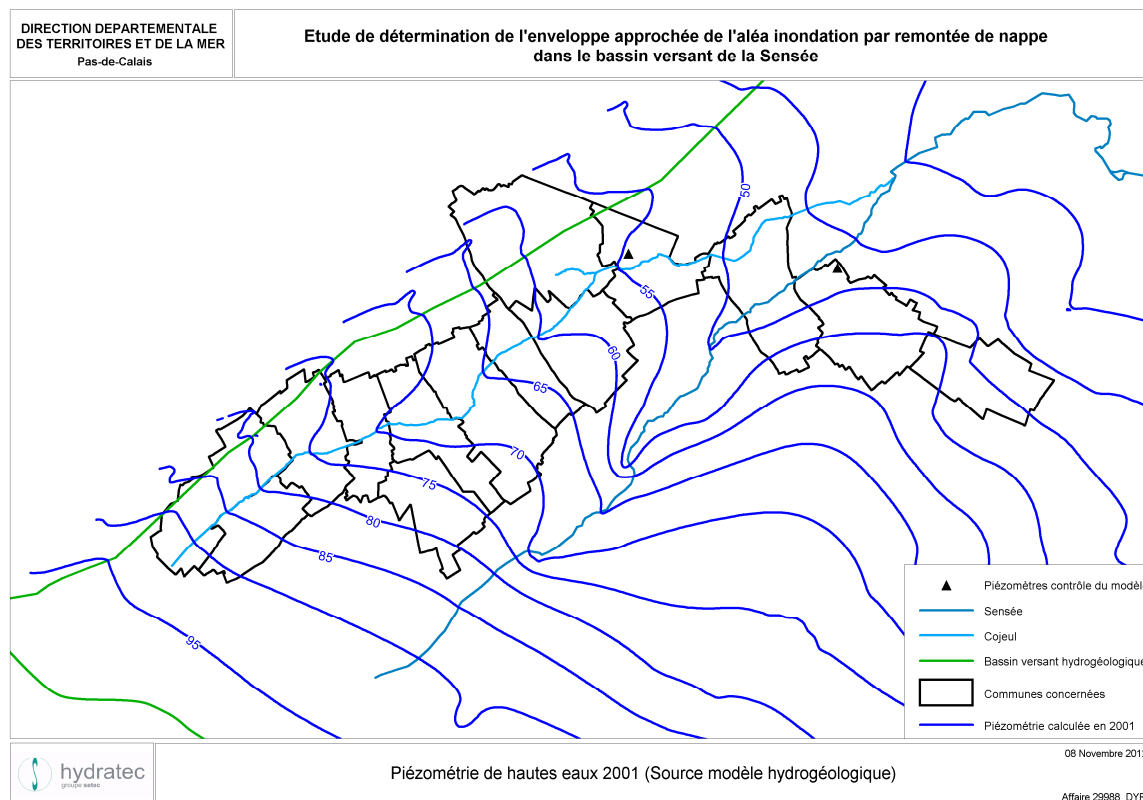


Figure 12 : Piézométrie de hautes eaux 2001 (Source Hydratec)

Les cours d'eau sont, de manière générale, plus drainant que dans la piézométrie mesurée par le BRGM présentée ci-dessus. Le gradient hydraulique de nappe calculé est similaire, soit 0,25 ‰.

2.1.5 Précipitations

Précipitations brutes

Les précipitations relevées au poste de Wancourt sont comprises entre 468 mm/an (en 1990) et 1066 mm/an (en 2001). La moyenne annuelle est de 744 mm sur la période de 1990 à 2008 (années hydrologiques).

Les valeurs mensuelles et les valeurs mensuelles moyennes de la pluviométrie au poste de Wancourt sont présentées ci-dessous sur la période 1990-2008.

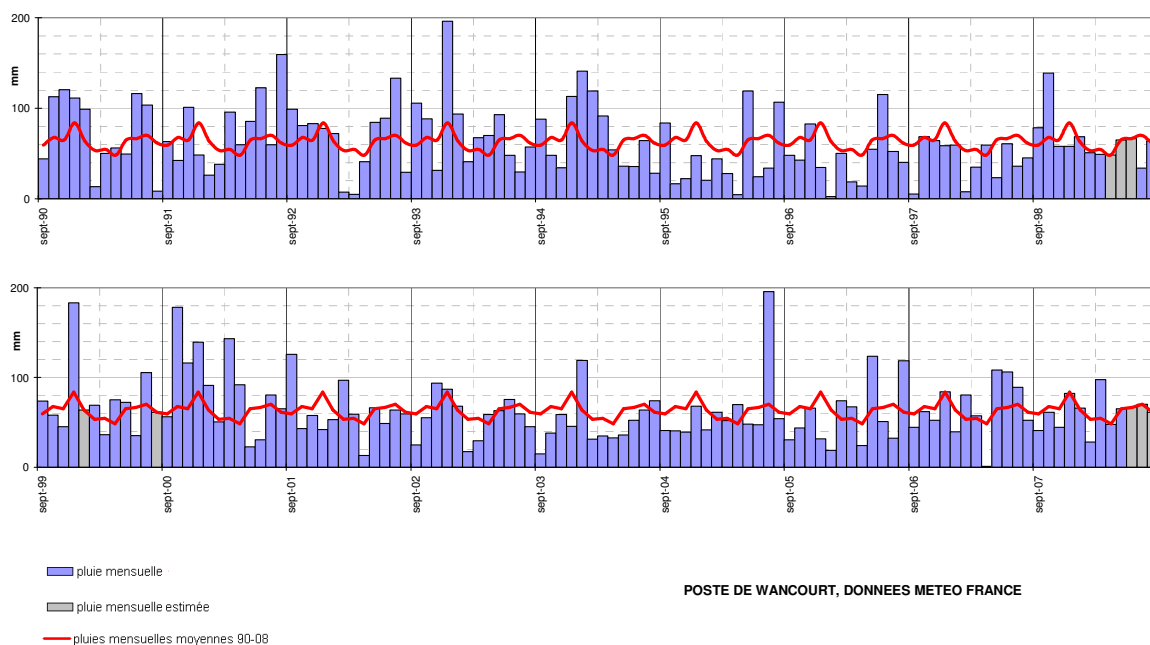


Figure 13 : Précipitations relevées au poste de Wancourt (source MétéoFrance/Hydratec)

Une analyse statistique des valeurs de pluviométrie a été effectuée sur les valeurs annuelles relevées de 1990 à 2008.

Période de retour	Valeur des précipitations (mm/an)	
	Evènement sec	Evènement humide
2 ans	740	740
5 ans	610	880
10 ans	540	950
20 ans	490	1000
50 ans	420	1070
100 ans	380	1110

Tableau 6 : Période de retour théorique (loi normale) des évènements pluviométriques

Ainsi, les inondations par remontée de nappe enregistrées en 2001 auraient pu être provoquées par un évènement de période de retour 20 ans où les précipitations seraient d'environ 1000 mm annuel.

Pluie utile-bilan hydrique

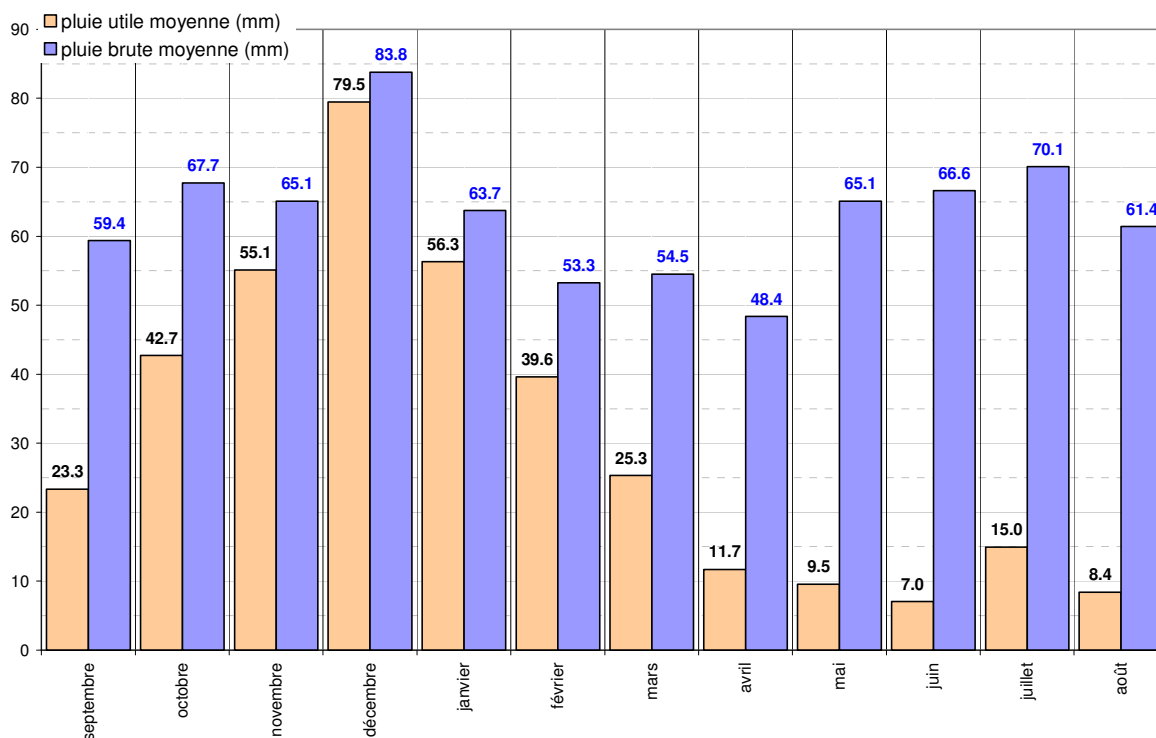
Le même graphique existe en « pluies utiles » (sur le poste de Wancourt, nous disposons de valeurs d'évapotranspiration potentielle fournies par Météo France. Celles-ci permettent de déterminer les valeurs de pluie utile sur cette période. Les pluies utiles atteignent en moyenne 367 mm/an, soit 48% des précipitations brutes).

Pour calculer la pluie efficace (disponible pour l'infiltration et le ruissellement), nous retranchons de la pluie brute, la part prélevée par la végétation (Evapotranspiration) ce qui

donne la pluie utile, puis la part interceptée par les réserves du sol (Réserve utile ou RU connue de façon approximative).

Le graphique ci-dessous montre la pluie utile d'année moyenne telle que calculée par la formule

Pluie utile= Pluie brute – ETP en mm.



Période	Tendance
1990-1992	Moyenne
1993-1994	Excédentaire
1995-1997	Déficitaire
1998-2001	Excédentaire
2002-2004	Déficitaire
2005-2008	Moyenne

Figure 14 : Variations de la pluie utile

Le calcul de la pluie efficace est tributaire de l'estimation de la réserve utile des sols du bassin versant.

On peut l'appréhender par les réactions des niveaux piézométriques de la craie sur plusieurs points de mesure aux pluies efficaces calculées : elles indiqueraient des valeurs de RUm_{ax} comprises entre 100 et 200 mm.

Les valeurs annuelles moyennes de pluies efficaces sur la période considérée sont de 198 mm si l'on considère une RUm_{ax} de 100 mm et de 112 mm pour une RUm_{ax} de 200 mm, soit respectivement 27% et 15% des précipitations brutes moyennes.

Elles se répartissent de la manière suivante :

- D'avril à novembre, les pluies efficaces sont inexistantes ou faibles (< 20 mm/mois).
- De décembre à mars, il y a des pluies efficaces (> 20 mm/mois). Pour une valeur de RUmax de 200 mm, cette période se réduit à janvier - mars.

Pour observer un phénomène de remontée de nappe, il faut que la pluie utile soit importante durant plusieurs années consécutives.

La période 1998-2001 est une période excédentaire qui est favorable à l'apparition des phénomènes d'inondation.

2.2 HISTORIQUE DES INONDATIONS

Au vu des arrêtés de CATastrophe NATurelle prescrits sur les communes, les inondations sur le secteur sont de plusieurs types :

- Inondations par débordement de cours d'eau
- Inondation par remontée de nappe.

La déclaration de trois arrêtés CAT NAT minimum donne lieu à la prescription automatique de Plan de Prévention Risque Inondation (11 communes sur les 14 concernées par l'étude).

2.2.1 Consultation des arrêtés CAT-NAT

La consultation des arrêtés CAT-NAT à la préfecture du Nord-Pas-de-Calais a été réalisée le 06/12/12. Elle permet de récolter des informations précises quant aux événements survenus principalement en 2001, et en 1995 de façon plus restreinte.

Les impacts des événements sur environ la moitié des communes sont décrits. Ils font l'objet d'un tableau récapitulatif présenté en annexe. Ces détails seront par la suite comparés aux résultats de cartographie de l'enveloppe approchée de l'aléa inondation.

2.2.2 Inondation par débordement des cours d'eau

La bibliographie fait part d'importants débordements du cours d'eau du Cojeul en 1748 à la suite de violents orages sur les coteaux. Les eaux s'écoulant avec une force importante et s'étant concentrées sur quelques points bas (source).

Il est d'ores et déjà précisé l'influence de l'homme sur ces inondations, de par la modification des chemins principaux empruntés par les eaux ruisselantes.

Par ailleurs, Hydratec, lors de l'étude concernant l'élaboration du SAGE Sensée avait réalisé plusieurs enquêtes de terrain auprès des communes, relevant de nombreux événements d'inondation suite à de violents orages.

Il ressort de cette analyse que la fréquence des ruissellements est la plus élevée sur la tête du bassin versant de la Sensée, en amont de Fontaine-les-Croisilles. Les principaux événements relevés sont juillet 1995, mai 2000 et été 2008.

Peu d'informations supplémentaires ont été recherchées sur ces événements, puisque l'étude s'intéresse seulement aux inondations par remontée de nappe.

En revanche, lors de la phase d'enquête de la première partie de cette étude, deux cas particuliers ont été relevés sur le territoire : les communes d'Hénin-sur-Cojeul et de Saint-Martin-sur-Cojeul principalement, ont été sujettes à d'importantes inondations et coulées de boue lors de violents orages, notamment en 2005.

L'enquête nous apprend que le remembrement modifiant les chemins qu'empruntaient l'eau historiquement, les cultures dans le sens de la pente favorisant l'érosion, ou bien la suppression d'arbres et haies, structurant originellement le sol, entre autres ont impliqué ces inondations importantes.

2.2.3 Inondations par remontée de nappe

Synthèse bibliographique

L'information la plus ancienne concernant les remontées de nappe est la suivante : les premières remontées de nappe observées ont été relevées en 1966 et 1975 (ANTEA, 2005), notamment sur les communes riveraines de la Sensée et se caractérisent par des venues d'eau dans les caves, visibles par suintement, des sources temporaires et des submersions de terrain.

Entre 1958 à 1976, le déficit des pluies efficaces était tel qu'il n'y a pas eu d'inondations.

Après 1976, des remontées de nappe ont été enregistrées (MISE Pas de Calais, 1995).

Les remontées de nappe des années 1970-1980 sont décrites dans le rapport « Remontées de la nappe de la craie dans le bassin minier Nord pas de Calais » (BRGM, 1991). D'après ce même rapport, ces problèmes de remontée de nappe sont survenus suite à :

- Une baisse généralisée des pompages industriels
- Une augmentation de la pluviométrie
- Une exploitation intense du charbon, impliquant la modification du terrain naturel (topographie).

Les conséquences de ces remontées de nappe sont :

- Une répercussion hydraulique et mécanique (inondations de caves, champs, déstabilisation éventuelle des murs de soutènement, etc.)
- Une modification des caractéristiques qualitatives de la ressource en eau souterraine mobilisable (la nappe peut remonter dans des zones plus contaminées en surface).

Par la suite, un phénomène de remontée de nappe s'est apparemment produit en 1982 (ANTEA, 2005) mais peu d'informations existent.

Les remontées de nappe suivantes survinrent en 1988 et ont fait l'objet de nombreux arrêtés de CATastrophe NATurelle sur le secteur étudié, concernant les *inondations par coulées de boue* et les *inondations par remontées de nappe*.

Ces inondations sont décrites en partie, avec les inondations de 1995, dans le document produit par Geode en 1998. Ce document cartographie les zones à risque concernant les remontées de nappe sur les communes suivantes (entre autre) :

- Heninel
- Boisleux-Saint-Marc
- Boiry-Becquerelle
- Guémappe
- Henin sur Cojeul (pas de remontée constatée)
- Saint Martin sur Cojeul (pas de remontée constatée)

Par la suite, les précipitations hivernales importantes en 1993-1994-1995 ont conduit à d'importantes inondations (MISE Pas de Calais, 1995), notamment dans les caves des habitations. En 1995, a été constatée la réapparition de nombreuses résurgences (comme un trop-plein de nappe souterraine). Ces inondations ont aussi fait l'objet de rapports météorologiques CAT-NAT.

La MISE Pas de Calais propose dans son rapport (1995) les justifications suivantes à ces inondations :

- La multiplication des enjeux par la construction d'habitations dans le lit majeur
- La perte de champ d'expansion pour l'inondation par la construction d'habitation dans le lit majeur

Ces paramètres tendent à augmenter fortement le risque.

Les facteurs essentiels décrits dans la détermination des crues sont par ailleurs la pluviométrie, l'imperméabilité du sol et du substratum et la pente.

En 1991, lors de la mise en place du contrat de rivière de la Sensée, la problématique des inondations ne sera pas prise en compte, car estimée comme marginale.

Enfin, les **inondations de 2001** ont été décrites dans la région, dans le document du BRGM (2001) intitulé : inondations par remontée de nappe en 2000-2001 dans la région Nord Pas de Calais.

L'importance des pluies efficaces (de plus de 100% supérieures aux moyennes) en 2001 a impliqué des inondations exceptionnelles par remontées de nappe.

Ces remontées de nappe sont les plus fortes dans le nord de l'Artois, la région de Lille, le bassin minier lensois, l'Arrageois, le Douaisis, le valenciennois et le Cambresis.

Des campagnes de mesure des niveaux de hautes eaux en mars-avril 2001 ont été réalisées lors des enquêtes et seront présentées par la suite.

Ces remontées ont des conséquences similaires aux inondations classiques : en revanche, la durée de submersion peut être plus longue (plusieurs semaines à plusieurs mois). La contamination de la nappe est mise en cause, et ces remontées de nappe peuvent avoir pour conséquence des affaissements voire des effondrements des cavités souterraines par ennoyage et affaiblissement des piliers/parois d'anciennes sapes, galeries, nombreuses dans la région.

Vérification statistique de la bibliographie

Le piézomètre de Guémappe, enregistrant les cotes piézométriques depuis 1970 permet de confirmer la synthèse bibliographique.

L'évènement le plus important apparait bien comme étant le phénomène de remontée de nappe de 2001, qui a perduré sur l'année 2002 à moindre échelle.

En effet, cet évènement enregistre une période de retour supérieure à 20 ans humide sur les statistiques mensuelles comme le montre le graphique ci-après.

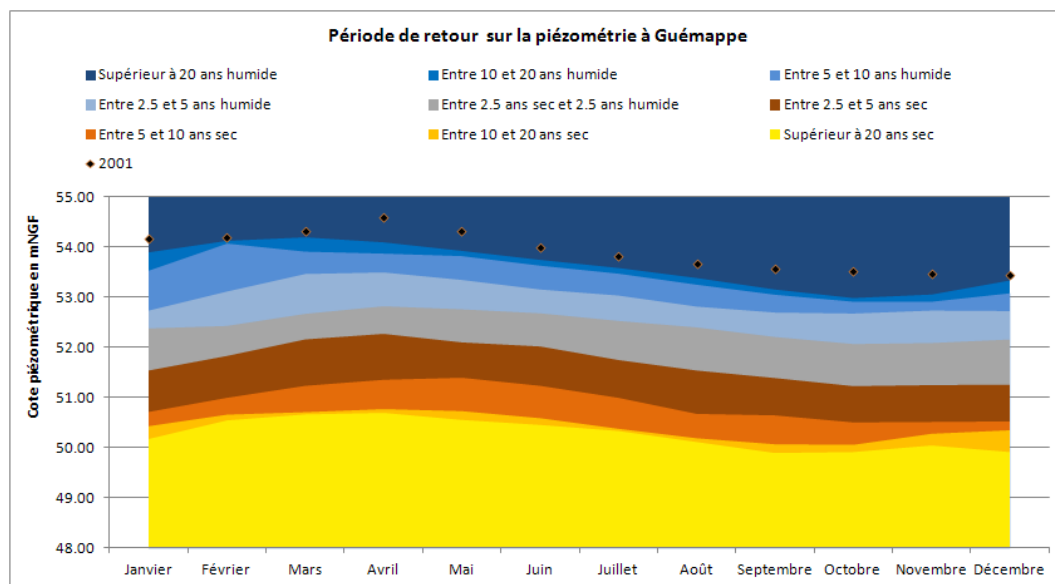


Figure 15 : Caractérisation statistique de l'évènement piézométrique de 2001 (ADES)

Le piézomètre atteint la cote de +54,60 mNGF en avril 2001. Cette cote correspond à une période de retour statistique annuelle de 20 ans.

En outre, le piézomètre de Boisieux-Saint-Marc n'atteint pas la valeur de période de retour 20 ans (dont la référence statistique est égale à +75,9 mNGF) mais atteint la cote maximale de +75,24 en avril et mai 2001 (supérieur à la période de retour 10 ans). Cette cote a pu être influencée par le pompage.

Par ailleurs, les évènements de 1975, 1982, 1988 et 1995 sont identifiés dans le graphique ci-après.

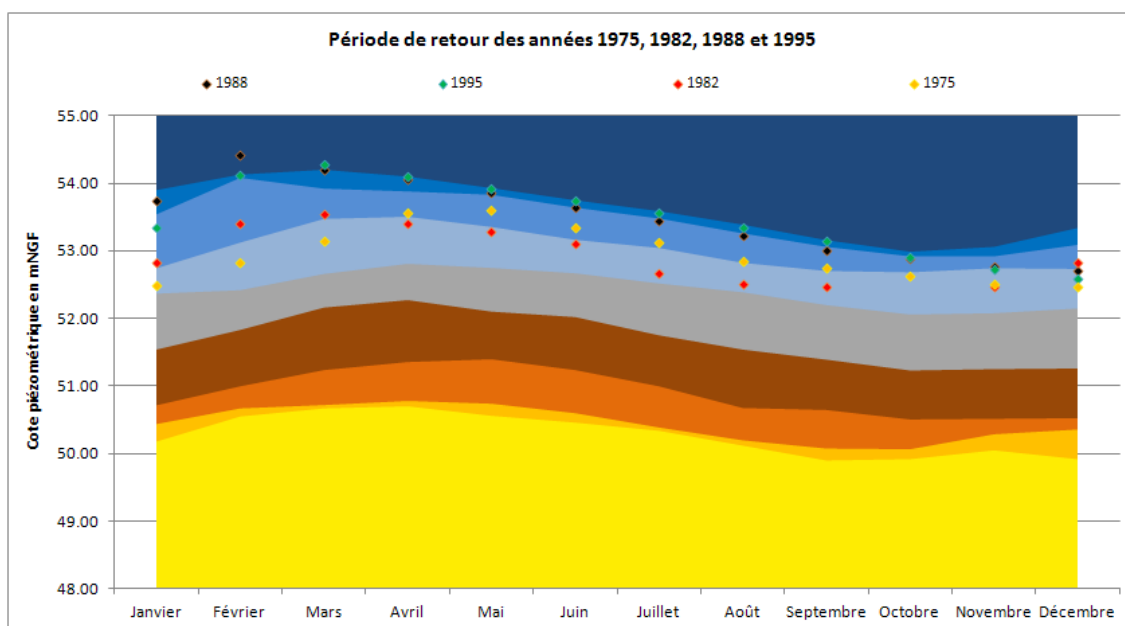


Figure 16 : Caractérisation statistique des événements piézométriques majeurs à Guémappe

Les événements de 1988 et 1995 apparaissent comme étant des événements de période de retour 10 à 20 ans. 1982 et 1975 apparaissent, quant à eux, comme des événements moindres de période de retour entre 2,5 et 10 ans.

L'évènement de 2001 reste donc bien le plus exceptionnel : c'est par ailleurs cet évènement qui sera le plus souvent cité lors des enquêtes de terrain.

On remarque enfin que la cote centennale n'a jamais été atteinte et ne fait donc l'objet d'aucune observation sur le terrain.

2.3 DONNEES DES REPERES DE CRUE

La cartographie de l'enveloppe approchée de l'aléa inondation par remontée de nappe nécessite une topographie précise de la vallée. Cependant, celle-ci n'existant pas à ce jour, il a été nécessaire de réaliser des relevés topographiques ponctuels.

Ces travaux ont été réalisés par un géomètre-expert régional (Lejeail, Arras). Bien que non exhaustifs, ces relevés permettent de mieux préciser les contours de l'enveloppe de l'aléa inondation.

Lors des enquêtes, les événements de 1988 et 2001 ressortent effectivement des souvenirs. Il arrive parfois que les intervenants fassent un amalgame entre ces deux événements. Quoiqu'il en soit, nous nous intéressons à l'évènement le plus important en terme de hauteur d'eau, souvent le plus marquant pour la population. La mémoire est altérée, voire perdue sur les événements plus anciens.

2.4 DONNEES DE PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE

Afin de préciser les données topographiques et piézométriques sur les parcelles en fond de vallée (Cojeul et Sensée), de nombreux profils en travers ont été levés par un géomètre expert.

L'ensemble des travaux topographiques est présenté ci-après

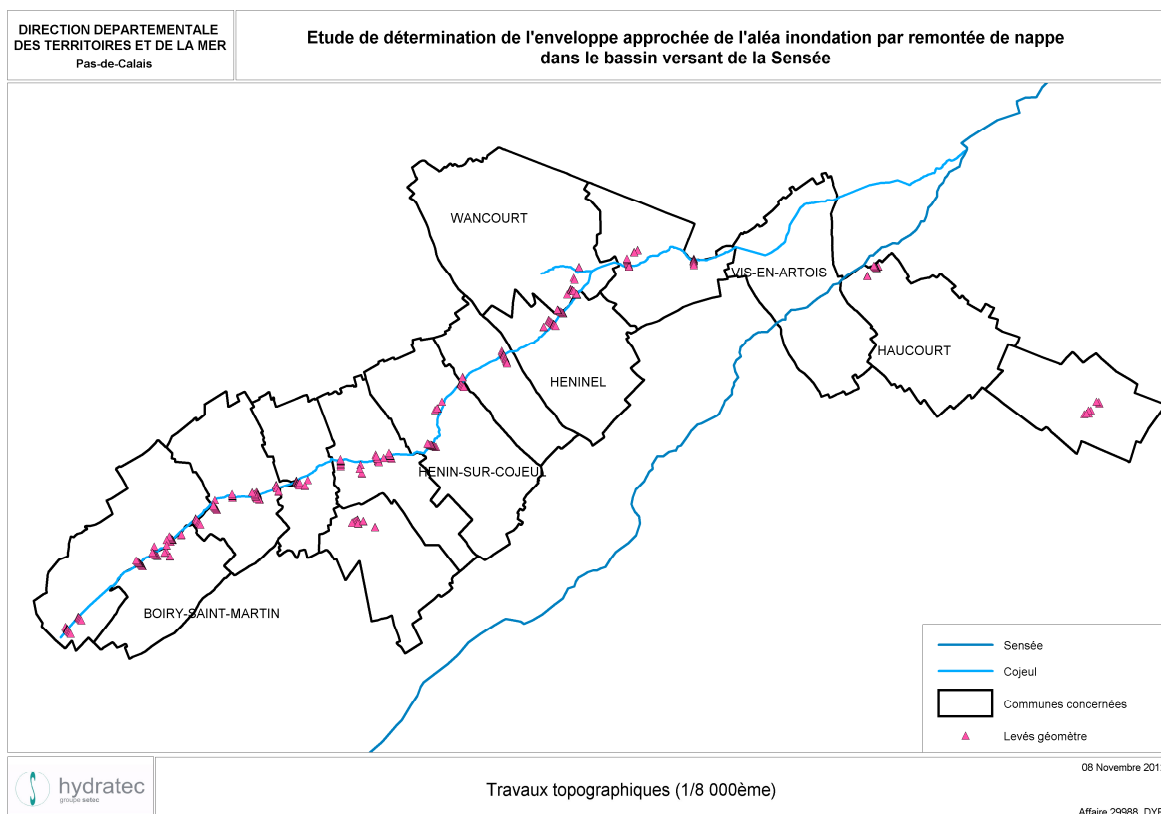


Figure 17 : Travaux topographiques des vallées du Cojeul et de la Sensée

Afin de préparer les travaux du géomètre, des fiches Excel ont été réalisées par Hydratec sur chacune des communes identifiant des repères type-seuil (un seul point est nivelé dans le cas des caves par exemple) et des repères type-profil (l'ensemble du profil de fond de vallée est relevé).

Ces fiches apparaissent précises et amendées de photographies. Par ailleurs, l'ensemble des repères sont pré-cartographiés par Hydratec à l'aide de MapInfo.

Ces fiches sont présentées en annexe.

Une flèche indique le repère à niveler au géomètre pour les repères type-seuil.

Pour les profils en travers de la vallée, le géomètre est averti de relever toujours le point la plus bas de la zone identifiée par Hydratec.

Une rencontre des intervenants a été réalisée préalablement par Hydratec lors des enquêtes de terrain. Les actions à réaliser par le géomètre sont précisées et les personnes-contact sont identifiées si nécessaire.

A l'issue de cette campagne topographique et des enquêtes de terrain, il est dorénavant possible de préciser le phénomène de remontée de nappe localement.

2.5 PRECISION DU FONCTIONNEMENT DES EVENEMENTS DE REMONTEE DE NAPPE

A la suite des enquêtes et relevés de terrain, le fonctionnement du phénomène de remontée de nappe est précisé.

Les précipitations intenses et continues survenues entre septembre 2000 et mars 2001 notamment, impliquent une infiltration non négligeable, le niveau piézométrique de la nappe peut remonter de façon exceptionnelle, emplissant la zone non saturée pour atteindre ainsi les caves, sous-sol et parfois même les cotes du terrain naturel. Des sources temporaires peuvent alors se former. Ces sources ont été constatées sur le territoire lors des évènements de 1988 et 2001. L'accroissement général de débit sur le bassin versant local peut alors provoquer des inondations durables.

Le phénomène est régional, à l'échelle de la nappe de la craie, mais les inondations se produisent spécifiquement dans les points bas, notamment le fond de vallées où la nappe de la craie peut affleurer.

ANTEA dans son rapport de 2005, précise en effet le rôle non négligeable des pluies efficaces, les volumes prélevés dans la nappe n'ayant pas été particulièrement modifiés et les surfaces imperméabilisées étant modérées sur le bassin.

Il précise par ailleurs le peu d'influence de la disparition de certains fossés.

La théorie est développée que le canal du Nord contribuerait à abaisser le niveau général de la nappe de la craie (redirection des eaux amont au profit de la navigation) mais que ce phénomène n'aurait pas d'influence sur la Sensée amont et le Cojeul qui sont assez éloignés du canal. Les cartes piézométriques ne montrent pas cette influence.

Par ailleurs, il apparaît que le principe de fertirrigation développé par la sucrerie sur Boiry-Sainte-Rictrude n'influencerait que très peu la recharge de la nappe, cette eau étant largement reprise par évapotranspiration. Il s'avère donc que le facteur principal déclenchant les remontées de nappe serait les valeurs élevées de pluie efficace.

En revanche, lors des enquêtes de terrain, l'influence de la disparition des fossés a été citée de nombreuses fois, notamment par les exploitants agricoles. Est évoqué, par les habitants, le remembrement des parcelles, qui a pu modifier voire supprimer les chemins empruntés par l'eau en surface certes, mais aussi en subsurface.

Aussi, la commune de Guémappe notamment et quelques communes de la vallée du Cojeul auraient réalisé d'importants travaux de drainage le long du cours d'eau sur les parcelles agricoles via une association de drainage. Ces drains permettraient de rediriger l'eau vers le Cojeul en désengorgeant les parcelles cultivées et diminue ainsi le phénomène de remontée.

Il apparait donc que le phénomène de remontée de nappe, bien que naturel, peut être largement impacté par les activités anthropiques.

Par ailleurs, le phénomène d'inondation n'est pas systématiquement relevé dans l'ensemble des communes. En effet, Hénin-sur-Cojeul et Saint-Martin-sur-Cojeul par exemple ne présentent pas de remontées de nappe.

A noter que dans les caves, le phénomène de remontée de nappe apparait légèrement influencé. En effet, les murs et fondation, suivant leurs caractéristiques techniques (béton, craie, etc.) modifient les conditions limites aval de l'écoulement : les lignes de courant seront distribuées différemment aux abords des sous-sols. Au vu de la précision demandée dans le cadre de cette étude, cette hauteur de suintement ne sera pas prise en compte.

3 PHASE 2 : DETERMINATION DES ZONES INONDABLES ET DE SATURATION DES SOLS

3.1 ELEMENTS DE METHODOLOGIE

Deux cartographies ont été réalisées.

- ✓ Une première, à l'échelle du 1/7 000^{ème} se base sur les enquêtes principalement. Ainsi, à partir du fichier des Zones Inondées Constatées (ZIC) issue de la banque de donnée cartographique de la DDTM, Hydratec a repris, commune après commune, la délimitation globale des zones impactées par des inondations par remontées de nappe, constatées sur site lors des enquêtes. Ce travail se base en effet sur la cartographie ayant pu être précisée avec les élus sur site, mais aussi sur les « dires » nombreux des habitants et agriculteurs.

La connaissance du terrain permet ainsi d'établir cette carte de façon **qualitative** dans un premier temps. Ces cartes restent des documents de travail qu'il a été possible d'amender dans la suite de l'étude.

La méthodologie développée est décrite en 3.2.

- ✓ Dans un second temps, cette cartographie doit être rattachée aux données topographiques relevées sur le terrain par le géomètre afin de mieux **quantifier** le phénomène puisque :
 - les derniers évènements s'étant produits il y a maintenant plus de 11 ans, les mémoires apparaissent d'ores et déjà altérées.
 - Les enquêtes n'ont parfois pas permis d'identifier précisément l'ensemble des zones impactées (contacts non disponibles, pertes de mémoire par les nouveaux habitants, etc.)
 - La zone impactée par les inondations doit être amendée par de la donnée mesurée plus précise.

Cette cartographie sera réalisée au 1/7 000^{ème}. La méthodologie développée est décrite en 3.3.

3.2 CARTOGRAPHIE 1 / 7 000EME : RESULTATS DES ENQUETES

La nouvelle Zone Inondée Constatée (ZIC), tracée sur la base des données de la DDTM62, est reprise suivant le résultat global des enquêtes sur les 14 communes. Cette carte au 1/7 000^{ème} permet de reprendre, de façon qualitative, l'ensemble des remarques faites par les maires et les habitants des communes.

Les cartes résultantes sont présentées ci-dessous, en débutant par les sources du Cojeul (ouest). Cette cartographie est réalisée sur la base de la banque de donnée du parcellaire partielle fourni par la DDTM 62.

L'ensemble des communes ont répondu positivement à nos sollicitations.

La connaissance de l'aléa inondation par remontée de nappe est effective sur de nombreuses communes (excepté Hénin-sur-Cojeul, Saint-Martin-sur-Cojeul et Vis-en-Artois).

Plus précisément, la commune de Vis-en-Artois n'a pu être cartographiée par manque d'informations :

- Les parcelles aux alentours du Cojeul appartiennent à une seule personne-contact non accessible. Ces parcelles sont principalement occupées par des marais et sont peu exploitées. De par leur caractère humide permanent, la commune n'a pas relevé d'inondations par remontée de nappe dans ce secteur.
- Par ailleurs, la commune ne relève pas non plus de secteurs inondés par remontée de nappe le long de la Sensée, les enjeux étant très limités (pas d'habitations).

Les communes d'Hénin-sur-Cojeul et Saint-Martin-sur-Cojeul, quant à elles, ne relèvent pas de phénomènes de remontées de nappe.

Sur ces communes, il n'existe donc pas de cartographie qualitative, en revanche, l'enveloppe de l'aléa inondation sera donc approchée quantitativement par la suite.

Par ailleurs, cette cartographie concerne le niveau de plus hautes eaux, atteint au cours des années 2001-2002. Les autres événements n'ont pas pu être cartographiés car trop imprécis et moins spectaculaires.

Cette approche qualitative de l'aléa inondation restera une indication précieuse, mais ne peut, à elle seule, répondre à la problématique. En effet, la détection par la population du phénomène de remontées de nappe sera directement influencée par la profondeur des sous-sols, la nature de la dalle du sous-sol, la présence ou non de sous-sols, etc.

Il sera donc nécessaire de mettre en place une méthodologie ne dépendant pas directement du type d'habitations, mais bien de la topographie des sites et de la piézométrie de la nappe (chapitre 3.3).

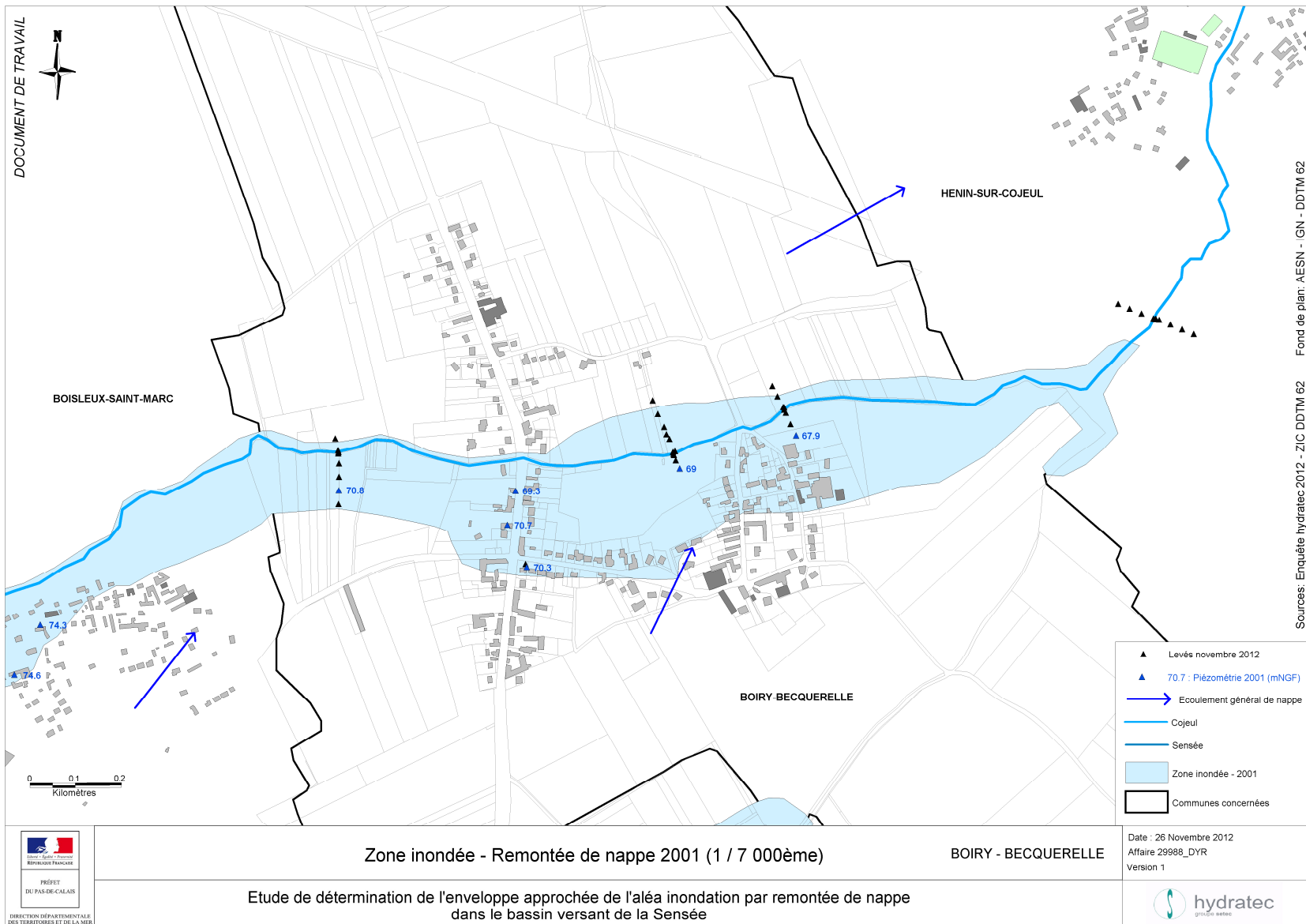


Figure 18 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boiry-Becquerelle

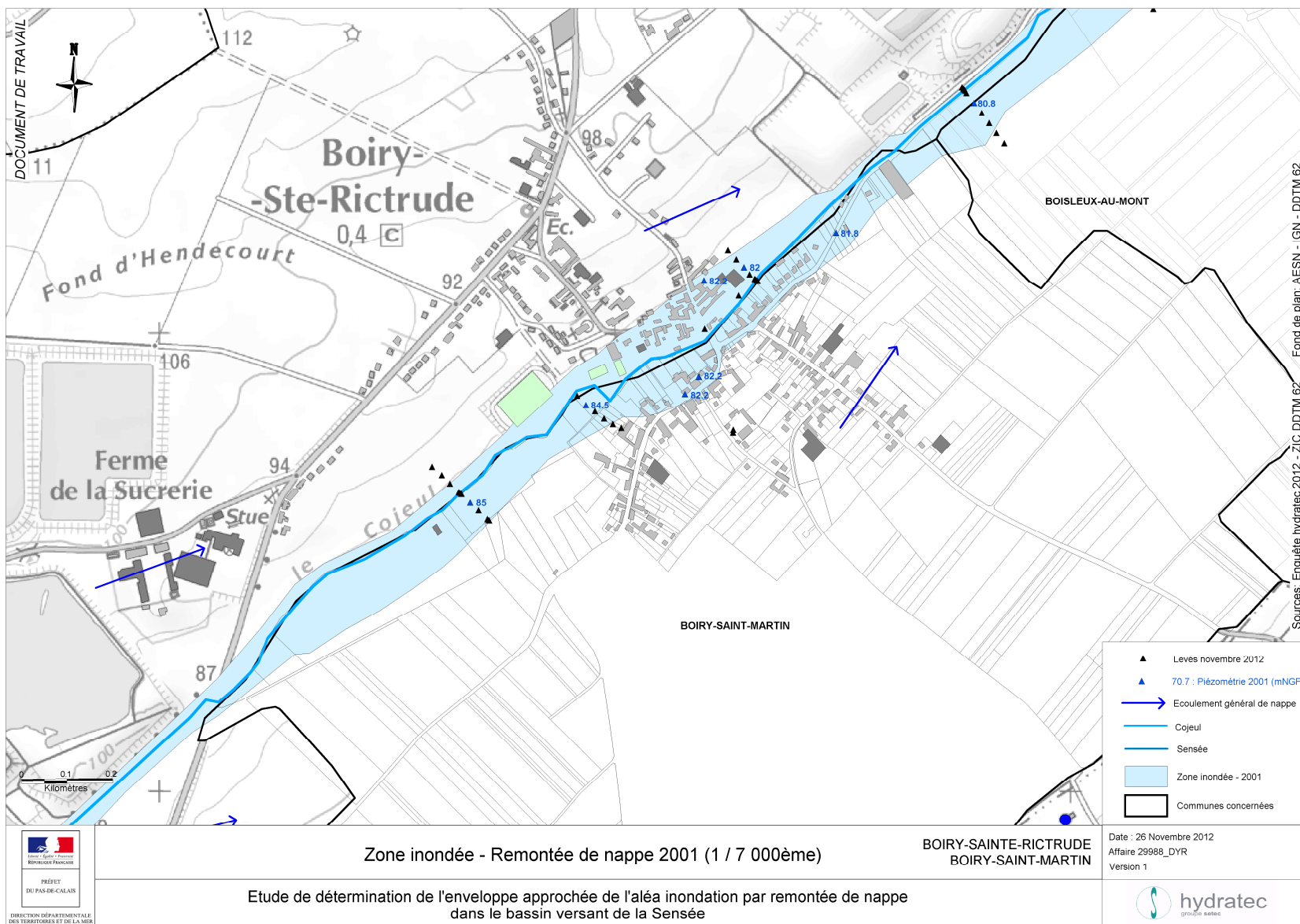


Figure 19 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boiry-Ste-Rictrude et Boiry-Saint-Martin

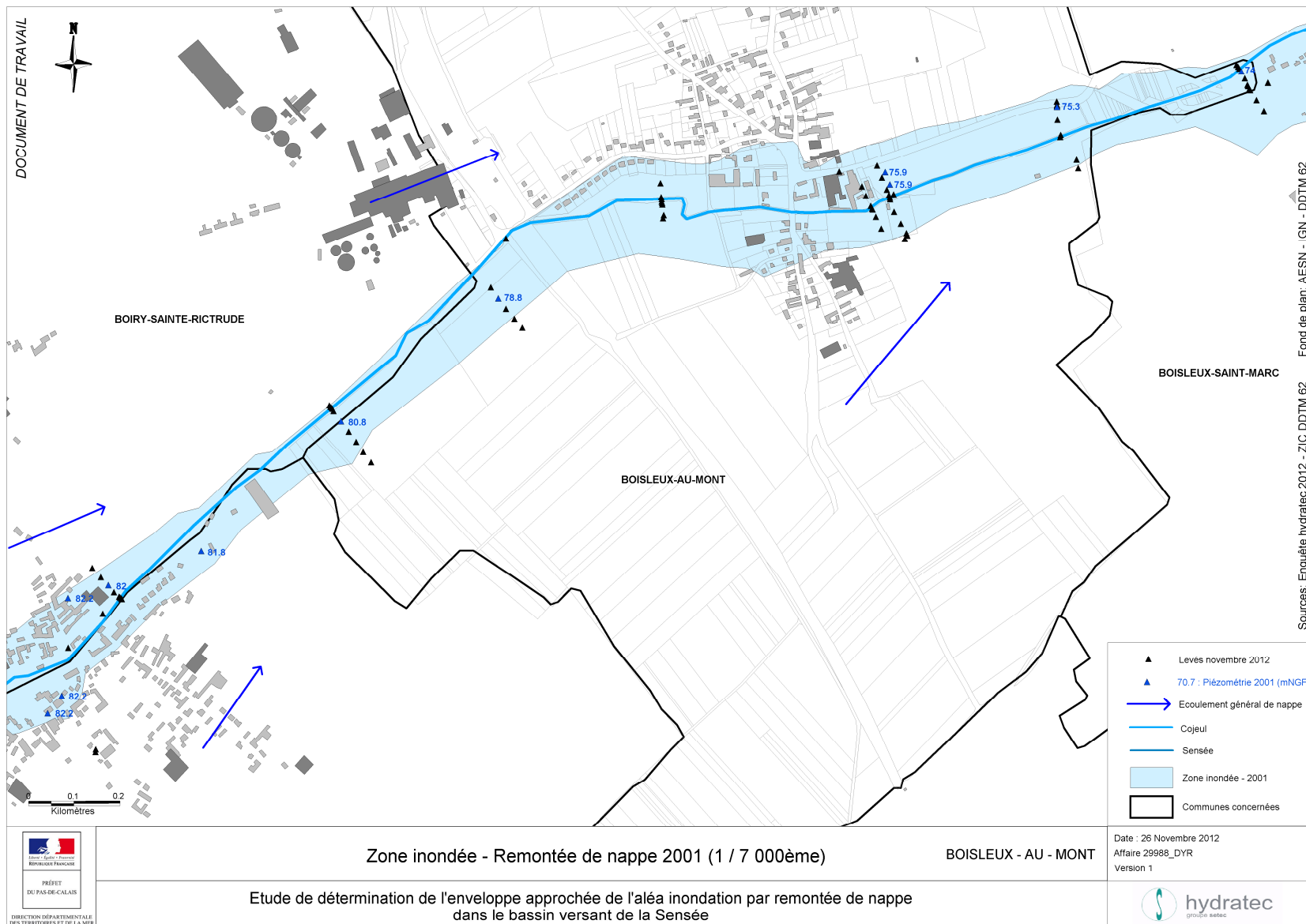


Figure 21 : Enveloppe approchée de l'aléa inondation qualitatif par remontée de nappe : Boisieux-au-Mont